

UÇTEK 2022



ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ



ULUSAL ÇUKUROVA TEKSTİL KONGRESİ

29 - 30 Eylül 2022

BİLDİRİLER KİTABI



Editörler

Prof. Dr. R.Tuğrul OĞULATA

Prof. Dr. Emel Ceyhun SABİR

Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL

Prof. Dr. Serin MEZARCIÖZ

Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM

Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi (UÇTEK 2022) Bildiriler Kitabı

Editörler

Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA / Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
Prof. Dr. Emel Ceyhun SABIR / Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL / Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
Prof. Dr. Serin MEZARCIÖZ / Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM / Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

© 2022, Çukurova Üniversitesi

Bu kitabın yayın hakları UÇTEK 2022'ye aittir. 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Yasası uyarınca tamamı ya da bir bölümü, resim, tablo, şekil ve grafikler yazılı izin alınmaksızın elektronik ya da mekanik yöntemlerle kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz. Kaynak olarak gösterilmek koşuluyla alıntı yapılabilir.

R. Tuğrul Oğulata, Emel Ceyhun Sabır, Belkıs Zervent Ünal, Serin Mezarcıöz, Füsun Doba Kadem (Editörler)
Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi
(UÇTEK 2022) Bildiriler Kitabı
210 x 297 mm, 1 cilt (e-ISBN 978-975-487-229-3)

Basım Tarihi: Kasım 2022

Önemli Uyarı

Bu kitabın içeriğinde yer alan ve yazarlarının güncel bilgi düzeyi çerçevesinde bilimsel zeminde oluşturdukları metinlerde sunulan görüşler sahiplerine aittir ve yayımcı, telif hakkı sahibi ya da sponsor için bağlayıcı değildir. Kitapta adı geçen ticari markalar bilgilendirme dışında bir amaçla sunulmamaktadır. Kullanıcıların ilgili üreticilerin ürün bilgi ya da kullanıcı kılavuzlarına bakmaları, şüpheli durumlarda bir uzmana danışmaları önerilir. Editör ekibi, kitabı oluşturan metinlerin hatasız basılması için özen göstermişlerdir.

UÇTEK 2022 Kongre Düzenleme Kurulu

1. Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA (Başkan)
2. Prof. Dr. Emel Ceyhun SABİR
3. Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL
4. Prof. Dr. Serin MEZARCIÖZ
5. Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM
6. Prof. Dr. Nihat ÇELİK
7. Prof. Dr. Pınar DURU BAYKAL
8. Doç. Dr. Abdurrahman TELLİ
9. Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz ERBİL
10. Öğr. Gör. Mehmet BEBEKLİ
12. Dr. Sabiha SEZGİN BOZOK
13. Arş. Gör. Sait YILÖNÜ
14. Arş. Gör. Şehpal ÖZDEMİR
15. Tekstil Yüksek Müh. Zehra KAYNAR TAŞCI

UÇTEK 2022 Kongre Yürütme Kurulu

1. Prof. Dr. Emel Ceyhun SABİR (Başkan)
2. Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL
3. Prof. Dr. Serin MEZARCIÖZ
4. Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM

BİLİMSEL DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. E. Perrin AKÇAKOCA KUMBASAR	Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Rıza ATAV	Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Ömer Berk BERKALP	İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK	Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Ü. Halis ERDOĞAN	Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Dilek KUT	Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Mehmet TOPALBEKİROĞLU	Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Yıldırım TURHAN	Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. İsmail USTA	Marmara Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. İbrahim ÜÇGÜL	Süleyman Demirel Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Necla YAMAN TURAN	Uşak Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Doç. Dr. Seval UYANIK	Adıyaman Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı
Prof. Dr. Emel Ceyhan SABİR	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Prof. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Prof. Dr. Serin MEZARCIÖZ	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Doç. Dr. Füsun DOBA KADEM	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Prof. Dr. Nihat ÇELİK	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Prof. Dr. Pınar DURU BAYKAL	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Doç. Dr. Abdurrahman TELLİ	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz ERBİL	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği
Öğr. Gör. Mehmet BEBEKLİ	Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği

TEŞEKKÜR

Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Tekstil Mühendisliği Bölümü

tarafından düzenlenen

UÇTEK 2022 Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi'ne destek veren

ANA SPONSOR

Akdeniz Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği

Ege Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği

Güneydoğu Anadolu Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği

İstanbul Tekstil ve Hammaddeleri İhracatçıları Birliği

Uludağ Tekstil İhracatçıları Birliği

ALTIN SPONSOR

BOSSA Tekstil A.Ş.

İSKUR Group

KIVANÇ Tekstil ve Sanayi Ticaret A.Ş

Kintex Tekstil A.Ş.

Ulusoy Tekstil A.Ş.

GÜMÜŞ SPONSOR

Atlas Denim

Eksoy Kimya A.Ş.

Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü

kuruluşlarına, düzenleme kurulu olarak teşekkür ederiz.

Düzenleme Kurulu

UÇTEK 2022



ÖNSÖZ

Türkiye’de tekstil sektöründe yapılan güncel araştırma ve çalışmaları, akademisyen ve sektör temsilcileri arasında değerlendirmek amacıyla Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü tarafından iki yılda bir düzenlenen Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi’nin (UÇTEK 2022) bu yıl 4.’sü 29-30 Eylül 2022 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi/Adana’da, yüz yüze başarıyla gerçekleştirildi.

UÇTEK 2022 Kongresinde iki paralel oturumda toplam 80 adet sözlü bildiri sunulmuştur. Bildirilerin %55’den fazlası ise Tekstil AR-GE merkezlerinin doğrudan ya da üniversitelerle ortaklaşa olarak hazırladıkları bildirilerden oluştu. İşletmelerin Ar-Ge birimleri tarafından ilk defa bu kadar fazla katılım olması kongrenin amacına ulaştığının önemli bir göstergesi oldu. Tekstilde sürdürülebilirlik ve ekoloji, tekstil üretim teknolojisi, tekstil boyama ve bitim teknolojileri, hazır giyim teknolojisi, akıllı tekstiller, fonksiyonel tekstiller ve nanoteknoloji, tekstilde kalite kontrol, tekstil ve moda tasarımı, lif ve polimer teknolojisi, teknik tekstiller, tekstil ekonomisi, yönetimi ve işletmeciliği, tekstilde yenilik, girişimcilik ve Ar-Ge ile tekstil kompozitleri konularının yer aldığı UÇTEK 2022, iki salonda eş zamanlı olarak 13 oturum halinde gerçekleştirildi. Kongreye akademisyen, sanayici, öğrenci ve sektörden gelen dinleyiciler olmak üzere yaklaşık 350 civarında katılım gerçekleşmiştir.

UÇTEK 2022 Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi’ne yaptığı değerli katkılarından dolayı; başta yürütme ve düzenleme kurulu üyelerine, bilimsel danışma kurulu üyelerine, kongremize ana, altın ve gümüş sponsor olarak katkıda bulunan sektörümüze, kongreye bildiri sunumlarıyla katılan bildiri sahiplerine ve diğer akademik ve sektörel katılımcılarımıza şahsım ve düzenleme kurulu adına teşekkür ederim.

Kongre kitabımız e-kitap olarak <https://uctek.cu.edu.tr/cu/kongre-hakkinda/uctek-2022> adresinde yayınlanmış olup, kitabın sektörle ilgili tüm kesimlere faydalı olmasını dilerim.

Bir sonraki düzenlenecek kongremiz UÇTEK 2024’te de yine birlikte olmayı diler, saygılar sunarım.

Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Kongre Düzenleme Kurulu Başkanı
Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı

Tekstilde Sürdürülebilirlik ve Ekoloji

İçi Dolgulu ve Dolgusuz Atık Tekstillerin Hijyenik Elyaf ve İpliklere Geri Dönüştürülmesi <i>Zafer Kaplan, Nimet Köleoğlu, Ahu Seyhan</i>	1
Tekstil Atık Suyunun Biyolojik Arıtmasında Hayvansal Atıkların Çevreci Bir Yöntem ile Uygulanması <i>Adem Piştofoğlu</i>	8
Çanta Tasarımında Sürdürülebilir Yaklaşım <i>Nazan Avcıoğlu Kalebek, Tuğçe Çokan</i>	13
Gerİ Dönüşümlü Poliester(r-pet) ile Üretilen Kumaşların Performans Özellikleri ve Boyama Özellikleri Hakkında Bir Araştırma <i>G.Banu Gökğönül, Ayşe Özkan Topuz</i>	21
İplik Boyama Fabrikasında Karbon Ayak İzini Azaltmaya Yönelik Durum Analizi <i>Kübra Yılmaz, Duygu Durdu Koç, Miray Arıkan, Arif Şener, Tuğçe Demirdelen</i>	31
Gerİ Dönüşüm Akriklik Elyafı Karışımli İpliklerin Haslık ve Boncuklanma Davranışının İncelenmesi <i>Edanur Turgut, Muhammed İdris Aktaş, Züleyha Değirmenci</i>	40
Ozon Gazı ve Kumaş Atıkları Kullanılarak Denim Ağartma Yöntemi Geliştirilmesi <i>İsmail İvedi, Pelin Karaç, Seda Çeker</i>	49
Gerİ Dönüşüm Melanj İpliklerin Düzgünsüzlük ve Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması <i>Mehmet Kertmen, Hakan Karagöl, Halil İbrahim Olucak, Aybüke Şen, Nuriye Kertmen</i>	56
Gerİ Dönüşümün Tekstilde Sürdürülebilirliğe Katkısı <i>Esen Özdoğan</i>	62
Tekstilde Sürdürülebilirlik Açısından İkinci El Giysi Kullanımı <i>Tülay Gülümser</i>	71
Farklı Atkı İpliği Karışım Oranlarına Sahip Perdelik Kumaşların Yırtılma, Boncuklanma ve Dökümlülük Özelliklerinin İncelenmesi <i>Nejla Çeven, Gülşah Karakaya</i>	81
Atık İplikler Kullanılarak Üretilmiş Örne Kumaşların Üretimi ve Sürdürülebilirlik Kapsamında Özelliklerinin İncelenmesi <i>Seval Uyanık, Tülin Kaya Nacarkahya, Tuğçe Öğüt, Kubilay Özden</i>	92
Üretim Sonucu Ortaya Çıkan Kırpıntı Kumaşların Yenilikçi Ürünlerde Değerlendirilmesi <i>Murat Şensoy, Umut Kıvanç Şahin, Filiz Aslan, Senem Kurşun Bahadır, Elçin Emekdar, Hatice Açıkgöz Tufan</i>	99
Rotasyon Baskı İşletmelerinde Kumaş Taşıyıcı Kauçuk Bant (Blanket) Temizleme Suyunun Yeniden Kullanımı <i>Yavuz Arıkan, Ahmet Oruç, Kübra Özşahin, Fatma Demirci, Hatice Özel, H. Kübra Kaynak</i> ...	107

Akıllı Tekstiller, Fonksiyonel Tekstiller ve Nanoteknoloji

Uzak Kızılötesi Işın Yansıtma (Far Infrared Ray) Özellikli Yatak Kumaşları Geliştirilmesi <i>Gökhan Yaşar, Zübeyde Arabacılar, Eda Turhan, Oğuz Demiryürek</i>	113
Selüloz Asetat Nanolif Üretiminde Solvent Optimizasyonu <i>İrem Yağmur Mol, Funda Cengiz Çalhoğlu</i>	119
Mikrokapsül İçeren Nanolifli Medikal Tekstil Yüzeyler <i>Hülya Kesici Güler, Funda Cengiz Çalhoğlu, Mustafa Geysoğlu</i>	126
Protein Esaslı Nanolifler: Yumurta Akı Tozu Örneği <i>Mustafa Geysoğlu, Funda Cengiz Çalhoğlu</i>	133
Tekstile Entegre Giyilebilir EKG ve Ritim Takibi Sistemi Geliştirilmesi <i>Eda Akıncı, Gizem Özbek Çam, Murat Yıldırım</i>	142

Elektro Çekimde Endüstriyel Üretime Uygun Konveyör Bantlı Toplayıcı ile Nanolif Şerit Üretimi <i>Melike Türkoğlu, Behzat Yıldırım, Ahmet Mustafa Köş, Ali Kılıç, Halil İbrahim İçoğlu, Mehmet Topalbekiroğlu</i>	152
Grafen Oksit Sentez Yöntemlerinin İncelenmesi ve Seçilen Bir Yöntem ile Grafen Oksit Sentezi <i>Behzat Yıldırım, Melike Türkoğlu, Halil İbrahim İçoğlu, Mehmet Topalbekiroğlu</i>	161
Endüstri 4.0 Çağında Tekstil ve Hazır Giyim Sanayisi <i>Yiğithan Çolak, Selman Türkeş, Serin Mezarıcıöz, Bülent Sarı, Engin Pınar, Güray Kılınççeker, Seçkin Tetik</i>	172
Yeşil Sentezleme ile Elde Edilmiş Gümüş Nanoparçacıkların Farklı Metodlarla Dokusuz Yüzeyle Aktarılması <i>Toufique Ahmed, R. Tuğrul Oğulata, Sabiha Sezgin Bozok</i>	180
Ölmez Otu Bitki Özütü ile Hazırlanan Antibakteriyel Tekstil Yumuşatıcısının Kumaş Performansına Etkisinin Araştırılması <i>Burcu Sancar Beşen, Pınar Parlakyiğit, Erkan Yılmaz</i>	189

Tekstilde Kalite Kontrol ve Testler

3 Atkılı ve 4 Atkılı Sistemlerde Çözümlü Raporu Değişiminin Hav Bağlantısı ve Performans Üzerine Etkisinin İncelenmesi <i>Mustafa Şahin Koşak, Navruz Üdürgücü</i>	199
Seçilmiş Bir Tekstil İşletmesinde 5S Uygulamaları <i>Yusuf Bereket Bozkır, Füsün Doba Kadem</i>	209
Uster Zweigle HL400 Cihazında Ölçümü Yapılan İpliklerin Tüylülük Sonuçlarının Mikroskop Altında Alman Görüntülerin İşlenmesi ile Değerlendirilmesi <i>Abdurrahman Telli</i>	217
Deterjanların Tekstil Malzemeleri Üzerindeki Yenileme Etkisi <i>Hazal Doğan, Işıl Kalay, Taşkın Bayraktar</i>	225
Denim Kumaşlarda Dokuma Hatalarının İncelenmesi <i>Fehmi Baylak, Deniz Mutlu Ala</i>	236
Pamuk Poliester Karışım Örne Kumaşlarda Poliester Lif İnceliği, İplik Bükümü ve Karışım Oranının Kumaş Performansına Etkileri <i>Fatma Demirci, Ahmet Oruç, Kübra Özşahin, Gözde Özşahan, H. Kübra Kaynak</i>	248
Denim Mamullere Uygulanan Hipoklorit Ağartması Üzerine İşlem Koşullarının Etkisinin Araştırılması <i>Öner Gündüz, Gizem Çakan, Hasan Hüseyin Kutlu, Sercan Yaz, Bahadırhan Sevgili, Yavuz Sevim, Rıza Atav</i>	258
İplik Numarası, Açıcı Silindir Devri, Rotor Tipi ve Rotor Devrinin Açık-Uç Rotor Eğirme Pamuk İplik Kalitesine Etkisi <i>Elif Şebnem Öztürk, Mehmet Erdem İnce</i>	264
İpeksi Tuşesiyle Sürdürülebilir Asetat Lifinin Farklı Oranlarda Kullanımıyla Geliştirilen Yuvarlak Örne Kumaşların İplik ve Kumaş Performans Özelliklerinin İncelenmesi <i>Neslihan Okyay, Fatih Işık</i>	274
Farklı Hammaddelerden Konvansiyel ve Özlü İpliklerin Havlu Kumaşlarda Tekrarlı Yıkama Sonrası Performanslarının İncelenmesi <i>Sait Yılönü, Belkıs Zervent Ünal</i>	280
Tekstil Boyama, Baskı ve Bitim Teknolojileri	
Tekstilde Boyama Reçetelerinin Haslık ve Boncuklanma Üzerindeki Etkileri <i>Edanur Turgut, Muhammed İdris Aktaş, Züleyha Değirmenci</i>	289
Selülozik Esaslı Karışım Kumaşların Safranla Boyanmasında Biyomordanların Etkisi <i>İpek Yıldırım, Buğçe Sevinç, Esra Mert, Ahmet Ergün, Burcu Yılmaz, Dilek Kut, Mehmet Kılınç</i>	298

Farklı Reaktif Boya Reçetelerinin Emdirme Yöntemiyle Uygulanmasında Laboratuvar – İşletme Uyumunun Yorumlanması	
<i>Abdulkadir Erçakallı, Belkis Zervent Ünal</i>	307
Seçilmiş Yünlü Kumaşın Okaliptus Yaprağı Ekstraksiyonu ile Çektirme Metodu Uygulanarak Renklendirilmesi	
<i>Sabiha Sezgin Bozok, Mehmet Bebekli, R. Tuğrul Oğulata</i>	316
Farklı Hammaddeden Üretilmiş Dijital Baskılı Örme Kumaşların Ütü Haslığı ve Spektrofotometrik Renk Değerlendirmesi	
<i>Şehpal Özdemir, Füsun Doba Kadem</i>	324
Sülfür Boyarmadde ile Boyanan Denim Kumaşlarda Haslık İyileştirici Çalışmalar	
<i>Serdal Sırlıbaş, Deniz Civan Yiğit, Serin Mezarlıoğlu</i>	334
Parça Boyanmış Mamullerde Ozon ve Hidrofil Silikon Yumuşatıcı İşlemlerinin Renk Üzerine Etkisi	
<i>Caner Taşoğlu, Berrak Buket Avcı, Gökhan Erkan</i>	340
Farklı Derişimlerdeki NaOH Çözeltisi ile Muamele Edilmiş Ecocell® (Lyocell) Örme Kumaşların Doğal Boyama Etkisinin İncelenmesi	
<i>Tuğçe Öğüt, Tülin Kaya Nacarkahya, Kubilay Özden, Ebru Çelikten</i>	353
Pamuklu Dokuma Kumaşlarda Aşınma Dayanımının Kimyasal Yöntemlerle İyileştirilmesi	
<i>Gökhan Tandoğan, Gülşah Özbaş Demirci, Tacettin Tosun</i>	360
Atkı Kadifelerde Karbon ve Su Ayak İzinin Azaltılması	
<i>Serdal Sırlıbaş, Merve Kavuzlu</i>	367

Tekstil Üretim Teknolojisi: İplik, Dokuma, Örme, Dokusuz Yüzey

Şantuklu İplik Kalitesinin Tahmini için Modeller Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma	
<i>Banu Yılmaz Akyürek, İlhami İlhan</i>	372
Kancalı ve Hava Jetli Atkı Atma Sistemlerinin Maliyet Analizi	
<i>Fehmi Baylak, Nihat Çelik</i>	382
Pamuk/Sustans® Karışımı Rotor İpliklerinin Elastik Özelliklerinin İncelenmesi	
<i>Muhittin Özkan, Pınar Duru Baykal, Gözde İnce</i>	390
Elastan İçerikli OE-Rotor İpliklerin Denimde Kullanımı	
<i>Selda Yıldız, Pınar Duru Baykal</i>	400
Yalancı Büküm Tekstüre İplik Üretiminde İplik Hatalarının Belirlenmesi	
<i>Zehra Kaynar Taşcı, Mustafa Araz, Deniz Mutlu Ala, Nihat Çelik</i>	411
Haşıl Makinesinde Reçete Optimizasyonu ile Kalite Performans Parametrelerinin İncelenmesi	
<i>Eray Erdem, Duygu Yavuzkasap Ayakta, Özgün Palak</i>	417
İplik Üretiminde Statik Elektriklenme Durumuna Göre Yağlama Sisteminin Endüstriyel Ölçekte Doğrulanması	
<i>Özgün Palak, Duygu Yavuzkasap Ayakta, Eray Erdem</i>	426

Lif ve Polimer Teknolojisi

Farklı Bölge Pamuklarının Lif Özelliklerinin İncelenmesi	
<i>Süeda Özgün, Pınar Duru Baykal</i>	431
Eriyikten Lif Çekimi Yöntemi ile Fonksiyonel Özelliklere Sahip Biyobozunur Lif Üretimi	
<i>Figen Selli, Ümit Halis Erdoğan</i>	442
Örme Konfeksiyonda Kullanılan Sürdürülebilir Lifler	
<i>Didem Çeçenoğlu, Nazife Eskicioğlu, Duygu Özgüven</i>	448
Polilaktik Asitten (PLA) Liflerden Elde Edilen Kumaşlar ile Doğa Dostu Yatak Kumaşı Geliştirilmesi	
<i>Gökhan Yaşar, Zübeyde Arabacılar, Eda Turhan, Semiha Kutsal, Oğuz Demiryürek</i>	458
Pima ve Yöre (Azerbaycan) Pamuğundan Üretilmiş Süprem ve İnterlok Örme Kumaşların Boya Alımı ve Haslık Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi	
<i>Hatice Açıkgöz Tufan, Elçin Emekdar, Umut Kıvanç Şahin, Senem Kursun Bahadır, Cansu Batçık Genç, Türkan Kübra Baykan, Ersen Çatak, Çağla Deniz Şentürk, Esra Erci</i>	466

Tekstil ve Moda Tasarımı

Adrienne Sloane Örneği Üzerinden 3 Boyutlu Heykelsi Örne Tekstiller <i>Fazilet Ceyhanlı</i>	471
Tamzara Dokumasının Analizi ve Günümüz Modası İçin Yeniden Tasarlanması <i>Banu Yılmaz Akyürek, Nurcan Bölük</i>	481
Pilisoley Tekniğinde Sarkma Derecesine Etki Eden Faktörlerin Optimizasyonu <i>Nilay Bıçak, Ayşegül İlkentapar, Tarık Özcan</i>	491

Teknik Tekstiller

Sıcak Hava ile Bağlama Metodu Kullanılarak Geliştirilen Akustik Dokusuz Yüzeyle <i>Selahattin Onur, Burcu Dadaş, Hatice Koç</i>	501
Spunbond-Meltblown-Spunbond (SMS) Dokusuz Yüzeylelerin Akustik Özelliklerinin İncelenmesi <i>Onur Diri, Yılmaz Erbil</i>	511
Tıbbi Teknik Tekstillerde Laminasyon İşlemlerinin Yapıştırma Etkinliklerinin Geliştirilmesi <i>N. Sinem Balcı, A. Merih Saruışık, Bekir Boyacı, Tuğçe Uysal</i>	521
Tam Faktöriyel Deneysel Tasarım Yöntemi ile Doku İskelesi Tasarımlarında Öne Çıkan Parametrelerin Lif Çapı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi <i>Suzan Özdemir, Janset Öztumur, Hande Sezgin, İpek Yalçın Eniş</i>	532

Tekstil Kompozitleri

Kevlar® Lif Atıkları İçeren Dikişli/Dikişsiz Sandviç Kompozitlerin Darbe Dayanımları <i>Gaye Kaya, Erdem Selver, Arzu Atıcı, Tebernüş Dinçer</i>	540
Cam İpliğinden Atkılı Örne Kumaş ve PVC Köpük Öz Yapısı Kullanarak Yüksek Çarpma Dayanımlı Sandviç Kompozit Malzeme Üretimi <i>M. Erdem İnce, Rahime Çulpan, M. Batuhan Çimen, Başak Kübra Aras</i>	548
Takviye Elyaf Tipinin Biyobozunur Kompozitlerin Mekanik Performans Özelliklerine Olan Etkisinin İncelenmesi <i>Banu Yılmaz Akyürek</i>	559

Tekstilde Konfor

Soya Protein Elyafı İçeren Denim Kumaşların Yırtılma ve Kopma Mukavemeti ile Dikilebilirlik Özelliğinin Optimizasyonu <i>İpek Dönmez Uzun, Emel Ceyhan Sabır</i>	567
Denim Ürünlerde Apre Kullanımı ile Termal Özelliklerin İyileştirilmesi <i>Murat Şensoy, Ceylin Alperen, Hatice Açıkgöz Tufan, Elçin Emekdar, Umut Kıvanç Şahin, Senem Kurşun Bahadır</i>	577
PBT'nin Dokuma Kumaşlarda Fiziksel Performansa Etkisi <i>Merve Kavuzlu, Nihat Çelik</i>	582

Tekstil Ekonomisi ve Yönetimi, İşletmeciliği

Şönil İplik Üretim Fabrikasında Enerji Verimlilik Uygulamaları <i>Duygu Durdu Koç, Kübra Yılmaz, Miray Arıkan, Arif Şener, Tuğçe Demirdelen</i>	591
Konfeksiyon İşletmelerinde Stratejik Planlama <i>Onur Bağ, Ozan Kayacan</i>	601

Tekstilde Yenilik, Girişimcilik ve Ar-Ge

Doğal İçerikli Hammadde Kullanımı ile Sürdürülebilir Denim Kumaş Üretimi (Terra Denim) <i>Kübra Sabancı Kapukaya, Celal Erkuş, Osman Tay, Hüseyin Tural, Fatih Koyunoğlu</i>	612
Egalize Maddelerinin Performansının İncelenmesi <i>Zeynep Nihan Kır, Ayşe Martin, Deniz Çelik</i>	618

Hazır Giyim Teknolojisi

Denim Konfeksiyon Üretim Sürecinde Otomatik Kemer İşaretleme Makinası Geliştirilmesi <i>Yasin Özbey, Muhammet Alperen Gürünlü</i>	627
Denim Konfeksiyon Üretim Sürecinde Kemeraltı Köprü Takım İşleminin Otomasyonlaşmasına Yönelik Çalışma <i>Ebru Çalışkan</i>	633

Tekstilde Diğer Konular

Geri Dönüştürülmüş Ham Maddelerle Kullanım Özgürlüğü Sağlayan Kumaş Tasarımları <i>Büşra Çeltikçi, Halil İbrahim Atıcı</i>	639
Reaktif Boyama Proseslerinde Taç Eterlerin İyon Tutucu Olarak Kullanım Potansiyellerinin Araştırılması <i>Durul Büşra Dilden, Muhammed Fatih Yüksel, Rıza Atav</i>	648
Tekstil Materyallerinde Silikon Desteği ile Kumaş Bakımı Yapan, Renk Koruma ve Kolay Ütü Sağlayan Özel Konsantre Yumuşatıcı Formül Performansının Değerlendirilmesi <i>Büşra Gizem Güneştekin, Taşkın Bayraktar</i>	657
Doku Mühendisliği Uygulamalarında Yüzey Tasarım Parametrelerinin Hücre Davranışına Etkilerinin İncelenmesi <i>Janset Öztumur, Suzan Özdemir, Hande Sezgin, İpek Yalçın Eniş</i>	664

İÇİ DOLGULU VE DOLGUSUZ ATIK TEKSTİLLERİN HİJYENİK ELYAF VE İPLİKLERE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Zafer KAPLAN, Nimet KÖLEOĞLU, Ahu SEYHAN

Gama Recycle Sürdürülebilir Teknolojiler A.Ş., Gaziantep

koleoglu@gamaiplik.com

ÖZET

Kullanım alanı ve miktarı her geçen gün artan tekstil ürünlerinin, kullanım ve üretim sonucu oluşan atıkları da bununla paralel olarak artmaktadır. İçi dolgulu ve dolgusuz atık tekstil ürünlerinin iç elyaf kısmı ve kumaş kısmı hiçbir şekilde kullanılmamaktadır. Bunun temel sebeplerinden bir tanesi hijyenik olmamasıdır. Bu çalışma, içi dolgulu ve dolgusuz atık tekstil ürünlerinin geri dönüştürerek tekrar üretim döngüsüne katılarak katma değeri yüksek ipliklerin geliştirilmesi ile ilgilidir. Bu amaç doğrultusunda, atıklar toplanıp, özelliklerine ve hammadde türlerine göre tasnif edilmiş ve ayrıştırılmıştır. Çıplak gözle görünmeyen kontaminasyonlar ve farklı hammadde türlerine sahip elyafları tespit edebilmek için çeşitli aşamalardan geçirilmiş ve tespit edilen bu kontaminasyonlar uzaklaştırılmıştır. Yıkaması, dezenfeksiyonu ve/veya ağartması yapılmış selülozik, protein ve karışım dolgu elyafları ile açma elyaflar ve termal geri dönüşümden gelen sentetik elyaflar kendi başlarına, birbirleriyle karıştırılarak veya başka doğal ve suni elyaf ile beraber harmanlanarak iplik formuna getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık tekstil, hijyenik elyaf, geri dönüşüm iplik, sürdürülebilirlik

FILLED AND UNFILLED WASTE TEXTILES RECYCLING INTO HYGIENIC FIBERS AND YARNS

ABSTRACT

The usage area and amount of textile products are increasing day by day and the wastes generated as a result of use and production are increasing in parallel with this. Filled and unfilled waste textile products the inner fiber and fabric part are not used part in any way. One of the main reasons for this is that it is not hygienic. This study is about filled and unfilled waste textile products by recycling and re-processing the development of high value – added yarns. For this purpose, wastes were collected, classified and separated according to their properties and raw material types. The contaminations invisible to the naked eye and the fibers with different raw material types for determination, they have been passed through various stages and these detected contaminations have been removed. The washed, disinfected and/or bleached cellulosic, protein and blend filler fibers with opening fibers and synthetic fibers from thermal recycling on their own, mixed with each other or blended with other natural and artificial fibers and brought into yarn form.

Keywords: Waste textile, hygienic fiber, recycle yarn, sustainability

1. GİRİŞ

Tekstil atıklarının çoğu pamuk, yün, ipek gibi doğal ve polyester, naylon, polipropilen gibi sentetik polimerik malzemelerden oluşmaktadır. Tekstil atıkları; lif, tekstil ve hazır giyim, üretim sanayi, tüketiciler, ticari ve hizmet endüstrilerine ilişkin çok sayıda süreçten kaynaklanan atıklardır [1]. Bu elyaf lar büyük miktarlarda tüketilir ve kullanım ömrünü tamamladıktan sonra atılır. Küresel elyaf arzı son 10 yılda 52,6 milyon tondan 70,5 milyon tona yükselmiştir [2]. Daha fazla üretim, daha fazla atık ve daha büyük çevresel etki anlamına gelir.

Geri dönüşüm, atık materyallerin orijinal veya başka amaçlarla kullanılmamış ürünlere, materyallere veya maddelere yeniden işlendiği geri kazanım işlemi anlamına gelir [3]. Geri dönüşüm, bir nesnenin veya malzemenin fiziksel biçiminin değiştirilmesini ve değiştirilen malzemeden yeni bir nesne yapılmasını ifade eder. En fayda sağlayan geri dönüşüm yöntemi birincil ya da orijinal geri dönüşüm adı verilen “kapalı çevrim geri dönüşüm (closed loop recycling)” de denilen geri dönüşümdür. Bu yöntem özellikle polyester, poliamid, polietilen, polipropilen gibi sentetik liflerin geri dönüşümüne yöneliktir. Kapalı çevrim geri dönüşüm yöntemi, konfeksiyon atıklarının, tekstil üretimi yapan firma atıklarının ve tüketici sonrası atıkların toplanarak bu atıklardan iplik üretilmesini de kapsamaktadır [3]. Genel olarak, elyaf uygulamaları giyim, mobilya ve endüstriyel olmak üzere üç geniş kategoriye ayrılır. Elyaf için kullanım ömrü, kısa vadeli (tek kullanımlık), orta vadeli (giyim eşyası, halı, otomotiv vb.) ve uzun vadeli (inşaat) olarak değişmektedir [4].

Kullanım alanı ve miktarı her geçen gün artan tekstil ürünlerinin, kullanım ve üretim sonucu oluşan atıkları da bununla paralel olarak artmaktadır. Hastane, otel, pansiyon, yurt, cezaevi, askeriye, yaşlı ve çocuk bakım tesisleri gibi insan sirkülasyonunun fazla olduğu ve dolayısıyla sık sık yıkanmak ve değiştirilmek zorunda kalan, bu sebepten dolayı da çabuk yıpranan içi dolgulu (yastık, yorgan, döşek, minder vb.) ve dolgunsuz (çarşaf, nevresim, havlu, pike, battaniye vb.) tekstil ürünleri, kullanım ömrünü çok kısa bir zamanda tamamlayarak kullanım dışı kalmaktadır. Yüksek miktarda açığa çıkan ve kullanım dışı kalan bu ürünler genellikle yakılmakta veya diğer çöplerle birlikte toprak altına gömülmektedir. Fakat bu atık tekstillerin geri dönüştürülmesi hem ekonomik hem de çevre açısından oldukça önemlidir. Kullanım ömrünü tamamlayan yatak, döşek, yorgan, yastık gibi içi dolgulu tekstil ürünleri, gerek kılıfı olsun gerekse dolgu malzemesi olan elyaf olsun hiçbir şekilde kullanılamamaktadır. Bunun temel sebeplerinden bir tanesi hijyenik olmayışlarıdır. Diğer bir sebebi ise elyaf ve kumaş formunun bir arada yer almasıdır. Ayrıca çeşitli kullanıcı grubu (hasta, öğrenci, asker, konuk vb.) tarafından sık olarak kullanılan ve kullanım sonucu ömürlerini tamamlayarak çöpe atılan veya yakılan sağlığa elverişsiz pike, battaniye, nevresim, çarşaf, havlu vb. tekstil ürünlerinin de geri dönüşümüne yönelik bir çalışma mevcut değildir. Bahsi geçen bu içi dolgulu ve dolgunsuz tekstil ürünleri otel, yurt, hastane gibi yerlerde fazla insanın kullanımına maruz kaldığı için dezenfekte işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Aksi takdirde bu atıklardan üretilen elyaf ve iplikler kullanılacağı alanlarda sağlık açısından risk oluşturabilmektedir. Çalışma ile atık konumundaki birçok ev, hastane, yurt vb. alanlardan çıkan tekstil ürünleri geri dönüştürülerek katma değeri yüksek ürünler haline getirilecektir. Böylelikle ekonomiye ve ekosisteme katkı sağlanmış olacaktır.

2. MATERYAL/METOD

2.1 Materyal

Bu çalışmada karışım haldeki elyafları ayırt etmek için; mor ışık, metal dedektör, optik okutuculu ayırıştırıcılar, kızıl ötesi (IR), mor ötesi (UV) ışınlar kullanılmıştır. Yıkama, ağartma, ve dezenfekte işlemleri için; hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, potasyum permanganat vb. oksidatif maddeler ve ozon kullanılmıştır. Dezenfekte işleminde ayrıca 150 nm ve 500 nm dalga boyları arasında enerji yayan morötesi ışık kaynakları (UV-B ve UV-C), kükürtdioksit, sodyumbisülfid kullanılmıştır. Parçalama ve kesme işlemleri için radial kesme, giyotin kesme, garnet makinası kullanılmıştır. Polimeri eritmek için ekstruder, elyaf haline getirmek için çekme, kırıştırma ve kesme makineleri kullanılır. Daha sonra elyafı iplik haline getirmek için iplik üretim prosesinden geçirilerek iplik haline dönüştürülmüştür.

2.2 Metot

2.2.1 Atık Tekstillerin Toplanması

Hastane, doğum evi, poliklinik vb. sağlık tesislerinden, yurt binalarından, otel ve benzeri turizm tesislerinden, askeri tesislerden, cezaevlerinden, yaşlı ve çocuk bakım tesislerinden ve evlerden çıkan kullanılmış yatak, döşek, yorgan, yastık, minder, koltuk, kanepeler vb. içi dolgulu tekstil atıkları ile sıklıkla yıkanmak ve değiştirilmek zorunda kalan pike, battaniye, nevresim, havlu vb. diğer tekstil atıkları toplanmıştır.

2.2.2 Atık Tekstillerin Ayırıştırılması

Toplanan bu tekstil atıkları iki aşamalı ayırıştırma işlemine maruz bırakılmıştır. İlk olarak içi dolgulu ve dolgusuz olmak üzere ayırıştırılan atık tekstil ürünleri, ikinci olarak da kendi içlerinde selülozik, protein ve sentetik (%80 ve üzeri) ve karışım (sentetik elyaf oranı %80'den az olan elyaf karışımları) olarak hammadde türlerine göre dört ana gruba ayrılmıştır.

i. İçi Dolgulu Tekstil Atıklarının Ayırıştırılması ve Elyaf Formuna Getirilmesi

Kullanılmış içi dolgulu yatak, döşek, yorgan, yastık, minder, koltuk, kanepeler vb. tekstil atıkları besleme hattına iletilmiştir. Besleme hattından iletilen içi dolgulu tekstil atıkları manuel veya robotik bıçak ile kesilerek kılıflarından ayırıştırılmıştır. İlk olarak, yatakların, koltukların ve kanepelerin içerisinde veya çevresinde bulunan büyük boyuttaki metal ve ahşap parçalar manuel olarak uzaklaştırılmıştır. Bunun sebebi, diğer aşamalarda bu malzemelerin üzerlerinden dökülebilecek küçük boyuttaki parçacıkların elyaf içerisinde dağılmasını önlemektir. Toplanan metal parçalar metal geri dönüşümü için metal işletmelerine, ahşap parçalar ise sunta fabrikalarına gönderilerek geri dönüşüm ve sürdürülebilirliği sağlanmıştır. Süngerden oluşmuş içi dolgulu yataklar ise kılıfından ayırıştırıldıktan sonra sünger kısmı kesilerek küçük parçalara getirilip tekrar yastık, kırılent yapımında kullanılmak üzere ayırıştırılmıştır. İçerisindeki kontaminasyonlar uzaklaştırıldıktan sonra elde kalan elyaf, kılıf

ve dokusuz yüzeyler hammadde türlerine göre sınıflandırılmıştır. Selüloz ve protein içerikli elyaf mor ışıktan geçirilmiştir. Mor ışık, her türlü görsel inceleme için yapılmaktadır. Bu ışık sayesinde optik parlaklığa sahip diğer elyaf türleri, çıplak gözle görünmeyen kontaminasyonlar ve farklı hammadde türlerine sahip elyaflar tespit edilmektedir. Eğer içerisinde sentetik elyaf grubuna veya hayvansal gruba ait elyaf varsa bahsi geçen bu gruplar hammadde türlerine göre ayırt edilmiştir. Daha sonra optik okuyuculu ayırıştırıcıdan geçirilmiştir. Optik ayırıştırıcıda içerisine karışmış olabilecek, metal, alüminyum gibi yabancı maddeler tespit edilerek uzaklaştırılmıştır. Bu sayede dolgu kısmı da selüloz, protein ve suni elyaf olmak üzere gruplandırılmıştır. Ayırıştırılan selüloz içerikli elyaf hava ile vakumlanarak içerisindeki kontaminasyonların uzaklaştırılması için tekrar bir ayırıştırıcıdan geçirilmiştir. Bu ayırıştırıcı büyük dalga boyunda çalışan bir ayırıştırıcıdır. Elde kalan elyaf hava kanalı yardımıyla ön açıcıya iletilmiştir. Hava kanalının içerisine yerleştirilen mıknatıs ile küçük boyuttaki metal parçalar ayırıştırılmıştır. Burada kademeli safhalardan geçirilerek selüloz içerikli elyaf üzerinde kalabilecek yabancı madde ve tozların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Ön açıcıdan çıkan elyaf yine içerisinde mıknatıs bulunan hava kanallarından geçirilmiş ve burada tekrar açılarak üzerindeki yabancı maddelerin uzaklaştırılması ve harmanlanması sağlanmıştır.

ii. Dolgusuz Tekstil Atıklarının Ayırıştırılması ve Elyaf Formuna Getirilmesi

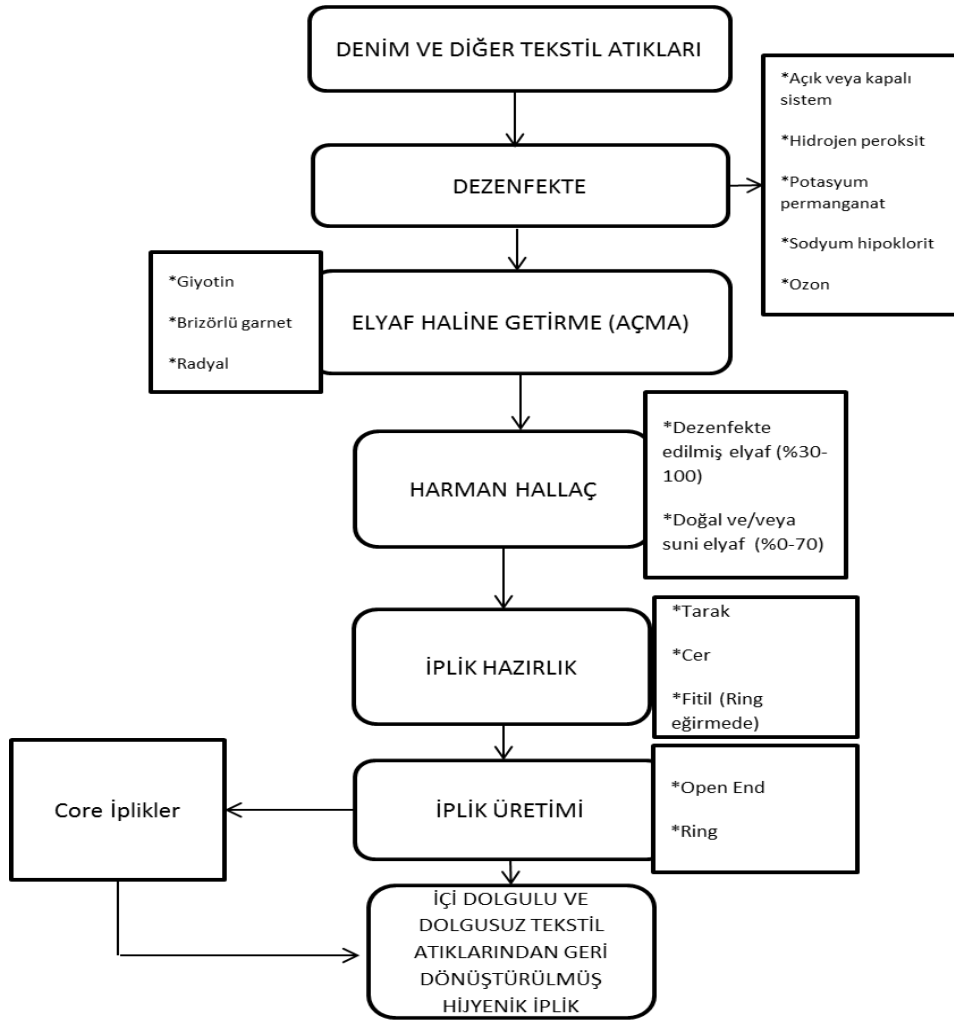
Dolgu kısım tamamlandıktan sonra selülozik, protein ve karışım elyaf hammadde gruplarına göre sınıflandırılmış ve ayrılmış kullanılmış pike, battaniye, yastık, nevresim, havlu vb. tekstil atıkları ile selülozik ve protein esaslı elyaf gruplarına göre ayırıştırılmış ve açılmış tekstil elyafları, hammadde türlerine göre ayrı ayrı yıkama, ağartma ve dezenfekte işlemlerine maruz bırakılmıştır. Selülozik elyaf içeren atıklar (%100 selülozik ve selülozik/suni elyaf karışımları) için ağartma ve dezenfekte işlemleri hidrojen peroksit, sodyum hipoklorit, potasyum permanganat vb. oksidatif maddeler ile muamele edilmiştir. Ağartma ve dezenfekte oksidatif maddelere ek olarak veya tek başına ozon gazı da kullanılmıştır. Ozon gazı, diğer kimyasallara göre atık madde açığa çıkarmaması, çevreye zararlı olmaması, düşük sıcaklıklarda da etkin olması açısından sıklıkla tercih edilir.

Bir başka alternatifte ise 150 nm ve 500 nm dalga boyları arasında enerji yayan morötesi ışıkları (UV-B ve UV-C) ile en az 10 dakika geri dönüşüm elyafın dezenfekte edilmesi sağlanmıştır. Protein esaslı elyaf barındıran atıklara ise indirgen maddelerle (kükürtdioksit, sodyumbisülfid), yükseltgen maddelerle (hidrojenperoksit) ve yükseltgen ve indirgen maddelerle yıkama ve dezenfekte işlemi yapılmıştır. Tercihen önce yükseltgen maddelerle daha sonra indirgen maddelerle işlem gerçekleştirilmiştir. Hammadde türlerine göre ayırıştırılmış ve dezenfekte ve ağartması yapılmış kullanılmış pike, battaniye, yastık, nevresim, havlu vb. diğer tekstil atıkları üzerine kayganlığını artırmak ve elyafa verilen zararı önlemek için tekstil yumuşatıcı kimyasalları eklenerek bir süre dinlendirilmiştir. Daha sonra tek safhalı radyal kesme, çok safhalı giyotin kesme veya brizörlü garnet makinasından geçirilmiştir. Böylece kademeli olarak çoklu ve sıralı açma safhalarına tabi tutularak tekstil atıklarından dezenfekte edilmiş ve ağartılmış açma elyaf elde edilmiş olur.

iii. Sentetik Elyaf İçeren İçi Dolgulu ve Dolgusuz Atık Tekstillerin Ayrıştırılması ve Elyaf Formuna Getirilmesi

Sentetik elyaf oranı %80'den fazla ve sentetik elyafı aynı polimerik hammadde türünden olan pike, battaniye, yastık, nevresim, havlu vb. tekstil atıkları ile içi dolgulu tekstillerin kılıfları parçalanarak veya kesilerek uygun boyuttaki parçalara dönüştürülmüştür. Ayrıca içi dolgulu tekstil atıklarının içerisinde bulunan sentetik elyafı aynı polimerik hammadde türünden olan elyaflar da eklenmiştir. Sonrasında eritilip filtrelenerek granül formuna dönüştürülerek oluşturulan polimer eriyiği filament üretimi için kullanılmıştır. Tekstil atıklarından oluşturulan granüller, diğer plastik atıklarıyla veya virjin polimerik hammadde eriyikleri ile karıştırılmıştır. Daha sonra bunlar filament haline dönüştürülüp sırasıyla germe, çekme, kırıştırma ve kesme aşamalarından geçirilerek elyaf formuna getirilmiştir.

Atık tekstil formuna göre uygulanan ayrıştırılma işlemlerinin sonucunda elyaf halinde getirilen geri dönüştürülmüş malzemelerin, yıkaması, dezenfeksiyonu ve ağartması yapılmış selülozik, protein ve karışım dolgu elyaflar bir sonraki proseste tek başlarına veya birbirileri ile karıştırılarak iplik formuna getirilmiştir. Bu çalışmada atık tekstil formuna göre uygulanan ayrıştırma, dezenfekte, açma ve iplik formuna getirme işlemlerinin akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil. 1. Ayırıştırma, dezenfekte, açma ve iplik formuna getirme işlemlerinin akış şeması

3. BULGULAR

Elde edilen bu iplikler tekstil ve konfeksiyonun her alanında kullanılabilecek özelliğe sahip ipliklerdir. Örneğin; bu yöntemle elde edilen geri dönüştürülmüş elyaf ve ipliklerde selüloz elyaf oranı fazla olanlar halı, çarşaf, yastık yüzü, döşemelik kumaş vb. ev tekstil ürünlerinde, denim ve normal kumaşlar, örgü kumaşlar gibi konfeksiyon ürünleri ve başka birçok alanda kullanmaya müsaittir. Protein esaslı elyaf ve iplikler ise tekrar yatak imalatında, konfeksiyonda, keçe imalatında kullanılabilecektir.

4. SONUÇ

Dünya üzerinde geri dönüşümün iki etkisi söz konusu olup bunlardan birincisi tüketim sonrası atık miktarının artması ve buna bağlı olarak kirliliğin artması, ikincisi ise hammadde sarfiyatının artmasıyla doğal kaynakların tükenmesidir. Geri dönüşüm ile bu iki etkide pozitif gelişmeler meydana gelmektedir. Bu çalışma ile içi dolgulu ve dolgusuz tekstil atıkları toplanıp, ayrıştırılıp, yıkayıp, dezenfekte edilip ve ağartılıp geri dönüştürerek tekrar üretim döngüsüne katılarak katma değeri yüksek iplikler elde edilmiş olup hem çevre kirliliğinin

azalması hem doğal kaynak tüketiminin azaltılması sağlayarak sürdürülebilirliğe önemli bir katkıda bulunulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Dönmez, E. T., Türker, E. (2017). Tekstil Atıkları İçeren Yüzeylerin Sahip Olduğu Elektromanyetik Kalkanlama, Ses ve Isı İzolasyonu Özellikleriyle İlgili Literatür İncelemesi. *Tekstil ve Mühendis*, 24(106), 124-135.
- [2] Altun, S. (2012). Prediction of textile waste profile and recycling opportunities in Turk. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*.
- [3] Eser, B, Çelik, P., Çay, A., Akgümüş, D., (2016). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, *Tekstil ve Mühendis*, 23: 101, 43-60.
- [4] Wang, Y. (2010). Fiber and textile waste utilization. *Waste and biomass valorization*, 1(1), 135-143.

TEKSTİL ATIK SUYUNUN BİYOLOJİK ARITMASINDA HAYVANSAL ATIKLARIN ÇEVRECİ BİR YÖNTEM İLE UYGULANMASI

Adem PİŞTOFOĞLU

Kadifeteks Mensucat San. A.Ş. Kuzuluk Şubesi AR-GE Merkezi, Sakarya

adem.pistofoglu@kadifeteks.com

ÖZET

Bu çalışmada, ağırlıklı olarak polyester ipliklerden üretilmiş kumaşların dispers ve katyonik boya ile boyanması ve apreleme faaliyetleri sonrası oluşan atık suların biyolojik atık su arıtma tesisinde arıtılması sırasında azot ve fosfor kaynağı olarak hayvansal sıvı gübrenin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında çeşitli hayvan çiftliklerinden sıvı gübre örnekleri alınmış ve analiz edilmiştir. Azot ve fosfor içeriği en yüksek olan çiftlikten sürekli olarak alınan sıvı hayvan gübresi düzenli bir şekilde biyolojik atık su arıtma tesisinde mikroorganizmalara nütrient takviyesi olarak verilmiştir.

Denemeler sonunda azot ve fosfor yönünden fakir olan tekstil atık suyuna yalnızca hayvansal sıvı gübre takviyesi yapılarak çok yüksek oranlarda arıtma verimi elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: atık su arıtımı, zirai gübre, verim artışı, nütrient dengesi, sıvı gübre

APPLICATION OF ANIMAL WASTES IN BIOLOGICAL TREATMENT OF TEXTILE WASTE WATER WITH AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY METHOD

ABSTRACT

In this study, the usability of animal liquid fertilizer as a source of nitrogen and phosphorus was investigated during the dyeing of fabrics mainly made of polyester yarns with disperse and cationic dyes and the treatment of wastewater generated after finishing activities in a biological wastewater treatment plant.

Within the scope of the study, liquid fertilizer samples were taken from various animal farms and analyzed. Liquid animal manure continuously taken from the farm with the highest nitrogen and phosphorus content is regularly given to microorganisms as nutrient supplementation in the biological wastewater treatment plant.

At the end of the trials, only animal liquid fertilizer was supplemented to the textile wastewater, which is poor in terms of nitrogen and phosphorus, and very high treatment efficiency was obtained.

Keywords: wastewater treatment, agricultural fertilizer, yield increase, nutrient balance, liquid fertilizer

1. GİRİŞ

Hemen her endüstriyel atık su gibi tekstil sektörü atık sularının doğru şekilde arıtılması çevre sağlığı ve ekosistem için son derece önemlidir. “Tekstil endüstrisi kullanılan hammadde ve kimyasal maddelerin, gerçekleştirilen işlemlerin, her işlem için uygulanan teknolojilerin çeşitliliği nedeniyle son derece değişken yapıya sahiptir” [1]. Bu sebeple tekstil atık sularının arıtımı için konvansiyonel yöntemlerle birlikte yenilikçi arıtma teknolojileri de kullanılmaktadır.

Kentsel atık su arıtımında ağırlıklı olarak tercih edilen biyolojik atık su arıtma sistemleri tekstil endüstrisinde de kullanılabilir. Tekstil endüstrilerin atık sularında C:N:P oranı biyolojik arıtmalar için genellikle istenilen seviyede değildir. Bu oranın 100:5:1 ile 100:10:1 arasında olması istenmektedir [2]. Bu durum atık suya dışarıdan azot ve fosfor takviyesi yapılması gereğini ortaya çıkarmıştır. Sıvı insan atıklarının azot kaynağı, dolayısıyla gübre olarak kullanılabilir olduğu bilinmektedir [3].

1.1. Mevcut Durum

Kadifeteks’in Kuzuluk/Sakarya adresinde bulunan döşemelik kumaş üretim fabrikasında 750 m³/gün kapasiteli uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesiyle çalışan biyolojik atık su arıtma tesisiyle birlikte, 1.500 m³/gün kapasiteli kimyasal atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Tesisteki üretimin tamamına yakını sentetik iplik kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Sentetik iplik ve kumaş boyama ile apreleme faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Boyama işlemlerinin tamamına yakını dispers ve katyonik boyamadan oluşmaktadır. Oluşan atık sular fiziki arıtmanın ardından biyolojik atık su arıtma tesisinde arıtılır ve daha sonra ihtiyaca göre kimyasal arıtmadan geçirilerek mevzuatlara uygun şekilde alıcı ortama deşarj edilmektedir. Biyolojik arıtma girişinde, ham atık suyun sahip olduğu bazı özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Ham atık suyun bazı analiz parametreleri

Parametre	Ortalama Değer	Birim
KOİ	1.500	mg/L
T. Azot	7,5	mg/L
T. Fosfor	2,5	mg/L
Amonyum	0,3	mg/L
pH	8,00	-
AKM	550	mg/L
Renk	800	Pt-Co
Sıcaklık	31	°C
İletkenlik	1.400	µS/cm

Tablo 1’de belirtilen özelliklere sahip atık suyun biyolojik atık su arıtma tesisinde arıtılması için gerekli C:N:P oranının 100:5:1 ile 100:10:1 arasında olmadığı görülmektedir. Bu durumun düzeltilmesi için endüstriyel atık su arıtma tesislerinde sıkça kullanılan yöntemlerden biri olan zirai gübre takviyesi uygulanmıştır. Sektörde, diamonyum fosfat ve üre gübreleri sıkça kullanılan gübre çözümleridir. Kadifeteks fabrikasında da bu uygulamaya paralel şekilde

diamonyum fosfat ve üre gübrelere atık suyun ihtiyacı için bu çalışmadan önce kullanılmaktaydı.

1.2. Çalışmanın Amacı

Biyolojik atık su arıtma tesislerinde azot ve fosfor takviyesi olarak kullanılan zirai gübrelere maliyeti, hammaddesinin ithal kaynaklardan karşılanması ve istenilen verimi sağlayamaması nedeniyle alternatif olarak sıvı hayvan gübresinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Zirai gübreler, suya zor karışan yapısı ve yüksek arıtma verimi için çok yüksek miktarlarda dozlama yapılma zorunluluğu gereği her geçen gün sürdürülebilirliğini kaybeden bir metot olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, Kadifeteks Mensucat San. A.Ş. Kuzuluk fabrikasında üretim faaliyetleri sonucu oluşan atık suyun biyolojik olarak arıtılmasında zirai sektörde kullanılan azot ve fosfor takviyeleri yerine sıvı hayvan gübresi (idrara ve katı dışkı sıvısı) kullanılmış ve sonuçları tartışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Sıvı Gübrenin Temin Edilmesi

Bu çalışma için sıvı hayvan gübresine olan ihtiyaca karar verildikten sonra Sakarya ili Akyazı ilçesi yakınlarındaki çiftliklere ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Çiftliklerdeki hayvansal atıkların depolanma şartları ve varsa sıvı-katı faz ayırma sistemleri incelenmiştir.

Öncelikle A, B, C, D kodları verilen 4 adet çiftlikten numuneler alınmış ve TKN¹ ve TP² tayinleri yapılmıştır. Bulunan sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Çiftliklerden alınan numunelerin analiz sonuçları

Çiftlik	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
A	4.200	520
B	3.250	360
C	5.000	750
D	4.250	400

Tablo 2’de bulunan sonuçların ardından, TKN ve TP değeri en yüksek olan C çiftliğinden sıvı gübrenin temin edilmesine karar verilmiştir. Çiftlikte hayvansal atıkların katı ve sıvı faza ayrılması için bir pres makinesinin bulunmaktadır. Saha denemelerinin gerçekleştirilmesi için çiftliğe 1 m³ hacminde tanklar götürülmüş ve sıvı gübre bu tanklara doldurularak atık su arıtma tesisine getirilmiştir.

2.2. Sıvı Gübrenin Uygulanması

2.2.1. Havalandırma Havuzuna Dozlama

Atık su arıtma tesisinde kullanılan zirai gübre kullanımına son verilmiş ve her 8 saatte 100 litre sıvı gübre 1.000 m³ hacmindeki havalandırma havuzuna dozlanmıştır. Biyolojik atık su arıtma tesisinin son aşaması olan çöktürme havuzu çıkışında her gün bakiye TKN ve TP analizi yapılmıştır. Çıkışta 0 ile 1 mg/L arasında değişen TKN sonuçları elde edilmiş ve

¹ Toplam Kjeldahl Azotu

² Toplam Fosfor

biyolojik arıtma KOİ giderim veriminde kayda değer bir ilerleme gözlenmemiştir. 10. günden itibaren sıvı gübre dozlaması 2 katına çıkartılarak her 8 saatte 200 litre dozlanmıştır. Ardından yapılan izlemelerde iyileşme görülse de havalandırma havuzuna dozlama yapmak yerine dengeleme havuzuna dozlama yapılmasına karar verilmiştir.

2.2.2. Dengeleme Havuzuna Dozlama

20. günden itibaren sıvı hayvan gübresi 500 m³ hacminde ve 2 adet karıştırıcı ile sürekli karıştırılan dengeleme havuzuna dozlanmıştır. Dengeleme havuzuna dozlama yapılmaya başlanan 4. günün ardından gözle görülür iyileşme görülmüştür. Biyolojik atık su arıtma sistemi 2 hafta boyunca bu şekilde çalıştırılmıştır. İkinci haftanın sonunda sıvı gübre kullanılmayan zamanlara oranla KOİ giderim veriminde artış görülmüş ve tesis aynı şekilde 2 ay süreyle çalıştırılmıştır.

Zirai gübreden, sıvı hayvan gübresine geçiş yapıldıktan sonra geri devir oranı³, çözülmüş oksijen, hidrolik bekletme süreleri, su sıcaklığı, pH gibi temel işletme parametreleri değiştirilmemiştir.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, sentetik iplik ve kumaşın dispers ve katyonik boyanması ve aprenlenmesi işlemleri sırasında ortaya çıkan tekstil atık suyun biyolojik atık su arıtma tesisinde arıtılması sırasında nütrient takviyesi olarak sıvı hayvan gübresinin kullanılabilirliği gösterilmiştir. Zirai gübrenin yüksek maliyeti ve üretilmesi sırasında ortaya çıkan su ve karbon ayak izine oranla hayvansal sıvı gübrenin kullanımı daha ekolojik bir yöntem olarak öne çıkmıştır.

Sıvı hayvan gübresi ile biyolojik atık su arıtma tesisinin işletilmesi sırasında zirai gübre kullanımı sırasında oluşabilen aşırı köpürme sorunu ortadan kalkmıştır. İşletme kolaylığı sağlamış, atık su arıtma tesisi işletme maliyetlerini düşürmüştür. Tablo 3'te sıvı gübre kullanımı sonrasında biyolojik atık su arıtma tesisinde görülen iyileşmeler gösterilmiştir.

Tablo 3. Sıvı gübre ve zirai gübre verim kıyaslaması

Parametre	Zirai Gübre Kullanımı	Sıvı Gübre Kullanımı
Biyolojik arıtmada ortalama KOİ giderimi ⁴	%40	%80
Kimyasal arıtmanın oranı ⁵	%60	%20
Ortalama ÇHI ⁶	5.000	750
Biyolojik arıtma çıkışı ortalama KOİ (mg/L)	600	300
Biyolojik arıtma çıkışı ortalama AKM (mg/L)	350	100
Biyolojik arıtma çıkışı ortalama renk (Pt-Co)	500	250

³ Geri devir oranı uzun havalandırılmalı aktif çamur literatürüne uygun olarak sürekli ayarlanmaktadır. Burada bahsedilen ise sıvı gübrenin lehine bir değişimin yapılmadığıdır.

⁴ Biyolojik atık su arıtma tesisinde genel verim BOİ₅ analizi ile değil KOİ analizleri ile takip edilmektedir. BOİ₅/KOİ oranı bilinmektedir ve değişken değildir.

⁵ Biyolojik atık su arıtma tesisinde arıtılan suyun deşarj mevzuatlarına uyması için son olarak kimyasal arıtma işlemi uygulanmaktadır. Biyolojik atık su arıtma tesisinin performansı iyileştikçe bu sisteme olan ihtiyaç azalmaktadır.

⁶ Çamur Hacim İndeksi

Çalışmalar sırasında temin edilen sıvı gübreye herhangi bir sterilizasyon işlemi uygulanmamıştır. Çalışmanın bir sonraki evresinde olası mikrobiyal kontaminasyon riskleri incelenip gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır.

Bu çalışma, hayvancılık sektörünün atığının tekstil sektörü atık suyunun arıtılmasında kullanılabilirliğini göstermiştir. Aynı şekilde tüm biyolojik atık su arıtma tesislerinde ihtiyaç olan azot ve fosfor takviyesi olarak kullanılabilirliğini de göstermektedir.

Çalışmalarda elde edilen ilerleme sayısı ve biyolojik atık su arıtma tesisinin nispeten düşük maliyet ve yüksek verimde çalıştırılabilmesi sebebiyle kimyasal atık su arıtma işleminin kullanım oranı azalmış, kimyasal tüketimi azaltılmıştır. Bu durum kimyasal arıtma sebebiyle oluşan ekstra çamur miktarını azaltmış, atık su arıtma tesisinde oluşan toplam çamur miktarı azalmıştır. Atık çamur yönetimi için ayrılan bütçe ve işgücü diğer birimlere kaydırılmış, verimlilik artırılmıştır.

Bu çalışma sonucunda sıvı hayvan gübresinin zirai gübreden daha iyi sonuçlar verdiği değil, sıvı hayvan gübresinin zirai gübre yerine alternatif olabildiği gösterilmiştir. Zirai gübrenin dozlama miktarı artırılarak arıtma verimi yükseltilebilir. Bu durum maliyetleri çok artıracaktır; buna karşın sıvı gübrenin lojistik dışında bir maliyeti bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Sanal, İ., (2010), Tekstil Endüstrisi Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Mikrobiyolojik Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- [2] Metcalf & Eddy, Inc. (1991). Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, and Reuse, third edition, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Tatlı, M., (2006), Sıvı İnsan Atıklarında Struvit Çöktürmesi İle Azot Geri Kazanımının Uygulama Esasları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

ÇANTA TASARIMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIM

Nazan AVCIOĞLU KALEBEK, **Tuğçe ÇOKAN**
Gaziantep Üniversitesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü
cokantugce@gmail.com

ÖZET

Sanayileşme, nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve küreselleşme nedeniyle üretim ve tüketim artmış bunun sonucunda ise doğa, çevre, hayvanlar ve bitkiler, yok olmasında sakınca görülmeyen sınırsız ve değersiz metaller haline gelmişlerdir. Tekstil ve Moda sektörü de insan ve çevre sağlığını en çok tehdit eden boya, baskı ve bitim işlemleri gibi prosesleri içermektedir. Tekstil sektöründe, hem üretim esnasında kullanılan malzemeler ve kimyasal maddeler hem de doğal kaynakların kullanımı konusunda ciddi tehlikeleri üzerinde barındırmaktadır. Sürdürülebilir Moda, Eko Moda, Yeşil Hareketler, Yavaş Moda, Yavaş Tasarım gibi yaklaşımlar dünyanın yaşamış olduğu bu problemlere bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, bez çanta üretim ve tasarım aşamaları boyunca sürdürülebilirlik bağlamında alınan önlemlere değinilmiştir. Çanta tasarımı aşamaları olan model araştırma, model tasarımı (baskı, nakış, boyama), kalıp ve numune dikimi işlemlerinde insan ve çevre sağlığı gözetilip sürdürülebilir kalkınma dikkate alınmaktadır. İnsanların ekolojik denge konusunda her geçen gün biraz daha duyarlı olduğu bir ortamda, hem Avrupa, hem de diğer büyük küresel pazarlarda, “Ekolojik Tekstil” ürünlerine olan taleplerin hızla artışına ve “Ekolojik Tekstil” in önem kazanmaktadır. Ekolojik tekstile dikkat çekmeyi amaçlayan bu çalışma da, “Sürdürülebilirlik” ve “doğal” terimlerini temel alan, bitkilerden yola çıkılarak doğal kök boyarmadde elde edilmiş ve kullanım durumunu test etmek için ham kumaş ile dikilmiş bez çanta tasarımları ortaya konmuş ve sonucunda elde edilen doğal boya ile boyanarak yapılan renklendirme ve ürüne katabilecekleri diğer fonksiyonel özellikler üzerine yapılan kapsamlı bir derleme çalışmasını ele almaktadır. Çalışmanın temel amacı sentetik boyar maddelerin kullanımını azaltarak tekstil endüstrisini doğal boyamaya yönlendirmek ve doğa dostu ürünlere yönlendirmektir. Çalışmanın sürdürülebilir tekstil alanında çalışacak araştırmacılara ve tasarımcılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Eko Moda, Tasarım, Bitkisel, Çanta

SUSTAINABLE APPROACH TO BAG DESIGN

ABSTRACT

Production and consumption have increased due to industrialization, population growth, technological developments and globalization. The Textile and Fashion sector also includes processes such as dyeing, printing and finishing processes that threaten human and environmental health the most. In the textile sector, it has serious dangers in terms of both the materials and chemicals used during production and the use of natural resources. Approaches such as Sustainable Fashion, Eco Fashion, Green Movements, Slow Fashion, Slow Design have emerged as a reaction to these problems that the world has experienced. In this study, the precautions taken in the context of sustainability during the production and design stages of tote bags are mentioned. In the process of model research, model design (printing,

embroidery, dyeing), pattern and sample sewing, which are the stages of bag design, human and environmental health is taken into account and sustainable development is taken into account. This study, which aims to draw attention to the rapid increase in the demands for "Ecological Textile" products and the importance of "Ecological Textile", both in Europe and in other major global markets, in an environment where people are more sensitive to ecological balance every day. Natural dyes, which can be obtained entirely from natural sources, are a good alternative to synthetic dyestuffs. Based on the terms "sustainability" and "natural", this study deals with a comprehensive compilation study on the coloring and other functional properties they can add to the product, as a result of obtaining natural dyestuffs from plants. It is thought that the study will contribute to researchers and designers who will work in the field of sustainable textiles.

Keywords: Sustainability, Eco Fashion, Design, Floral, Bag

1. SÜRDÜREBİLİRLİK

İnsanoğlunun varoluşundan bu yana üretim ve tüketim kaçınılmaz olmuştur. Ancak sanayi devrimiyle birlikte tüketimin artmasına paralel olarak insanlar ihtiyaçlarından çok istekleri için tüketime yönelmiştir. Diğer yandan, insan neslinin devamı ve dünyanın yaşanılabilir olarak devam etmesi için, tüm alanlarda sürdürülebilir faaliyetlerin yürütülmesi de zorunluluk haline gelmiştir. Bunun sonucu olarak canlıların geleceğine karşı tehdit yaratan tüm sorunların çözümü için çeşitli yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu hareketlerin en önemlisi ve temeli olarak “sürdürülebilirlik” kavramı kabul edilmektedir [1]. Sürdürülebilirlik, bir kurumun ekonomik, sosyal ve çevresel dinamiklerinin birbiriyle etkileşiminde ekonomik kalkınmayı, insan yaşantısını ve çevresel dengeyi olumlu yönde etkileyecek adımlar atarak ilerlemesidir [2]. Sürdürülebilirlik, tam anlamıyla daimi olabilme algısını korumak olarak tanımlanabilir. Hayatımız doğal kaynaklara bağlı olmakla birlikte bu doğal kaynaklar sonsuz değildir. İşte burada sürdürülebilirlik kavramı devreye girer ve sürdürülebilirlik sağlamak doğa ve insan, insan ve doğa arasında denge oluşturmak anlamına gelmektedir. Sürdürülebilirlik devrimi açısından gelişmenin dönüm noktası ise, 1992 “Rio de Janeiro Dünya Zirvesi” ile ve bilgisayar ve internetin yaygınlaşması ile olmuştur. Rio zirvesi 182 dünya liderini bir araya getirmiş ve sürdürülebilirlik kavramını uluslararası sahneye taşımıştır. Rio Deklarasyonu ve Agenda 21; “The Earth Summit Strategy to Save Our Planet” çalışmaları ile zirve gelecekteki hareketlerin yol haritası için bir çerçeve geliştirmiştir. Bilgisayar ve internet ise, bilgiye ulaşmayı ve sürdürülebilirlik odaklı grupların organizasyonunu kolaylaştırarak sürdürülebilirlik devrimi üzerinde önemli bir etki oluşturmuştur. “Sürdürülebilirlik hareketinin gelişip yayılmasında birçok uluslararası etkinlik rol oynamıştır. Bu etkinlikler, sürdürülebilirlik kavramının toplumlar tarafından tanınması, önemli ve sürekli bir gündem oluşturması için itici güç olmuş, alınan kararları ile de etki alanını her geçen gün genişleten bu hareketin sağlam bir zemine oturmasını sağlamışlardır. Birçok endüstride olduğu tekstil alanında sürdürülebilirlik konusunda boyama prosesi ayrı bir önem taşımaktadır. Gerek proses gerekse atık aşamasında çevresel etki parametreleri dikkatlice incelenmekte ve gerekli önemlerin alınması konusunda yoğun araştırmalar halen devam etmektedir. Boyama işleminde tasarımcının renk tercihi boyarmaddelerin taşıdığı kirlilik riski ile yakından ilişkilidir; örneğin koyu tonların daha fazla zararlı olması ve parlak yeşil gibi tonlar için ciddi kirlilik potansiyeli taşıyan tekstil işlemleri gerekmesi önemlidir.

Boyama işlemi sonunda ise tekstil malzemesinin üzerinde bağlanmamış haldeki yardımcı kimyasal maddeler ve boyarmaddeleri uzaklaştırabilmesi için etkili bir yıkamadan geçirilmesi gerekmektedir. Bu durum, ciddi miktarda kirlilik ve su tüketimine neden olmaktadır [3].

Doğal boyarmaddeler sürdürülebilirlik açısından değerlendirildiğinde 6 R felsefesinin de içinde barındırdığı maddelerden biri olan “geri dönüşüm” açısından duruma baktığımızda atık değerlendirilmesi ve geri dönüşüm olarak düşünülebilmektedir. Örneğin fındık ağacının fındıklarını alıp yapraklarının kullanılmadığını varsayarsak fındık yapraklarından doğal boya elde ederek boyamasının sağlanması sürdürülebilirliğin bir basamağı olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında zeytinyağı eldesi sırasında arta kalan su olarak tanımlayabileceğimiz zeytin karasuyu ile yine doğal boyarmadde oluşturarak boyama yapılması da bir atığın nasıl sürdürülebilirliğe dâhil edilerek nasıl atık geri dönüşümü ile değerlendirildiğini göstermektedir.

2. DOĞAL BOYARMADELER

1876 yılında sentetik boyarmaddelerin keşfedilmesinden önce materyallerin renklendirilmesinde tarih öncesi zamandan beri doğal boyarmaddeler; tekstil lifi (yün, pamuk, ipek, deri vb.), duvar resimleri, tablolar gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Sentetik boyarmaddelerin keşfiyle birlikte, bunların daha ucuz, kolay erişilebilir, standart özellikte olması gibi nedenlerle doğal boyalar yerlerini sentetik boyalara bırakmışlardır. Ancak son yıllarda, Yapılan çalışmalar doğrultusunda sentetik boyarmaddelerin üretiminde kullanılan bazı kimyasal bileşiklerin kanserojen, mutajen ve alerjik olması ve bunun yanında çevreye verdikleri zararlarında sonuçlarıyla getirilen sınırlamalar, “çevre-dostu tekstiller” konsepti adı altında sentetik boyalara göre daha çevre dostu olan doğal boyalara karşı yeniden artan bir ilgi yaratmıştır [4]. Doğal boyarmaddeler sentetik boyarmaddeler ile karşılaştırıldıklarında genelde çevre kirliliğine yol açmazlar. Bu boyarmaddeler daha az toksik ve daha az alerjeniktirler. Bu avantajlarından dolayı son on yılda doğal boyarmaddelerin kullanımı; gıda, farmasötik, kozmetik ve tekstil boyama endüstrisi alanında ivme kazanmıştır. Günümüzde doğal renklendiriciler gösterdikleri çeşitli antioksidan, antibakteriyel, antimikrobiyal v.b. aktivitelerinden ve bazı sentetik renklendiricilerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin gün yüzüne çıkmasından beridir ilgi odağı haline gelmişlerdir. [5]. Doğal boyarmaddeler, insanlık tarihi ile birlikte yavaş yavaş etkilerini göstermiştir. Doğal boyamacılıkta boyarmadde kaynağı olarak tarihe bakıldığında başta çeşitli taş, toprak ve maden çeşitleri ile yumuşakça ve böcek türlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak, kaynak temininde yaşanan güçlükler ve bitkilerdeki renk çeşitliliğinin farkına varılmasıyla birlikte hayvansal ve madensel boyarmaddelerin kullanımı yerini bitkisel boyarmaddelere bırakmıştır. Doğadaki bitkilerden bir kısmı tamamen boyama için kullanılabilirse de bazı bitkilerin çiçeği, yaprağı, tohumları, kabuğu veya kökü kullanılmaktadır. Bitkisel doğal boyarmaddelerle yapılacak olan boyamalar için, bitkinin elde edilmesi, toplanması, kurutulması ve boyaya hazırlanması gibi aşamalardan geçtikten sonra boyarmadde işleme hazır hale gelmektedir. Sürdürülebilirlik açısından ele alındığında, doğal boyarmaddeler genel olarak yenilenebilir, bitkisel kaynaklı ve aynı zamanda da biyolojik olarak parçalanabilir özelliktedir. Doğal boyarmaddeler karıştırılarak çok geniş bir renk paleti oluşturulabilmektedir. Aynı boyarmadde kaynağı ile farklı mordan maddesinin kullanılması renk gamını değiştirir, yeni renklerin elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, indigo gibi boyama sonundaki proses atıkları tarım alanlarında ideal bir gübre olarak kullanılabilen ve bu doğal atıkların bertaraf edilme problemleri de

bulunmamaktadır. Birçok bitki tarım dışı alanlarda büyüyüp gelişebilir. Bu alanlar doğal boyarmaddeler için ideal bölgelerdir. Doğal boyaların tekstil, gıda, deri vb. alanlarda uygulanması, ekstrakte edilmesi, emek yoğun bir işlem olduğu için yeni iş olanağı doğurmaktadır [6].

3. DOĞAL BOYALARIN TEKSTİL UYGULAMALARI

Son yıllarda artan çevre bilinciyle birlikte tekstil ürünlerinin boyanmasında sentetik boyarmaddelerin neden oldukları çevre kirlilikleri, insan sağlığına zarar veren toksik etkileri ve atık problemleri nedeniyle bu boyarmaddelerin kullanımına yönelik tartışmalar giderek artmıştır. Sentetik boyalara karşı gelişen bu farkındalıkla birlikte yenilenebilir, minimum çevre kirliliğine sebep olan ve genellikle insan sağlığına zararlı etkisi olmayan doğal boyaların kullanımı konusunda artan bir ilgi söz konusudur. Tekstilde kullanım amacıyla elde edilen doğal boyarmaddelerle pamuk, yün, ipek, vb. doğal liflerin boyanmasında muhabbet çiçeği, boyacı sumacı, boyacı katırtırnağı, kök boya, çivit otu, aspir, adaçayı, zerdeçal, safran, papatya, soğan, nar, ceviz, sakız ağacı, vb. bitkiler ile Murex turunculus, Brandaris, Lak böceği, Amerikan koşinili ve kermes vb. bir çok hayvan kaynaklı doğal boyarmaddeler kullanılabilir [7]. Son yıllarda ekolojik ve sürdürülebilirlik kapsamında doğal boyamada meydana gelen en önemli gelişmelerden birisi de bitkisel atıklardan elde edilen doğal boyarmaddelerin kullanımınıdır. Bitkisel atıklar önemli miktarda boyarmadde içermekte olup atıktan elde edildiği için maliyetleri diğer doğal boyalara göre daha düşük olabilmektedir [8]. Doğal boyaların tekstil uygulamalarına ilişkin literatürler incelendiğinde, bazı doğal boyaların UV koruma, antioksidan, antibakteriyellik vb gibi etkiler gösterdiği görülmüştür [9]. Yeşil çayın içeriğindeki maddeler (kateşin gibi) sayesinde UV koruma elde edildiği ifade edilen çalışmada, doğal mordan olarak kitosan kullanılmıştır. Yeşil çay ekstraktı ile boyama yapılmıştır. Boyama sonuçları, kitosan ile boyanan pamuklu kumaşın, mordansız olarak boyanmış kumaşa göre daha koyu tonda boyanabildiğini ve yüksek UV koruyuculuk gösterdiğini belirtmişlerdir [10]. Mangrove ağacı kabuğundan ekstrakte edilen doğal boya ile ipek kumaşların boyandığı çalışmada. metal tuzları kullanılarak mordanlama yapılmıştır. Boya konsantrasyonunun artmasıyla birlikte UV koruma değerlerinin iyi ve mükemmel arasında olduğu belirtilmiştir [11]. Şap, çinko-sülfat ve tannik asit gibi mordanlar eşliğinde poliamid 6 kumaşların kök boya ve aspir ile boyandığı bir çalışmada, iyi haslık değerleri, iyi UV koruma özelliği ve S. aureus ve E.coli bakterilerine karşı da iyi antimikrobiyal etkinlik sağladıklarını göstermektedir [12]. Reyhan bitkisinin doğal boya olarak kullanıldığı makalede, yünlü kumaşlar üzerinde demeneler yapılmıştır. Boyamalar, mordanlı ve mordansız olarak yapılmıştır. Elde edilen deneme sonuçları, reyhanın yün kumaşları renklendirmek için farklı fırsatlar sağlayabileceği ve sınırlı miktarda da olsa antibakteriyel etkinlik sağladığını göstermiştir [13]. Acacia catechu, Kerria lacca, Quercus infectoria, Rubia cordifolia ve Rumex maritimus olmak üzere dört farklı doğal boyarmaddenin yünlü kumaşları boyamasının yanısıra antibakteriyel etkinliğinin incelendiği makalede, Escherichia coli, Bacillus subtilis, Klebsiella pneumoniae, Proteus vulgaris ve Pseudomonas aeruginosa organizmaları kullanılmıştır. Quercus infectoria boyarmaddesinin en etkili olduğu sonucuna varılmıştır [14]. Zerdeçal bitkisinin köklerinin antiseptik ve aromatik etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada, zerdeçalın ekstraktının antioksidan kapasitesinin askorbik aside eşdeğer olduğu belirlenmiştir [15]. Biberiye posası ve sitrik asitin birarada boyanması sonucunda yünlü kumaşların beş yıkama sonunda antibakteriyel etkilerin korudukları görülmüştür [16].

4. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMINDA ‘ÇANTA’

Sürdürülebilir çanta tasarımlarının süreçlenmesinde kumaş seçimi, kalıp seçimi ve malzeme seçimi planlı ve sistemli ilerlemelidir. Bu çalışmayı sürdürürken tüm bu aşamalar göz önüne alınarak tamamen organik iplik ile dokunmuş ham kanvas kumaştan üretilen bez çantalar, hazırlanmış olan boya gruplarına atılarak elde edilen doğal boya konsantrelerini görebilmek amaçlanmıştır. Boya konsantreleri zerdeçal baharatı ve pancar bitkisi ayrı aşamalardan geçerek elde edilmiştir.



Şekil 1: HAM KUMAŞ



Şekil 2: ZERDEÇAL BİTKİSEL BOYA

Zerdeçal doğal boya konsantresi elde edebilmek için derin bir tencerede kaynayan suya zerdeçal baharatı eklenerek kısık ateşte 40 dakika kaynatma yapılmıştır. Daha sonra bez çanta kaynayan suyun içine atılarak 20 dakika bu şekilde kaynatma yapılmış ve soğuyana kadar

çanta karışımının içinde bekletilmiştir. Sudan alındıktan sonra üzerindeki baharat kalıntısını gidermek ve rengin sabitliğini görmek için çamaşır makinesinde yıkama yapılmıştır. Yıkama sonucunda kalıntılar temizlenmiş, kurutma yapılmış ve herhangi bir renk atması görülmemiştir. Renk yoğunluğu istenen düzeydedir.



Şekil 3: PANCAR BİTKİSEL BOYA

Pancar doğal boya konsantresi elde edebilmek için derin bir tencerede kaynayan suya dilimler halinde pancar bitkisi eklenerek kısık ateşte 40 dakika kaynatma yapılmıştır. Daha sonra bez çanta kaynayan suyun içine atılarak 20 dakika bu şekilde kaynatma yapılmış ve soğuyana kadar çanta karışımının içinde bekletilmiştir. Sudan alındıktan sonra üzerindeki pancar kalıntısını gidermek ve rengin sabitliğini görmek için çamaşır makinesinde yıkama yapılmış ve kurutmaya bırakılmıştır. Yıkama sonucunda herhangi bir renk atması görülmemiştir. Zerdeçal ile boyamaya göre kumaşa daha az renk vermiş ve kaynatma sırasında pancar bitkisi parçalandığı için yıkama sonucunda kalıntılar giderilememiştir.

5. SONUÇ

- Bitkisel esaslı doğal boyarmadde, sürdürülebilir tekstil endüstrisi için çevre dostu renklendirici olarak kabul edilmektedir.
- Bitkisel esaslı doğal boyarmadde, üretim ve kullanım sırasında daha az su ve enerji gerektiren sentetik boyarmaddelerin yanında daha temiz bir potansiyel kaynak olarak görülmektedir.
- Seçilen bitkiler ile oldukça farklı renk tonlarının elde edilebileceği tespit edilmiştir.
- 1. Örnekte zerdeçal bitkisi kumaşa rengini istenen düzeyde vermiş ve yıkama sonucunda da herhangi bir renk atması görülmemiştir.
- 2. Örnekte ise pancar bitkisi istenen yoğunlukta renk vermemiş ve kaynama sonucunda parçalanarak kumaşa yapışmış, yıkama sonucunda tamamen arınma sağlanmamıştır. Pancar bitkisi aynı renk grubundaki başka bitkilerle desteklenerek daha kuvvetli bir boya maddesi elde edileceği öngörülmüştür.

Günümüzde bilinen ve sürekli yeniden keşfedilmekte olan bitkisel kaynaklı boyarmaddelerle boyama sonunda sadece renklendirme yanı sıra UV koruma, antibakteriyellik başta olmak

üzere yeni fonksiyonel özellikler de kazandırılmaktadır. Diğer yandan, doğal boyarmaddelerle boyanmış tekstil ürünlerinin daha büyük boyutlardaki üretimi için doğada bol miktarda bulunabilen boyarmadde kaynaklarına ve endüstriyel yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Söz konusu ürünler için gerekli ve büyük miktardaki bitkisel kaynaklı boyarmadde eldesinde gıda ve kozmetik endüstrilerinin doğal boyarmadde içeren bitkisel atıkların kullanımı önemli bir konu haline almıştır. Yapılan çalışmalar, bu konuda da başarılı çalışmaların olduğunu ve bu konunun sürdürülebilirlik adına önemli aşamalar kaydedeceğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Can, Ö., Ayvaz, K., (2017), Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik, Academia Journal of Social Sciences, 2017 Vol. 1, Issue 3, 110-119.
- [2] Toksöz, M., (2018), Tekstil sektöründe sürdürülebilirlik kavramı ve yaşam döngüsü analizi, Çukurova Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- [3] Azaklı H., (2018), Tekstil ve Moda Tasarımı Açısından Sürdürülebilirlik, Beykent Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Tekstil Tasarımı Anabilim Dalı / Tekstil ve Moda Tasarımı Sanat Dalı, Ankara.
- [4] Karabulut, K.,(2015), Pamuklu Örme Kumaşlara Doğal Boyalarla Boyama Yoluyla Tek Adımda Renk, UV Koruyuculuk Ve Antibakteriyellik Kazandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- [5] Deveoğlu, O., Karadağ, R., (2011), Genel Bir Bakış: Doğal Boyarmaddeler, Fen Bilimleri Dergisi, 23(1), 21- 32.
- [6] Yılmaz, F., (2015), Doğal Boyaların Metamerik Özelliklerinin İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Temmuz 2015, Kayseri.
- [7] Samanta, A. K., Agarwal, P. (2009). Application of Natural Dyes On Textiles, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 34, 384.
- [8] Üner, İ., (2017), Ekolojik Tekstil Üretiminde Üzüm Çekirdeği Posasının Doğal Boyacılıkta Kullanımı, II. Uluslararası Akdeniz Sanat Sempozyumu, 127-131, 10-12 Mayıs , Antalya.
- [9] Akar, E., Bulut, M. O., (2013), Bazı Tekstil Boya Bitkilerinin Antibakteriyel Özellikleri Ve Aktivitesi İçin Kullanılan Test Yöntemleri, , SDU Teknik Bilimler Dergisi, 3 : 2, 1-6.
- [10] Kim, S.-H., (2006), Dyeing Characteristics and UV Protection Property of Green Tea Dyed Cotton Fabrics, Fibers and Polymers, 7(3), 255-261.
- [11] Mongkholrattanasit, R., Klaichoi, C., Rungruangkitkrai, N., Sasivatchutikool, N., (2013), An Evaluation of UV Protection of Silk Fabric Dyed with Mangrove Bark (Rhizophora Apiculata Blume) extract, Advanced Materials Research, 821-822, 560-563.
- [12] Ibrahim,, N.A., El-Zairy, W.M., El-Zairy, M.R., Ghazal, H.A., (2013), Enhancing the UV-Protection and Antibacterial Properties of Polyamide-6 Fabric by Natural Dyeing, Textiles and Light Industrial Sciences and Technology, 2(1), 36-41.
- [13] Yılmaz, F., Bahtiyari, M.İ., (2017), Yünlü Kumaşların Reyhan ile Renklendirilmesi, 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science 29-30 September, Baku – Azerbaijan.

- [14] Singh, R., Panwar, AJS, Gupta D., .Khare, S.K., (2005), Antimicrobial activity of some natural dyes, *Dyes and Pigments*, 66, 2, 99-102.
- [15] Khanna, N.M. (1999). Turmeric – Nature’s Precious Gift., *Curr. Sci.*, 76: 1351–6.
- [16] Bilir, M.Z., (2018), Ekolojik Boyama Esaslı Çok Renkli Yüzey Tasarımı , *Yedi: Sanat, Tasarım Ve Bilim Dergisi*, 2, 63-73.
- [17] Oktav, M., Akbulut, Y., Kılık, Ç. (2013). The antibacterial woolen fabrics provided from pulp plants, *International Istanbul Textile Congresses*, May 30-June 1 İstanbul.
- [18] İşmal, Ö. E., Yıldırım L, Özdoğan E. (2014), Use of Almond Shell Extracts Plus Biomordants As Effective Textile Dye, *Journal of Cleaner Production*, 70, 61-67.
- [19] İşmal, Ö. E., Yıldırım, L. (2012), Almond Shell as a Natural Colorant, *Indian Journal of Fiber and Textile Research* , 37, 358-363.
- [20] Kayahan ,E., Karaboycu, M., Dayık M.,(2016), Bitkisel Atıklar Kullanılarak Yün, Pamuk ve Rejenere Soya Lifleri için Ekolojik Boyama, *Tekstil ve Mühendis*, 23: 102, 112- 125.
- [21] Yıldırım, F. F., Sevgisunar, H. Gökçin, Yavaş, Arzu, Avinç, O. Ozan, Çelik, Ali. (2014), UV Korumada Ekolojik Çözümler, *Tekstil ve Mühendis*, 21: 96, 37-51.

GERİ DÖNÜŞÜMLÜ POLİESTER (rPET) İLE ÜRETİLEN KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİ VE BOYAMA ÖZELLİKLERİ HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA

G. Banu GÖKGÖNÜL, Ayşe ÖZKAN TOPUZ
Kimteks Tekstil A.Ş. Adana
banu@kimtex.com

ÖZET

Günümüzde, artan çevre kirliliği nedeni ile, geri dönüşümlü malzemelerin tekstilde kullanımı artmıştır. Polietilen tereftalat(PET), ambalaj ve elyaf endüstrilerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ana bileşen olarak PET içeren polyester kumaşlar, toplam sentetik liflerin %80'inden fazlasını oluşturan en geniş sentetik lif çeşididir. Çalışmada, sürdürülebilirlik ve çevresel avantajı nedeni ile, çoğunlukla pet şişelerden geri dönüşüm ile elde edilen geri dönüşümlü poliestere(rPET) iplikle üretilen kumaşın, normal poliestere(PES) ile üretilen kumaşla karşılaştırılması yapılarak, geri dönüşümlü elyaf kullanımının kumaş performans ve renk üzerine etkilerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Çalışmada kullanılan iki kumaşın harmanları, 'PES/Elastan' ve 'PES/rPET/Elastan' dir. Kumaşlara performans testleri yapılarak, recycle iplik kullanımının kaliteye etkisi gözlemlenmiştir. Boyanan kumaşlardaki renk farklılığı, spektrofotometre cihazında yapılan ölçümle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda, recycle karışımı kumaşın boya alımının farklı olduğu tespit edilmiş, iki kumaş arasındaki boya alım farklılığı göz önünde bulundurularak renk reçetesi hazırlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Kumaş kalite ve performans testleri incelendiğinde, rPET kullanımının kalite dezavantajı olmadığı ortaya konularak, rPET kullanımının gün geçtikçe artacağı öngörüsü ile, bu çalışmanın literatüre katkı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Geri dönüşüm, poliestere, boyama, kumaş performansı

A RESEARCH ABOUT THE PERFORMANCE PROPERTIES AND DYEING PROPERTIES OF FABRICS PRODUCED WITH RECYCLED POLYESTER (RPET)

ABSTRACT

Today, due to increasing environmental pollution, the use of recycled materials in textiles has increased. Polyethylene terephthalate (PET) has a wide range of uses in the packaging and fiber industries. Containing PET as the main component, polyester fabrics are the widest variety of synthetic fibers, accounting for more than 80% of total synthetic fibers. In the study, the fabric produced with rPET (re-cycle polyester) yarn, which is mostly obtained by recycling from pet bottles, was compared with the fabric produced with normal PES (polyester) due to its sustainability and environmental advantage. It is aimed to reveal the

effects of using recycled fiber on fabric performance and dyeing properties. The blends of the two fabrics used in the study are 'PES/Elastane' and 'PES/rPET/Elastane'. To this fabrics performans tests was applied and the effect of recycled yarn usage was observed. The color difference in the dyed fabrics was analyzed by spectrophotometer. At the end of the study, it was determined that the dyeing performance of the recycle blended fabric was different from conventional PES and the necessity of preparing a color recipe emerged considering the dyeing performance difference between the two fabrics. When fabric quality and performance tests are examined, it is thought that this study will contribute to the literature, with the prediction that the use of rPET will increase day by day, revealing that the use of rPET is not a quality disadvantage.

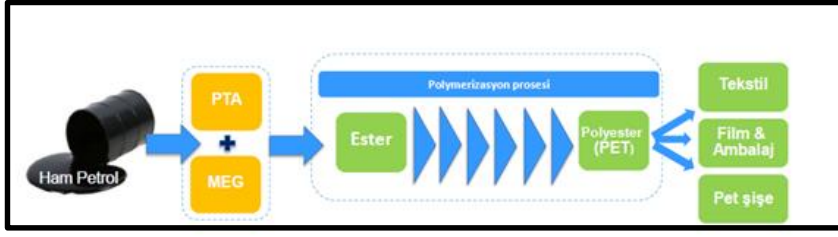
Keywords: recycle, polyester, dyeing, fabric performance

1. GİRİŞ

Tekstil, insanoğlunun günlük yaşamının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Diğer endüstrilerle karşılaştırıldığında, tekstil endüstrisi çevre kirliliğine en büyük katkıyı yapan sektör olarak kabul edilir. Dünya çapında 1 trilyon ABD doları değerinde olduğu belirlenen küresel tekstil endüstrisi, aynı zamanda toplam dünya ihracatına %7 katkı sağlamakta ve dünya çapında yaklaşık 35 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır [1].

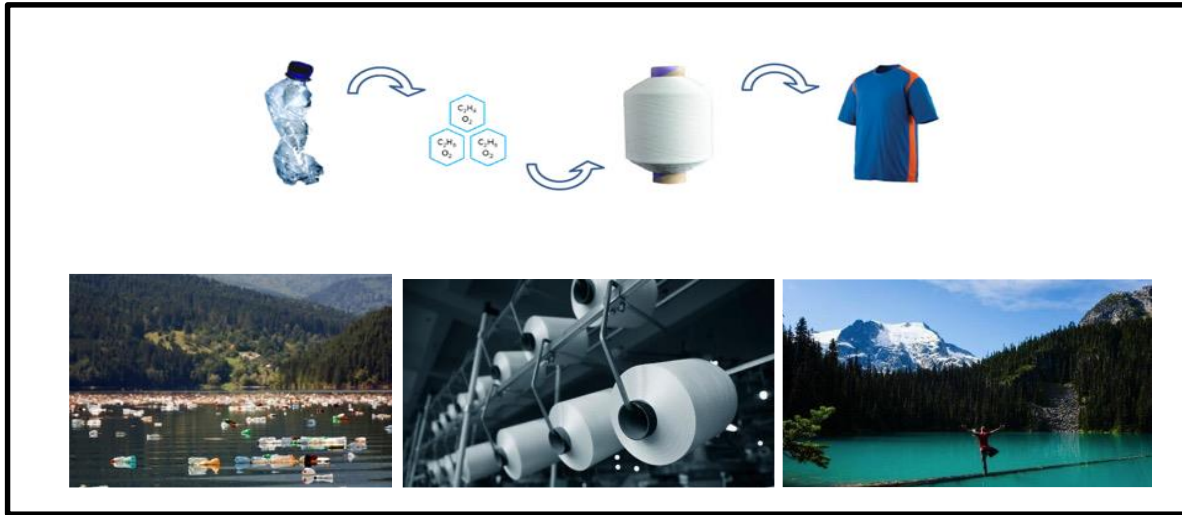
Poli(etilen tereftalat) (PET), üstün mekanik, termal ve bariyer özellikleri sayesinde ambalaj ve elyaf endüstrilerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Aynı zamanda beş büyük geri dönüştürülebilir plastikten biridir. Dünya çapında kullanılan tekstil elyaflarının %45'i PET veya PET bazlı liflerdir. 2015 yılında, tekstilde polyester tüketimi, pamuğun iki katından fazladır. Dünyada, salınan CO₂'nin ana nedeni fosil yakıtlardır ve petrol türevi polyester elyaflarıdır[2]. Polyesterin, çoğunlukla PET' şişelerden uygun işlemlerle elde edilmesi ve tekstilde kullanılmasının önemi büyüktür. İyi mekanik mukavemet, ve termal kararlılık nedeni ile, geri dönüşümle elde edilen PET kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bir pet şişenin doğada bozunması, 35-45 yılı bulmaktadır. Bu PET şişeleri depolamak veya yakmak yerine tekstilde de kullanılabilen hammaddelere geri dönüştürülmesi, çevre açısından faydalı olmaktadır[3].

Ana bileşen olarak polietilen tereftalat(PET) içeren polyester kumaşlar, toplam sentetik liflerin %80'inden fazlasını oluşturan en geniş sentetik lif çeşididir. Tekstil sektörünün gelişmesiyle birlikte atık polyester miktarı her yıl önemli ölçüde artmaya devam etmektedir ve büyük miktarda parçalanamayan atık polyester elyaflar çevre ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu nedenle, atık tekstillerden geri dönüştürülerek elde edilen polietilentereftalat(rPET F) oldukça talep görmektedir. PET yenilenemez bir petrol kaynağıdır ve doğal ortamda doğal olarak bozulması zordur. Çok miktarda atık polyester kumaş sadece kaynak israfına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda çevre üzerinde daha büyük bir etkiye yol açar. Bu nedenle, geri dönüşüm ve yeniden kullanım atık polyester kumaşlar çok talep görmektedir. Polyester tekstil atıklarından (rPET-F olarak isimlendirilir) ve atılan içecek şişelerinden (rPET-B olarak isimlendirilir) şişe pullarından elde edilir[4]. Standart, ham petrolden kimyasal yolla polyester üretimini gösteren şema Şekil 1'de gösterilmiştir. Poliester tekstil, ambalaj ve pet şişe sektöründe yoğun olarak kullanılır.



Şekil 1. Poliester üretim şekli(5)

Geri dönüşüm ile, pet şişeden tekstil ürünü elde etmenin şeması ve görseli Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Geri dönüşüm ile, pet şişeden tekstile dönüşümün şeması ve görseli[5]

Geri dönüşüm ile, pet şişeden farklı ürünler elde edilen diğer sektörler de vardır. 2021 yılında %45 oranında, pet şişeden geri dönüşüm ile elde edilen yeni ürünün kullanıldığı sektör tekstildir, Tablo 1’de sektörel bazda kullanım oranı tablosu görülmektedir.

Tablo 1. Geri dönüşüm pet şişe’nin sektörler bazında tüketim tahmini (1000 Ton) [5]

	2017	2018	2019	2020	2021
Poliester İplik%Elyaf	63	65	70	73	81
Film	42	44	46	49	54
Levha	21	22	23	24	27
Diğer	14	14	15	16	18
Toplam	140	145	154	162	180
Tekstil’in Oranı	%45	%44	%45	%45	%45

Birçok ünlü tekstil konfeksiyon markalarının gelecek hedefleri arasında, daha fazla geri dönüşümlü ürün kullanımı vardır. Markaların geri dönüşümlü ürün kullanma hedefleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Ünlü markaların sürdürülebilirlik hedefleri [5]

	Marka	Sürdürülebilirlik Hedefleri
1	Nike	Markanın hedefleri arasında giyimin 35%'inde ve futbol formalarında 50%'inde geri dönüştürülmüş polyester kullanımı
2	Decathlon	Bugün ürünlerinin 10%'unda geri dönüştürülmüş polyester kullanıyorlar. Hedefte tüm ürünlerini geri dönüştürülmüş polyestere çevirmek
3	M&S	M&S Plan A çerçevesinde her yıl satılan 3 milyar gıda, giyim, ev ve güzellik ürününün çevre etkisini düşürmesi planlanmıştır
4	H&M	H&M CONSCIOUS koleksiyonunu çıkarttı. Tüm polyester ürünlerini geri dönüştürülmüş hammadde ile üretmek hedefinde
5	Inditex	'Join Life' koleksiyonunu pazara sunarak, hedefi tüm ürün gruplarını geri dönüştürülmüş hammadde ile üretmek
6	Adidas	2016'da 15% geri dönüştürülmüş PES kullandı, Hedefi 25%
7	C&A	2016'da 5% geri dönüştürülmüş pes kullandı, Hedefi 10%
8	North face	2022 hedefi %100 geri dönüştürülmüş polyester kullanmak
9	Patagonia	Hedefi %100 geri dönüştürülmüş polyester kullanmak
10	Puma	Geri dönüştürülmüş polyesteri aksesuar ürün grubunun 1% 'inde, giyim grubunun 18%'inde kullanmak

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak, geri dönüşümlü ve konvansiyonel filament poliester iplik kullanarak 2 ayrı kumaş dokunmuştur. Geri dönüştürülmüş poliester iplik, pet şişelerin eriyik hale getirilmesi ile elde edilmiştir. İplikler 75 denye filament , geri dönüşümlü poliester(r PET) ve konvansiyonel poliester(PES)'dir. Dokunan kumaşlarda kontrüksiyon, 2 tip için de aynıdır. Elyaf oranları Tip1 için (%51 PES, %37 rPET, %12elastan) ve Tip 2 için (%88 PES, %12 elastan) dır. Tip 1 'de rPET kullanımı, harmandan elyaf karışımı ile değil, atkıda rPET iplik kullanımı ile sağlanmıştır. Atkı ve çözgü ipliği elastanlıdır. Çalışmada kullanılan kumaşların iplik içerikleri Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. Tip 1 ve Tip 2 numunelerinin iplik içerikleri ve karışım oranları

Kumaş Adı	Çözgü İplik Cinsi	Atkı İplik Cinsi	Karışım Oranı
Tip 1 %37 rPET %51 PES %12 elastan	75den PES+44dtex72flm+elastan	75den rPET +44dtex 72flm+elastan	%51PES, %37rPET%12Elastan
Tip2 %88PES, %12 elastan	75den PES+44dtex72flm+elastan	75den PES+44dtx72flm+elastan	%88PES %12Elastan

Çalışmada kullanılan 75 denye filament rPET ve PES iplikler, Tablo 4'te bulunan iplik standartlarına göre test edilmiştir.

Tablo 4. İplik testleri ve standartları[6]

No	Test adı	Test standardı
1	Düzgünsüzlük	TS 628 ISO16549
2	Mukavemet ölçümü	TS245 EN ISO 2062
3	Tekstil ipliklerinde tüylülük tayini	TS 12863

Çalışmada kullanılan ipliklere Premier IQ2 LX makinasında, TS 628 test standardına göre yapılan düzgünlük test sonuçları, Tablo 5'te görülmektedir. r PET'in düzgünlük ve %CV değişim katsayısı, konvansinel poliestere göre iyi çıkmıştır.

Tablo 5. 75denye rPET ve 75denye PES ipliğin düzgünlük ölçümleri

Ölçüm	75denye r PET		75denye PES	
	Um %	CVm%	Um %	CVm%
1	2,07	2,51	2,50	2,99
2	1,82	2,22	2,56	3,06
3	1,89	2,30	2,59	3,10
4	2,26	2,70	2,62	3,14
ORT.	2,01	2,43	2,57	3,07

Mukavemet değerlerinin, TS245 standartlarına göre, Titan 5 makinasındaki ölçüm sonuçları Tablo 6. da görülmektedir. Mukavemet değerleri karşılaştırıldığında, rPET ipliğin mukavemetinin, konvansiyonel poliestere göre düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 6. 75denye r PET ve 75denye PES ipliğin mukavemet ölçümleri

Ölçüm	75denye rPET	75denye PES
1	2,56	3,30
2	2,49	3,26
3	2,54	3,20
4	2,56	3,27
ORT.	2,54	3,26

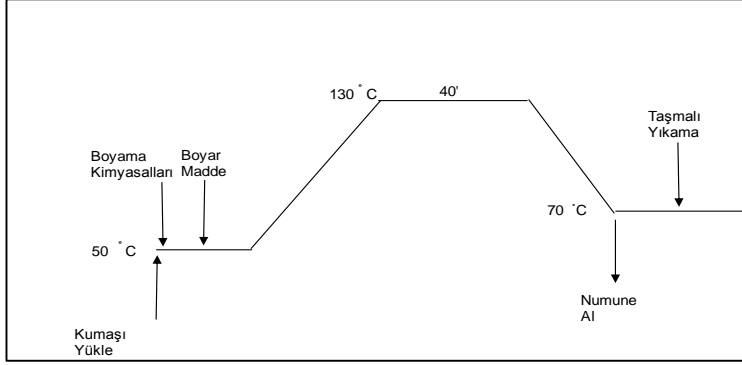
Tüylülük değerleri, TS 12863 standardına göre Premier IQ2 LX makinasında ölçüm sonuçları Tablo 7'de bulunmaktadır. rPET ve konvansiyonel poliesterin tüylülük değerleri yakın çıkmıştır, rPET'inki biraz yüksektir. İplikler sentetik ve filament olduğu için tüylülük değerleri diğer doğal elyafli ipliklere göre düşüktür ve genel olarak üretim öncesi tüylülük değeri karşılaştırması ihtiyacı duyulmaz.

Tablo 7. 75denye rPET ve 75denye PES ipliğin tüylülük ölçümleri

ölçüm	75 denye r PET	75 denye PES
1	352,68	314,73
2	357,57	330,50
3	371,63	337,38
4	358,44	345,05
5	353,95	321,56
6	343,67	339,47
7	346,86	342,60
8	369,17	334,99
9	359,91	354,53
10	356,81	336,15
ORT.	357,07	335,70

2.2 Metot

Tablo 3’te belirtilen ipliklerle dokunan kumaşlar, terbiye işletmesinde ön terbiye proseslerinden geçtikten sonra Then boyama makinesinde dispers jet boyama prosesine tabi tutulmuştur. Kumaşların boyama grafiği Tablo 8’de yer almaktadır.



Şekil 3. Jet Boyama Makinesi'nde (Then) Dispers Boyama Grafiği

75 denye rPET ve PES ile iplikler ile dokunan kumaşlar, terbiye ve jet boyama proseslerinden geçtikten sonra, mamül kalite kontrol aşamasında Tablo 8’deki testlere tabi tutularak, kumaş performans özellikleri tespit edilmiştir.

Tablo 8. Kumaş testleri ve standartları[6-7-8]

No	Test adı	Test Standardı
1	Yıkama ve kurutmadan sonra boyut değişimi testi	TS EN ISO 5077
2	Steaming (Wira)	ISO 4323
3	Elastikiyet (fabric stretch)	ASTM D3107
4	Kalıcı Uzama (Growth)	ASTMD3107
5	Martindale Pilling	ISO12945-2
6	Random Tumble Pilling (60dk)	ASTM 3512
7	Dikiş kayması (Seam Slippage)	ASTM D434

Jet boyamada boyanan kumaşların görüntüleri Şekil 4’te, laboratuvarında dispers boyama yapılan ipliklerin görüntüleri Şekil 5’te görülmektedir.



Şekil 4. Jet boyama makinesinde boyanan kumaşların görüntüleri (soldaki PES, sağdaki Rpet)



Şekil 5. Laboratuvar boyama makinesinde boyanan PES ve rPET ipliklerin boyama sonu ve boyama öncesi iplik görüntüleri

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR

Geri dönüşümlü iplik kullanımının kumaş performansına olumlu ya da olumsuz bir etkisi olup olmadığını analiz etmek amacıyla, rPET karışımı ve %100 PES, Tip 1 ve Tip 2 kumaşlara kumaş performans testleri yapılmıştır. Tablo 9’da Tip 1’in performans testleri, Tablo 10’da Tip 2’nin kumaş performans testleri bulunmaktadır.

Tablo 9. Tip 1 (%37 rPET)’e uygulanan kumaş performans testleri

TESTLER	Tip-1 A	Tip-1 B	Tip-1 C	Tip-1 D	Tip-1 E	ORTALAMA Tip 1 %37 rPET
Mamül en(dıştan dışa)	143	144	142	140,5	143	143
Ağırlık(gr/m ²)	201	199	210	208	198	203
Sanfor(1 yıkama sonu)- çözgü	-0,5%	1,0%	-0,5%	-1,0%	-0,5%	-0,5%
Sanfor(1 yıkama sonu)-atkı	-0,5%	0,0%	-0,5%	-0,5%	-0,5%	-0,5%
Steaming(Wira)-çözgü	-2,0%	-1,5%	-1,5%	-3,5%	-1,0%	2,0%
Steaming(Wira)-atkı	-1,5%	-0,5%	-1,0%	-1,0%	-1,5%	1,0%
Elastikiyet(fabric stretch)- çözgü	28,17%	25,06%	30,92%	27,04%	26,37%	27,5%
Elastikiyet(fabric stretch)- atkı	23,14%	24,51%	26,10%	26,33%	22,33%	24,5%
Kalıcı Uzama(Growth)- çözgü	2%	3%	3%	2%	3%	3,0%
Kalıcı Uzama(Growth)-atkı	2%	3%	3%	3%	3%	3,0%
Dikiş kayması-çözgü /atkı	>20,39	>20,39	>20,39	>20,39	>20,39	>20,39
Martindale Pilling	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Tablo 10. Tip 2'(%100 PES)' ye uygulanan kumaş performans testleri

TESTLER	Tip-2-A	Tip-2-B	Tip-2-C	Tip-2-D	Tip-2-E	ORTALAMA Tip 2 %100 PES
Mamül en(dıştan dışa)	141	141	140	138	138	140
Ağırlık(gr/m ²)	202	209	210	210	208	208
Yıkama sonu boy. değ. çözgü	-1,5%	-1,5%	-1,0%	-2,0%	-2,0%	-1,5%
Yıkama sonu boyut değ-atk1	-1,0%	-0,5%	-0,5%	-0,5%	-0,5%	-0,5%
Steaming -çözgü	-3,0%	-1,5%	-3,0%	-3,0%	-3,0%	-3,0%
Steaming -atk1	-2,5%	-2,5%	-2,5%	-2,5%	-3,0%	-2,5%
Elastikiyet-çözgü	25,55%	30,73	22,48	30,17	29,37	22,60
Elastikiyet- atk1	22,02%	22,43	20,35	28,11	20,27	18,28
Kalıcı Uzama-çözgü	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Kalıcı Uzama-atk1	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Dikiş kayması-çözgü/atk1	>20,39	>20,39	>20,39	>20,39	>20,39	>20,39
Boncuklanma(Martindale)	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Her tipte 5 ayrı kumaşa uygulanan testlerin ortalama değerleri alınarak karşılaştırılmıştır. Yıkama sonu boyut değişimi, steaming, elastikiyet, kPerformans test sonuçları değerlendirildiğinde, rPET karışumlu ve %100 PES'in arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür. Geri dönüşümlü poliester elyafı kullanımının, kumaş kalite performansına olumsuz bir etkisi yoktur.

Tip 1 ve Tip 2 kumaşların boyanması sonucunda oluşan renk farklılıklarını analiz edebilmek amacı ile, aynı banyoda boyanmış kumaşların, boyama sonu renk ölçümleri yapılmıştır. Tip 1 ve Tip 2 kumaşların boyama sonu renklerinin spektrofotometre ölçüm sonuçları Tablo 11'de yer almaktadır. Konvansiyonel PES kumaş, orijinal kabul edilerek, 2 ayrı kumaşa ait renkler karşılaştırılmıştır.

Tablo 11. Kumaş boyama spektrofotometre ölçüm sonuçları

Renk Adı	DL*	Da*	Db*	Dc*
Mor	-0,88 D	-0,34 G	0,54 Y	-0,63 D
Haki	-0,17 D	-0,06 G	0,02 B	-0,04 D
Camel	-0,22 L	-0,38 G	0,73 B	-0,82 D

Spektrofotometre değerleri karşılaştırıldığında, rengin açık ya da koyu olması dışında, rengin sarıda, mavide ve koyu olması gibi farklı yönde yorumlanabilecek sonuçlar çıkmıştır. Bu sonuçların ışığında, laboratuvarında PES için çalışılan reçetenin bire bir rPET karışumlu kumaşa uygulanmasının doğru olmadığı, yeni renk çalışması yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Renk farklılığını, iplik boyamada görebilmek amacı ile yapılan 2 ayrı renke, aynı tüpte yapılan laboratuvar boyaması sonunda, rPET ve PES ipliklerin spektrofotometre ölçüm sonuçları Tablo 12’de bulunmaktadır. Konvansiyonel PES iplik, orijinal kabul edilmiştir.

Tablo 12. İplik boyama spektrofotometre ölçüm sonuçları

Renk Adı	DL*	Da*	Db*	Dc*
Camel	-1,52 D	-1,73 R	0,54 Y	-0,63 D
Haki	-2,32 D	-0,56 G	1,13 B	-1,11 D

Boyanmış ipliklerin spektrofotometre değerleri karşılaştırıldığında, kumaştaki renk ölçüm sonuçlarıyla aynı bulgular bulunmuştur. Rengin açık ya da koyu olması dışında, rengin sarıda, kırmızıda, mavide, açık ya da koyu olması gibi farklı yönde yorumlanabilecek sonuçlar çıkmıştır. Boyama öncesi iplik rengi de incelendiğinde, rPET’in mavi nüanslı olduğu göz ile tespit edilmiştir. Bu sonuçların ışığında, laboratuvarında PES için çalışılan reçetenin bire bir rPET karışımı kumaşa uygulanmasının doğru olmadığı, yeni renk çalışması yapılması gerekliliği bir kez daha teyid edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, geri dönüştürülmüş poliester karışımı ve %100 konvansiyonel poliester kumaşların kumaş performans ve boyama sonu renk farklılıkları değerlendirilmiştir. Geri dönüşümlü poliester kullanımının, kumaş performans testleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığı çalışmanın sonunda tespit edilmiştir. Renk ölçümleri değerlendirildiğinde, haslığının pamuklu kumaşlara göre daha iyi olduğu görülmüştür. Bu sonuçların ışığında, laboratuvarında PES için çalışılan reçetenin bire bir rPET karışımı kumaşa uygulanmasının doğru olmadığı, yeni renk çalışması yapılması gerekliliği bir kez daha teyit edilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma Kimteks Tekstil tarafından desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Wu W. ve ark.(2021), ‘Recycled PET from Waste Textiles with Improved Thermal and Rheological Properties by Chain Extension’, Polymers 2022, 14, 510, Çin
2. Bascucci C. ve ark.(2022), ‘Investigating Thermomechanical Recycling of Poly(Ethylene Terephthalate) Containing Phosphorus Flame Retardants’, Polymer Degradation and Stability 195 109783, Avusturalya
3. Sarıoğlu E. ve ark.(2020), ‘Production and Characterization of Recycled polyester (r-PET) Blend Vortex and Ring Spun Yarns’, The Journal of The Textile Institute, 2020, VOL. 111, NO. 12, 1705–1712, Türkiye

4. Desore A., Narula S. (2018) ‘An Overview on Corporate Response Towards Sustainability Issues in Textile İndustry’ Environ Dev Sustain20:1439–1459, Hindistan
5. info@perpetual-global.com(erişim 2022)
6. <https://www.tse.org.tr/> (erişim Temmuz 2022), TS EN ISO 5077, TS 628 ISO16549 , TS245 EN ISO 2062, , TS 12863 testleri
7. <https://www.astm.org/> (erişim Temmuz 2022) ASTM D3107, ASTM 3512, ASTM D434 testleri
8. <https://www.iso.org/standard/> (erişim Temmuz 2022) ISO4323, ISO12945-2 testleri

İPLİK BOYAMA FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİNİ AZALTMAYA YÖNELİK DURUM ANALİZİ

Kübra YILMAZ, Duygu Durdu KOÇ , Miray ARIKAN, Arif ŞENER, Tuğçe
DEMİRDELEN

Ulusoy Tekstil Arge Merkezi
kubra@ulusoytekstil.com

ÖZET

Sanayinin gelişmesi atmosferin kimyasal içeriğini değiştirmekte olup; atmosferde sera gazlarının birikimine, özellikle karbondioksit, metan ve azot oksit seviyelerinin artmasına neden olmaktadır. Bu durumun sonucu olarak ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği tüm dünya için önemli bir sorun haline gelmiştir. Önlem alınmadığı takdirde küresel ısınma deniz seviyesindeki artışa, yerel iklim koşullarının değişikliğine, bitki örtüsü ve su kaynaklarında olumsuz etkilere sebep olacaktır.

Bu çalışmada, tekstil sektöründe fantazi iplik üretiminde özellikle ihracat yapan fabrikaların yeşil mutabakat çerçevesinde tükettikleri enerji miktarlarını ölçmeleri, analiz etmeleri ve tasarruf noktaları belirlemeleri hedeflenmektedir. Avrupa ülkeleri yapacakları ithalat şartlarını güncelleyerek alım yaptığı ülkelerdeki sanayicilerden sürdürülebilir üretime yönelik beklentilerini ve vergi konusundaki taleplerini güncellemiş olup, ton başına düşen karbon salınım miktarının azaltılmasını beklemektedir. Bu gereklilik çerçevesinde iplik boyama fabrikasında, elektrik ve doğalgaz açısından karbon ayak izini azaltmaya yönelik öneri çalışmaları ele alınmıştır.

Fabrikada yapılan ölçümler sonucunda, elektrik ve doğalgaz alanında yapılabilecek tasarruf noktaları belirlenmiş; geri ödeme süresi, yıllık CO2 azalma miktarı ve yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Sonucunda ise % 20 enerji tasarrufu sağlama imkanı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Emisyonu, Enerji Etüdü, Enerji Tüketimi, Tekstil Fabrikalarında Verimlilik

SITUATION ANALYSIS FOR REDUCING CARBON FOOTPRINT IN YARN DYEING FACTORY

ABSTRACT

The development of industry is changing the chemical content of the atmosphere; It causes the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere, especially the increase in carbon dioxide, methane and nitrous oxide levels. The resulting global warming and climate change have become an important problem for the whole world. will cause adverse effects on vegetation and water resources.

In this study, it is aimed to measure, analyze and determine the amount of energy consumed by the factories that export, especially in the production of fancy yarn in the textile sector, within the framework of the green agreement. Within the framework of this requirement,

proposal studies to reduce the carbon footprint in terms of electricity and natural gas were discussed in the yarn dyeing factory.

As a result of the measurements made at the factory, saving points that can be made in the field of electricity and natural gas were determined; payback period, annual CO2 reduction amount and investment costs are calculated. As a result, the opportunity to save 20% energy has emerged.

Keywords: Carbon Emission, Energy Audit, Energy Consumption, Efficiency in Textile Factories

1.GİRİŞ

İnsan nüfusundaki artış, yüksek nüfustan kaynaklanan sorunlar, şehirleşmedeki artış ve bu artıştan kaynaklı üretim ve tüketim oranlarının fazla olması , doğal kaynakların hızla tükenmesi günümüzde karşılaşılan en güncel ve önemli problemlerden biri haline gelmiştir. Artan nüfus, bilinçsiz tüketim, geri dönüşüm anlayışından uzak bir bakış açısına hem fabrika gibi büyük üretim alanlarında hem de yaşadığımız tüm alanlarda devam edildiği sürece, doğal kaynakların yakın zaman diliminde tükeneceği öngörülmektedir [1,7] . Bu sebeple enerji ve hammadde gibi dışarıya bağımlı olduğumuz kaynakların tüketimi konusunda gereken çalışmalar tüm dünya için gerekli hale gelmiştir. Endüstri devrimi öncesinde sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, tekrar kullanım gibi kavramların hayatımızda önemli bir yeri yoktu. Endüstriyel ve teknolojik gelişmelerin pek çok olumlu yanı olmakla beraber; çevre kirliliği, hava kirliliği ve sosyal sıkıntıları da beraberinde getirmiştir. Bu sıkıntıların kaynağında çözümünde insan olduğu görülmektedir. İnsan kaynaklı yapılan tüm faaliyetler sonucu sera etkisine neden olan karbon salınımını, karbon ayak izi hesabı ile hesaplanabilmekte olup ilerleyen dönemlerde belirlenen düzeyin üzerinde karbon salınımı ve ihracat yapan firmalar vergi olarak ödemek durumunda kalacaktır. Ayrıca Türkiye'nin de Kyoto Protokolünü imzalaması sonucunda üretim tesislerinin bu hesaplamaları yapmaları gerekli hale gelecektir. Bu durumdan öncelikli olarak etkilenecek sektörler, demir-çelik ve çimento sektörü olmakla beraber , tekstil sektörü için de büyük önem taşımaktadır [2,6] .

Günümüzde küreselleşen ekonomi, pandemi gibi tüm dünyayı etkileyen salgın ile rekabet şartları daha zorlu bir hal almıştır. İşletmelerdeki üretim maliyetlerini hammadde, işçilik ve enerji maliyetlerinin toplamı oluşturmaktadır. Enerji maliyetleri ise fabrikaların faaliyetlerine bağlı olarak toplam üretimin bir kısmını bazen de çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu sebeple endüstriyel işletmeler için enerji maliyetleri rekabet gücü üzerinde oldukça etkili olmaya başlamış ve enerjinin verimli kullanımı oldukça önem kazanmıştır. Enerjinin verimli kullanılabilmesi için ölçme, analiz etme ve tasarruf noktaları belirleme en önemli adımlardır. Enerji etütleri bu bağlamda endüstriyel işletmelerin atacakları ilk adım niteliği taşımaktadır. Yapılan etüt çalışmaları işletmelerin enerji sistemleri incelenmekte, enerji verimliliği projeleri, kayıp-kaçakların önlenmesine dair öneriler ortaya çıkmakta ve işletmelerin enerji yoğunluklarını azaltmaları hedeflenmektedir. Enerji etütleri sonrasında ortaya çıkan projeler ve öneriler konusunda, işletmelerin yatırım bütçeleri göz önünde bulundurulmalıdır [3]. Projelerin hayata geçirilmesi konusunda finansman modelleri ve desteklerden faydalanılmalıdır. Enerji Performans Modelleri ve VAP (Verimlilik Artırıcı Proje) Desteği projelerin yapılabilmesi konusunda işletmelere finansal anlamda katkı sağlamaktadır. Enerji etütleri sonucunda herhangi bir aksiyon alınmaması durumunda (proje uygulama, kayıp

kaçakların önlenmesi) işletmelerin enerji yoğunluklarını azaltması mümkün olmayacağı gibi, enerji etütleri de gerçek hedeflerine ulaşamayacaktır.

Prosesi gereği tekstil sektöründe yoğun olarak enerji, su, hammadde, boyar madde, kimyasal gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Kullanılan enerji ve su kaynakları rezervleri gittikçe azalırken, işçilik enerji maliyetleri gibi konular artış göstermektedir. Bununla beraber ülkemizde ve tüm dünyada yer alan salgın hastalık, ekonomik şartlar, savaş gibi durumlar ülkelerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilenlerin daha kolay atlatabilecek ,daha az etkilenecek olduğunu ortaya çıkarmaktadır.Tüm bu durumlar göz önüne alındığında enerji ve su gibi doğal kaynakların kullanımında yapılacak olan tasarruf ve iyileştirme çabalarının önemini göstermektedir [4].

Ülkemiz, enerji kaynaklarını verimli ve çevreye duyarlı şekilde değerlendirerek, enerjinin üretiminden nihai tüketimine kadar bütün süreçlerde verimliliğin artırılmasını hedeflenmektedir. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı içinde bu konuya vurgu yapılmış, her bir sanayi alt sektöründeki enerji yoğunluklarının en az %10 oranında azaltılması konusunda eylem planları belirlenmiştir [5] . 2 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ile ülkemizde enerji verimliliği konusunda ilk adım atılmış ve devamında 27 Ekim 2011 tarihinde Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Son olarak 25 Ocak 2020 tarihinde güncellenen bu yönetmelik kapsamında;

- Yıllık toplam enerji tüketimi 1.000 TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmelerde dört yılda bir
- Toplam inşaat alanı 20.000 metrekarenin üzerinde olan hizmet sektöründe faaliyet gösteren binalarda ise yedi yılda bir enerji etüdü yaptırılması gerekmektedir.

Ulusoy Tekstil San. ve Tic. A.Ş. olarak Adana Organize Sanayi Bölgesinde yer alan fantazi iplik boyama faaliyetini gösteren, yaklaşık 300 çalışanı ile 3 vardiya şeklinde kesintisiz üretim yapılmaktadır. Ağırlıklı olarak polyester, akrilik, naylon boyaması yapılmakla beraber, çile, bobin ve degrade formunda çeşitli şekillerde boyanabilmektedir. Fantazi iplik üretimi birden çok adımdan oluşmakta olup en önemli adımını boyama işlemi oluşturmaktadır. Boyama işlemi öncesi yumuşak sarım veya çile formuna getirilmesi gibi elektrik ile çalışan makinelerde işlem uygulanırken, boyama sonrasında sıkma, kurutma, müşterinin isteği gramajda sarım gibi birçok elektrik ve doğalgaz ile çalışan makinalarda işlem görmektedir. Fantazi iplik üretiminde bazı ürünler için son adım olan boyama işlemi, bazı ürünler içinse ilk adım olarak gerçekleşmektedir. Tüm bu işlemler esnasında kalite kontrol aşamaları yer almakta olup sonrasında paketlenme, sevkiyat birimlerinin desteği ile yurt içi ve yurt dışına gönderilmektedir.

Ulusoy Tekstil Boyahane Tesisinde yapılan çalışmada, mevcut enerji verimliliği potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla işletmede yapılan enerji etüdü sonrasında tespit edilen projeler ile yılda yaklaşık 342.518 kWh/yıl elektrik tasarrufu, 165.307 Sm³/yıl doğal gaz tasarrufu sağlamak mümkündür. Yapılacak bu projeler ile yaklaşık elektrikten 318.542 TL, doğal gazdan 484.350TL tasarruf sağlanacaktır. Elektriksel projelerin yatırım maliyeti 809.030 TL, doğal gazdan tasarruf sağlayan projelerin yatırım maliyeti yaklaşık 1.053.452 TL'dir. Bu projelerin gerçekleştirilmesi ile yılda yaklaşık 236 Ton/Yıl CO2 azaltılabilir.

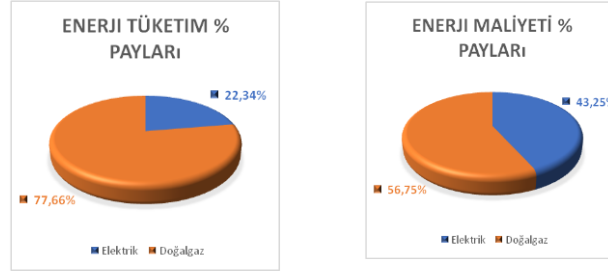
2.MATERYAL METOD

Çalışma için Akdeniz Bölgesinin Adana ilinde yer alan bir tekstil fabrikası seçilmiştir. Bu fabrikanın Adana Organize Sanayi bölgesinde 4 adet, Amerika'da 1 adet üretim tesisi bulunmakta olup, fantazi iplik üretimi ve bünyesinde bulunan boyahane tesisi sayesinde çeşitli yöntemlerle boyama yapabilme kapasitesine sahiptir.

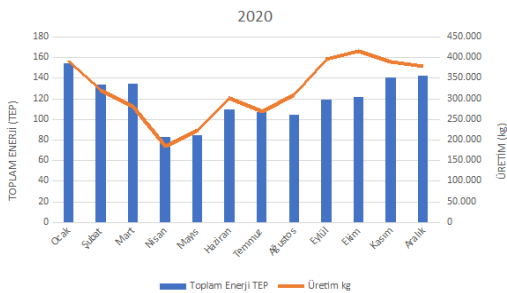
İşletmede gerçekleştirilen etüt çalışması ile işletmenin enerjiyi etkin kullanması, mevcut durumda yardımcı işletmelerde kullanılan ekipmanların kapasitelerinin ve verimlerinin belirlenmesi, enerjinin kullanıldığı alanların incelenmesinin yapılarak enerji geri kazanımı ve enerji tasarrufu potansiyellerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda kazan dairesi, basınçlı hava kompresörü, pompa hatları, elektrik motorları, aydınlatma armatürleri, trafo, soğutma sistemleri incelenmiş, ölçümleri yapılmıştır.

Bu ölçümler esnasında anemometre, baca gazı analizörü, debimetre, enerji analizörü, fark basınç manometresi, dört kanallı sıcaklık ölçer, iletkenlik ölçer, lüksmetre, termal kamera ve ultrasonik debimetre kullanılmıştır.

Tablo 1: 2020 Yılı Tesis Enerji Tüketimi Dağılımı



Tesisin enerji tüketim payı incelemelerinde ana enerji kaynağının doğalgaz olduğu görülmektedir. 2020 yılı enerji tüketimlerine bakıldığı zaman doğal gaz tüketimi %77,66 ile en çok kullanılan enerji türü olmuştur, elektrik tüketimi %22,34 olduğu gözükmemektedir. 2020 yılında toplam enerji tüketimi 1.431,1 TEP olduğu görülmektedir. Bu kullanımın 319,7 TEP'lik kısmı elektrik, 1.111,4 TEP'lik kısmı ise doğalgaza aittir. 2020 yılı toplam enerji tüketimi ile üretimin ilişkisi aşağıdaki grafikte daha net görülmektedir.

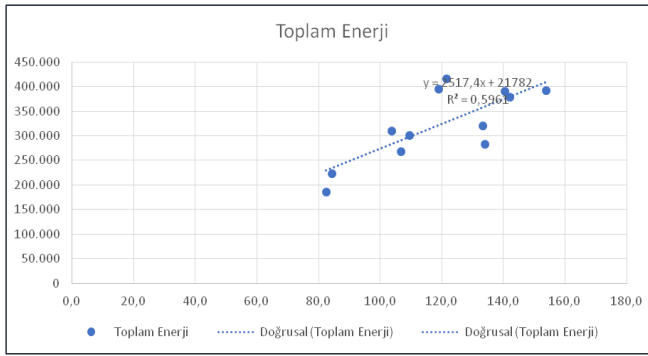


Şekil 1: 2020 Yılı Tesis Enerji Tüketimi Dağılımı

2020 yılında toplam **3.864.176 kg** üretime karşılık toplam **1.431,13 TEP** enerji harcanmıştır. Yıl içinde ortalama bir kg ürün üretimi için **0,00037 TEP** enerji kullanılmıştır. 2020 yılında üretimin enerji tüketimine olan etkisinin görülebilmesi için regresyon analizleri yapılmıştır.

Regresyon analizi ile planlanan üretime karşılık ne kadarlık bir enerji tüketiminin olacağı hesaplanabilmektedir. Bu veriler ile analiz yapılırken en önemli konu işletme tarafından tutulan verilerinin doğruluğudur. Eğri üzerindeki noktalar eğriye ve birbirine daha yakın olmalıdır. R^2 değeri 1'e yakın olursa enerji tüketiminin üretim miktarı ile o kadar bağlantılı olduğu görülür. Eğri üzerindeki noktalar eğriye ve birbirine yaklaştıkça R^2 değeri de 1'e yaklaşmış olur. Üretim kapasite kullanımı ne kadar artarsa birim ürün başına enerji o kadar artar.

2020 yılı üretimin elektrik ve doğal gaz üzerine etkisinin görülebilmesi için yapılan regresyon analizleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 2: 2020 Yılı Üretimin Enerjisinin Toplam Tüketimine Etkisi

Yukarıdaki grafikte Ulusoy Tekstil Tesisinin üretim ve elektrik enerjisi ve doğalgaz enerjisinin toplam tüketimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu grafiğe bakıldığında R^2 değerinin 0,5961 olduğu görülmekte ve üretim-tüketim arasında bir bağlantı olduğu sonucuna varılmıştır.

Karbon ayak izi, küresel ısınmanın başlıca sorumlusu olarak gösterilen, karbondioksit cinsinden ölçülen, üretilen sera gazı miktarı açısından bireylerin ve şirketlerin doğrudan veya kullandığı ürünlerin üretimi açısından enerji kullanımıyla dünyaya bıraktıkları zarar anlamına gelmektedir. Tesiste ölçülen verilere neticesinde 2020 yılı karbon ayak izi hesaplamaları aşağıdaki tabloda paylaşılmıştır.

Tablo 2: 2020 Yılı Karbon Ayak İzi

Enerji Kaynakları	Tüketim Miktarları		Elektrik Enerjisi Karşılığı	Katsayılar	Toplam	Üretim	CO ₂ Miktarı
	Miktar	Birimler	kWh	kgCO ₂ /kWh	CO ₂	kg	kgCO ₂ /kg
Elektrik	3.717.224	kWh	3.717.224	0,527	1.958.977	3.864.176	0,50696
Doğalgaz	1.347.208	Sm ³	126.617	0,206	26.083	3.864.176	0,00675
TOPLAM			3.843.841		1.985.060	4.013.198	0,51371

2.1.Değerlendirmeler ve Hesaplamalar

Tesiste yer alan basınçlı hava kompresörlerinin verimlerinin hesaplanabilmesi için basınçlı hava debisi ve eş zamanlı kompresörlerinin elektrik enerjisi tüketimi kaydedilmiş ve bilgilerinize sunulmuştur.

Kompresörlerin verim değerleri hesaplanırken kompresörün 1 m³/dk basınçlı hava üretebilmek için ne kadar enerji harcadığı (SET) hesaplanmıştır. Etiket SET değeri %100 verim kabul edilmiştir. Ölçülen değerlerde hesaplanan SET değeri ile etiket değeri oranlanmıştır.

$$\eta_{\text{kompresör}} = \frac{\text{Etiket SET Değeri}}{\text{Ölçülen SET Değeri}}$$

$$SET = \frac{\text{Güç (kW)}}{\text{Debi } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{dk}}\right)}$$

Tablo 3: Kompresör Etiket ve Ölçüm SET Değeri

No.	Marka	Model	ETİKET			ÖLÇÜLEN		
			Etiket Debi	Etiket Paket Güç	SET	Debi	Güç	SET
			m ³ /dk	kW	kW/(m ³ /dk)	m ³ /dk	kW	kW/(m ³ /dk)
K1	ATLAS COPCO	GA 55 FF	10,5	64,9	6,2	7,3	60,9	8,3

Tablo 25: ISO1217 Tolerans Tablosu

Belirtilen Koşullarda hacimsel Akış (m ³ /dk)	Hacimsel Akış	Spesifik Güç Çekişi	Güç Çekişi Boşta Çalışmada
0,5' in altında	+/- %7	+/- %8	+/- %10
0,5 - 1,5	+/- %6	+/- %7	+/- %10
1,5 - 15	+/- %5	+/- %6	+/- %10
15' in üzerinde	+/- %4	+/- %5	+/- %10

Bu hesaba göre kompresörler hacimsel olarak % 5 sapma, spesifik güç çekişi olarak % 6 sapma ve boşta çalışma esnasında fazladan % 10 güç çekişi yapmaktadır. Basınçlı hava kompresörünün 8,2 bar basınca geldiğinde boşa geçtiği tespit edilmiştir. Bu durum verimsizliğe neden olmaktadır. Kompresörün boşta çalıştığı süre tespit edilmiş olup boşta çalışmanın giderilmesi ile elde edilebilecek olan tasarruf miktarları aşağıda hesaplanarak 1.opsiyon proje olarak sunulmuştur. 2. Opsiyon ise basınçlı hava kompresörünün yeni bir verimli kompresör ile değiştirilmesidir.1.opsiyonda yatırım geri ödeme süresi 2,3 yıl olup, 2.opsiyonda bu süre 4,73 yıl olarak hesaplanmıştır.

Bobin boya kazanlarındaki pompalar boya kazanlarında su sirküle etmek için kullanılmaktadır. 110 kW kapasiteli 2 adet, 100 kW kapasiteli 1 adet, 30 kW kapasitede 1 adet, 55 kW kapasiteli 2 adet ve 22 kW kapasiteli bir adet pompa bulunmaktadır. Pompaların güç iletim sisteminin kayış-kasnak tahrikli olduğu tespit edilmiştir. Kayış-kasnak sistemleri güç aktarımında teorik olarak %5 kayıp gerçekleşmektedir. Pompaların direk akuple olarak tasarlanması önerilmektedir. Böylece teorik olarak %5 tasarruf sağlayabilmek mümkündür.

Tablo 4: Pompa Verim Tablosu

Sistem 1	Ölçülen Güç (kW)	ηmotor (%)	Mil Gücü (kW)	Giriş Basıncı (bar)	Çıkış Basıncı (bar)	Ölçülen Debi (m ³ /h)	H (m)	Phid (kW)	ηpompa (%)	ηsistem (%)
Soğuk Su Pompası	8,0	90	7,24	0,3	4	50,1	37	5,05	70	63
Sıcak Su Pompası	2,6	90	2,31	0,4	3,4	21,1	30	1,72	74	66
Soğutma Kulesi Pompası	1	90	0,78	0,2	1,8	14,5	16	0,63	81	73

Bobin boya pompalarının tamamının toplam ortalama güç tüketimine göre tasarruf hesabı yapılmış olup, yatırım geri ödeme süresi 1.4 yıl olarak hesaplanmıştır.

İşletmede buhar tesisatlarında termal kamera ile ısı kayıp tespit çalışması yapılmıştır. Bu doğrultuda ısı kayıplar aşağıda verilmiş olup, ısı kayıp miktarları hesaplanmıştır. Borularda meydana gelen kayıpların geri ödeme süresi 4 aydır.

Tablo 5: Borularda Termal Kayıplar

Foto No	Boru Sıcaklığı (°C)	Yalıtım Sonrası Düşürülecek Sıcaklığı (°C)	Alan (m ²)	Çapı			Yalıtım Öncesi (kcal/h)	Yalıtım Sonrası (kcal/h)	Net Tasarruf (kcal/h)
				DN	Ur	E			
NO31	108	40	4,55	40	7,2	0,8	3.764,7	471,8	3.293,0
NO34	110	40	0,53	150	7,3	0,8	451,5	54,8	396,7
NO36	110	40	0,72	100	7,3	0,8	613,2	74,4	538,8
NO37	120	40	0,72	100	7,6	0,8	713,2	74,4	638,8
NO41	180	40	0,72	100	7,4	0,8	1.449,0	74,4	1.374,6
NO43	115	40	0,72	100	7,5	0,8	662,4	74,4	588,0
NO44	175	40	4,55	40	9,8	0,8	8.735,0	471,8	8.263,3
Toplam			12,5				16.389,1	1.296,0	15.093,1

Tablo 6: Vana Termal Kayıp-Kazançlar

Foto No	Vana Sıcaklığı (°C)	Yalıtım Sonrası Düşürülecek Sıcaklık (°C)	Adet	Çapı			Uc	Ur	E	Yalıtım Öncesi (kcal/h)	Yalıtım Sonrası (kcal/h)	Net Tasarruf (kcal/h)	Toplam Tasarruf (kcal/h)
				DN	m								
NO30	170	40	4	40	0,05	5,07	9,43	0,80	709,4	53,0	656,4	2.625,5	
NO39	100	40	2	65	0,07	4,34	6,81	0,80	439,3	80,1	359,2	718,4	
NO39	100	40	2	40	0,05	4,34	6,81	0,80	290,7	53,0	237,7	475,3	
NO40	175	40	4	150	0,17	5,12	9,64	0,80	2.599,2	184,7	2.414,6	9.658,3	
NO40	175	40	1	125	0,14	5,12	9,64	0,80	2.177,6	154,7	2.022,9	2.022,9	
NO40	175	40	2	40	0,05	5,12	9,64	0,80	745,9	53,0	693,0	1.385,9	
NO44	185	40	2	40	0,05	5,20	10,08	0,80	822,0	53,0	769,0	1.538,1	
TOPLAM										7.784,1	631,5	7.152,7	18.424,3

Vanalarda meydana gelen kayıpların geri ödeme süresi 3,5 aydır. Aynı şekilde tesisat yüzeyindeki kayıplar da ölçülmüş olup, geri ödeme süresi 1,78 yıldır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

İplik boyahane fabrikasında yapılan enerji etüdü sonucunda ortaya çıkan tasarruf yerleri, enerji türü, teb değeri, azalabilecek CO2 miktarı , yatırım maliyeti ve geri ödeme süreleri tabloda yer almaktadır .

Fabrika genelinde özet tablo olarak aşağıda yer alan bilgiler sayesinde üst yöneticiler fabrika bütçesi dahilinde öncelikli olarak hangi alanda çalışma yapabileceklerine karar verecektir.Ayrıca enerji etütlerinin en az 2 yılda 1 olarak tekrarlanması,etüt sonucunda ortaya çıkacak proje ve iyileştirme alanlarında ortaya konulması enerji verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca 50001 Enerji Yönetim sisteminin temelleri arasında yer alan yıllık enerji tasarrufu sağlayacak projeler için yol gösterici niteliktedir.

Tablo 7:Önemli Bulgular ve Öneriler

Önlemler	Enerji Türü	Tasarruf Türü				Co2 Azaltma	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	
		TEP	Orj. Birim	TEP/Yıl	TL/Yıl	Ton/Yıl	TL	Yıl	
1	Kompresörün daha verimli kompresör ile değişimi	Elektrik	85.050	kWh/Yıl	7,3	79.097	50.39	373.000	4,72
2	Bobin boyama kazanlarında sirkülasyon pompalarının motorlarının direkt akuple olarak tasarlanması	Elektrik	46.030	kWh/Yıl	4,0	42.808	37.37	60.000	1,40
3	Borularda termal kayıplar	Doğalgaz	13.720	kWh/Yıl	11,3	40.200	2.74	13.000	0,32
4	Vanalarda termal kayıplar	Doğalgaz	16.749	kWh/Yıl	13,7	49.075	3.35	13.500	0,28
5	Yüzeylerde termal kayıplar	Doğalgaz	65.003	kWh/Yıl	53,3	190.459	13.00	338.702	1,78

Yukarıda yer alan tabloya göre üst yönetim gerekli iyileştirme çalışmalarını öncelik sırası belirleyerek başlaması hedeflenmektedir.

4.SONUÇ

Her alanda ihtiyaç duyulan enerji sürdürülebilir gelişimler için insan ve teknoloji kadar önemli bir yer oluşturmaktadır. Tekstil alanında ise yoğun olarak tüketilen ısı ve elektrik enerjisi olup, tasarruf edilecek alanlar öncelikle yoğun elektrik ve ısı tüketen alanlardan başlanmalıdır. Yapılan tasarruf çalışmaları sonucunda öncelikli olarak maliyet azalması olmakla beraber, çevre kirliliği önlenmesi, karbon salınımının azalması gibi birçok olumlu

geri dönüşü olmaktadır.Bu sebeple ISO 50001 Enerji Yönetim sistemleri yaygınlaştırılarak, yıllık enerji etüdü yaptırarak hızla azalan doğal kaynakların verimli kullanımı sağlanmalıdır .

Ülkemizde özellikle tekstil sektöründe enerji alanında tasarruf potansiyelinin yüksek olduğu öngörülmektedir. Bu potansiyelin yapılacak olan enerji etüdü ve sonrasında verimlilik projeleri ile ekonomik kalkınma konusunda olumlu etkisi olacaktır .

Sanayi alanında kalıcı ve büyük oranlarda enerji verimliliği sağlanabilmesi için ISO 50001 Enerji Yönetim Sisteminin kurulması ve kalıcılığının sağlanması, yasal mevzuatların takibi, vap projeleri, enerji etütleri, gönüllü anlaşmalar, firma bünyesinde enerji yöneticisi bulundurma ve düzenli toplantı yaparak devamlı iyileştirmeler,kalıcı tasarruf sağlayacak projeler yapılmalıdır.

Tüm bu fikirler ve bilgiler doğrultusunda Adana OSB de faaliyet gösteren fantazi iplik boyamasını gerçekleştiren fabrikanın enerji alanındaki tasarruf noktaları belirlenerek,enerjiyi etkin kullanmanın ve karbon salınımının önemi üzerinde durulmuştur. Enerji etüdü sonucuna göre 2018, 2019, 2020 yılları üretim ve tüketim verileri incelenerek karbon salınım oranları hesaplanmıştır.

Mali olarak 2020 yılında yapılabilecek iyileştirmeler sonucunda elektrik ve doğalgaz tasarruf tutarı 800.000 tl/yıl dir. Enerji tasarruf oranı olarak hesaplandığında ise elektrik alanında % 9, doğalgaz alanında % 12 oranında tasarruf sağlama imkanı bulunmaktadır. Doğalgaz ve elektrik alanında kazanç sağlanan bu oran 165 TEB/yıl değerine eşittir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada 2020 yılı enerji etüdünü gerçekleştiren Vat Enerji'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1]Coşkun S., Doğan N. A., (2021), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 25, Sayı 1, 28-35, 2021

[2]Tunç, N. ve Ceylan, Ö. (2021). Moda ve Tekstil Tasarımında Sürdürülebilir Ürün Tasarımı ve TED 10 Stratejilerinin Uygulanması STAR - Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi, 2(3), 270-278

[3]Başoğul Y.,Göksu T. T., Baran M. F., (2021) ,Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 31 (Ek Sayı 1), S. 146-150, Aralık 2021

[4]Özdem Z., (2020) , Ev Tekstili Sektöründe Sürdürülebilir Tasarım Uygulamaları , Yüksek Lisans Tezi ,İstanbul

[5]Yalçınkaya F. , (2016) , Sanayi Etüdü Özelinde Bir Tekstil Fabrikasının Enerji Verimliliği , Yüksek Lisans Tezi , Karabük

[6]Değirmen D., Şanlı Eker G., (2022) , Bir Tekstil İşletmesinde Enerji Verimliliği ve Emisyon Azaltım Olanaklarının Araştırılması :Havlu Üretim Tesisi, Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 1, 2022

[7]Uzun A.,Değirmen M.,(2018) Endüstriyel İşletmelerde Enerji Verimliliği ve Enerji Yönetimi,Uluslararası Ekonomi Araştırmalar Dergisi Haziran 2018, Cilt:4, Sayı:2

GERİ DÖNÜŞÜM AKRİLİK ELYAFI KARIŞIMLI İPLİKLERDEN ÜRETİLMİŞ OLAN KUMAŞLARIN HASLIK VE BONCUKLANMA DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Edanur Turgut¹, Muhammed İdris Aktaş², Züleyha Değirmenci³

^{1,2} Boyar Kimya San. ve Tic. A. Ş. Gaziantep/Türkiye

³ Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep/Türkiye

edanur.turgut@boyar.com.tr

ÖZET

Tekstil sektörü doğal kaynakları yüksek oranda tüketen endüstriyel dallar arasındadır. Tekstil ürünleri hammadde tüketimi, enerji tüketimi, su tüketimi ve buna benzer birçok doğal kaynak tüketimi açısından çevre sorunları oluşturabilmektedir. Bu sorunlara alternatif çözümler üretilebilmekle beraber sürdürülebilirlik kavramı bu çözümlerin en başında gelmektedir ve bu problemlere çözüm olabilecek metodlar geliştirilmektedir. Bu metodlar arasında sürdürülebilirlik adı altında geri dönüşümlü ürünlerin talebi artmaktadır. Bu çalışmada ise akrilik iplik hattı üzerinde oluşan teleflerin tekrardan elyaf haline getirildikten sonra üretim hattına kazandırılması ve bunun sonucunda bazı kalite parametrelerinin incelenmesi ele alınmaktadır. 15/2 Nm iplikler kullanılmaktadır. İplikler (%25 Polyamid+%25 Yün +%50 Akrilik) ve (%25 Polyamid+%25 Yün+%25 Akrilik+%25 Geri Dönüşüm Akrilik) içeriklerine sahip olup her bir ürün açık, orta, koyu tonlar olmak üzere boyanmıştır ve 6 numune elde edilmiştir. Bu ürünlerin haslık ve boncuklanma testlerinin sonuçları ışığında geri dönüşüm akrilik elyafın önemi vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, akrilik, geri dönüşüm akrilik, haslık, boncuklanma.

INVESTIGATION OF THE FASTNESS AND PILLING BEHAVIOR OF FABRICS MADE FROM RECYCLED ACRYLIC FIBER BLENDED YARNS

ABSTRACT

The textile sector is among the industrial branches that consume natural resources at a high rate. Textile products can create environmental problems in terms of raw material consumption, energy consumption, water consumption and many other natural resource consumptions. Although alternative solutions can be produced to these problems, the concept of sustainability is at the forefront of these solutions and methods that can solve these problems are being developed. Among these methods, the demand for recycled products is

increasing under the name of sustainability. In this study, it is discussed that the wastes formed on the acrylic yarn line are brought back to the production line after they are turned into fibers and, as a result, some quality parameters are examined. 15/2 Nm yarns are used. The yarns have (25% Polyamide + 25% Wool + 50% Acrylic) and (25% Polyamide + 25% Wool + 25% Acrylic + 25% Recycle Acrylic) contents, each product has been dyed as light, medium and dark tones and 6 samples have been obtained. In the light of the results of the fastness and pilling tests of these products, the importance of recycling acrylic fiber is emphasized.

Keywords: Sustainability, acrylic, recycling acrylic, fastness, pilling.

1.GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış ile beraber tüketim ve üretimde oluşan artış, sınırlı kaynakların korunması ve enerji tasarrufunun sağlanabilmesi gibi nedenler geri dönüşümü önemli bir hale getirmiştir. Geri dönüşüm, belirli kaynaklardan oluşan atıkların, tekrar değerlendirilebilmesi için farklı işlemler görerek üretim ağına tekrar dahil edilebilmesidir. Tekstil sektörü pek çok alanı kapsamaktadır. Tekstilde iplikçilik başta olmak üzere dokuma, örme, dokusuz yüzeyler başlıca üretim yöntemleri arasında yer almaktadır. Geniş olan üretim yelpazesi ile beraber tekstil sektörü geri dönüşüm için en uygun sektördür [1].

Geri dönüşüm elde edilmesi ile beraber çevre kirliliği önemli ölçüde azaltılabilir. Bununla beraber atık oranları azaltılabilmektedir. Geri dönüşüm sayesinde birçok atık, üretim hatlarına hammadde olarak alınarak tüketiciye ulaşmaktadır [2].

Tekstil sektöründe sentetik iplikçilik alanında iplik eğirme makinelerinde veya bobin makinelerinde diğer makinelere göre çok fazla telefler çıkmaktadır. Oluşan bu teleflerin çözelti hale getirilerek sonsuz filamentlere dönüştürülmesi ile üretim hattına tekrar dahil edilebilmektedir. Bu sayede sürdürülebilirlik adı altında büyük bir adım atılarak tüketici taleplerine göre geri dönüşümlü iplikler veya ürünler üretilebilmektedir. Bununla beraber çevreyi koruyarak ve atıklar azaltılarak talep kitlesine hizmet edilebilmektedir.

Akrilik iplik üretim hattı ele alındığı zaman akrilik lifleri üretim olarak üçüncü sırada, kullanım olarak ise birinci sırada yer alan liflerdir. 2012 yılından itibaren Türkiye’de 340 bin ton civarında akrilik elyaf üretimi gerçekleşmiştir [3]. Akrilik elyafı yün hissi vermesinin yanı sıra hacim, buruşmazlık ve yumuşak tutumu sağlamaktadır. Hava geçirgenliği özelliğinden dolayı tercih edilen lifler arasındadır.

Geri dönüşüm akrilik elyaflarının tekrar üretime dahil edilmesi büyük bir önem arz etmektedir. Akrilik lifine talep arttıkça telef miktarları da her zaman artış gösterir. Yüksek miktarda akrilik tüketilmesi, yüksek miktarlarda akrilik teleflerinin meydana gelmesi demektir. Bu telefler tekrar çözücü malzemeler uygulanarak çözelti hale getirilip bunun sonucunda konvansiyonel akrilik elyaflarında olduğu gibi sonsuz filamentler halinde piyasaya sürülmektedir. Yani akrilik elyafları doğal elyaflarda olduğu gibi filament uzunluğu veya kısalığı konusunda sıkıntı oluşturmamaktadır. Geri dönüştürülmüş sonsuz filament şeklinde olan akrilik elyafı mekanik işlemlerden geçerek istenilen parametreye uygun bir hale getirilebilmektedir. Elde edilen geri dönüştürülmüş akrilik elyafları ile istenilen ölçüde

karışımlar sağlanarak telef olan bir ürünün üretim hattına dahil edilmesiyle beraber sürdürülebilirlik için büyük bir adım atılması sağlanmaktadır. Çalışmalarda 15/2 Nm iplikler kullanılmaktadır. İplikler (%25 Polyamid+%25 Yün +%50 Akrilik) ve (%25 Polyamid+%25 Yün+%25 Akrilik+%25 Geri Dönüşüm Akrilik) içeriklerine sahip olup her bir ürün açık, orta, koyu tonlar olmak üzere boyanmıştır ve 6 numune elde edilmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmalarda geri dönüştürülmüş akrilik elyaf katkılı ve konvansiyonel akrilik elyaf katkılı 15/2 NM ipliklerin birlikte incelenmesi ile beraber örme kumaşlarda üst giysilik olarak kullanılabilirliği ve bunların bazı performans özellikleri incelenmiştir. Çalışmada incelenmek üzere kullanılan lif cinsi, iplik numarası, örme tipi, sıklık parametreleri sabit tutulmuştur. Akrilik elyaf oranında konvansiyonel veya geri dönüştürülmüş akrilik lifi, açık, orta ve koyu renklerdeki reçeteler ise bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. 2,75 dtex, highbulk, yarımata ve (%40 unrelax, %60 relax) karşılımlı elyaf içeriğine sahip 15/2 Nm numuneler üretilmiştir.

Numunelerde 15/2 NM iplikler kullanılmıştır. Bu ipliklerin içerikleri (%25 Polyamid+%25 Yün +%50 Akrilik) ve (%25 Polyamid+%25 Yün+%25 Akrilik+%25 Recycle Akrilik) olmak üzere içeriğinde geri dönüşüm akrilik olan ve konvansiyonel akrilik elyafı bulunan şekilde iki çeşit iplikten oluşmaktadır. Ürünler henüz elyaf formundayken her biri açık, orta ve koyu olmak üzere 3 farklı renkte fakat aynı prosedür kapsamında boyanarak toplamda 6 adet ürün elde edilmiştir. Elde edilmiş olan boyalı ürünlerin karışım oranları hazırlanarak iplik formuna dönüşümü sağlanmıştır. Elde edilen ipliklerden düz örgü kumaşlar üretilmiştir ve bu kumaşlara boncuklanma testi, su haslığı, ter haslığı (asidik), ter haslığı (alkali), kuru sürtme haslığı, yağ sürtme haslığı ve pH testleri uygulanmıştır.

Tablo 4.Ürün grupları, içerikler ve numune adı.

	Konvansiyonel akrilik karışımlı numuneler			Geri dönüşüm akrilik karışımlı numuneler		
Renk	Açık	Orta	Koyu	Açık	Orta	Koyu
İçerik	%25 Polyamid+ %25 Yün +%50 Akrilik	%25 Polyamid+ %25 Yün +%50 Akrilik	%25 Polyamid+ %25 Yün +%50 Akrilik	%25 Polyamid+ %25 Yün+%25 Akrilik+% 25 Recycle Akrilik	%25 Polyamid+ %25 Yün+%25 Akrilik+% 25 Recycle Akrilik	%25 Polyamid+ %25 Yün+%25 Akrilik+% 25 Recycle Akrilik
Numune adı	LCA	MCA	DCA	LRA	MRA	DRA

Tablo 1’de de belirtildiği üzere ürün grupları ve bu ürünlerin içerik oranları verilmektedir. Bu ürünler elde edilirken elyaf boyama aşamasında tüm ürünlere gruplar halinde aynı işlem uygulanarak açık renkli grubunda olan ürünler aynı renk ve aynı boya reçetesine, orta renkli

grubunda bulunan elyaflar aynı renk ve aynı boya reçetesine, koyu renk grubunda bulunan elyaflara aynı renk ve aynı boya reçeteleri uygulanmıştır.

2.2. Metot

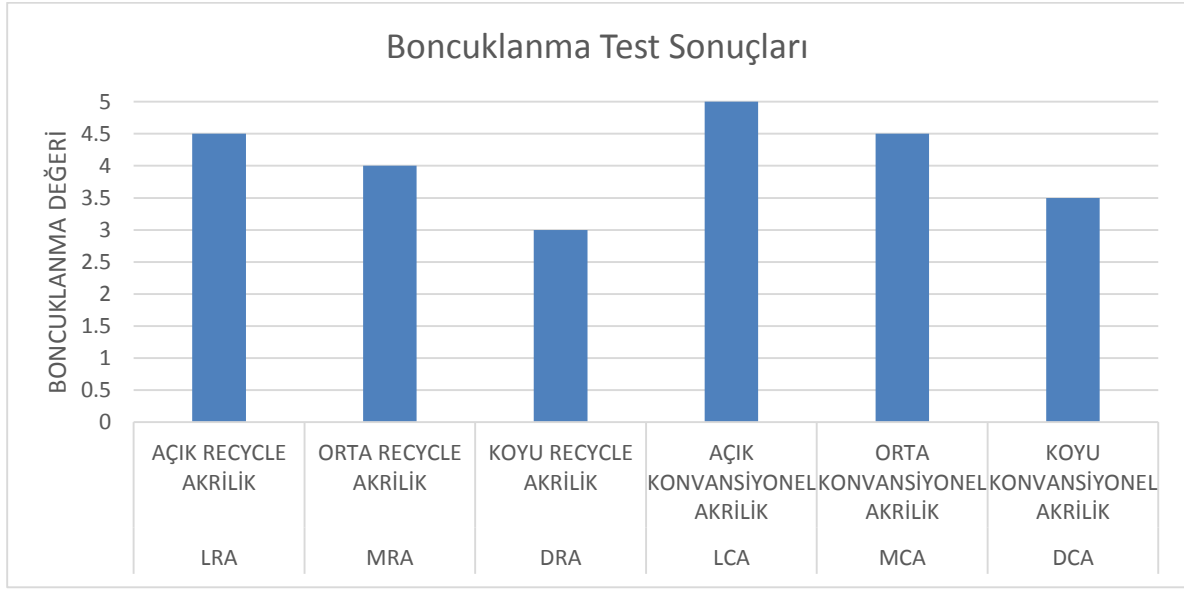
Numunelerde 15/2 NM iplikler kullanılmıştır. Bu ipliklerin içerikleri (%25 Polyamid+%25 Yün +%50 Akrilik) ve (%25 Polyamid+%25 Yün+%25 Akrilik+%25 Recycle Akrilik) olmak üzere içeriğinde geri dönüşüm akrilik olan ve konvansiyonel akrilik elyafı bulunan şekilde iki çeşit iplikten oluşmaktadır. Numuneler elyaf formundayken 2 grup oluşturularak açık, orta ve koyu olmak üzere toplamda 6 adet ürün elde edilmiştir. Elde edilen numuneler örme kumaş haline getirilerek teste hazır bir hale getirilmiştir.

Testler yapılırken boncuklanma testi için ISO 12945-1standartlarına uygun bir şekilde PROWHITE Pilling Test Cihazı kullanılmıştır. Su haslığı testi TS EN ISO 105 E01 standartlarına uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ter haslığı testi TS EN ISO 105 E04 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Ph testi için ISO 3071 ve sürtme haslığı testi için ise TS EN ISO 105X12 standartları esas alınarak testler gerçekleştirilmiştir. Haslık sonuçları gri skala ile kıyaslanarak 1 ile 5 arasında 3 farklı operatör tarafından numaralandırılmıştır. (1 en kötü 5 değişim yok)

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

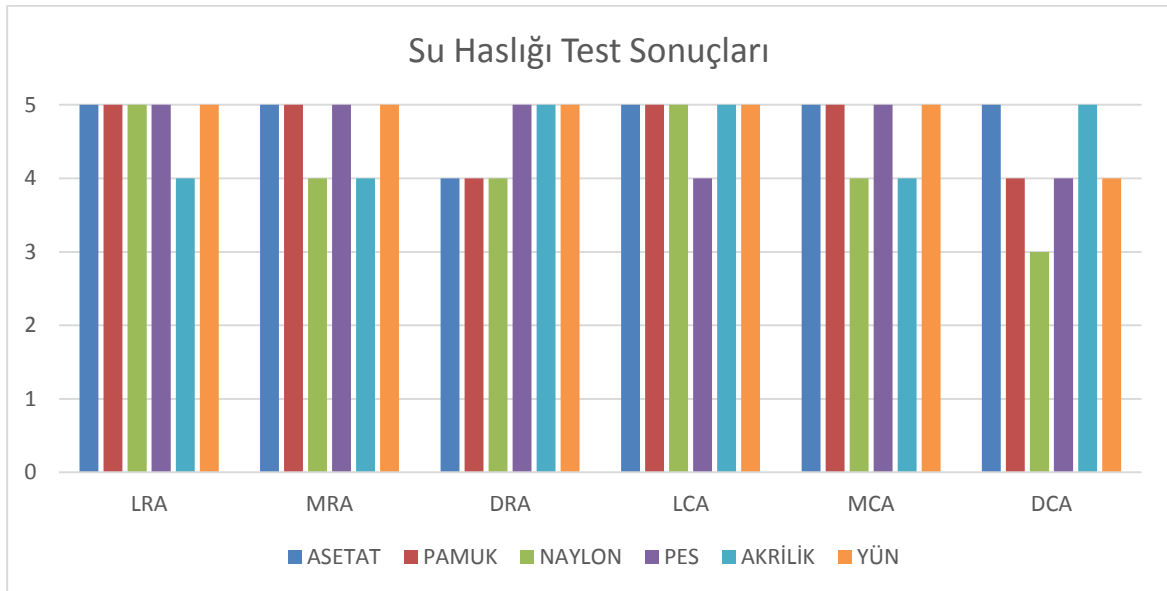
Şekil 1’ de belirtildiği üzere boncuklanma test sonuçları verilmektedir. İçeriğinde konvansiyonel akrilik elyafı olan numune ile içeriğinde geri dönüştürülmüş akrilik elyafı olan numunelerin boncuklanma testi sonuçları arasındaki farklar Şekil 1’de verilmektedir.

Boncuklanma test sonuçlarına bakıldığında zaman geri dönüşüm akrilik katkılı olan numunelerin test sonuçları konvansiyonel akrilik katkılı olan numunelere göre daha düşük değerler vermektedir. Bu durumda geri dönüşüm akrilik elyafı olan numuneler daha öncesinde de birçok işleme maruz kaldığından kaynaklı olarak daha düşük sonuçlar verdiği düşünülmektedir.



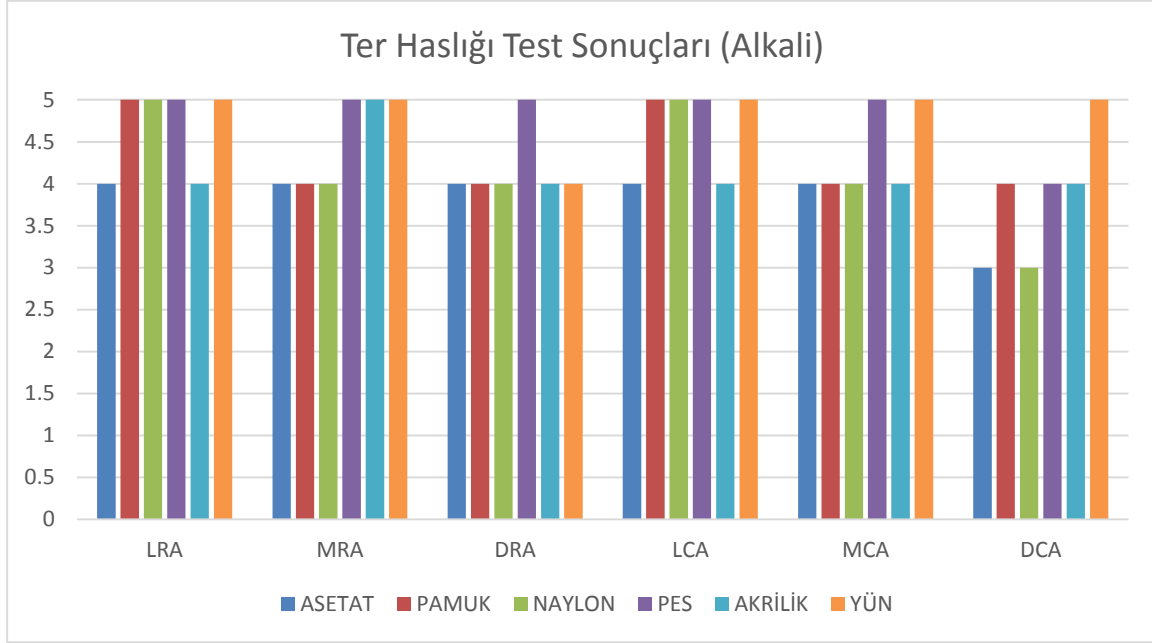
Şekil 4. Boncuklanma Test Sonuçları.

Şekil 2' de Su haslığı test sonuçları verilmektedir. Su haslığı test sonuçlarına göre DCA numunesi diğer numunelere oranla test sonucu daha düşük çıkmıştır. Su haslığı LRA ve LCA numunelerinde diğer numunelere oranla en iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Burdan hareketle açık renkler için geri dönüşüm akrilik veya konvansiyonel akrilik kullanmak bu durum için etkili bir parametre olmadığı gözlemlenmiştir.



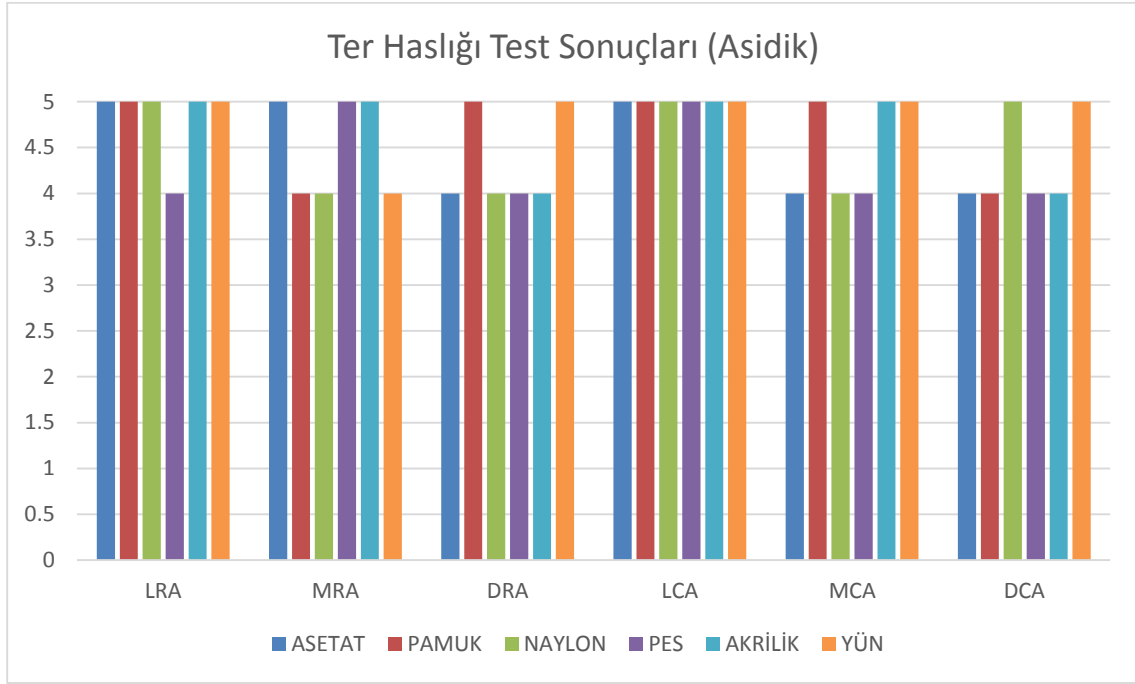
Şekil 2. Su Haslığı Test Sonuçları.

Şekil 3’de ter haslığı (alkali) test sonuçları gözlemlenebilmektedir. Sonuçlara bakıldığı zaman DCA numunesi dışında diğer numunelerin test değerlerinin birbirlerine yakın çıktıkları gözlemlenmektedir.



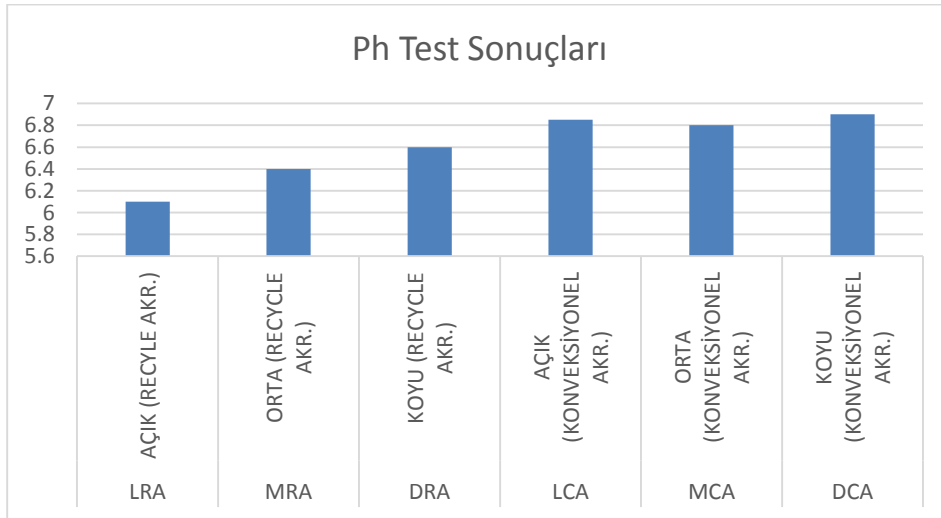
Şekil 3. Ter Haslığı Test Sonuçları (ALKALİ).

Şekil 4’de görüldüğü üzere ter haslığı sonuçları (asidik) grafik halinde belirtilmektedir. Numune kumaşlara ait ter haslığı (asidik) sonuçları 4 ile 5 arasında çıkmıştır. Bu değerlere bakılarak geri dönüşüm katkılı kumaşlarla konvansiyonel kumaşların haslıkları arasında anlamlı bir fark gözlenmediği söylenebilir. LCA kumaş numunelerin asidik ter haslığı değerleri tüm kumaş tipleri için en yüksek seviyededir. Sonuç olarak açık renkli numunelerin tere karşı renk koruma seviyelerinin çok yüksek olduğu söylenebilir.



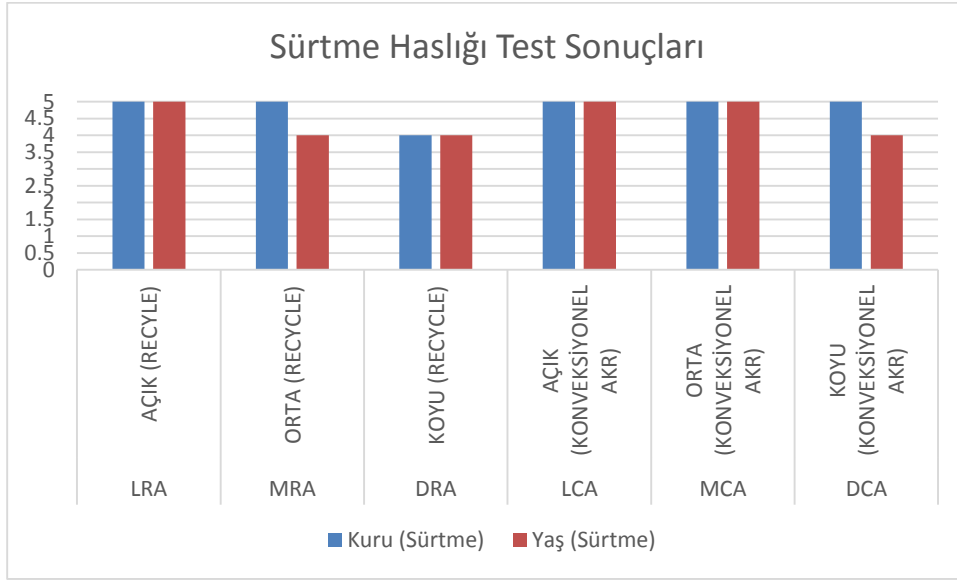
Şekil 4. Ter Haslığı Test Sonuçları (ASİDİK).

Şekil 5’de belirtildiği üzere geri dönüşüm akrilik elyafı bulunan ve konvansiyonel akrilik elyafı bulunan numunelerin pH ortalama değer tablosu verilmektedir.



Şekil 5. pH testi sonuçları.

Şekil 6’da belirtildiği üzere geri dönüşüm akrilik elyafı bulunan ve konvansiyonel akrilik elyafı bulunan numunelerin kuru sürtme haslığı ve yaş sürtme haslığı değer tablosu verilmektedir.



Şekil 6. Sürtme Haslığı Test Sonuçları.

4.SONUÇ ve TARTIŞMA

15/2 NM (%25 Polyamid+%25 Yün +%50 Akrilik) ve (%25 Polyamid+%25 Yün+%25 Akrilik+%25 Recycle Akrilik) içeriklere sahip konvansiyonel akrilik elyafı ve geri dönüşüm akrilik elyafı olan iplikler karşılaştırılmıştır. Test sonuçlarına bakıldığı zaman boncuklanma testine göre konvansiyonel akrilik elyafı bulunan numune geri dönüşüm akrilik elyafı olan numuneye göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca orta renklilerde boncuklanma sonuçları aynı gözlemlenmektedir. Su haslığı test sonuçları konvansiyonel akrilik elyafı bulunan numuneler ve geri dönüşüm akrilik elyafı bulunan numuneler benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Ter haslığı (alkali) test sonuçlarına bakıldığı zaman konvansiyonel akrilik elyafı bulunan numuneler ve geri dönüşüm akrilik elyafı olan numuneler birbirine yakın sonuçlar vermektedir. Ter haslığı (asidik) test sonuçlarında numuneler arasında açık renkli olan konvansiyonel akrilik elyafı (LCA) ve açık renkli geri dönüşüm akrilik elyafı (LRA) olan numuneler diğer renklere kıyasla daha iyi sonuçlar vermektedir. Ph testi değerlerinde birbirine yakın değerler gözlemlenmektedir. Kuru sürtme haslığı ve yaş sürtme haslığılarında genel olarak tüm numuneler için sonuçların oldukça iyi olduğu gözlemlenmiştir. Tüm test sonuçlarına bakıldığı zaman konvansiyonel akrilik katkı olan numuneler ile geri dönüşüm akrilik elyafı katkı olan numuneler ele alındığı zaman boncuklanma testi dışında birbiriyle arasında çok fazla farklılık görülmemektedir. Sürdürülebilirlik kavramı göz önüne alındığında konvansiyonel akrilik veya geri dönüşüm akrilik elyaf katkı bir ürün tercih etmek tamamen tüketici talebine bağlı olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Boyar Kimya AR-GE departmanı tarafından yapılmıştır. (PROJE NO: BSET002)

5.REFERANSLAR

- [1] MACİT H, 2019, Tekstil Sektöründe Geri Dönüşüm Olanakları ve Uşak İli'nde Güncel Durum, Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi 91-102 (2), 1 Kasım 2019.
- [2] Gül E, 2021, Konvansiyonel ve Geri Dönüştürülmüş Kumaşlarda Terbiye Etkinliğinin Karşılaştırılması, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- [3] Çolak, S. S, 2020, Kesikli akrilik lif ve karışımli ipliklerin üretim parametrelerinin iplik ve kumaş özelliklerine etkisi, (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
- [4] Bajaj P, Paliwal D.K, 1991, Some recent advances in the production of acrylic fibres for specific and uses, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 16: 89-99.
- [5] McIntyre J.E, 2000, Synthetic fibres: nylon, polyester, acrylic, polyolefin, Woodhead Publishing Limited, England, 167-209, 115-120.

OZON GAZI VE KUMAŞ ATIKLARI KULLANILARAK DENİM AĞARTMA YÖNTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

İsmail İvedi, Pelin Karaç, Seda Çeker

Roteks Tekstil İhr. San. ve Tic. A.Ş., İzmir

ismailivedi@roteks.com.tr

ÖZET

Denim giysiler estetik bir görünüme, sağlam bir yapıya ve rahat giyim olanağına sahip olduğu için günlük kıyafet olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Bu giysilere arzu edilen eskitme efektinin kazandırılabilmesi için lazer, bıyık, taş yıkama ve ağartma gibi çeşitli yıkama prosesleri uygulanmaktadır.

Bu çalışmada, konvansiyonel sodyum hipoklorit ile bez veya havlu kullanılarak uygulanan bez ağartma yöntemine alternatif olarak, atık kumaşlar ve ozon gazı kullanılarak daha sürdürülebilir bir ağartma yöntemi geliştirilmiştir. Kullanılan atık kumaşlar çekme testi, fit denemesi veya efekt tutturma amacıyla siparişe yönelik prototip geliştirilirken kullanılan ve atık haline dönen kumaşlardır. İlgili kumaşlar 48 cm² ve 336 cm² ölçülerinde, sırasıyla elips ve dikdörtgen şeklinde keseler haline getirilerek yeniden kullanılmıştır. Atıklardan üretilen bezlerin ağartma etkisi, konvansiyonel bez ile karşılaştırılmıştır. Bezler ıslatıldıktan sonra üç farklı sıkma devri uygulanarak ozon cihazına alınmıştır. Farklı nem oranına sahip bezlerin, denim giysilerin ağartılmasında ozon gazıyla birlikte etkileşimi incelenmiştir. Geliştirilen ürünler birbiri arasında, elastikiyet (TS EN 14704-1), yırtılma mukavemeti (ISO 13937-2), kuru ve yaş haslık analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. ISO 3664:2009 standardına göre ışık kabininde efekt değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde sıkma devri arttıkça yırtılma mukavemetinin de arttığı görülmektedir. Sıkma devrinin elastikiyet, geri toplama ve haslık özelliklerine anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Denim, ağartma, ozon, sürdürülebilirlik

DEVELOPMENT OF DENIM BLEACHING METHOD USING OZONE GAS AND CUTTING WASTAGE

ABSTRACT

Denim clothes are often preferred for daily wear, as they have an aesthetic appearance, a solid structure, and comfortable to wear. In order to give the desired aging effect, various washing processes such as laser, stone wash, and bleaching processes are applied to the garments.

In this study, it was developed a more sustainable bleaching method by using waste fabrics and ozone gas as an alternative to the conventional bleaching method applied using a swab or towel with conventional sodium hypochlorite. Waste fabrics generated when developing a prototype for tensile testing, fit, or effect fastening was used in the ozone bleaching process.

The waste fabrics were being turned into pieces in 48 cm² and 336 cm² elliptical and rectangular pouches, respectively. The bleaching effect of the garments applied by waste fabrics was compared with that of the conventional bleaching process. After the waste fabrics were wetted, they were taken to the ozone device by applying three different spin cycles. The interaction of waste fabrics with different moisture content with ozone gas in the bleaching of denim garments was investigated. The developed products were evaluated according to the elasticity results (TS EN 14704-1), tear strength (ISO 13937-2), and dry & wet fastness analysis. Light cabinet analysis to evaluate the aging effect according to ISO 3664:2009 standard. When the results are examined, it is seen that the tear strength increases as the squeezing speed increases. It was observed that the spin cycle did not have a significant effect on the elasticity, recovery, and fastness properties of the developed products.

Keywords: Denim, bleaching, ozone, sustainability

1. GİRİŞ

Küresel ısınma gibi tüm ekosistemi etkileyebilecek tehlikeler düşünüldüğünde sürdürülebilirlik, ürün yaşam döngüsü ve ekolojik üretim kavramları giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu nedenle tüketiciler ve markalar her geçen gün daha bilinçli hale gelmektedir. Dünya bankası tarafından yayınlanan bir rapora göre, tekstil ve hazır giyim endüstrisi gezegeni en çok kirleten ikinci endüstri olmakla beraber, tüketilen suyun %20'sinden sorumludur [1].

Sera gazı emisyonları ve su kıtlığı riskinin artmasıyla birlikte dünya genelinde birçok ülke, şirket ve kurum, daha az su ve kimyasal kullanarak çevresel etkilerini azaltacak yenilikçi girişimler ve teknolojiler uygulamaya başlamıştır [2].

Denim giysiler düzensiz eskitilmiş görüntüsüyle, modaaya yol açan temel unsur haline gelen antik görünüme ve rahat bir dokuya sahiptir [3]. Denim giysilerin üretiminde istenilen eskitme etkisini elde etmek için bıyık, lazer, taş yıkama, sprey, ağartma gibi kuru ve yaş işlemler olarak adlandırılan prosesler uygulanmaktadır [4].

Ağartma işleminde istenilen etki genellikle sodyum hipoklorit yardımı ile yapılmaktadır. Ardından nötralizasyon işlemi için sodyum metabisüfit veya türevleri kullanılır. Bu işlemler yüksek flote oranlarında uygulandığından gerekli kimyasallar ve su tüketiminden kaynaklanan atık yükü de fazladır.

Ozon gazı ile denim giysilerin ağartılmasının, konvansiyonel ağartma işlemiyle karşılaştırıldığı bir çalışmada ozon ağartmanın su ve kimyasal kullanımını önemli ölçüde azalttığı, ilaveten çevresel etki açısından konvansiyonel ağartma proseslerine göre daha az etkisi olduğu belirtilmiştir [5].

Denim mamullere ozon gazı ile ağartma işleminde gaz konsantrasyonu, süre ve nem miktarının etkisinin incelendiği bir çalışmada, tüm incelenen etmenlerin artmasıyla ağartma etkisinin arttığı gözlenmiştir. Ozon gazının etkisiyle kimyasal olarak oksidasyona uğrayan indigonun ürün üzerinde sararmaya neden olduğu belirtilmiştir [6].

Bu çalışmada, konvansiyonel sodyum hipoklorit ile bez veya havlu kullanılarak uygulanan bez ağartma yöntemine alternatif olarak, atık kumaşlar ve ozon gazı kullanılarak daha sürdürülebilir bir ağartma yöntemi geliştirilmiştir. Kullanılan atık kumaşlar çekme testi, fit denemesi veya efekt tutturma amacıyla siparişe yönelik prototip geliştirilirken kullanılan ve atık haline dönen kumaşlardır. İlgili kumaşlar 48 cm² ve 336 cm² ölçülerinde, sırasıyla elips ve dikdörtgen şeklinde keseler haline getirilerek yeniden kullanılmıştır. Atıklardan üretilen

bezlerin ağartma etkisi, konvansiyonel bez ile karşılaştırılmıştır. Bezler ıslatıldıktan sonra üç farklı sıkma devri uygulanarak ozon cihazına alınmıştır. Farklı nem oranına sahip bezlerin, denim giysilerin ağartılmasında ozon gazıyla birlikte etkileşimi incelenmiştir. Geliştirilen ürünler birbiri arasında, elastikiyet (TS EN 14704-1), yırtılma mukavemeti (ISO 13937-2), kuru ve yaş haslık analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. ISO 3664:2009 standardına göre ışık kabininde efekt değerlendirilmesi yapılmıştır. Sürtmeye karşı kuru ve yaş renk haslık değerleri ISO 105-X16:2016 standardına göre değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL

Çözgü iplikleri indigo boyanmış denim kumaşlar, 3/1 dimi dokuma yapısına, 407 g/m² gramaj değerine sahiptir. Kumaş kompozisyonu 99/1%- CO/EL karışıma sahiptir. Haşıl sökme işlemi için amilaz enzimi ve dispers ajanı, Dystar, Singapur'dan sağlanmıştır. Dispers ajanı, yıkama işlemleri esnasında banyoda bulunan serbest indigo boyarmaddelerinin geri boyamasını önlemek için kullanılmaktadır. Denim kumaş üretimi esnasında çözgü ipliklerine haşıl prosesi uygulanır. Haşıl maddesi olarak çoğunlukla nişasta kullanılır. Kumaşın yapısında bulunan bu nişastayı sökmek için amilaz enzimi kullanılmaktadır. Ağartma işlemi için sodyum hipoklorit Rubin Kimya A.Ş., Türkiye'den satın alınmıştır. Sodyum hipoklorit indigo boyarmaddesinin pigmentasyonunu kaybederek renk açılmasını sağlar. Taş yıkama işlemi için pomza taşı Kastone LTD., Türkiye'den tedarik edilmiştir. Selülaz enzimi Dystar, Singapur'dan tedarik edilmiştir. Selülaz enzimi lif ile boyarmadde arasındaki bağı kopararak, boyarmaddeyi uzaklaştırır. Sodyum hipoklorit, pH değeri 13-13,5 civarında olan kuvvetli bir bazdır. Dolayısıyla ağartma işlemi sonrasında ürünlerin nötralize edilmesi gerekir. Nötralizasyon için kullanılan sodyum metabisülfid Akkim Kimya A.Ş., Türkiye'den satın alınmıştır. Ön yıkama işlemleri için Tolkar'ın 1326 litrelik model endüstriyel yıkama makinesi kullanılmıştır. Ozon cihazı, Jeanologia G2 model, İspanya kullanılmıştır.

3. METOT

Kesim-dikim işlemleri ardından yarı mamül haline getirilen denim giysiler, haşıl sökme, taş yıkama, ozon ve haşıl sökme, taş yıkama, ağartma, ozon olmak üzere iki farklı yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Tablo 1'de ozon gazıyla birlikte kullanılan bezlerin özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Bezlerin özellikleri

	Ortalama adet ağırlık (gr)	Boy*En (cm)	gramaj (g/m ²)
Eski bez	20	15x15	850
Yeni bez	48	24x24	822
Küçük kese	74	6*8	İçi kumaş dolu kese olduğundan gramaj yok
Büyük kese	40	24x14	844

Atık kumaşlar ve ozon gazı kullanılarak geliştirilen yıkama reçetelerinin deney planı Tablo 2'de yer almaktadır. Haşıl sökme prosesinde 2 g/l dispersgator, 2 g/l amilaz enzimi

kullanılmıştır. Taş yıkama prosesi 40°C’de, enzim miktarı 5 g/l eklenerek, giysi/taş oranı 1/2 oranında işlem gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Atık kumaşlar ve ozon gazı kullanarak geliştirilen yıkama reçetelerinin deney planı

AR-GE Kodu	Bez Ölçüleri (cm)	Numune Sayısı	Ön Yıkama	Sıkma Devri (d/d)	Ozon konsantrasyonu (%)	Art İşlem
1-2	24*14	4	Haşıl sökme + Taş Yıkama	560	100	Kasar $\frac{1}{2}$, 50°C, 5 dk
1-4	24*14	4	Haşıl sökme + Taş Yıkama + Ağartma	560		
2-1	6*8	4	Haşıl sökme + Taş Yıkama	320		
3-1	24*14	4	Haşıl sökme + Taş Yıkama + Ağartma	250		
3-2	24*24	4	Haşıl sökme + Taş Yıkama + Ağartma	250		
4-1	24*24	2	Haşıl sökme + Taş Yıkama	250		
5-3	24*24	4	Haşıl sökme + Taş Yıkama	250		

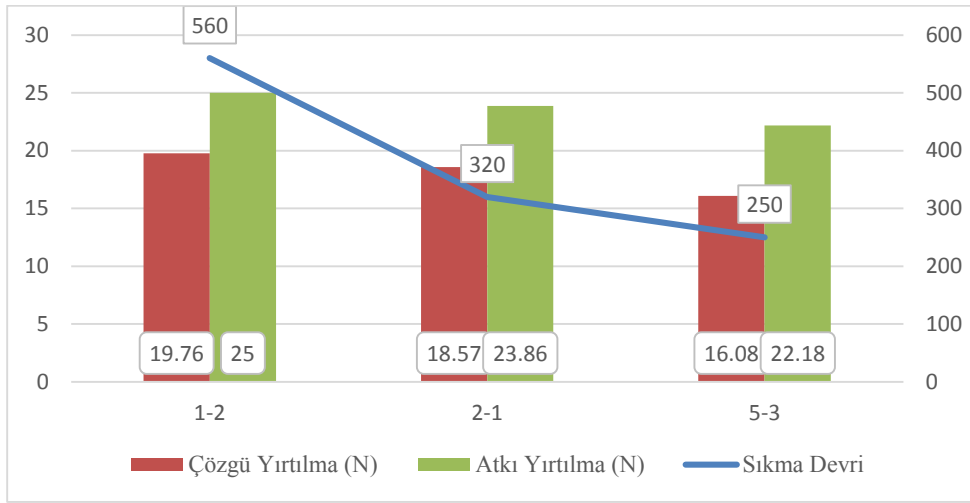
Ozon ağartma öncesi bezler 250, 320 ve 560 dev/dk olmak üzere üç farklı sıkma devri ile işleme tabi tutularak farklı nem oranına sahip bezlerin ozon gazı ile ağartma etkisi incelenmiştir. Ön yıkama işlemlerinde amilaz ve dispers ajanı kullanılarak haşıl sökme, pomza taşı ve selülaz enzimi kullanılarak taş yıkama, sodyum hipoklorit kullanılarak ağartma işlemleri uygulanmıştır. Ozon gazı ile ağartma işlemi ardından sodyum hidroksit ve hidrojen peroksit kullanılarak numunelere kasar işlemi uygulanmıştır. Yıkama işlemleri ardından uygulanan testler aşağıdaki gibidir;

- ASTM D3107-07 standardına göre elastikiyet ve geri toplama analizi
- ISO 13937-2:2000 standardına göre yırtılma mukavemeti analizi
- ISO 3664:2009 standardına göre ışıklı kabin de efekt analizi
- ISO 105-X16:2016 standardına göre kuru ve yaş sürtme haslık analizi

4. BULGULAR

4.1. Fiziksel analiz sonuçları

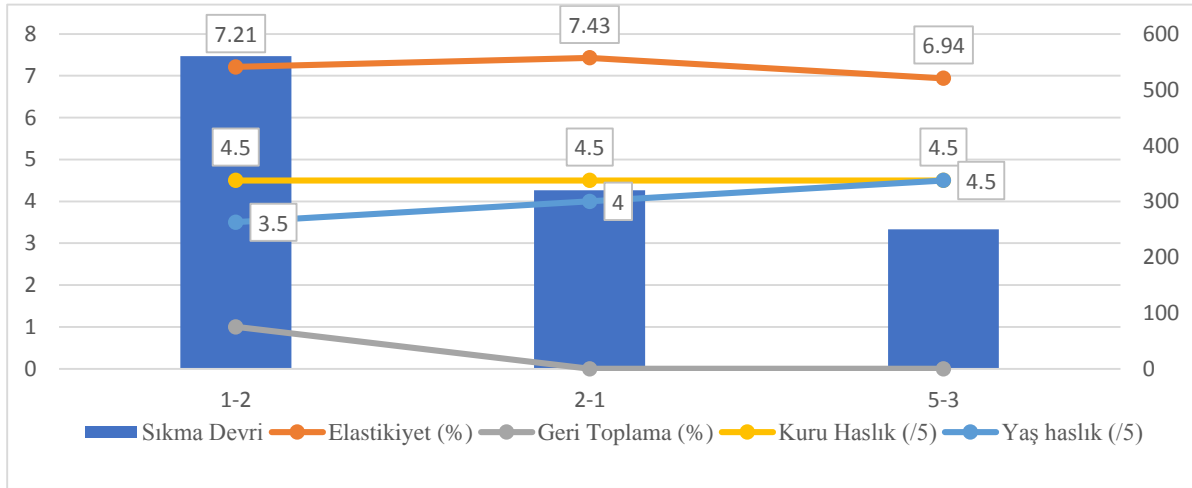
Sonuçlar hem efekt olarak hem de fiziksel analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Şekil 1’de sıkma devrinin yırtılma mukavemetine etkisi verilmiştir.



Şekil 1. Sıkma devrinin yırtılma mukavemetine etkisi

Sonuçlar incelendiğinde sıkma devri arttıkça yırtılma mukavemetinin de arttığı görülmektedir. Sıkma devrinin artması ozon gazı ile işleme girecek bezlerin yapısındaki nem miktarını azaltmaktadır. Daha az nem barındıran bezler ozon gazı ile etkileşime girdiğinde daha az ürünün ağartılmasını sağlamaktadır. Böylece, nem oranı yüksek olan bezlere kıyasla mukavemet kaybı daha az olmaktadır.

Şekil 2’de elastikiyet, geri toplama ve sürtme haslık analiz sonuçları yer almaktadır.



Şekil 2. Elastikiyet, geri toplama ve sürtme haslık analiz sonuçları

4.2. Efekt analizi

Belirlenen deney planına göre işlem gören kumaşların, ISO 3664:2009 standardına göre ışık kabininde efekt analizi yapılmıştır. Şekil 3’te geliştirilen ürünlerin görselleri yer almaktadır.



Şekil 3. Sıkma devri farkının ağartma efektine etkisi

Şekil 3'ten görüleceği gibi sıkma devri azaldıkça bez üzerinde kalan nem oranı arttığı için efektin de buna bağlı olarak arttığı, daha agresif bir efekt elde edildiği görülmüştür.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada konvansiyonel batık ağartma yöntemine alternatif olarak ozon gazı ve birbirinden farklı üç çeşit bez kullanılarak, üç farklı nem oranında ısıtılmasının denim giysiler üzerinde oluşturduğu eskitme efekti incelenmiştir. Böylece konvansiyonel yöntemde kullanılan sodyum hipoklorit kullanımını kaldırılarak, ürünlerin çevresel ayak izinin azaltılması hedeflenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde kullanılan üç farklı bezin ağartma efektine anlamlı bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Sıkma devri azaldıkça bez üzerinde kalan nem oranı da arttığı için efektin de buna bağlı olarak arttığı görülmüştür. Kumaş zemini iki farklı ön yıkamaya tabii tutulmuştur. Bu yıkamalar ardından uygulanan ozon gazı ve bezler ile batık eskitme prosesi sonrasında, beklenildiği gibi ön yıkama işlemlerinde ağartma yapılan numuneler daha açık bir ton da eskitilmiştir.

Fiziksel analiz sonuçları karşılaştırıldığında, sıkma devri arttıkça yırtılma mukavemetinin de arttığı görülmektedir. Sıkma devrinin artması ozon gazı ile işleme girecek bezlerin yapısındaki nem miktarını azaltmaktadır. Daha az nem barındıran bezler ozon gazı ile etkileşime girdiğinde, daha az ürünün ağartılmasını sağlamaktadır. Böylece, nem oranı yüksek olan bezlere kıyasla mukavemet kaybı daha az olmaktadır. Elastikiyet, geri toplama ve kuru haslık analiz sonuçları karşılaştırıldığında, sıkma devrinin ürünün bu özelliklerine anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak sıkma devri azaldıkça, yaş sürtme haslık

değerinin arttığı görülmüştür. Bu durum, sıkma devrinin azalmasından kaynaklı nem miktarı fazla olan bezlerin, kumaş yüzeyinden daha çok boyarmadde aşındırmasına atfedilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Kant, R., Textile Dyeing Industry an Environmental Hazard, In: Natural Science, 2012, 4, 1
- [2] Pekin, M., Soruşbay, C., Greenhouse Gas Emissions Produced By Transportation Sector, In: Thesis (M.Sc.), İstanbul Technical University, Institute of Science and Technology, 2006
- [3] Li, S., vd., Optimization of Chlorine Bleaching Parameters for Indigo Denim Textile Based on the Model of Response Surface Model and Genetic Algorithm, In: Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 2020, p. 012026
- [4] Arjun, D., vd., Technology of industrial denim washing, In: International Journal of Industrial Engineering & Technology, 2013, 3.4: 25-34
- [5] Sarker, U. K., Kawser, M. N., Rahim, A., Al Parvez, A., & Shahid, M. I., Superiority of Sustainable Ozone Wash Over Conventional Denim Washing Technique. International Journal of Current Engineering and Technology, 2021, 11-5
- [6] Ben H, Sarra, L, N., Study of parameters affecting dry and wet ozone bleaching of denim fabric. Ozone: Science & Engineering, 2016, 38.3: 175-180.

GERİ DÖNÜŞÜM MELANJ İPLİKLERİN DÜZGÜNSÜZLÜK VE MUKAVEMET ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet KERTMEN¹, Hakan KARAGÖL¹, Halil İbrahim OLUCAK¹,

Aybüke ŞEN¹, Nuriye KERTMEN²

¹İskur Tekstil Enerji Tic. ve San. A.Ş., Kahramanmaraş

²İskur Denim İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş., Kahramanmaraş

mehmet.kertmen@iskur.com

ÖZET

Pamuklu tekstil ürünlerinin tarladan toplandığı gibi elde edilerek üretilmesi dünya yer altı ve üstü su kaynaklarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Nüfusun giderek artmasıyla birlikte yeni bir yaşam biçimine ve yeni bakış açılarına ihtiyaç duyulacağı aşikârdır. Bu kapsamda sürdürülebilirlik kavramının önemi her geçen gün artmaktadır. İplik endüstrisinde melanj iplik önemli bir yer tutmaktadır. Melanj iplikler, ham ve boyalı liflerin karışımı ile üretilmektedir. Bu nedenle dalgalı bir desenle karışık renk efektleri ortaya çıkmaktadır. Melanj iplikler kumaş görünümü açısından avantajlı olup haslık değerleri yüksektir. Günlük kıyafetlerde, spor giyimlerde, gömlelerde, iş elbiselerinde, çoraplarda ve her türlü giyim ürünlerinin yanında nevresim, havlu, dekoratif kumaş ve diğer ev kumaşı ürünlerinde de kullanılmaktadır. Bu çalışmada, geri dönüşüm kapsamında toplanan kumaş atıklarından tekrar renkli elyaf elde edilmesine ve iplik üretiminde kullanılarak sürdürülebilir bir yaklaşım gerçekleştirilmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda, Open-End iplik eğirme sistemi kullanılarak farklı karışım oranlarında geri dönüşüm elyaflardan elde edilmiş olan melanj ve ham pamuk karıştırılarak iplikler üretilmiştir. Üretilen ipliklerin performans ve fiziksel özellikleri (mukavemet, iplik düzgünlüğü analizi ve neps vb.) karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geri Dönüşüm, Melanj İplik, Recycle Pamuk, r-PET

INVESTIGATION OF THE UNEVENNESS AND STRENGTH PROPERTIES OF RECYCLED MELANGE YARNS

ABSTRACT

The production of cotton textile products as collected from the field causes the world's underground and surface water resources to decrease gradually. It is obvious that with the increasing population, a new way of life and new perspectives will be needed. The importance of sustainability in this context is increasing day by day. Melange yarn has an important place in the yarn industry. Melange yarns are produced with a mixture of raw and dyed fibers. Therefore, mixed color effects appear with a wavy pattern. Melange yarns are advantageous

in terms of fabric appearance and have high fastness values. It is used in daily clothes, sportswear, shirts, work clothes, socks and all kinds of clothing products, as well as bedding, towels, decorative fabrics and other home fabric products. In this study, it was aimed to achieve a sustainable approach by obtaining colored fibers from the fabric wastes collected within the scope of recycling and using them in yarn production. In this context, yarns were produced by mixing melange and raw cotton obtained from recycled fibers at different mixing ratios using the Open-End spinning system. The performance and physical properties (strength, yarn unevenness analysis and neps etc.) of the produced yarns were compared.

Keywords: Recycling, Melange Yarn, Recycle Cotton, r-PET

1. GİRİŞ

Dünyada her yıl ortaya çıkan atıkların içerisinde tekstil atıkları önemli bir yer tutmaktadır. Tekstil atıkların büyük bir bölümünü iplik ve kumaş üretimi sırasında ortaya çıkan tekstil telefleri, konfeksiyon aşamasında ortaya çıkan kumaş parçaları ve kullanılmış tekstil ürünleri oluşturmaktadır. Ortaya çıkan bu tekstil atıklarının büyük bir bölümü geri dönüştürülebilir niteliktedir. Hem doğal kaynakların giderek azalması hem de dünya nüfusunda gerçekleşen hızlı artış, araştırmacıları geri dönüşüm konusunda çalışmalara iterken, insanların da geri dönüşümde farkındalıklarını arttırmasına ve sürdürülebilirlik konusundaki çalışmaların da hız kazanmasını arttırmıştır [1]. Tekstilde uzun bir süredir kullanılan ipliklerden birisi de karışım ipliklerdir. Karışım iplikler, farklı türdeki elyafların birlikte işlenmesiyle üretilen ipliklerdir. Buradaki amaç, tek bir elyaf halinde elde edilemeyen bir farklılık ortaya koymak, elde edilen karışım iplikle birlikte elyaf türlerinin özelliklerini değiştirmek, geliştirmek, genişletmek ve yeni efektli kumaşlar elde etmektir [2].

Lif karışımlarında genel amaç; homojenlik, üretim kolaylığı, maliyeti azaltmak, müşteri isteklerini karşılama ve belirli bir lifin olumsuz özelliklerini, kaliteyi yükseltmek için ortadan kaldırarak belirli etkiler elde edebilmek için uygulanır. Karışım, elyaf halinde uygulandığı gibi votka, şerit veya kumaş formunda da uygulanabilir. En iyi sonucu veren metot ise, elyaf halinde uygulanan karışımdır. Çünkü ilk aşamadan itibaren uygulanmaya başlayarak bir karışım elde edildiğinden iplik üretim sürecindeki bütün mekanik etkiler daha homojen bir karışımın oluşmasına olanak sağlar. Diğer yöntemlerde oluşacak bir hata, homojenliğin sağlanmaması veya telafisi zor hatta bazen de imkânsız durumlar ortaya çıkarabilir [3, 4].

Karışım iplikler arasında melanaj iplik etkileyici rengi ve görünümü ile bilinir. Melanj iplik, farklı renk veya boya afinitelerine sahip iki veya daha fazla lif grubundan yapılan bir tür eğrilmiş ipliklerdir. Farklı renklerde elyafların karıştırılması, ya eğirme hazırlığının başlangıcında harman hallaç dairesinde ya da farklı boyalı elyafların cer makinasına beslenmesiyle yapılabilir. Dalgalı benzeri efekt ve farklı renk liflerinin harmanlanması nedeniyle geniş renk tonları, melanaj ipliğe zengin bir görünüm sağlar [5]. Farklı elyaf türlerinin harmanlanması, sadece ipliğin değil aynı zamanda tekstil kumaşının da performansını arttırarak kumaşın estetik niteliklerinin de elde edilmesini sağlar. Doğal ve suni elyaflardan yapılan harmanlanmış iplikler, her iki elyaf bileşeninin iyi özelliklerini, örneğin pamuk/polyester karışımları, %100 pamuktan daha yüksek dayanıklılık ve kolay bakım (daha yüksek kırılma mukavemeti, aşınma direnci, kırışma direnci) özellikleri ve %100 polyesterden daha az boncuklanma, kolay eğirme ve daha iyi düzgünlük gösterir [6]. Bu avantajlar aynı zamanda daha fazla ürün çeşitliliğinin yapılmasına izin vererek daha güçlü bir pazarlama avantajı sağlar.

Vadicherla ve Sarvanan çalışmasında [7], karışım oranının geri dönüştürülmüş polyester/pamuk cer harmanlanmış ring ipliklerinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Geri dönüştürülmüş polyester içeriğindeki artışın mukavemeti, kopma uzamasını ve tüylülüğü arttırdığını ve pürüzleri, ince yerleri, kalın yerleri, nepsleri ve tüylülüğü azalttığını gözlemlemişlerdir. Telli ve Özdil çalışmasında [8], ring eğirme sistemi (karde) kullanarak Ne 20 iplik üretmişlerdir. Bu çalışma, r-PET içeriğindeki bir artışın, PET/geri dönüştürülmüş-PET karışimli ipliklerin mukavemetini azalttığını ve r-PET/pamuk karışımlarının mukavemetini artırdığını ortaya koymuştur. %100 geri dönüştürülmüş PET ipliklerin düzgünlüğü, IPI hataları (ince yerler, kalın yerler ve neps) ve tüylülük değerleri %100 PET ipliklere göre daha kötü olduğu, ancak bu özellikler için önemli bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Kurtoğlu Necef vd. çalışmasında, Ne 28 %50 geri dönüştürülmüş pamuk-%50 polyester iplikleri kumaş artıklarından üretmiş ve daha sonra Ne 28 %50 pamuk-%50 polyester ipliklerle karşılaştırmışlardır. Aynı üretim koşullarında süprem kumaşlar örmüşler ve test sonucunda, geri dönüştürülmüş ve karde giysi kaliteleri arasında önemli bir fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır [9]. Sarioğlu çalışmasında, farklı karışım oranlarına sahip r-PET elyaf kullanımının ring iplik mukavemeti ve uzama üzerine etkisini belirlemeyi ve karşılaştırmayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda r-PET ve işlenmemiş PET lifleri (PET), pamuk lifi ile %100, %70/30, %50/50, %30/70 oranında ayrı ayrı harmanlanmıştır. Karışım oranının iplik mukavemeti ve uzaması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır [10].

Bu çalışmada, iplik ve kumaş üretimi sırasında ortaya çıkan tekstil pamuk atıkları, konfeksiyon aşamasında ortaya çıkan kumaş parçaları, kullanılmış tekstil ürünleri ve geri dönüştürülmüş PET atıklarından elde edilen r-PET elyafları kullanılmıştır. Bu liflerin kullanılması düşük hammadde maliyeti nedeniyle ekonomik avantaj sağlamaktadır. Ayrıca üretim aşamasında daha düşük enerji tüketimine ve düşük karbon emisyonuna sahiptirler.

2. MATERYAL VE METOT

Çizelge 1. Proje Kapsamında Üretilen Karışım İplikler

Numune No	Üretilen İplik Ne	Eğirme	Lif Karışımı
1	10/1	Open End	%60 Pamuk / %20 Recycle Pamuk / %20 Poliester
2	10/1	Open End	%60 Pamuk / %20 Recycle Pamuk / %20 Recycle Poliester
3	10/1	Open End	%40 Pamuk / %40 Recycle Pamuk / %20 Poliester
4	10/1	Open End	%50 Recycle Pamuk / %50 Recycle Poliester
5	10/1	Open End	%50 Pamuk / %50 Recycle Pamuk
6	10/1	Open End	%80 Pamuk / %20 Recycle Pamuk

Bu çalışma Kahramanmaraş/Türkiye’de İskur Tekstil Enerji firmasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ana hedefi pamuk, recycle pamuk ve r-PET karışımlardan elde edilen ipliklerin kalite test parametrelerini inceleyerek ham pamuk veya işlenmemiş PET ile üretilmiş iplikler ile arasındaki etkiyi araştırmaktır. Bu kapsamda Ne 10/1 iplik numarasında 6 adet iplik farklı karışım oranlarında üretilmiştir. Proje kapsamında üretilen karışım melanaj iplikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 2’de iplik özelliklerinin açıklamaları verilmiştir.

Çizelge 2. İplik Özelliklerinin Açıklamaları

Kısaltma	Açıklama
RKM (kgf*Nm)	İpliğin kendi ağırlığıyla koptuğu uzunluk
Uzama (%)	İpliğin gerilim altındaki uzama derecesinin ölçüsüdür.
Düzensüzlük (CVm %)	Yüzde kütle varyasyon katsayısı
Tüylülük (Uster H)	İpliğin yapısından dışarı çıkan liflerin toplam uzunluğunun (cm) ipliğin 1 cm’ sine oranıdır.
sh	İplik tüylülüğü standart sapması



Şekil 1. Uster Tester



Şekil 2. Uster Tensojet

Tüm numuneler standart atmosferik koşullarda 24 s 65±5 % Rh ve 20±2°C sıcaklıkta performans ortaya koyduğunu söylemek mümkündür. Elde edilen ipliklerin kalitesi Uster Tester 4 cihazı ile ASTM D 1425 standartlarında ölçülmüştür.

Şekil 1’de verilen Uster Tester 4 test cihazı iplik düzensüzlüğünü ve tüylülüğünü ölçmek için kullanılmıştır. Şekil 2’de verilen Uster Tensorapid cihazında ASTM D 2256 test standartına göre ipliklerin çekme özellikleri, yani iplik kopma mukavemeti (CN/tex, RKM) ölçülmüştür.

3. SONUÇ

Çizelge 3’de yapılan Uster testinde polyester ve r-PET karışımı ipliklerin (1, 3, 4) düzensüzlük (ince yer, kalın yer ve neps) değerleri incelediğinde pamuk ve recycle pamuk

karışım (2, 5, 6) ipliğe göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerler incelendiğinde şu sonuca varılabilir: Polyester ve r-Pet karışım (2, 5, 6) iplik düzgünsüzlük değerlerinin, pamuk ve recycle pamuk olarak üretilen ipliklere göre daha olumlu olduğu ölçülmüş ve iplik üzerindeki düzgünsüzlük (ince ve kalın yerler ve neps) değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

Tüylülük (h) değerleri incelendiğinde, en yüksek tüylülük değeri 5 numaralı numunede olduğu görülmüştür. Bunun da sebebinin karışım içerisindeki recycle pamuk oranı arttıkça tüylülük (h) değerinin artmasıyla ilişkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Proje Kapsamında Üretilen İpliklerin Uster Test Sonuçları

Numune No	%Um	%CV	İnce Yer (%50)	Kalın Yer (%50)	Neps (+200)	Tüylülük (h)	sH
1	9.46	11.93	0	8	23	6.21	1.71
2	9.46	11.93	0	10	30	6.18	1.71
3	9.63	12.14	0	11	45	6.19	1.74
4	9.61	12.17	1	16	70	5.93	1.51
5	11.89	15.04	8	85	151	8.17	2.28
6	10.79	13.62	4	43	48	6.98	2.03

Çizelge 4 incelendiğinde, mukavemet testi sonuçlarına göre polyester ve r-PET karışımlardan (1, 3, 4) üretilen ipliklerin mukavemet değerlerinin pamuk ve recycle pamuk karışım (2, 5, 6) ipliklerin mukavemet değerlerinden daha iyi olduğu görülmüştür. Özellikle %50 Recycle Pamuk / %50 r-PET karışımından üretilen iplik için ipliğin mukavemet (Rkm) değeri 13.8, %80 Pamuk / %20 Recycle Pamuk yapılan ipliğin mukavemet değeri ise 9.94 olarak bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde şu sonuca varılabilir: Polyester/r-Pet oranı arttıkça ipliğin mukavemetinin arttığı, recycle pamuk oranı arttıkça ipliğin mukavemetinin azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlar, Telli ve Babaarslan'ın çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Telli ve Babaarslan r-PET/pamuk karışımında r-PET oranı arttıkça daha yüksek mukavemete ve kopma uzamasına sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır [11].

Çizelge 4. Proje Kapsamında Üretilen İpliklerin Uster Test Sonuçları

Numune No	Kopma Muk. (G.F)	Kopma Uzaması (%)	Rkm
1	1,638.88	8.28	11.58
2	1,602.68	8.27	11.36
3	1,459.91	8.18	10.12
4	2,406.23	10.66	13.8
5	853.01	6.08	7.98
6	1,127.63	6.78	9.94

Geri dönüştürülmüş elyaflardan ve ham elyaflardan üretilen ipliklerin karşılaştırılması üzerine

yapılan çalışmalar, geri dönüştürülmüş elyaflardan elde edilen ipliklerin mukavemet ve uzama değerlerinin farklılık gösterdiği literatürde yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Yer altı ve yer üstü kaynakların giderek azalması çevreye olan bilinci daha da ön plana çıkartmıştır. Bu bağlamda tekstil ürünlerinin geri dönüşüm ve geri kazanım çalışmaları da firmaların önem verdiği konuların başında gelmektedir. Bu tür çalışmaların uygulanmaya devam etmesi hem sürdürülebilirlik alanında fayda sağladığını hem de uzun vadede ekonomik olarak avantajlı olduğunu söylemek mümkündür.

4. KAYNAKÇA

- [1] Celep, G., Doğan, G., Yüksekaya, M. E. ve Tercan, M. (2016), Geri Dönüşüm Lifler İçeren Süprem Kumaşların Isıl Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (1), ss. 104-112.
- [2] Çelikkat Ş. S., (2000), Farklı Karışımlardaki Tek Kat Kesikli Lif İpliklerinin Kalite Özellikleri ile Kuvvet Uzama Davranışlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ.
- [3] Yayla, O., Kaya, G., & Kaynak, H. K. (2018), Farklı iplik eğirme sistemleri kullanılarak üretilen melanj iplik özelliklerinin karşılaştırılması, In 3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress, October pp. 24-26.
- [4] Çoban S., (1999) Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri, E.Ü Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi-İzmir
- [5] Regar, M. L., Amjad, A. I., & Aikat, N. (2017), Studies on the properties of ring and compact spun mélangé yarn, International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education, 3(2), pp. 476-483.
- [6] Pan, N., Chen, K., Monego, C. J., & Backer, S. (2000), Studying the mechanical properties of blended fibrous structures using a simple model, Textile Research Journal, 70 (6), pp. 502-507.
- [7] Vadicherla T, Sarvanan D., (2017), Effect of blend ratio on the quality characteristics of recycled polyester/cotton blended ring spun yarn, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 25, 2 (122), pp. 48-52. DOI:10.5604/12303666.1227875
- [8] Özdil, N. & Telli, A. (2013), Properties of The Yarns Produced From R-Pet Fibers And Their Blends, Textile and Apparel, 23 (1), pp. 3-10.
- [9] Kurtoğlu Necef, Ö, Seventekin, N. ve Pamuk, M., (2013), A study on recycling the fabric scraps in apparel manufacturing industry". Tekstil ve Konfeksiyon, 23(3), pp. 286-289.
- [10] Sarioğlu, E., (2017), Ecological approaches in textile sector: The effect of r-pet blend ratio on ring spun yarn tenacity, Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 5 (2).
- [11] Telli, A. ve Babaarslan, O., (2017), Sürdürülebilir Kısa Lif İplik Teknolojisi İçin Geri Dönüşüm Pamuk Ve Polyester Liflerinin Kullanımı, Tekstil ve Konfeksiyon, 27 (3), ss. 224-233.

GERİ DÖNÜŞÜMÜN TEKSTİLDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE KATKISI

Esen ÖZDOĞAN

Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir
esen.ozdogan@ege.edu.tr

ÖZET

Sanayileşmenin gelişmesi, nüfus artışı, tüketimin miktar ve hız olarak artması tekstil sektöründe de çevreye olan olumsuz etkilerin yanında var olan kaynakların da geleceğini tehlikeye atmaktadırlar. Döngüsel ekonominin ortaya çıkışı ile birlikte tekstilde geri dönüşüm ve yeniden kullanım ön plana çıkmıştır. Tekstil endüstrisinde kullanım ömrü bitmiş ürünlerin yanında, üretim sırasında çıkan atıklardan da geri dönüşümde faydalanmak mümkündür. Geri dönüşüm teknolojilerinin uygulanması ile atık olan ürün yeni ürünlere, bazı kimyasallara ya da yakıtlara dönüştürülebilmektedir.

Özellikle bazı global markaların geri dönüşüm standartlarını esas alarak ürünlerinde geri dönüştürülmüş malzeme kullanmaları umut vericidir. Geri dönüşüm tekstilin tüm süreçlerindeki paydaşların yarar sağlayacağı geleceği korumaya yönelik kazanımlar ve aynı zamanda önemli fırsatlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, tekstilde sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, ekoloji

CONTRIBUTION OF RECYCLING TO THE SUSTAINABILITY IN TEXTILES

ABSTRACT

The future of the resources is at risk because of the industrial development, growth of population, increase of consumption rates and amounts in textile sector as in the others. Besides this risk, there are negative impacts to the environment also. As the result of the beginning of circular economy, reuse and recycling in textiles gained importance. In recycling, it is possible to use the textile wastes during production besides the textile products that are discarded. By the application of recycling methods, wastes can be turned into new products, some chemicals or fuels.

Usage of recycled products by taking standards about recycling into account, especially in products of some global brands is promising. Recycling provides many achievements towards future protection to stakeholders in all processes of textiles and important chances at the same time.

Key Words: Sustainability, sustainability in textiles, recycling, ecology

1. TEKSTİL SEKTÖRÜNÜN ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ

Tekstil ve giyim sektörü dünya ekonomisinin önemli bir parçasıdır. Sektörün önemli bir kısmının üretimi gelişmekte olan ülkelerde yürütülmektedir. Sektöre hükmeden ülkeler genellikle Asya ülkeleri ve hepsinden öte Çin'dir. Ancak gelişmiş ve endüstrileşmiş ülkelerin de hala önemli tekstil ve konfeksiyon ihracatçısı oldukları görülmektedir. Almanya, tekstil ve konfeksiyon alanında, İtalya giyimde, ABD ise tekstilde hala önemli ihracatçı konumundadırlar [1].

Tekstil malzemesi ve konfeksiyon üretimi çok geniş bir skalada dünyada bir çok ülkeyi kapsarken, yeryüzünde yaşayan her bir birey bu sektörün tüketicisi konumundadır. Tekstil üretim miktarları gittikçe artmaktadır, tüketim hızının da artmasına bağlı olarak hızlı moda (fast fashion) ve Mcfashion kavramları toplumlara yerleşmiştir. Bu durum önemli çevresel etkilere neden olmaktadır Oysa ihtiyacımız olan sürdürülebilirlikte, tekstil üretiminde, moda akımlarında, tüketimde kısaca tekstil yaşamının her adımında çevreye olan etkilerle birlikte değerlendirme yapmak gerekmektedir. Örneğin sürdürülebilir giysi tüketimi sadece satın alma aşamasını içermemekte, aynı zamanda kullanım, bakım ve kullanım ömrü bitince atma gibi satın alma sonrasındaki davranışları da kapsamaktadır [2].

Modanın etkisiyle tüketim ve sürdürülebilirlik zıt kavramlardır. Modaya bağlı olarak tüketim, kaynakların aşırı tüketilip fazla miktarda atık oluşmasına neden olur, sürdürülebilirlik ise bu israf dolu tüketime karşıdır. Moda sektörü ile sürdürülebilirlik son zamanlarda bağdaştırılmakta ve bu konunun önemi üzerine farkındalık yeni yeni oluşturulmaktadır[3].

Yeni moda ürünlerin satın alınması yerine, kullanım ömrü tamamlanan moda ürünlerinin tekrar kullanım ya da geri dönüşümünde enerji tasarrufu üzerine yapılan bir çalışmada her kg pamuk için yaklaşık 65 kWh, her kg poliester için 90 kWh enerji tasarruf edildiği belirtilmiştir[4].

Geçmişte senede iki ya da dört kere koleksiyon oluşturma eğilimi artık hızlı moda akımı nedeniyle yerini mağazaların birkaç haftada bir farklı tasarımlara yer vermesine bırakmıştır. Pandemi öncesinde başlayan ve gittikçe artan on-line mağaza ziyareti ve on-line alışveriş trendi ise hızlı modayı desteklemiş ve sonucunda düşük maliyet, alışveriş kolaylığı gibi faktörlerin etkisiyle birlikte hızlı tekstil tüketimini artırmıştır.

Tekstil sektörünün çevreye olan önemli etkileri kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Özellikle yapay liflerde primer materyallerin üretiminde ve doğal liflerin iplik üretiminde enerji kullanımı çok fazladır. Tüketicilerin tekstil ürünlerinin bakımında yaptıkları yıkamalarda da enerji tüketimi dikkati çekmektedir.
- Toksik kimyasalların kullanımı insan ve çevreye zarar verebilir. Özellikle konvansiyonel pamuk üretiminde bu tip kimyasallar çokca kullanılmaktadır.
- Üretimde ön terbiye, boyama ve bitim işlemlerinde, tüketimde de çamaşır yıkama işlemlerinde, atık suya kimyasallar bırakılmaktadır. Bu durum özellikle suya dayalı yaşama zarar vermektedir.
- Doğal liflerin iplik yapımında, tüm tekstil ürünlerinin üretiminde ve kullanım ömrü tamamlandıktan sonra ürünlerin atılmasıyla çevrede katı atık miktarı artmaktadır [1].

Tüketim sonrası atık tüketicinin artık istemediği tekstil ve giyim ürünlerini herhangi bir atık toplama yerine bırakmasıyla ortaya çıkmaktadır. Eğer bu atıklar çöp sahalarına gönderilirse, çevreye önemli derecede zarar verirler. Sentetik lifler bu alanlarda dekompoze olmazlar, pamuk, yün ve deri ürünleri bu havasız ortamlarda dekompoze olarak metan gazı oluştururlar ve bu gaz karbondioksitten 21 kez daha kuvvetli sera gazı etkisi göstermektedir. Bu organik liflerin dekompoze olmasıyla ayrıca amonyak oluşmaktadır; amonyak hem karada hem de sulu ortamlarda son derece toksiktir ve gaz formunda da toksik olabilmektedir. Bunlara ek

olarak çöp sahalarında ayrıışan tekstil atıkları hem yüzey hem de yeraltı sularını kirleten atık sularını oluşturmaktadır [3].

2. KULLANIM ÖMRÜ BİTEN TEKSTİL ÜRÜNLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tekstil ürünleri üzerinde tüketici davranış bileşenlerinin etkileri, satın alma öncesi, satın alma ve satın alma sonrası olarak ele alınmaktadır. Ürünün kullanım ömrü tamamlandığında elden çıkarma bileşeni, daha çok son yıllarda incelenen bir konudur. Bu aşamada tüketicinin uzaklaştırdığı ürün hakkında tekrar kullanım, geri dönüşüm, sadece atık olması ya da imha edilmesi üzerine bir karar verilmektedir. Karar verilirken tüketicinin kişiliği, davranışları, sosyal bilinci gibi psikolojik özellikleri, ürünün durumu, yıpranması, değeri, ilk maliyeti, kalıcılığı gibi ürüne özgü özellikler ve finans durumu, depolama alanı, moda akımları gibi ürünün dışında kalan ortam faktörleri etkili olmaktadır [5].

Çevre koruma ve sürdürülebilirlik adına ideal bir tüketiciden beklenen davranışların önemli hususları mümkün derece ikinci el giysi ve tekstil malzemesi kullanmak, daha az sayıda fakat daha uzun süre dayanabilen ürünler almak, yeni bir ürün alırken ekolojik olmasına dikkat etmek, giysileri daha az daha düşük sıcaklıkta ve ekolojik deterjanlar kullanarak yıkamak, asarak kurutmak ve mümkünse ütülenmemek, tamiratlarla giysilerin ve tekstil malzemelerinin ömrünü uzatmak, kullanım ömrü tamamlandığında bu materyalleri geri dönüşüm sistemine yollamaktır. Bu geri dönüşüm sisteminde ise yapılacak ayrımla ikinci ek satışa gönderilenler dışındakilere geri dönüşüm işlemleri yapmak en ideali olarak görülmektedir.

Ancak tüketici davranışlarının dışında bazı faktörler de bulunmaktadır. Zengin toplumlarda moda akımlarının etkisi çok fazladır, giysi ve tekstil malzemeleri genellikle moda olduğu için satın alınır. Çevreci ve uzun ömürlü ürünlerin maliyeti yüksektir. Tüketiciler çoğunlukla satın aldıkları ürünlerin çevresel ve sosyal boyutlarının farkında olmamaktadır. Ekonomik olarak ülke yönetimi açısından da bazı faktörler etkili olmaktadır. Giysi satın almanın azaltılmasıyla tedarik zincirindeki firmaların karı azalmakta dolayısıyla çalışanların azalması ve ülke ekonomisinde olumsuz etkiler görülmektedir. Teknoloji ve altyapı açısından eksikliklere göz atıldığında; bazı ülkelerde tamiratın pahalı bir işlem olduğu, hatta hızlı modanın etkisiyle giysilerin çoğu zaman tamirat ihtiyacı olmadan atıldığı, giysilerin genellikle kir temizlemeden çok kokusunun giderilmesi için yıkandığı ve bu tazeleme fonksiyonunun çoğu makinede bulunmadığı, geri dönüşüm için bir sistem kurulmadığı, ikinci el satışın yeterli organizasyonlar olmadığı için yaygınlaşmadığı, geri dönüşüm ile lif eldesi için gerekli altapının bulunmadığı gibi eksiklikler görülmektedir[1].

3. TEKSTİLDE GERİ DÖNÜŞÜM

Tekstilde geri dönüşüm genel anlamda, tüketim öncesi ya da sonrası tekstil atıklarının, tekstilde ya da başka bir alanda yeni bir ürün olarak değerlendirilmesi için tekrardan işleme alınmasıdır[6].

Tüketim öncesi atıklar, hazır giyim, ev tekstili ve teknik tekstil üretiminde her bir işlemde oluşan atıklardır. Tüketim sonrası atıklar ise, tüketiciler tarafından kullanılmış ancak ömrünün tamamlandığına ve elden çıkarılmasına karar verilen hazır giyim veya tekstil ürünleri olarak ifade edilmektedir[7]. Atıkların hammadde olarak değerlendirildiği geri dönüşüm

işlemlerinde hedef çöp olabilecek malzeme miktarını mümkün derece en aza indirmek, hatta mümkünse sıfırlamaktır.

Atık hiyerarşisi olarak adlandırılan sistemde en iyi sonuçlar en başından az materyal kullanıp uzun süre bu ürünleri elden çıkarmayarak atık oluşumunu önlemek, tekrar kullanım için temizleme, ayırma, tamir etme gibi işlemleri yapmak, tekrar kullanılamayacaksa geri dönüşüm işlemine almak, bu işlemler yapılamıyorsa enerji kazanımı gibi uygulamalar yapmak ve son çare çöp sahalarına atık olarak göndermektir. Çoğu durumlarda bu hiyerarşiye uyulmaktadır ve tüm çözümlerin çöpe atma aşamasından daha iyi olduğu kabul edilen bir gerçektir. Çevreye katkıları yanında yeni iş alanları açıldığı için ekonomik ve sosyal katkıları da bulunmaktadır [8].

Geri dönüşüm işleminde ilk önce ayırma işlemi yapılması gerekmektedir. Bu işlemde ürünlerin ikinci el olarak kullanılıp kullanılmayacağı değerlendirilmelidir. Tekrar kullanıma ayrılanlar dışındaki ürünlere geri dönüşüm için çeşitli yöntemler kullanılarak işlem yapılmaktadır. Bu işlemler sonucu elde edilecek hammadde/hammadeler yeni üretim olanaklarının kaynağını oluşturmaktadırlar. Kullanılan yöntemler mekanik, termomekanik, kimyasal ve enerji dönüşümü yöntemleri olmak üzere temelde çok farklı metodlardır [9].


Pek çok durumda yöntemler kombine edilerek uygulanmaktadır. Örneğin eğer bir tekstil ürünün kumaşı kurtarılıp yeni bir üründe kullanılırsa, buna ‘kumaş geri dönüşümü’ denir ki bazen materyalin tekrar kullanımı olarak da ifade edilebilir. Eğer kumaş parçalanıp sökülüp orijinal lifleri elde ediliyorsa buna ‘lif geri dönüşümü’ denir. Eğer lifler parçalanıp polimer veya oligomerler elde ediliyorsa buna polimer/oligomer geri dönüşümü denir. Eğer polimer/oligomerler parçalanıp monomerler elde ediliyorsa, monomer geri dönüşümü olarak adlandırılmaktadır. Bu tip geri dönüşüm rotalarında sık sık kimyasal, mekanik ve termal işlemler kombine edilmektedir [6].

Mekaniksel yöntemde, toplanan atıkların kesme, şifonöz vb. makinalarla parçalama, taraklama ve diğer mekanik işlemler ile tekrar liflere dönüştürülmesi sağlanabilmektedir. Termo-mekaniksel yöntemde, poliamid, poliester gibi termoplastik lifler tekrar granül haline getirilerek plastik ve lif üretiminde kullanılmaktadır. Kimyasal yöntemlerde, atıklar depolimerizasyon ile hammadde veya ara ürüne dönüştürülmekte ve bu ürünler farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Derişik asit ile selüloz esaslı liflerin hayvansal esaslı olanlardan ayrılması veya elektrostatik yöntemle poliester liflerinin ayrılması şeklinde uygulanan kimyasal yöntemler de bulunmaktadır. Bazı geri kazanılan liflerden istenilen katma değer elde edilememesi ya da ikinci el ürünlerin istenilen ihtiyaca cevap verebilecek nitelikte olmaması gibi durumlarda yüksek kalori değerleri nedeniyle yakılarak enerji elde edilmektedir. Alternatif bir yakıt kaynağı olarak kullanılan tekstil ürünlerinin yakılması Avrupa’da, Amerika’dan daha yaygın olarak yapılmaktadır. Polimerlerden elde edilen ısı değerlerinin çok yüksek olması nedeniyle yakılarak ısı elde edilmesi işlemi de önem kazanmaktadır. Diğer yöntemler ise; kullanım ömrü bitmiş veya kullanılmayacak ürünlerin yeniden kazanımının mümkün olmadığı atık depolama alanlarına gönderilmesi, temizlik bezi olarak kullanıma devam edilmesi veya gerekli olacağı düşüncesiyle saklanması işlemlerini kapsamaktadır. Her yeni üretimde su, enerji, kimyasal madde tüketilmekte ve bu süreç her yeni ürün için tekrarlanmaktadır. Diğer yandan, geri kazanılan tekstil atıklarından yola çıkılarak elde edilen

ürünler daha az enerji ile üretilmektedir. Bu nedenle, geri kazanım sayesinde su, kimyasal ve enerjiden de tasarruf edilebilmektedir [7].

Tekstil malzemelerinin geri kazanımına özel olarak, yaygın işlemler mekanik ve kimyasal yöntemleri içermektedir. Çizelge 1, geri dönüşüm türlerinin tipik süreç girdilerini ve çıktılarını özetlemektedir.

Çizelge 1: Tekstillerin Mekanik ve Kimyasal Geri Dönüşümü [10].

	Mekanik 	Kimyasal 
İşlem	Aşağı Geri Dönüşüm Yüksek Katma Değerli Geri Dönüşüm	Yüksek Katma Değerli Geri Dönüşüm
Girdi Lifler	Bitkisel Esaslı Hayvansal esaslı Petrol Esaslı	Bitkisel Esaslı Petrol Esaslı
Çıktılar	Dokusuz Yüzey Yeni İplik	Yeni İplik

Mekaniksel geri dönüşüm işlemi sonucunda, uzun lifli ve fazla rengi olmayan yüksek kalitede ürünler halı, kilim, mobilya kılıfı gibi ev tekstillerinde ve giysilerde kullanılabilir. Gerektiğinde yeni liflerle karıştırılabilir. Düşük kalitedeki ürünler endüstriyel temizlik ve cilalama materyali olarak, döşemeliklerde dolgu malzemesi halinde kullanılabilir. Paspaslarda, izolasyon malzemelerinde mekaniksel geri dönüşüm ürünlerinin kullanıldığı görülmektedir. Kimyasal geri dönüşüm işlemi sentetik ve doğal/sentetik lif karışımlarında kullanılmaktadır. Elde edilen ürünler taşıt döşemeliklerinde, ev tekstillerinde değerlendirilmektedir. Termal kazanım tekstil atıkları enerjiye dönüştürüldüğünde gerçekleşmektedir. En basit haliyle atıkların yakılıp enerji elde edilmesi şeklinde uygulanır. Pamuklu tekstil malzemelerini parçalayıp, presleyip topak haline getirerek kazanlarda kullanılabilir. Pamuk esaslı tekstil malzemelerinden biyogaz ya da etanol elde eden teknolojiler de mevcuttur [11].

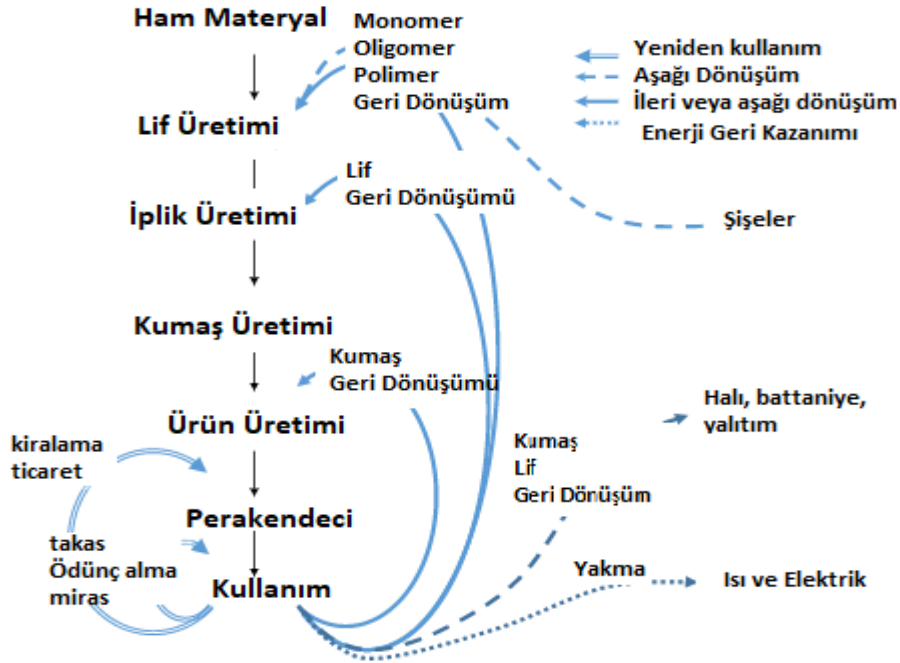
Geri dönüşümün farklı bir değerlendirmesinde, elde edilen ürünün geri dönüştürülen materyalden daha yüksek bir değer ya da kalitede olmasına ileri dönüşüm (upcycling), daha düşük bir değer ya da kalitede olmasına aşağı dönüşüm (downcycling) denmektedir. Tekstil ürünlerinin kullanım ve bakımı sırasında lifler ve lifleri oluşturan polimer zincirleri zarar gördüğünden bu dönüşüm genellikle downcycling şeklinde olmaktadır. Giyim ve ev tekstilleri genellikle endüstriyel halılar, düşük kaliteli battaniyeler ve izolasyon materyalleri gibi ürünlere dönüştürülmektedir[11, 6].

Günümüzde çoğu geri dönüşüm işlemleri mekaniksel olarak ve daha düşük kalitede bir ürün elde edilerek aşağı dönüşüm şeklinde yapılmaktadır. Bazı liften-life kimyasal geri dönüşüm işlemlerinin geliştiği görülmektedir ve kimyasal geri dönüşüm işleminde daha iyi kalitede ürün elde edilmesine yönelik potansiyel bulunmaktadır. Lif bazında incelenecek olursa, yünün tekrar kullanım ve geri dönüşümde ton başına en büyük karı getirecek lif olduğu ve gelecekte bu bakımdan değerlendirilmeyi hak ettiği görülmektedir. Pamuk günümüzde ton

başına yüksek çevresel kazanımlar sağlamakta, ancak mekaniksel olarak liften-life pamuk geri dönüşümü ancak ürünler % 100 pamukluysa efektif olmaktadır. Pamuğun diğer liflerle karışımının önemli bir pazar payı olması göz önüne alınırsa bu konuya ağırlık verilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Poliester liflerinin fosil yakıtlardan elde edilmesi nedeniyle, tekrar kullanım ve geri dönüşümünde büyük faydalar sağlanacağı öngörülmektedir. Ancak etki faktörleri pamuk ve yün ile kıyaslandığında orta seviyedir. Yine de günümüzde polister liflerinin kullanım oranı düşünüldüğünde, hem bugün hem gelecekteki faydaların boyutu azımsanamaz. Enerji sağlamak amacıyla atık tekstil ürünlerinin yakılması gittikçe azalan bir eğilim göstermektedir, çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmektedir[11].

Tüm bu geri dönüşüm sistemlerinden kimyasal geri dönüşüm işlemlerindeki potansiyel biraz açılacak olursa, özellikle polimer, oligomer ve monomer geri dönüşümünde gelecekte beklentilerin fazla olduğu görülmektedir. Bu tarz geri dönüşümün artmasıyla çöpe atılacak ya da yakılacak tekstil atıklarının miktarı azacaktır. Polimer, oligomer ve monomer geri dönüşümü günümüzde yeterli saf fraksiyonlara ayırımları yapacak teknolojilerdeki eksikliklerden gelişmemektedir. Ancak özellikle pamuk/poliester karışımlarının ayrılmasında önemli ilerlemelerin olması umut vericidir[6].

Başka bir sınıflandırmada geri dönüşüm kapalı ya da açık döngü şeklinde ele alınmaktadır. Kapalı döngü geri dönüşümü, bir üründen geri dönüştürülmüş materyalin benzer bir üründe kullanılması olarak ifade edilirken, açık döngü geri dönüşümünde geri dönüştürülmüş materyal başka bir üründe kullanılmaktadır[12]. Bir giyim ürününün başka bir giyim ürüne dönüştürülmesiyle, bir PET şişenin life dönüştürülmesi farklı konseptlerdir. Şekil 1'de yukarıda belirtilen çeşitli geri dönüşüm formları gösterilmiştir.



Şekil 1. Çeşitli geri dönüşüm formları

Kapalı döngü geri dönüşümü, çoğunlukla yetersiz bir şekilde tasarlanmış açık sisteme karşı bir tepkidir. Kapalı döngü geri dönüşümüne ait örneklerin çoğu bir ya da birkaç üreticinin mevcut pazarlarda bir yer bulmak için ya da gelecekte geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı için kendi pazarını yaratma çabasından gelmektedir. Kararlı geri dönüşüm piyasalarını oluşturma, mevcut materyal girdi ve çıktılarının kalitesi ve miktarına bağlıdır. Materyal girdilerinin kalitesi hammadde materyallerinin fiziksel özelliklerine bağlıdır ve ayrıca maliyetini de belirlemektedir. Geri dönüşüm çıktılarının kalitesi de bunları kullanacak son ürünün performans şartlarını karşılayıp karşılamadığına göre değerlendirilmektedir. Girdilerin verimliliği ve karlılığı da çıktıları doğrudan etkilemektedir[13].

4. İLGİLİ STANDARTLAR

Her üründe olduğu gibi geri dönüştürülmüş ürünlerde de bazı standartların oluşturulması ve uygulanması kalite güvence açısından önemlidir. Tekstilde sürdürülebilirlik ile ilgili pek çok standart bulunmaktadır. Bu standartlar arasından geri dönüşüm ile ilgili olanların bazıları aşağıda verilmiştir.

Global Recycle Standard

‘Global Recycled Standard’ geri dönüştürülmüş ürün üreten ve/veya satan firmalar için geliştirilmiş bir standarttır. Standart tüm tedarik zincirine uygulanır, izlenebilirlik, çevresel prensipler, sosyal sorumluluklar ve etiketlemeyi ele almaktadır. Tekstil endüstrisini hedef olarak geliştirilmiştir, ancak herhangi bir endüstrinin ürünlerine de uygulanabilmektedir[14].

Green Shape

‘Green Shape’sürdürülebilir outdoor giysileri üreten bir firma olan VAUDE’un ekolojik üretim özelliği olan ürünler için geliştirdiği bir etikettir. Green Shape kalite etiketinin alınması için kriterler ürünlerin en az % 90 organik pamuk ya da geri dönüştürülmüş materyallerden üretilmesi, VAUDE ecolour boyama prosesi ile boyanması veya Bluesign® Tekstil Standartına uyulması gerekmektedir[15].

NSF/ANSI 140 Sustainability Assessment for Carpet

Halılar için olan bu standartta, tedarik zincirinde ölçülebilir kriterler üzerinden istenen performans şartlarına uyum notlandırılmaktadır. Bu kriterler toplum sağlığı ve çevre, enerji ve enerji verimliliği, biyobazlı materyaller, geri dönüşümlü içeriği olan materyaller, çevre açısından daha uygun olan materyaller, üretim, reklamasyon ve kullanım ömrü sonu yönetimi gibi kriterlerdir[16].

5. SONUÇ

Tekstil sektörü üretimde en uzun ve karmaşık endüstriyel zincirlerden biri olması yanında, petrol sektörünün ardından dünyada en fazla kirlilik oluşturan 2. endüstri dalı olarak ifade edilmektedir [17].

Tüm dünyada güncel olan kaynakların tükenmesi ve çevre kirliliğinin artması sorunları, çeşitli sektörlerde olduğu gibi tekstil sektörünü de zorlamaktadır. Hammadde, enerji, su, kimyasal tüketimi yanında katı atıkları ve atık su yükü sorunlarıyla neredeyse her aşamada

karşılaşılmaktadır. Bu sorunların ortaya çıkardığı çeşitli ekonomik ve sosyal sorunlarla da baş etmek durumunda kalınması, sürdürülebilirliğin önemi üzerine farkındalık yaratmış ve çözümleri de birlikte getirme çalışmaları hızlanmıştır.

Ürün ve hizmetlerin tüm yaşam döngülerinde, atıkların öncelikli olarak kaynağında önlenmesi ve en aza indirilmesi, çıkan atıkların sürdürülebilirlik kriterlerine uygun yöntemlerle toplanarak, ayrıştırılarak ve işlenerek geri kazanılması, mümkün değilse son çare olarak bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Ancak, atık yönetimi sadece atık çıktıktan sonraki süreçlerle ilgili değildir. Atık yönetimi, şirketlerin ürün ve hizmetleri ile ilgili olarak tasarım, hammadde seçim ve temini, üretim proses ve teknolojileri, ürün/hizmet kullanım ve sonraki süreçler, verimlilik gibi pek çok strateji ve süreçle bağlantılıdır.

Artık üretim sırasında açığa çıkan atıklar ve kullanım ömrü dolan tekstil ve konfeksiyon ürünlerinin tekrar değerlendirilmesi ülkeler, firmalar ve araştırmacılar için güncel bir hedeftir. Türk tekstil ve konfeksiyon sanayi bütün dünyada olduğu gibi hergün bu sorunlarla iç içe yaşamaktadır. Türkiye dünyanın 4. denim konfeksiyon ihracatçısı, dünyanın 2. çorap ihracatçısı, Avrupa'nın 3. hazır giyim ihracatçısı, dünyanın 6. hazır giyim ihracatçısı ülke konumundadır[18].

Türkiye'nin iç piyasa tekstil üretiminin de bulunduğu ve Türkiye İstatistik Kurumunun 2022 yılında açıkladığına göre 84 milyon nüfusunun olduğu da göz önüne alınırsa, tekstilde sürdürülebilirlik adına yaptığı ve yapacağı çalışmaların hem dünyada hem de ülkemizde büyük etki sağlayacağı açıktır. Bu aşamada önemli bir husus gelecekte yasal olarak bazı değişimlerin gerekeceği ve geri dönüşümün de tekstilde hem ekonomik hem de ekolojik boyutta bu değişimlerin içinde yer alacağıdır [19].

Dünyada her yıl yaklaşık 150 milyon ton yeni giysinin tüketime sunulması gerçeği karşısında, bir kenara atılan giysilerin % 95'inin değerlendirilebileceği göz önüne alınıp, hem ulusal hem de uluslararası boyutlarda her kesimin üzerine düşeni yapması gerekmektedir.

Atık oluşumu en aza indirilirken, malzemelerin ve kaynakların kullanım sonrasında tekrar ürün döngüsüne döndürülmesi ve değerlerin mümkün olduğunca uzun süre korunması hedeflenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Laursen S. E., Bocken N., 2006, Well Dressed? The Present and Future Sustainability of Clothing and Textiles in the United Kingdom, Book.
2. Laitala K., 2014, Consumers' clothing disposal behaviour – a synthesis of research results, International Journal of Consumer Studies, 38, 444–457.
3. Kanchana Dissanayake, Pammi Sinha, Sustainable Waste Management Strategies in the Fashion Industry Sector, The International Journal of Environmental Sustainability, January 2013, 8(1):77-90
4. Woolridge A. C., Ward G. D., Phillips P. S., Collins M., Gandy S., 2006, Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective, Resources, Conservation and Recycling, Volume 46, Issue 1, January 2006, Pages 94-103

5. Birtwistle G., Moore C.M., Fashion clothing – where does it all end up?, International Journal of Retail & Distribution Management Vol. 35 No. 3, 2007 pp. 210-216
6. Sandin G., Peters G. M., 2018, Environmental impact of textile reuse and recycling - A review Environmental impact of textile reuse and recycling e A review, Journal of Cleaner Production 184, 353-365
7. Türemen, M., Demir A., Özdoğan, E., 2018, Tekstil endüstrisi için geri dönüşüm ve önemi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25.7: 805-809
8. Laitala K., 2014, “Consumers’ clothing disposal behaviour – a synthesis of research results”, International Journal of Consumer Studies, 38, 444–457.
9. Macit H., Tayyar A. E., Şevkan Macit A., Alan G., 2019, “Tekstil Sektöründe Geri Dönüşüm Olanakları ve Uşak İli’nde Güncel Durum”, Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi 91-102 (2)
10. Le K., 2018, Textile Recycling Technologies, Colouring and Finishing Methods, UBC Sustainability Scholar, https://sustain.ubc.ca/sites/default/files/2018-25%20Textile%20Recycling%20Technologies%2C%20Colouring%20and%20Finishing%20Methods_Le.pdf
11. Schmidt, A., Watson, D., Roos, S., Askham, C., Poulsen, P.B., 2016. Gaining benefits from discarded textiles e LCA of different treatment pathways. TemaNord 2016, 537. Nordic Council of Ministers.
12. Ekvall, T., Finnveden, G., 2001. Allocation in ISO 14041 - A critical review. J. Clean. Prod. 9(3), 197-208.
13. Chemical Recycling, Making Fiber-to-Fiber Recycling a Reality for Polyester Textiles, GreenBlue, <https://cupdf.com/document/making-fiber-to-fiber-recycling-a-reality-for-greenblueorgs3-fiber-to-fiber.html?page=1>
14. <https://textileexchange.org/standards/recycled-claim-standard-global-recycled-standard/>
15. <https://csr-report.vaude.com/gri-en/product/greenshape-concept.php>
16. <https://www.nsf.org/knowledge-library/nsf-ansi-140-sustainability-assessment-for-carpet-brochure>
17. <https://www.konfeksiyonteknik.com.tr/tekstil-atiklarinin-geri-donusumu>
18. Türk Tekstil ve Hazır Giyim Sektörü 2021 Nisan Ayı İhracat Performansı <https://tgsd.org.tr/wp-content/uploads/2021/05/HG-Sekt%C3%B6r%C3%BC-K%C4%B1sa-Sunu%C5%9F-Nisan-2021.pdf>
19. Becker A., Thiel J., Schöpe C., Gries T., 2022, “Current challenges and solutions for the recycling of (mixed) synthetic textiles, <https://www.textiletechnology.net/fibers/trendreports/ita-current-challenges-and-solutions-for-the-recycling-of-mixed-synthetic-textiles-31929> Monday, April 04, 2022

TEKSTİLDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN İKİNCİ EL GİYSİ KULLANIMI

Tülay GÜLÜMSER

Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir
tulay.gulumser@ege.edu.tr

ÖZET

Günümüz tüketim alışkanlıkları, hızla var olan kaynakları azaltmakta ve çevreye azımsanamayacak miktarda atık bırakmaktadır. Bu yaşam tarzıyla dünya ve insanlığın geleceği tehdit altındadır. Sürdürülebilirlik açısından durum değerlendirilmesi yapıldığında kaynakların verimli kullanılması ve atıkların değerlendirilmesi gerektiği net bir şekilde görülmektedir. Sürdürülebilirliğin üç boyutu olan ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları, yeni yaşam tarzlarını özümsemek adına tekstil sektöründe de irdelenmelidir.

Tekstilde sürdürülebilirlik sağlanabilmesi için önerilen başlıca çözümler, üretim aşamalarında çevresel zararı en aza indirme, kullanım ömrü uzun olan ürünler üretme ve ömrü biten ürünleri çöpe atmak yerine ikinci el kullanım olanakları ya da geri dönüşümden faydalanarak tekrar değerlendirme üzerine odaklanmaktadır. Tüketici tarafından da yavaş modayı benimsemenin yanında, çevreci ürünleri seçme, ürünleri takas etme ve ikinci el giysi kullanımını sürdürülebilirliğe yapılacak katkılar arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, tekstilde sürdürülebilirlik, ikinci el giysi, ekoloji

USAGE OF SECOND HAND CLOTHES IN TERMS OF SUSTAINABILITY IN TEXTILES

ABSTRACT

Today's consumer habits decrease present sources rapidly and leave underestimated amounts of waste to the environment. This kind of lifestyle threatens the world's and humanity's futures. When the situation is assessed in manner of sustainability, it is obvious that the sources should be used efficiently and the wastes should be utilized. Economical, ecological and social dimensions of sustainability should be discussed in textile sector, too, in order to adopt new lifestyles.

Major solutions to provide sustainability in textiles are to minimize environmental damage during production stages, produce products of long lifetime, not to dispose the expired products, instead putting them into use by reuse or recycling. Some contributions to the sustainability from the consumer side are to adopt slow fashion, choosing ecological products, exchanging products and using second hand clothes.

Key Words: Sustainability, sustainability in textiles, second hand clothes, ecology

1. TEKSTİLDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Tekstil ve konfeksiyon sektörü, çevre üzerinde en fazla kirlilik yaratan ve sürdürülemez sektörlerden birisi olarak değerlendirilmektedir. Tekstil endüstrisinin enerji tüketimi, toprak, su ve atmosferik sistemlere yaşam döngüsünün tüm adımlarında olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler üretim, satış ve tüketimin her aşamasında sürmektedir. Global karbon emisyonunun % 8-10 kadarından (yıllık 4-5 milyar ton), endüstriyel atık suyun % 20 kadarından (yıllık yaklaşık 80 trilyon litre) ve denizlerdeki mikroplastik kirliliğinin % 35 kadarından (yıllık 190 00 ton) sorumlu olan tekstil endüstrisinde yılda yaklaşık 92 milyon ton atık çıkmaktadır [1].

Global olarak atık miktarı hızla artmaktadır. Atık, bir malzeme veya objeye sahip olan kişinin attığı, atmaya niyetlendiği ya da atması gerektiği şeydir. Dünya Bankası artan şehirleşme, ekonomik büyüme ve nüfus artışıyla 2050’te yıllık atık miktarının 3,4 milyar ton olacağını belirtmektedir. Bir birey ömrü boyunca ortalama olarak kendi ağırlığının yaklaşık 600 misli atık üretmektedir. Ancak dünya üzerinde bulunma yerine göre üretilen atık miktarları değişmektedir. Dünya nüfusunun % 16’sı en çok gelişmiş ülkelerde bulunmakta ve dünyanın atığının % 34’ünden sorumlu olmaktadır. Üretilen atık doğrudan zenginlik, üretim ve tüketim ile ilgilidir. İnsanlar gittikçe tüketimde daha fazla seçenek bulmakta ve ürünlerin kullanım ömürleri kısalmaktadır. Reklamcılığın gelişmesi, hızla değişen trendler ve giderek düşen ürün fiyatlarıyla tedarikçiler tüketicileri daha fazla alışveriş yapmaya ve tüketmeye yöneltmektedirler. Alışveriş alışkanlıkları ve yaşam tarzındaki değişiklikler ilk bakışta yaşam kalitelerini artırmış gibi görünse de, aynı zamanda daha önce olmadığı kadar fazla atık ürettiğimiz anlamına gelmektedir. Tekstil atıkları,-tekstil üretiminin liften konfeksiyona kadar her aşamasında olan atıklar ve tüketicinin kullanımdan sonraki atıkları moda ve tekstil endüstrisi atıkları olarak ifade edilmektedir. Bu kapsamda Avrupa Çevre Ajansı, Avrupa’da kişisel tüketim için üretilen giyim, ayakkabı ve ev tekstili üretiminin CO₂ emisyonu açısından beşinci büyük üretim olduğu belirtilmiştir. Giysi üretimi ve kullanımı, düşen maliyetler, uygun operasyonlar ve hızlı modanın etkisi altında artan tüketim nedeniyle son onbeş yılda ikiye katlanmıştır. Avrupa Birliği’nde her yıl 9,35 milyon ton tekstil atığının çöp olarak atıldığı ya da yakıldığı ifade edilmektedir. Ayrıca bir Avrupalının her yıl ortalama olarak 26 kg tekstil ürünü satın aldığı ve 11 kilogramını attığı belirtilmektedir [2].

Tekstil ve konfeksiyon sektöründe son yıllarda ortaya çıkan hızlı moda akımının etkisi ile tüketicinin beğenileri de bu yönde evrilmiş, tekstil ürünlerinin ömrü kısalmıştır. Buna bağlı olarak moda temelde sürekli olarak ve hızlı değişen trendlerle ilgiliyken, “uzun süren” anlamına gelen sürdürülebilirlik kavramı ile çelişmektedir. Hızlı ve sürekli olarak tüketimi kamçılayan moda karşı, sürdürülebilirlik, ürün ömrünün uzun olabilmesi için daha yavaş bir döngüyü savunmaktadır. Kısaca “sürdürülebilir moda” tüketim çılgınlığını reddetmektedir. 1980’lerin sonları ile 1990’ların başlarında ortaya çıkan bu tarz moda karşı bazı çevreye duyarlı markalar faaliyetlerine başlayarak kamuoyunun dikkatini çekmiş ve farkındalık oluşturmaya başlamışlardır [3].

Hızlı modanın gerektirdiği mevcut iş modeli, pek çok uluslararası moda perakendecileri tarafından benimsenen seri üretim, çeşitlilik, çeviklik ve düşük maliyet gibi özelliklere sahiptir. Hızlı modanın yıllık 80 milyar yeni giysiye talep yarattığı belirtilmektedir. Moda ürün satıcıları, tüketicileri çok çeşitli stil, renk ve hesaplı fiyatlarla cezbetmektedirler. Sadece Amerikalılar her yıl yaklaşık 20 milyar yeni giysi tüketmektedirler. Amerikan Giysi ve

Ayakkabı Birliği verilerine göre 2016 yılında ortalama bir Amerikalı yaklaşık 68 giysi ve 8 çift ayakkabı almıştır. Aynı yıl Amerika’da kişi başı yıllık giysi harcaması Amerika’da yaklaşık 1786 \$, Avrupa’da ise 621 €’dur [4].

Tekstil atık miktarının gittikçe artarak çoğalması, araştırmacıların, üreticilerin ve tüketicilerin tekstil atık yönetimine ve atma uygulamalarına daha fazla önem vermelerine neden olmuştur. İlk olarak en sürdürülebilir seçenek ‘kaynak azaltılması’dır, burada giysi ve diğer tekstil ürünlerinin birikmesini azaltmak amaçlanmaktadır. Herkesin kendi giysi dolabını gözden geçirip ona göre alışveriş yapması ve başkaları ile istemediği giysileri takas etmesi genellikle ilk önerilen husustur. İkinci olarak ‘tekrar kullanım (ikinci el)’ tavsiye edilmektedir. Burada orijinal formuna zarar vermeden istenmeyen giysi ya da tekstil ürünleri tekrar satılmaktadır. Satışlar ikinci el giysi satan mağazalardan yapılır. Üçüncü olarak düzeltme işlemleri gelmektedir. Burada tamirat yoluyla ürünlerin kullanım ömürleri uzatılmaktadır. Örneğin pantolonlardaki küçük deliklerin tamir edilmesi, kopan düğmelerin dikilmesi gibi işlemler yapılabilir. Dördüncü olarak ‘geri dönüşüm’ işlemi, istenmeyen tekstil ürünleri ya da giysilerin çöpe atılmadan faydalanılması için önerilmektedir. Eğer ürünler kuru ve temizse, ne durumda olduklarına bakılmaksızın bağışlanabilir. Bazı ikinci el pazarları satılamayacak durumda olan giysileri alıp halılarda kullanır ya da endüstriyel dolgu malzemesi olarak değerlendirebilirler. Çeşitli değerlendirme metodlarına uygunluk gözden geçirildikten ve yakma ile enerji elde edilebilecek seçenekten sonra en son olarak katı atık sahalarına çöp olarak atılma düşünülebilir. Bu durumda iklim değişikliğine neden olacak zararlı gazlar açığa çıkar [1].

Son yıllarda doğal kaynakların verimliliği ve yönetimi araştırmacıların, strateji oluşturucularının ve uygulayıcıların en önemli ilgi alanların biri olmuştur. Hedef materyal döngüsünü tamamlamak ve döngüsel ekonomiye geçişe katkıda bulunmaktır. Al – yap – at lineer modelinden farklı olarak döngüsel ekonominin, kaynakların maksimum ölçüde kullanılması ve atığın önlenmesi yönünde daha iyi ürün ve proses tasarımıyla onarıcı ve yenileyici olması amaçlanmaktadır [4].

2. KULLANIM ÖMRÜ BİTEN TEKSTİL ÜRÜNLERİ

Bir ürünün atılması (elden çıkarılması) genelde mutlak ve relatif eskimesi (tükenmesi) arasında farklılık göstermektedir. Mutlak eskime, ürünün tükendiğini ve daha fazla kullanılamayacağını ifade etmektedir. Relatif eskimede ise ürün hala fonksiyoneldir ve başka nedenlerden dolayı atılmaktadır. Bazı araştırmacılar atma nedenlerini araştırmış ve onları farklı yollarla sınıflandırmışlardır. Genelde bu nedenlerle ilgili temel gruplar aşağıdaki gibidir:

- 1- Fonksiyonellik: Daha kullanışlı ve anlamlı ürünlerin tercih edilmesi
- 2- Kalite: Ürünün bozulması ya da zamanla eskimesi (hem estetik hem de fiziksel olarak)
- 3- Psikolojik durum: Sembolik eskime olarak da ifade edilir. Moda, istenme, kişisel stil ve alışveriş zevki gibi hedonizm bu faktöre dahildir.
- 4- Müşterinin yeni ihtiyaç ve istekleri

Tüm bunlar, kullanılan ürünün herhangi bir şekilde eklden çıkarılacağını ifade etmektedir, ilk iki faktör ürünün fiziksel özellikleri ile ilgiliyken diğer ikisi toplum içinde yaşamaktan kaynaklanan durumlardır. Hangi faktörün giysinin atılmasına daha fazla etkilediği net olarak ortaya koyulamamıştır [5].

Sonuçta tüketiciler giysileri üstünde iyi durmama, modası geçme, sıkılma ve/veya eskime gibi herhangi bir nedenden dolayı atmaktadırlar. Artık daha fazla gerek duyulmayan tekstil

ürünlerinden kurtulmak için tüketicilerin bir kaç seçeneği vardır. Bunlar arasında atmak, bağışlamak, tekrar başka amaçla kullanmak, satmak gibi seçenekler bulunmaktadır. Üniversite öğrencisi gençler arasında yapılan bir ankette, birbirine bağlı olarak giysileri atma isteği uyandıran etkenler ve ortaya çıkardığı atma davranışları belirlendiği ifade edilmektedir. Bu etkenler:

- 1- Ekonomik olarak motive edilen giysinin tekrar satışı
- 2- Çevresel olarak motive edilen giysinin tekrar satışı
- 3- Hayır kurumlarınca motive edilen bağışlama
- 4- Çevresel olarak motive edilen bağışlama
- 5- Ekonomik nedenler odaklı tekrar kullanım
- 6- Çevresel olarak motive edilen tekrar kullanım
- 7- Kolaylık odaklı atma
- 8- Farkındalık olmadan atma.

Tüm bu davranışlar ayrı ayrı incelendiğinde, sadece bir tane değil birkaç tane motivasyonun bu davranışları belirlediği ifade edilmiştir. Örneğin ekonomik bir kazanç elde etmek için giysinin satılması aynı zamanda çevreyi koruma amacına da yöneliktir [6].

3. İKİNCİ EL GİYSİ KULLANIMI (TEKRAR KULLANIM-REUSE)

İdeal olarak geri dönüşüm ve bundan daha çok da tekstil ürünlerinin tekrar kullanımı, yeni bir tekstil ürününün hiç işlenmemiş bir malzemeden üretimini azaltmaktadır, böylece üretim zincirinde su, enerji ve kimyasal kullanımını azaltmaktadır. Ek olarak tekstil malzemelerindeki kimyasallardan kaynaklanan pek çok risk tekstil ürünlerinin aşırı tüketimini azaltmakla önlenebilir duruma gelmektedir [7].

Ondokuzuncu yüzyılın sonuna doğru ikinci el giysilerin ticareti sadece sömürge Afrika ülkelerine olmak üzere ihracatla sınırlı olduğu belirtilmektedir. Aynı yıllarda hayır kurumları kullanılmış giysileri fakir kişilere dağıtmak üzere toplamaya başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra hayır kurumlarına bağış artmıştır. Ancak A.B.D'de hayırsever gruplar, giysileri fakirlere vermek yerine bunlardan para kazanmak amacıyla onları mağazalarda satmaya başlamışlardır. 1980'lerde giysilerin fiyatlarının düşmesi, tedarikte büyüme Afrika piyasalarının serbestleşmesiyle aynı zamana denk gelmiştir ve eskiyen giysilerin satışında büyük bir artış olmuş, ikinci el piyasası büyümüştür. Aynı zamanda Afrika ülkelerine hem insani yardım hem de kullanılmış giysi ticaretinin trafiğinin arttığı ifade edilmektedir. Lojistik nedenler ve potansiyel alıcıların çoğunun deniz aşırı ülkelere olması nedeniyle, gelişmiş ülkelere yapılan giysi bağışlarının çoğu, gelişmekte olan ve genellikle güneyde olan ülkelerdeki alıcılara iklim ve kültürel gerekliliklerden dolayı uymamaktadır. Bu durumda, kriz yardımları için bağışlanan giysilerin sonunda yerel pazarlarda satıldığı ifade edilmektedir. Ancak sonuçta ikinci el giysi ekonomisi çağdaş kaygıları gidermenin yanında, tasarruf yapma, pazarlama ve ekonomik değeri kültürel değerler ile birleştirme adına pek çok olanak sunmaktadır [8].

Atık giysilerin bağışlanması için bazı ülkeler ve giysi markaları harekete geçmişlerdir. Örneğin pek çok Çin kentindeki topluluklar kişilerin artık kullanmadığı atık giysileri toplamak için kutular yerleştirmişler, toplanan giysileri yardım organizasyonlarına bağışlamaktadırlar. Amerikan vatandaşları atık giysileri hayır kuruluşlarına bağışlamakta, karşılığında devletten vergi indirimini almaktadırlar. Bu kuruluşlar temizlenen, dezenfekte edilen giysileri UNHCR (Birleşmiş Milletler Yüksek Komiserliği) aracılığıyla mültecilere ulaştırmaktadırlar. Bu tür

hayır işleri ile sadece giysilerin kullanım değeri artmakla kalmamakta, aynı zamanda tüketicilere de bu işlemlere entegrasyon için motivasyon sağlamaktadır [9].

Tekrar kullanım atık hiyerarşisinde ayırmadan sonraki ilk adımdır, döngüsel ekonomide kritik bir stratejidir. Bugün Avrupa Birliği'nde ana hedefin döngüsel ekonomi ile birlikte ürünlerin yaşam süresi boyunca 'kapalı döngü'de olması şeklinde ifade edilmektedir. Atıklar daha iyi bir şekilde toplanır ve yönetilirse, tüm ürünleri ve materyalleri ekonomiye geri kazandıracak tekrar kullanım ve geri dönüşümün oranları da yüksek olur [10].

Son yıllarda ikinci el materyallerin tedarik zinciri ve satın alması önemli derecede artmıştır. Endüstri raporlarında belirtildiği üzere, on yıl içinde tüketicilerin alternatif sahiplenme modelleri veya 'yeni' ürün satın almama durumu önemli derecede artacaktır. İkinci el giysiler önceki kullanımı, geçmişi ve değerine göre satın alınmaktadır. İlk kullanıcıların artık istemediği ancak kullanım ömrü tüketilmemiş bu ürünler çeşitli şekilde değerlendirilmek üzere piyada yer bulabilir. Değeri düşen tekstil ürünleri için 19. Yüzyılın sonunda, takas ticareti yapan ekonomilerde düşük değerli, hasarlı ve iyice eskimiş materyaller için 'paçavra' terimi ortaya çıkmıştır. Bu tip ürünlerin yaşam döngüsü analiz edildiğinde, atılma, tekrar kullanıma alma ve ileri dönüşüm (upcycling) olarak aşamaları olduğu ifade edilmiştir. Bir tekstil materyali artık kullanılmayacaksa, tamir edilemeyecekse, ya da başka satış alanlarında değer bulamayacaksa, en basitinden halı olarak değerlendirilecek şekilde parçalanabilir. Giyilebilirlik fonksiyonunun azalması ve paçavra haline getirilecek şekilde parçalanması aynı zamanda aşağı dönüşüm (downcycling) olarak da tanımlanmaktadır. Atık materyalleri piyasada aynı zamanda hem önemli bir pazar hem de modada tedarik zinciri elemanıdır. Tüketim sonrası atıklar kitlesel ölçekte değerlendirilir, ayrıştırılır ve sınıflandırılarak satışa çıkar. Satılanların genellikle Afrika'da Gana gibi ülkelere gönderildiği ifade edilmektedir. Atık giysiler, giysi tipi, cinsiyet, marka, materyal yapısı, lif bileşimi ya da renge göre sınıflandırılmaktadır. İkinci el giysi ticaretinde materyallerin değerleri ve yaşam aşamaları yön değiştirmektedir. Bu giysilerin çoğu çok fazla miktarlarda ve çok çeşitli yaşam sürelerinde dolaşmaktadır ya da giyilmektedir [11].

4. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE DURUM

Son yıllarda İskandinav ülkelerinde yapılan bir çalışmaya göre, bu ülkelerde tekstil ürünlerinin tekrar kullanım ve geri dönüşümü için iyi çalışan sistemlere ve iş modellerine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Ek olarak değer zincirinde sorumlulukların daha açık olarak belirtilmesi, tekstil sektöründe teşvik edici rol oynayabilir, aynı zamanda da inovatif ve daha sürdürülebilir iş modelleri firmaların karlarını, müşteri memnuniyetini artırma, kaynak kullanımını ve çevresel etkileri azaltma için fırsatlar sunar. Finlandiya'da organik atıkların katı atık sahalarına atılması 2016 yılı itibarıyla katı atık kararnamesi (Government Decree on landfilling 331/2013) ile sınırlandırılmıştır. Bu durumda organik atık parçalarından hem malzeme hem de enerji geri kazanımının artacağı umulmaktadır. Ancak Finlandiya'da tekstil atıklarından malzeme geri kazanım imkanları halen büyük ölçekte bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalar ve kimyasal geri dönüşümün aktif olması yakın gelecekte bunun olası olduğunun göstergesidir. Finlandiya'nın nüfusunun seyrek bir şekilde yerleşim göstermesi, geri dönüşüm işinde gerekli maddelerin nakliyesini önemli bir hale getirmektedir. Bu nedenle atık girişimcilerinde, atılan tekstil ürünlerinden ayrı bir koleksiyon oluşturmanın çevre için daha faydalı olacağı konusunda fikirler oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu konuda bazı sonuçlara varılmıştır: 1- Finlandiya'da atılmış tekstil ürünlerinin tekrar kullanım veya

kazanım yollarının ve hacimlerinin belirlenmesi 2- Tekrar kullanımını mı yoksa geri dönüşümünü mü çevreye daha yararlı olacağını değerlendirilmesi 3- Tekstil ürünlerinin sirkülasyonunu artırmak için alınacak ulusal önlemleri belirlemek ve değerlendirmek [7].

İngiltere’de hayır kurumlarının yerel olarak dağıtamadığı, satamadığı giysiler ticari olarak faaliyet gösteren tekstil geri dönüşüm firmalarına satılmaktadır. Bu firmalar aynı zamanda tekstil kumbaralarına atılan giysileri de satın almaktadırlar. Global ticaretin kiliti durumdadırlar, atılmış ve bağışlanmış eski giysileri büyük ayırma fabrikalarında iyi bir şekilde derecelendirilmiş ticari mal haline dönüştürmektedirler. 2008 yılında İngiltere’de yarım milyon ton eski giysi toplanmıştır, % 60’ının gelişmekte olan ekonomilere kullanım için gönderildiği belirtilmiştir. 2010’da toplanan giysilerin dolar olarak değerinin yaklaşık % 15 artış gösterdiği ifade edilmiştir. Kullanılmış giysi gönderilen ülkeler bu yıllarda Polonya, Gana, Ukrayna, Benin ve Macaristan’dır. Kullanılmış giysilerin yurtdışına satışının ne kadar karlı olduğuna dair farkındalık azdır. Bu pazar hakkında biraz fikri olan kişilerin, pazarın değeri, ölçüğü ve etkisi hakkında tamamen bilgisiz oldukları belirtilmiştir [8].

Danimarka’da Kızıl Haç gibi hayır kurumları ve özel yardım toplayıcıları (örn. Trastborg Denmark) kullanılmış tekstil ürünlerini konteynırlar vasıtasıyla toplamakta ve bunları ikinci el tekstil ürünü olarak hem Danimarka’da hem de dış ülkelere satmaktadırlar. Danimarka’da 2010 yılında yaklaşık 89 000 ton kullanılmış tekstil ürünü satılmıştır. Bu miktar kişi başı yılda 16 kg.a ve üretimde harcanacak 338 kg CO₂’e ve 72 litre suya denk gelmektedir. Yapılan bir araştırmada Avrupa Komisyonu giysilerin, tüketicilerin çevresel etkilerinin % 2-10 civarından sorumlu olduğu belirtilmiştir. Yeni tekstil ürünü üretmektense tekstil ürünlerinin kullanım ömürlerini artırmanın, çevreye olacak yararı önemli derecededir. Danimarka’nın tekstil ihracatının yaklaşık % 14’ünün kullanılmış giysiler olduğu belirtilmektedir. Aynı süreçte bit pazarı ve online kullanılmış giysi satışlarının % 24 kadar arttığı belirtilmektedir. Yapılan araştırmalara göre Danimarka’da kullanılmış tekstil ürünlerinin % 46’sı tekrar kullanım ve geri dönüşüm için sivil toplum kuruluşları ve özel yardım toplayıcılar tarafından toplanmaktadır. Geri kalanı ise enerji geri kazanımı için kullanılmaktadır [10].

Amerika’da yılda yaklaşık 25 milyar pound tekstil atığı üretilmektedir. Tahmini % 85’i katı atık sahalarına gönderilmekte, %15’i kar amacı gütmeyen hayır kurumlarına bağışlanmakta ya da özel sektörde geri dönüşüme gitmektedir. Bağışlanan giysilerin yaklaşık % 20’si ikinci el mağazalarında satılırken, geri kalanı geri dönüşümcülere satılmaktadır. Tekstil geri dönüşüm işinde çoğunlukla küçük, ailelerin işlettiği firmalar bulunmakta ve global bir iş ağı içinde yer almaktadırlar. Ürünleri sınıflandırırken ihraç olabilecek ve geri dönüşüme girecek ürünler ve lifler olarak sınıflandırmaktadırlar. Malların % 45’i yurt dışına ihraç olurken, % 30’u geri dönüşüme girer ve başka ürünlere dönüştürülür. % 20’si tekrar lif elde edilecek şekilde geri dönüşüme girmektedir. Ancak % 5’i çöp olarak katı atık sahalarına gönderilmektedir [12].

Slovenya’da ikinci el giysi kullanımı çok azdır. Tüketicilerin tekstil atıklarını ayrıca toplayan bir sistem kurulmamıştır. Başkent Ljubljana’da tekstil atıklarını tekrar satan bir şirket olan Humana şirketi 56 kadar konteynır yerleştirmiştir. Ancak bu girişimci bir aktivitedir esas olarak bilinen anlamda sistemli olarak tekstil atıklarının toplanması ya da atık ayırımı işi değildir. Konteynır sayısının yıldan yıla azaldığı ifade edilmektedir, toplanan ürünlerin kalitesi gittikçe bozulmaktadır ancak hedefleri merkezi Avrupa’da satış olduğundan maliyetleri yüksektir ve sonuçta amaca uygun olmayan ürünleri çöpe göndermektedirler. Evlerde atık toplanması işini yürüten kamu hizmeti şirketi Snaga, tekstil atıklarını ayıracak bir

imkan sunmamaktır. Bu nedenle evlerde tekstil atıkları diğer atıklarla karışmaktadır. Avrupa'nın herhangi bir yerinde bu durumla karşılaşılabilceği ifade edilmektedir. Ancak Avrupa Birliği'nin kabul ettiği bir yönetmelikle bu konuda yakın zamanda değişiklikler beklenmektedir. AB üyesi ülkelerde, 1 Ocak 2025'ten itibaren tekstil ürünlerinin ayrı bir şekilde toplanacağını belirten EU Directive 2018/851 yönetmeliği yürürlüğe girecektir [2].

Brezilya en büyük tekstil ve konfeksiyon üreticilerinden olmasına karşın, tekstil ürünlerinin tekrar kullanımı ve geri dönüşümünün hiçbir önemi yoktur. Yılda yaklaşık 1,8 milyon ton artikel üretimiyle dünyada 5. sıradadır. İplik, dokuma ve örgü kumaş üretimi de üst sıralardadır. Bunlara bağlı olarak yılda 170 000 ton tekstil paçavrası çıkmaktadır. Bu materyallerin % 80'i çöpe gitmektedir. Çöpe atılan atıkların aslında karlı ve sürdürülebilir bir iş potansiyeli vardır. 32 000 Brezilya şirketinin yılda yaklaşık 5,5 milyar parça ürettiği giysinin 150 milyon tanesinin belirlenen bir satış destinasyonu yoktur, sonunda stokta yığılmaktadırlar, tahrip olmakta ve küflenmektedirler. Koleksiyonların ortalama satışı % 50-75 arasındadır. Geri kalanı indirimle gitmekte ya da pazarlarda satılmaktadırlar. Kayıp % 7'sinin sayılmadan kalmasıdır. Satılmayanlar bağışlanır, paçavra olur, çöpe atılır ya da yakılır. Tüm bunlara karşın ithal edilen tekstil ve konfeksiyon ürünleri de vardır. Bütün bu veriler ülkede tekar kullanım ve geri dönüşüm için büyük bir potansiyel olduğunu göstermektedir. Ancak bunun için önce bir atık yönetim stratejisi oluşturmak gereklidir. [13].

İsveç'te yapılan bazı çalışmalarda yılda kişi başı 8 kg tekstil ürününün çöpe atıldığı ifade edilmektedir. İsveçlilerin yaklaşık % 62'si iç çamaşırı ve çorap dışında, aslında hala kullanılabilir durumda olan, fakat istenmeyen giysilerini çöpe atmaktadırlar. Bu rakamların ulusal bir sisteme bağlı olarak yüksek derecede geri dönüşüm uygulayan bir ülkede olması düşündürücüdür. Örneğin 10 yıl kadar önce İsveç'te evsel atıklardan camın % 92'sinin, paket kağıtlarının % 74'ünün, metalin % 68'inin ve plastik paketlerin % 26'sının geri dönüştürüldüğü tespit edilmiştir. O yıllarda gazete geri dönüşümü % 91'dir. Hükümetler tarafından İsveç'te atık yönetimi diğer Kuzey ülkelerinde olduğu gibi üzerinde önemle durulan bir konudur. Ancak ülkede tekstil ve giyim ürünlerinin toplanması için ulusal bir sistemin eksikliği duyulmaktadır. Bu durum ülkede diğer malzemelerle kıyasla tekstil ve giyim ürünlerinin tekrar kullanımı ve geri dönüşümünün neden az olduğunu açıklamaktadır. Ülkede tekstil tüketiminin daha sürdürülebilir olması için yapılması gerekenler üzerinde çalışmalar başlamıştır. Yukarıda atık yüzdelerinin belirtildiği çalışmaların yapıldığı yıllarda bile İsveç'te yılda kişi başı 3 kg, toplamda 26 000 ton tekstil ürününün hayır kurumlarına verildiği belirtilmektedir. Bu miktarın % 73'ü yurt dışına yardım amaçlı ya da ihracat malı olarak yollanmaktadır, % 12'si İsveç'te satılmaktadır, % 15'i ise atılmaktadır. İsveç, Danimarka ve Finlandiya'nın hayır kurumları tarafından toplanan tekstil ürünlerinin yarısından fazlası ihraç edilmektedir [14].

Türkiye'de ise ülke bazında tekstil atıklarının değerlendirilmesi üzerine bir sistem kurulmamıştır. Ancak bu konuda öne çıkan şehirler, faaliyet gösteren firmalar, atık ürün toplayan belediyeler, bazı pazarlar ve ikinci el internet satışları bulunmaktadır. Kullanım ömrü tamamlanmış olan hazır giyim ürünleri ülkemizde Kızılay ve belediye tekstil atık kutularında toplanmakta ve geri dönüşüm için oluşturulan merkezlere götürülüp depolanmaktadır. Bu merkezlerde toplanan ikinci el giyim ürünleri ya da tekstil atıkları lif cinsi ve özelliklerine göre ayrı bir şekilde muhafaza edilmektedir. Muhafaza edilen tekstil

atıkları ve giyim ürünleri giyilebilir, giyilemez ve çöpler ürünler olarak ayrılmaktadır. Bu ayırım yapılırken tekstil ürününde; çıkarılabilir/çıkarılamaz lekelerle sahip olma, kumaşın fiziki durumu, örme ürünler için sıra/çubuk durumu, dokuma ürünler için atkı/çözgü durumu, kumaşta kullanılan ipliğin mukavemet durumu, boyalı ya da boyasız kumaş olma durumu, baskı var ise durumu gibi özellikler dikkat edilerek ayırım işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu ayırım işlemlerinin bitimi sonucu geri kazanım amacıyla alınan giysiler daha sonra kullanılabilir durumda olanlar yardım kuruluşlarına, ikinci el giysi satan dükkânlara veya üçüncü dünya ülkelerine satılmaktadır. Bir kısmı ise geri kazanım tesislerinde tekstil ürünlerine yeniden dönüştürülmektedir. Üretim sırasında lif, iplik, parça kumaş, kadife tozu gibi katı atıklar oluşmaktadır. Bu üretim atıklarının bir kısmı işlenerek tekrar lif ve iplik haline getirilmekte ve tekstil sanayiinde yeniden kullanılmaktadır. Geri kalanı ise yalıtım, dolgu malzemesi ve kağıt imalatında, kadife tıraş tozu da tutkal ve kağıt para yapımında kullanılmaktadır [15].

Markalar açısından duruma bakıldığında bazı markaların hizmetlerini satış sonrasında da devam ettirdikleri ve sürdürülebilirlik açısından sorumluluk aldıkları görülmektedir. Bu firmalar geri dönüşüm kanalları oluşturarak, geri dönüşüm ile ilgili işleri gerçekleştirmekte aynı zamanda toplanan giysilerin tekrar kullanımını da organize etmektedirler. Bazı geri dönüşüm firmaları ise atık giysilerin geri dönüşümünün her adımını yönetmekte ve toplum güvenini artırmak için atık giysilerin nereye gönderildiğini de göstermektedirler. Atık giysilerin geri dönüşümü ve tekrar kullanımı için faaliyet gösteren bazı firmalara örnek olarak American Eagle, H&M, Madewell, The North Face, Egetpper (Danimarka), Houdini (İsveç), Lindex (İsveç), Nortex (Danimarka), Uniqlo, Top Shop ve faaliyetleri verilebilir [9]. American Eagle firması, müşterilerine eski jeanlerini getirilirse yeni jeanlerde 10\$ indirim sağlamaktadır. H&M eski giysi bağışlayan müşterilerinin alışverişlerinde % 15 indirim sağlamaktadır. Bu bağışların % 95'inin geri dönüşüm ya da ikinci el kullanım olarak değerlendirdiklerini ifade etmektedirler. H&M firması özellikle topladığı kullanılmış denim giysilerin kumaşlarını kullanmakta ve yeni ürünler yapmaktadır. Madewell benzer tarzda indirim yapmakta, bir çift eski jeane % 20 indirimli yeni jean vermekte ve eski jeanleri kendi önerdiği "Blue Jeans Go Green" planında değerlendirmektedir. Bu plan çerçevesinde atık jeanler toplanıp izolasyon materyali olarak kullanılmaktadır. The North Face firması giysilerin atılmadan önce kullanım ömrünü tamamlamasına büyük önem vermekte, bazı sivil toplum kuruluşları ile işbirliği yapmakta ve ürünlerin yaşam döngüleri üzerine odaklanmaktadır. Egetpper balıkçılık ağlarını halıya dönüştüren bir geri dönüşüm sistemi kurmuştur. İsveç'te bulunan Houdini firması tüketicilerden atık ürünleri toplamakta, % 100 poliester olan ürünleri geri dönüşüme yollamakta ve PET şişelerden ekstrakte edilen poliester malzemeleri kullanmayı tercih etmektedir. Lindex yeni denim koleksiyonlarında geri dönüştürülmüş denim kullanmaktadır. Bir Danimarka firması olan Nortex PET şişelerden geri dönüştürülen poliester malzemeleri kullanmaktadır, ayrıca işletmelerdeki atıkları da değerlendirmektedir. Tasarımcıları da tasarımlarında mümkün derecede az aksesuar kullanmaktadır. Japonya merkezli bir giyim üreticisi olan Uniqlo müşterilerinden ihtiyaç duymadıkları giysileri toplamakta ve dünyadaki mülteci kamplarına göndermektedir. İkinci el olarak kullanılacak olan giysiler lif ve yakıt olarak geri dönüşüme alınmaktadır. Top Shop ise kullanılmış giysileri tekrar tasarlatarak yeni koleksiyonlarında kullanmaktadır [9]. İşleri geri dönüşüm olan bazı şirketler de önemli sürdürülebilirlik faaliyetleri yürütmektedir. Reuse Fabric Bank (RFB) atılan giysileri toplama noktalarından alıp temizlemekte ve dezenfekte etmekte ve tekrar piyasaya sürmektedir. Brezilya'da bulunan Bank of Clothing

from Caxias-doSul (BCCS) tekstil fabrikalarından atıkları toplamakta, ayırmakta ve sistemde kayıtlı olan bu malzemeleri kullanan topluluklara göndermektedir. İsviçre merkezli TEXAID firması yakınlarda oturanlara düzenli olarak çantalar dağıtıp atık giysileri toplamakta ve değerlendirmektedir. Trans-America firması, Kuzey Amerika'da ikinci el/kullanılmış giysiler, vintage giysiler, temizlik bezleri ve lif geri dönüşümünde önde gelen firmalardandır. Topladıkları ürünlerin % 45'i ikinci el giysi olarak kullanılmaya devam etmektedir. İngiltere'de kullanılmış giysi ve tekstiller üzerinde faaliyetlerini sürdüren Textile Recycling Association bir birlik olarak bu işkolundaki pekçok firmayı zincirine katmayı hedeflemektedir [9].

5. SONUÇ

Geri dönüşüm atık giysi değerlendirmede, kullanılan lifler ve aksesuarlar bakımından karmaşık yapısı olan giysilerde çok zordur ya da gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle atık giysileri ikinci el/ kullanılmış giysi olarak öncelikle değerlendirmek hem kolaylık açısından hem de sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarına katkı sağlayan ve dünyanın pek çok ülkesinde ekonomik nedenlerle aslında uzun yıllardan uygulanan bu yöntem gittikçe daha organize faaliyetler gerektirmektedir. Belli başlı ülkelerde atık giysilerin ikinci el olarak toplama, ayırma, dağıtma (bağışlama, satış) işlemlerinin kar amacı güden veya gütmeyen kuruluşlar tarafından yapıldığı belirtilmektedir. Tüketicilere hitap eden pazar ve mağazalarda ikinci el giysi satışı artmaktadır. İnsan nüfusunun ve buna paralel fakirliğin, çeşitli sebeplerden dolayı da mülteci sorununun arttığı günümüz dünyasında, ikinci el giysilerin ihtiyaç sahiplerine ulaştırılmasında, bu kuruluşların dışında devletlerin de katkıda bulunmaları her bakımdan dünyamıza fayda sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- 1- Kim I., Jung Jung H., Lee Y.,2021, Consumers' Value and Risk Perceptions of Circular Fashion: Comparison between Secondhand, Upcycled, and Recycled Clothing, Sustainability, 13, 1208
- 2- Polajnar Horvat K., Šrampf Vendramin K., 2021, Issues Surrounding Behavior Towards Discarded Textiles and Garments in Ljubljana, Sustainability, 13, 6491
- 3- Can Ö., Murat Ayvaz K., 2017, Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik, Academia Journal of Social Sciences,1, 3, 110-119.
- 4- Abdullatif Bukhari M, Carrasco-Gallego R., Ponce-Cueto E., 2018, Developing a National Programme for Textiles and Clothing Recovery, Waste Management & Research, 36(4) 321–331
- 5- Laitala K, 2014, Consumers' Clothing Disposal Behaviour – a Synthesis Of Research Results, International Journal of Consumer Studies, 38, 444–457
- 6- Joung H, Park-Poaps H, 2013, Factors motivating and influencing clothing disposal behaviours, International Journal of Consumer Studies 37, 105–111
- 7- Dahlbo H., Aalto K., Eskelinen H., Salmenperä H.,2017, Increasing Textile Circulation—Consequences and Requirements, Sustainable Production and Consumption, 9, 45-57

- 8- Norris L., 2012, Trade and Transformations of Secondhand Clothing: Introduction, *Textile The Journal of Cloth and Culture*, 10:2, 128-143
- 9- Xie X., Hong Y., Zeng X., Dai X., Wagner M., 2021, A Systematic Literature Review for the Recycling and Reuse of Wasted Clothing, *Sustainability*, 13, 13732.
- 10- Koligkionia A., Parajuly K., Liholt Sørensen B., Cimpan C., 2018, Environmental assessment of end-of-life textiles in Denmark, 25th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 30 April - 2 May 2018, Copenhagen, Denmark, *Procedia CIRP* 69, 962 – 967
- 11- Bigolin R., Blomgren E., Lidström A., Malmgren de Oliveira S., Thornquist C., 2022, Material Inventories and Garment Ontologies: Advancing Upcycling Methods in Fashion Practice, *Sustainability*, 14, 2906.
- 12- S. Norum P., 2017, Towards Sustainable Clothing Disposition: Exploring the Consumer Choice to Use Trash as a Disposal Option, *Sustainability*, 9, 1187
- 13- Baruque-Ramos J., Amaral M C., Laktim M C., Santos H N., Araujo F B., Zonatti W F., 2017, Social and Economic Importance of Textile Reuse and Recycling in Brazil, 17th World Textile Conference AUTEX 2017- Textiles - Shaping the Future IOP Publishing, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 254
- 14- Ekström K.M., Salomonson N., 2014, Reuse and Recycling of Clothing and Textiles—A Network Approach, *Journal of Macromarketing*, 34(3), 383-399
- 15- Üçgül, İ., Turak, B., 2015, Tekstil katı atıklarının geri dönüşümü ve yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi, *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 3,3, 39-48

FARKLI ATKI İPLİĞİ KARIŞIM ORANLARINA SAHİP PERDELİK KUMAŞLARIN YIRTIлма, BONCUKLANMA VE DÖKÜMLÜLÜK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Nejla CEVEN¹, Gülşah KARAKAYA²

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Bursa/Türkiye, ^{1,2}Vanelli Tekstil Sanayi Ticaret A.Ş. Bursa/
Türkiye
nejla@vanellitextile.com

ÖZET

Ev tekstili alanında önemli bir ürün grubu olan perdelik dokuma kumaşlarda kullanılan sentetik ipliklerin oranı oldukça fazladır. Günümüzde sürdürülebilirlik kavramı, her sektörde olduğu gibi tekstil sektöründe de önem arz etmektedir. Belirli alanlarda, önemli ölçüde kullanılan sentetik liflerin kullanım oranlarını azaltmak amacıyla sürdürülebilir lifler kullanılmaktadır. Bu amaç ile sürdürülebilir liflerden olan lyocell lifinin performansını karşılaştırmak adına çözgü iplik hammaddesi sabit tutulup, atkı iplik hammaddeleri değiştirilerek farklı oranlarda karışım miktarı bulunan lyocell, pamuk, viskon ve polyester içerikli 10 adet numune kumaş dokunmuştur. Kumaşlarda atkı sıklıkları, iplik numaraları ve örgüler tipleri aynı tutulmuştur. Dokunan kumaşlara apre işlemi olarak sadece yıkama prosesi uygulanmıştır. Kullanılan ipliklerin performanslarını analiz etmek amacıyla her bir ipliğin mukavemet özellikleri incelenmiştir. Elde edilen kumaşların performanslarını incelemek adına yırtılma mukavemeti, boncuklanma ve dökümlülük testleri yapılmıştır. Yırtılma mukavemeti testi sonucunda %100 lyocell atkı ipliği içeren kumaş, %100 pamuk ve %100 viskon atkı ipliği içeren kumaşlara kıyasla daha iyi sonuç vermiştir. Boncuklanma testi sonucunda lyocell atkı ipliği içeren kumaş, viskon ve polyester atkı ipliği içeren kumaşlara göre daha iyi değerlere sahiptir. Dökümlülük testi sonuçları incelendiğinde ise en iyi değerleri %50 lyocell atkı ipliği içeren kumaşlar vermiştir.

Lyocell ipliğinin sürdürülebilirlik konusunda perdelik ürün grubunda kullanılmak üzere polyester ipliği ile beraber kullanıldığında alternatif olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Lyocell lifi, Ev tekstili, Sürdürülebilirlik, Perdelik kumaş, Polyester lifi

INVESTIGATION OF TEARING, PILLING AND DRAPABILITY PROPERTIES OF DRAPERY FABRICS WITH DIFFERENT WEFT YARN RATIOS

ABSTRACT

The proportion of synthetic yarns used in drapery woven fabrics, which are an important product group in the field of home textiles, is quite large. Today, the concept of sustainability is as important in the textile sector as it is in every sector. Sustainable fibers are used in

certain areas in order to significantly reduce the utilization rates of synthetic fibers used. For this purpose, in order to compare the performance of lyocell fiber, which is one of the sustainable fibers, the warp yarn raw material was kept constant and the weft yarn raw materials were changed and 10 sample fabrics with lyocell, cotton, viscose and polyester content with different amounts of mixture were woven. Weft density, weft yarn linear density, weave type were kept constant for all the fabrics. Only the washing process was applied to the woven fabrics as a finishing process. Tear strength, pilling and drape tests were performed to examine the performances of the obtained fabrics. As a result of the tear tests, fabric containing 100% lyocell weft yarn gave better results compared to those of the fabrics with 100% cotton and 100% viscose yarn. As a result of the pilling test fabric with lyocell weft yarn have better results compared to the fabrics with viscose and polyester weft yarns. When we analyse the drape test results fabrics with 50% lyocell weft yarns gave the best values. It has been determined that Lyocell yarn can be an alternative when used together with polyester yarn for use in the drapery product group on sustainability.

Keywords: Lyocell fiber, Home textile, Sustainability, Drapery fabric, Polyester fiber

1. GİRİŞ

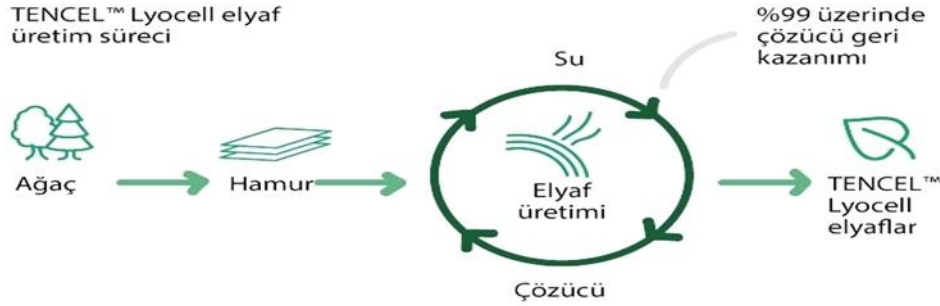
Sürdürülebilirlik kavramı son zamanlarda ismini gittikçe duyurmaya başlamıştır. Artan nüfus, iklim değişikliği, yenilenebilir kaynakların azalması gibi birçok sebep bunda etkili olmuştur. Gelecek nesillere yenilenemez kaynakların ve ekosistemdeki çeşitliliğin aktarılabilmesi amacıyla sürdürülebilirlik, bugünkü koşullarda mevcutta bulunan yenilenemez kaynak kullanımının sınırlandırılması ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini önlemede önem taşır[1].

Tekstil sektörü, dünya genelinde değerlendirildiğinde önemli ölçüde gelir kaynağı ve istihdam sağlayan bir endüstridir. Tüm bu avantajlarının yanında, lif üretimi prosesinden başlayarak su, enerji ve kimyasal madde miktarlarının büyük ölçüde kullanılması ise olumsuz etkileridir. Bu konuda veriler incelendiğinde tekstil sektörü, en kirletici ikinci endüstri konumundadır. Bu problemin çözülebilmesi adına sürdürülebilir lif ve üretim proseslerinin kullanılması önemlidir[2].

Her elyafın doğaya verdiği çevresel bir yük bulunmaktadır. Toplam üretilen lif miktarına bakıldığında en büyük payı polyester lifi almaktadır. Polyester lifi sentetik bir elyaf olması sebebiyle kaynağı petroldür ve doğada bozunması oldukça zordur. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda pet şişelerden geri dönüştürülmüş r-pet malzemesi ve bununla birlikte geri dönüştürülmüş polyester lifi üretimi mevcuttur. Fakat bu proseste sürdürülebilirlik konusunda kalıcı bir çözüm değildir. Bütün lif çeşitleri birlikte değerlendirildiğinde doğal liflerin en büyük avantajı doğada bozunabilirliğinin yüksek olmasıdır. Fakat doğal lifler içerisinde en büyük paya sahip olan pamuk lifinin yetiştirilmesinden son ürün olmasına kadar gördüğü proseslerde diğer doğal liflere kıyasla yüklü miktarda su harcanmaktadır. Bu iki lif dezavantajları ile değerlendirildiğinde sürdürülebilirlik konusunda yönelim daha farklı liflere doğru artmaya başlamıştır. Bu liflerden birisi tencel (lyocell) lifidir.

Lyocell lifleri, okaliptüs ağacının odun hamurundan çıkarılan selüloz hammaddesinin tamamen geri kazanılabilen NMMO çözücü içinde çözülmesiyle üretilmektedir[3].

Dolayısıyla lyocell lifleri, diğer rejenere selüloz liflerine kıyasla daha ekolojik bir üretim yöntemine sahip, biyolojik olarak tamamen parçalanabilen liflerdir. Şekil 1’de üretim döngüsü verilmektedir.



Şekil 1. Lyocell lifi üretim döngüsü[3]

Lyocell liflerinin kesit yapıları ve performans özellikleri, diğer doğal ve rejenere selüloz liflerine göre farklılık göstermektedir. Üretim yöntemi göz önünde bulundurulduğunda, ekolojik olarak diğer doğal ve rejenere selüloz liflerine göre avantaj sahibidir. Lyocell lifleri, yüksek kristalinite oranı ve yüksek polimer zincir oryantasyonu içermektedir[4].

Dündar (2008) yaptığı çalışmada, 3 farklı gramaj ağırlığı olmak üzere aynı iplik numarası ve büküm değerine sahip olan bambu, lyocell ve pamuk ipliklerinden oluşan örme kumaşların performanslarını karşılaştırmıştır. Kumaşlara çeşitli fiziksel ve kimyasal testler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, boncuklanma testinde lyocell ve pamuk kumaşların değerlerinin birbirine yakın olduğu ve bambu kumaşa kıyasla daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada aynı zamanda bu üç farklı iplik içeren kumaşların ham ve yıkama prosesi yapılmış formlarına ayrı olarak 20000 devirde martindale aşınma testi yapılarak kütle kaybı değerlerine bakılmıştır. Değerler incelendiğinde lyocell içerikli kumaşta diğer kumaşlara kıyasla ham ve yıkama prosesi yapılmış formları arasında aşınma testi sonrasında daha fazla kütle kaybı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun lyocell lifindeki fibrilasyon özelliği sebebiyle olabileceği yorumu yapılmıştır[5].

Pulan ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, farklı birim ağırlık ve lif kompozisyonlarındaki (%100 Tencel, %70/30 Tencel/Viskon, %50/50 Polyester/Viskon, %60/40 Polyester/Viskon, %80/20 Polyester/Viskon, %100 Polyester) spunlace kumaş numunelerinin fiziksel, mekanik ve sıvı performans özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, sıvı performans testlerinde en iyi sonuçlar selülozik lif (Tencel ve Viskon) içeren numunelerde, en yüksek kopma mukavemeti ise sentetik lif içeren (%100 Polyester) numunelerde tespit edilmiştir[6].

Lyocell lifleri, kullanım alanı olarak geniş bir yelpazeye sahiptir. Ev tekstili, giysi v.b. ürünlerde kullanılmaktadır. Bununla beraber %100'e varan geri dönüştürülebilir bir lifdir. Ev tekstili sektörü ürün grubu olarak içerisinde perde, döşemelik, yatak örtüsü, kırlent, peçetelik, masa örtüsü v.b. gibi bir çok ürünü barındırmaktadır. Perdelik ürünlerinde mukavemet, dökümlülük, buruşmazlık, kir iticilik gibi özellikler aranmaktadır. Bu çalışmada sürdürülebilir liflerden olan lyocell lifinin karışım performansı hakkında araştırma yapmak amacı ile farklı

karışım oranlarında lyocell, pamuk, viskon ve polyester iplikleri ile dokunan kumaşlarda karşılaştırmalı performans testleri yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada kapsamında kullanılan ipliklerin lineer yoğunlukları ve büküm sayıları Çizelge 1’de verilmiştir. Numunelerin kullanım amacı ise perdelik kumaş üretimidir.

Çizelge 1. Kullanılan İpliklerin Fiziksel Özellikleri

Atkı İplik Tipi	İplik Lineer Yoğunluğu (den, Td)	Tur Sayısı (T/m);(Z)
Lyocell	90	1270
Penye Pamuk	90	1321
Polyester	90	1155
Viskon	90	1149

Çalışmada dokunan 10 adet ham numune kumaşa çözgü ipliği olarak 20 denye iplik numarasında polyester ipliği kullanılmış olup çözgü sıklığı 40 tel/cm’dir. Çözgü ipliğinin aynı olması sebebiyle çözgü ipliği performansı ihmal edilecektir.

Kumaşlara 3/1 Z kırık dimi örgüsü verilmiştir. Bu çalışmada çözgüsü aynı olan ancak farklı hammaddelerden üretilmiş atkı iplikleri kullanılarak elde edilen farklı atkı ipliği karışım oranlarına sahip kumaşlar kullanılmıştır. Farklı karışım oranları; farklı cins atkı ipliklerinin dokuma sırasında atım sıklıkları değiştirilerek elde edilmiştir. Farklı cins atkı ipliklerinin farklı sıra (1-1 ve 1-2) ile atılması suretiyle, atkıda %50-%50 ve %67-33 karışım oranlarına sahip 10 farklı kumaş elde edilmiştir. Farklı atkı ipliği karışım oranlarına sahip kumaşların özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Dokunan Numune Kumaşların Atkı İçerik Oranları

Kumaş Kodu	Atkı İpliği Atım Sayısı	Kumaş İçeriğinde Atkı Oranı (%)
L+L	Lyocell+Lyocell	% 100 Lyocell
C+C	Pamuk+Pamuk	% 100 Penye Pamuk
V+V	Viskon+Viskon	% 100 Viskon
P+P	Polyester+Polyester	% 100 Polyester
L+P	Lyocell+Polyester	% 50 Lyocell + % 50 Polyester
L+C	Lyocell+Pamuk	% 50 Lyocell + % 50 Pamuk
L+V	Lyocell+Viskon	% 50 Lyocell + % 50 Viskon
2L+V	2Lyocell+Viskon	% 66,67 Lyocell + % 33,3 Viskon
2L+P	2Lyocell+Polyester	% 66,67 Lyocell + % 33,3 Polyester
2L+C	2Lyocell+Pamuk	% 66,67 Lyocell + % 33,3 Pamuk

2.2. Metot

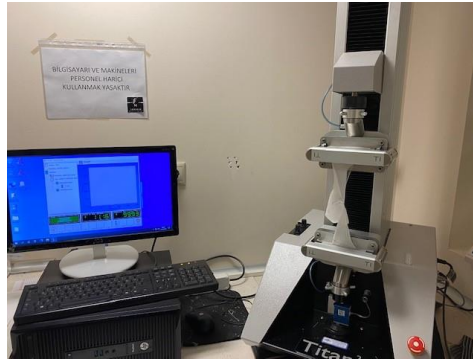
Tüm numuneler standart atmosfer şartlarında ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 4$ RH) 24 saat kondüsyonlanarak testlere tabi tutulmuştur.

Çizelge 2’de ham kumaş içerik oranları verilen kumaşlara yıkama prosesi uygulanmıştır. Çizelge 3’te ham ve mamul gramajı verilmiştir.

Çizelge 3. Dokunan Kumaşların Ham ve Mamul Gramajı

Kumaş Kodu	Ham Kumaş Gramajı (g/m^2)	Mamul Kumaş Gramajı (g/m^2)
L+L	64	65
C+C	64	65
V+V	64	65
P+P	64	66
L+P	64	67
L+C	64	65
L+V	64	66
2L+V	64	67
2L+P	64	65
2L+C	64	66

Kumaşların yırtılma mukavemeti tayini EN ISO 13937-3 “Kanat Biçimindeki Deney Numunelerinin Yırtılma Kuvvetinin Tayini” standardına göre Titan mukavemet test cihazında yapılmıştır. Her numunede çözümlü yönünde ve atkı yönünde numunelerin ortalama değerleri alınmıştır. Şekil 2’de yırtılma mukavemeti testi cihazı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2. Yırtılma Mukavemeti Test Cihazı

Kumaşların boncuklanma (pilling) testi DIN EN ISO 12945-2 standardına göre 2000 devirde martindale test cihazında yapılmıştır. Şekil 3’te boncuklanma testi cihazı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3. Boncuklanma Test Cihazı

Kumaşların dökümlülük tayini TS 9693 100: 1991 standardına göre yapılmıştır. Şekil 4’te dökümlülük testi cihazı görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4. Dökümlülük Test Cihazı

İstatiksel Analiz

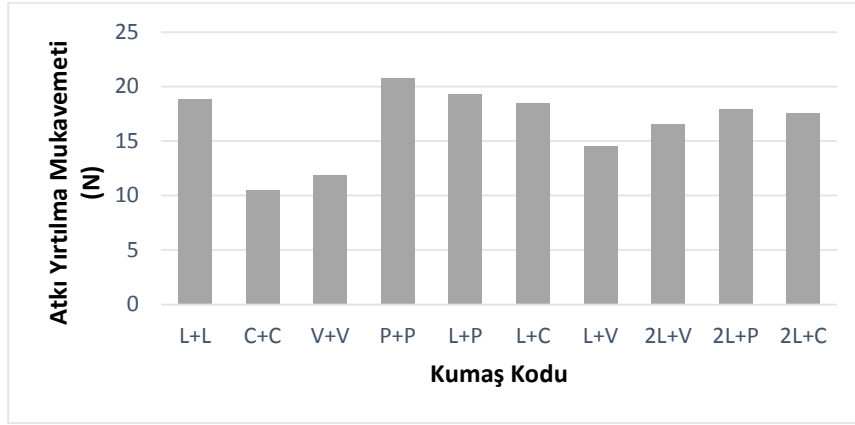
Atkı iplik tipinin dokuma kumaşların atkı yırtılma mukavemeti ve dökümlülük katsayısı üzerinde 0,05 anlamlılık düzeyinde etkisi olup olmadığının tespiti için SPSS 23.0 programı kullanılarak Çok Değişkenli tek yönlü Varyans Analizi (MANOVA) testi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca farklı kumaşlara ait atkı yırtılma mukavemeti ve dökümlülük katsayısı ortalamalarının kıyaslanması için Student-Newman-Keuls (SNK) testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmalarda lyocell, pamuk, viskon ve polyester ve lyocell/viskon, lyocell/pamuk, lyocell/polyester karışımlara sahip numune kumaşlara uygulanan yırtılma mukavemeti, boncuklanma ve dökümlülük testleri sonuçları aşağıdaki tablolarda ayrı ayrı detaylandırılıp, yorumlanmıştır.

3.1.Yırtılma Mukavemeti Sonuçları

Yırtılma mukavemeti test sonuçları grafiği Şekil 5’te verilmiştir. Test sonuçları çözgü ipliği aynı olması sebebiyle sadece atkı yönünde hesaplanan ortalama yırtılma mukavemeti değerleri verilmiştir.



Şekil 5. Yırılma Mukavemeti Test Sonuçları

Yırılma mukavemeti sonuçları değerlendirildiğinde 10 kumaş arasında en iyi yırılma mukavemeti değerini veren %100 oranda polyester içeren kumaş, en kötü değeri veren ise %100 pamuk içeren kumaştır. %50 oranda lyocell ipliği içeren kumaş sonuçları incelendiğinde 19,33 değeri ile en iyi değer polyester/lyocell içerikli kumaş, ardından 18,84 değeri ile lyocell/lyocell içerikli kumaşa gözlemlenmiştir. %66,67 oranda lyocell ipliği içeren kumaş sonuçları incelendiğinde ise, 18,84 ile en iyi değeri lyocell/lyocell içerikli kumaş, ardından 17,94 değeri ile lyocell/polyester içerikli kumaşa gözlemlenmiştir.

Çizelge 4. Anova Analizi

Source		Atkı Yırılma Mukavemeti (cN)				
		SS	df	MS	F	Sig.(p)
Ana Etken	Atkı iplik Tipi	300,631	9	33,403	316,361	0,00*

*0.05 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ("ss" kareler toplamı, "ms" kareler ortalaması)

Çizelge 5. Atkı Yırılma Mukavemeti SNK Sonuçları (cN)

Atkı iplik Tipi	Atkı Yırılma Mukavemeti (cN)
C+C	10,49 (a)
P+P	11,86 (b)
L+V	14,55 (c)
2L+V	16,54 (d)
2L+C	17,55 (e)
2L+P	17,98 (e)
L+C	18,54 (f)
L+L	18,84 (f)
L+P	19,33 (g)
V+V	20,74 (h)

NOT: Farklı harflere (a, b) ait sonuçlar 0,05 önem seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

ANOVA analizi sonuçlarına göre atkı iplik tipinin atkı yırtılma mukavemeti sonuçları üzerinde 0,05 anlamlılık düzeyinde etkili olduğu anlaşılmıştır (Tablo). SNK sonuçlarına göre en düşük atkı yırtılma mukavemeti C+C kodlu kumaşta en yüksek atkı yırtılma mukavemeti P+P kodlu kumaşta gözlemlenmiştir. L+P ve L+C kodlu kumaşların atkı yırtılma mukavemeti değerleri 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak aynı seviyede ortalama değere sahiptir. Bununla birlikte 2L+P ve 2L+C kodlu kumaşların atkı yırtılma mukavemeti değerleri de 0,05 anlamlılık düzeyinde aynı seviyede ortalama değere sahiptir.

3.2.Boncuklanma (Pilling) Sonuçları

Boncuklanma kavramı tekstil kumaşlarında, belirli kuvvetler sebebiyle liflerin kumaş yüzeyinden ayrılması sonucu kumaşta hoş olmayan bir görünümün oluşmasıdır. Boncuklanma (pilling) test sonuçları Çizelge 6’te verilmiştir.

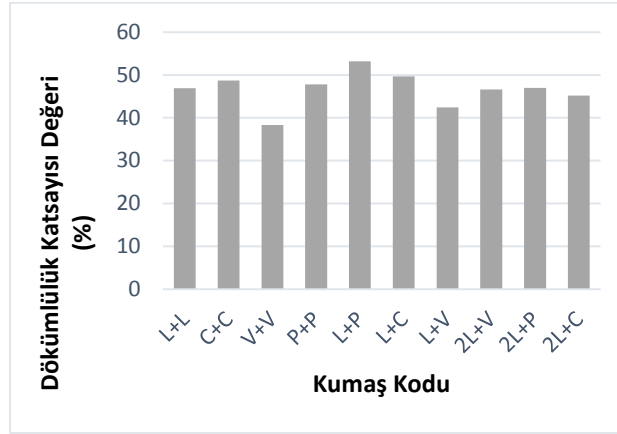
Çizelge 6. Boncuklanma (Pilling) Test Sonuçları

Numune Kodu	Boncuklanma (Pilling) Değeri
L+L	2
C+C	2-3
V+V	1
P+P	1-2
L+P	2
L+C	2
L+V	1-2
2L+V	1-2
2L+P	1-2
2L+C	2

Boncuklanma testi sonuçları incelendiğinde, en iyi boncuklanma direncini gösteren kumaş %100 içerikli pamuk, en kötü boncuklanma değerini gösteren kumaş ise, %100 viskon içerikli kumaştır. %50 oranda lyocell ipliği içeren kumaş sonuçları incelendiğinde lyocell/lyocell, lyocell/polyester ve lyocell/pamuk içerikli kumaşların sonucu aynı ve lyocell/viskon içerikli kumaşa göre daha iyi çıkmıştır.%66,67 oranda lyocell ipliği içeren kumaş sonuçları incelendiğinde ise, en iyi boncuklanma direnci gösteren kumaş lyocell/pamuk kumaşı olmuştur.

3.3.Dökümlülük Sonuçları

Kumaşın görünümünü etkileyen önemli özelliklerden biri olan dökümlülük kavramı, kumaşın kendi ağırlığı altında şekil değiştirme davranışı olarak tanımlanabilmektedir[7]. Özellikle ev tekstili sektöründe kullanım oranı oldukça fazla olan perdelik kumaş ürün grubunda dökümlülük değeri, düşey eksende konumlandırılmaları sebebiyle ayrı bir önem taşımaktadır. Kumaş tuşesinin dökümlülük üzerine etkisi incelendiğinde yumuşak ve kolay şekil alabilir özellik taşıyan bir kumaşın dökümlülük katsayısı daha düşük olmaktadır[8]. Şekil 6’da dökümlülük testi sonuçları verilmiştir.



Şekil 6. Dökümlülük Test Sonuçları

Dökümlülük testi sonuçları incelendiğinde, 10 adet kumaş arasında en iyi değeri gösteren kumaş %50 oranda lyocell içeren lyocell/polyester kumaşı, en kötü değeri gösteren ise %100 içerikli viskon kumaşı olmuştur. %50 oranda lyocell ipliği içeren kumaş sonuçları incelendiğinde 53,2 değeri ile lyocell/polyester en iyi değeri vermekte, ardından ise 49,7 değeri ile lyocell/pamuk içerikli kumaş onu takip etmektedir. %66,67 oranda lyocell ipliği içeren kumaş sonuçları incelendiğinde ise 47,0 değeri ile en iyi sonuç lyocell/polyester içerikli kumaşa gözlemlenmiş olup, ardından 46,9 değeri ile lyocell/lyocell içerikli kumaş onu takip etmektedir.

Çizelge 7. Anova Analizi

		Dökümlülük Katsayısı (%)				
Source		SS	df	MS	F	Sig.(p)
Ana Etken	Atkı iplik Tipi	400,039	9	44,449	19,044	0,00*

*0.05 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ("ss" kareler toplamı, "ms" kareler ortalaması)

Çizelge 8. Dökümlülük Katsayısı SNK Sonuçları (%)

Atkı iplik Tipi	Dökümlülük Katsayısı (%)
V+V	37,10 (a)
L+V	40,46 (b)
2L+C	44,06 (c)
2L+V	45,20 (c)
L+L	45,30 (c)
2L+P	46,00 (c)
P+P	46,26 (c)
C+C	47,23 (c)
L+C	47,23 (c)
L+P	51,06 (d)

NOT: Farklı harflere (a, b) ait sonuçlar 0,05 önem seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

ANOVA analizi sonuçlarına göre atkı iplik tipinin dökümlülük katsayısı sonuçları üzerinde 0,05 anlamlılık düzeyinde etkili olduğu anlaşılmıştır (Tablo). SNK sonuçlarına göre en düşük dökümlülük katsayısı 245 kodlu kumaşta en yüksek dökümlülük katsayısı P+P kodlu kumaşta gözlemlenmiştir. L+L, C+C, 2L+V, 2L+P, 2L+C, P+P, L+C kodlu kumaşların dökümlülük katsayısı değerleri 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak aynı seviyede ortalama değere sahiptir.

4. SONUÇ

Her kumaş tipinin kendi arasında karışım oranında lyocell ipliği oranı arttığında, yırtılma mukavemeti değerinin arttığı gözlemlenmiştir (polyester ipliği haricinde). Yırtılma mukavemeti özelliği değerlendirildiğinde rejenere selüloz grubunda en çok satış payına sahip olan viskon ipliği içeren kumaşa ve doğal liflerde en çok satış payına sahip olan pamuk ipliği içeren kumaşa kıyasla lyocell içeren kumaşın daha iyi sonuç vermesi, daha ekolojik bir prosese sahip olması durumu iyileştirmiştir. Polyester ipliğinin yırtılma mukavemeti sonucu en iyi olmasına rağmen sürdürülebilirlik açısından bakıldığında lyocell ipliği ile birlikte karışım olarak kullanıldığında alternatif olabileceği yorumu yapılmıştır. Kumaşlardaki lyocell oranı arttığında (pamuk ipliği haricinde ve %50 karışım oranında) boncuklanma (pilling) direncinin artış sağladığı gözlemlenmiştir. Boncuklanma özelliği değerlendirildiğinde lyocell ipliği, polyester ve viskon ipliklerinin özelliklerini iyileştirmiştir. Kumaşlarda lyocell ipliği oranı azaldıkça dökümlülük özelliğinde (viskon ipliği haricinde) iyileşme görülmüştür.

Sentetik liflerin performans özelliklerinin daha iyi olması kaynaklı olarak tercih edilmesi bir gerçektir. Doğal bir lif olan lyocell lifi ise viskon ve pamuk lifi ile karşılaştırıldığında üretim aşamasında ekolojik bir liftir. Bu çalışma sonucunda ev tekstili sektöründe büyük bir üretim payına sahip olan perdelik kumaşlarda öne çıkan performans özellikleri incelendiğinde sentetik lifler ile karışım olarak kullanıldığında alternatif olabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Erhan Kenan ÇEVEN'e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

1. Ercoşkun, Y, (2007), Sürdürülebilir Kent İçin Ekolojik-teknolojik (Eko-tek) Tasarım, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 227, Ankara.
2. Eser, B., Çelik, P., Çay, A., ve Akgümüş, D., (2016), Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, Tekstil ve Mühendis, 23, 101, 43-60.
3. [https://tekstilbilgi.net/tencel-nedir.html/tencel-lyocell-uretim,\(Mayıs,2016\)](https://tekstilbilgi.net/tencel-nedir.html/tencel-lyocell-uretim,(Mayıs,2016))
4. Published Rudolf GmbH & Co. KG in cooperation with Courtaulds Fibres Ltd, Finishing of Lyocell, (1998).
5. Dündar, E., 'Çeşitli Selülozik İpliklerden Üretilen Örme Kumaşların Performanslarının Karşılaştırılması', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,(2008).

6. Pulan, S., Kaplan, S. ve Ulusoy, S., (2015), Islak mendil üretiminde kullanılan dokusuz yüzey ve kumaşların sıvı absorpsiyon ve transfer özelliklerinin incelenmesi, Tekstil ve Mühendis, cilt 22, 100, 14-26.
7. Plattürk, G., Kılıç M., (2014), Kumaş Dökümlülüğünün Görüntü Analizi Temelli Yöntemlerle Ölçülmesi, Tekstil ve Mühendis, 94, 31-45.
8. Sungur, G., (2020), Dokuma Kumaşların Yapısal ve Mekanik Özellikleri ile Dökümlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

ATIK İPLİKLER KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ ÖRME KUMAŞLARIN ÜRETİMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Seval UYANIK¹, Tülin KAYA NACARKAHYA², Tuğçe ÖĞÜT², Kubilay ÖZDEN²

¹Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

²Karafiber Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Gaziantep, TURKEY
suyanik@adiyaman.edu.tr

ÖZET

Günümüzde doğal kaynakların hızla tükenmesi birçok sektörde olduğu gibi tekstil sektöründen de çevresel problemler meydana getirmektedir. İlerleyen teknolojiyle birlikte tekstil sektöründe de çevrenin korunması ve atıkların geri dönüşümü çok önem arz etmektedir. Bu çalışmada, pamuk lifleri ve üstüğü telefinden geri kazanılan atık liflerin karıştırılmasıyla Ne 10/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 numaralı open-end rotor iplikler ve bu ipliklerden örme kumaşlar üretilmiştir. Üretilen kumaşlara; boyutsal değişim ve may dönmesi testleri uygulanmıştır. Çalışma sonuçları, karışım ipliklerde kullanılan üstüğü telefinin bu ipliklerden üretilen örme kumaşların boyutsal stabilite ve may dönme özelliklerini genel olarak olumsuz yönde etkilemediğini ve %10-50 oranlarında karışım ipliklerde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Pamuk üstüğü, karışım iplikler, open-end rotor eğirme, boyutsal stabilite may dönmesi.

THE PRODUCTION OF KNITTED FABRICS BY USING WASTE YARNS AND INVESTIGATION OF THEIR PROPERTIES WITHIN THE SCOPE OF SUSTAINABILITY

ABSTRACT

Today, the rapid depletion of natural resources creates environmental problems in the textile sector, as in many sectors. With the advancing technology, it is very important to protect the environment and recycle waste in the textile industry. In this study, open-end rotor yarns with Ne 10/1, Ne 20/1 and Ne 30/1 and knitted fabrics were produced from these yarns by blending cotton fibers and waste fibers recovered from the oak waste. The results of the study revealed that the oak waste used in blended yarns does not adversely affect the dimensional stability and spirality properties of knitted fabrics produced from these yarns and can be used in blended yarns at a ratio of 10-50%.

Key Words: Cotton waste, blend yarns, open-end rotor spinning dimensional stability, spirality.

1. GİRİŞ

Sürdürülebilirlik son yıllarda farklı sektörlerde üretim, çevre ve ekonomi ile ilgili sorunların çözümünde kullanılan önemli bir yaklaşım haline gelmiştir. Öte yandan tekstil sektörü hızlı moda trendi, kısa süreli kullanım ve artan tekstil ürünlerinin israfını önleyebilmek için önemli bir sürdürülebilirlik etkisine sahiptir. Üretim aşamalarındaki çevresel etkilerini azaltmak (özellikle karbon ve su ayak izi), doğaya bırakıldığında kolayca bozunabilmesi sağlayabilmek için gerek üretim sürecindeki tekstil atıklarının kullanımı gerekse nihai üründen geri dönüşüm elde edebilmek büyük önem taşımaktadır. Tekstil atıklarının geri dönüşüm yöntemleri; mekaniksel, kimyasal, termo-mekaniksel, enerji elde etme ve diğer yöntemler olarak birden fazla yöntemle geri kazanılmaktadır [1].

Sarioğlu (2019) yaptığı çalışmada, geri dönüştürülmüş polyester ile üretilen r-PET/CO ve ham polyester v-PET/CO den oluşan lifleri farklı karışım oranlarında (%100, %70/30, %50/50 ve %30/70), ring ve kompakt iplikler üretilmiş ve bu ipliklerden aynı üretim parametrelerinde süprem örme kumaş üretilmiştir. Üretilen örme kumaşlara patlama mukavemeti, hava geçirgenliği ve patlama basıncı ve yüksekliği, hava geçirgenliği özellikleri analiz edilmiştir [2].

Yüksekkaya ve arkadaşlarının (2016) yaptıkları çalışmada, ham, karışım ve geri dönüştürülmüş pamuk ve polyester lifleri içeren open-end iplik eğirme sistemlerinde üretilen ipliklerden örme süprem kumaşlar üretilmiş ve bu kumaşların çekme kuvveti, düzgünsüzlük, iplik hataları, patlama mukavemeti, boncuklanma ve sürtünme katsayısı gibi özellikleri ölçülmüş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır [3].

Kılıç ve arkadaşlarının (2019) yaptıkları çalışmada, %100 pamuk, %100 atık pamuk ve atık/pamuk karışımlarından (%75-%25, %50-%50 ve %25) 4.2 büküm seviyesine sahip Ne 20/1 OE-rotor iplikler üretilmiştir. Üretilen ipliklerin fiziksel ve mekaniksel özellikleri analiz edilmiştir. Bu ipliklerden süprem örme kumaşlar üretilerek boncuklanma, aşınma direnci, patlama mukavemeti ve hava geçirgenliği gibi testlerle örme kumaş özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir [4].

Uyanık (2019) çalışmasında, geri dönüştürülmüş polyester elyaf kullanılan ipliklerde optimum iplik numarası ve elyaf karışım oranını belirlemeyi amaçlayarak %100 PET, %100 r-PET, %100 viskon, %65/35 r-PET/viskon, %65/35 viskon/r-PET ve %50/50 r-PET/viskon iplikleri Ne 10, Ne 20, Ne 30 ve Ne 40 olarak farklı iplik numaralarında ürettirmiştir. Çalışmada sonucunda r-PET elyafın, Ne 10 ve Ne 20 ipliklerde %100 ve tüm diğer karışım oranlarında, Ne 30 ipliklerde %65'ten daha düşük karışım oranlarında ve Ne 40 ipliklerde ise %35'ten daha düşük oranlarda kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur [5]. Söz konusu ipliklerden örülen kumaşların patlama mukavemetine geri dönüştürülmüş liflerin etkisinin araştırıldığı diğer çalışmasında Uyanık (2020), rPET liflerinin, kalın ipliğe sahip örme kumaşlar için virgin PET liflerine yakın patlama mukavemeti değerleri sağladığını, ince ipliğe sahip örme kumaşlara ise olumlu bir katkı sağlamadığını ortaya koymuştur. Böylece kalın iplik içeren örme kumaşlarda rPET elyaf kullanımının daha uygun olduğu, Ne 40 ipliklere sahip olanlar için ise kesinlikle uygun olmadığı bir kez daha kanıtlanmıştır [6].

Bu çalışmada tekstil iplik üretim (üstüğü) atıklarının değerlendirilmesi amacıyla, open-end rotor iplik eğirme sistemlerinde, farklı iplik numaralarında üretilen ipliklerin örme kumaş performans özelliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Üretilen kumaşlara; boyutsal çekme, sıklık ve may dönmesi testleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında, pamuk lifleri ve pamuk üstüğü atık liflerin karıştırılmasıyla 3 farklı (Ne 10/1, Ne 20/1, Ne 30/1) iplik numarasına, 6 farklı karışım oranına sahip (%100, %90/10, %80/20, %70/30, %60/40, %50/50) iplikler tedarik edilerek, örme kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen 18 farklı örgü kumaşların fiziksel ve performans özellikleri (may dönmesi ve boyutsal stabilite) incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, Open-End Rotor iplik eğirme teknolojileri ile 3 farklı iplik numarasında üretilmiş 18 farklı iplik türü deneysel çalışmayı gerçekleştirmek için kullanılmıştır. İpliklerin üretim parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen iplikler numaralarına uygun şekilde tek yataklı yuvarlak örgü makinelerinde örülmüş ve üretilen kumaşların ilgili standartlar (TS 251, TS 7128 EN ISO 5084) aracılığı ile fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Çizelge 2'de kumaş üretim parametreleri ve fiziksel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1. İplik üretim parametreleri

Numune No	İplik Cinsi	İplik Numarası Ne	Büküm Faktörü α	Rotor çapı mm	Rotor hızı d/dk
1	%100 pamuk	10/1	3,4	40	65.000
2	90% pamuk – %10 üstüğü				
3	80% pamuk – %20 üstüğü				
4	70% pamuk – %30 üstüğü				
5	60% pamuk – %40 üstüğü				
6	50% pamuk – %50 üstüğü				
7	%100 pamuk	20/1	3,6	34	75.000
8	90% pamuk – %10 üstüğü				
9	80% pamuk – %20 üstüğü				
10	70% pamuk – %30 üstüğü				
11	60% pamuk – %40 üstüğü				
12	50% pamuk – %50 üstüğü				
13	%100 pamuk	30/1	3,8	34	105.000
14	90% pamuk – %10 üstüğü				
15	80% pamuk – %20 üstüğü				
16	70% pamuk – %30 üstüğü				
17	60% pamuk – %40 üstüğü				
18	50% pamuk – %50 üstüğü				

Ham kumaşların boyutsal stabilite ve may dönme testleri TS EN ISO 6330: 2012 standardına göre yapılmıştır. Test için 50cm*50cm şablon kullanılarak kumaş üzerinde gerekli işaretlemeler yapılmış ve kumaş cinsine göre uygun program seçilmek suretiyle 40 °C, 50 dk. ev tipi yıkama yapılmıştır. Yıkama sonunda kumaş serbest olarak kurutulmuş ve 4 saat kondüsyonlanarak ölçüm şablonu ile boyut değişimi ölçülmüştür.

Çizelge 2. Kumaş üretim parametreleri ve fiziksel özellikleri

Numune No	İplik Cinsi	İplik Numarası Ne	Makine çapı inç	Makine İnceliği E	İlmek iplik uzunluğu mm	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)
1	% 100 pamuk	10/1	32	14	2,35	285	1,03
2	90% pamuk – %10 üstüğü					276	0,98
3	80% pamuk – %20 üstüğü					270	0,95
4	70% pamuk – %30 üstüğü					270	1,00
5	60% pamuk – %40 üstüğü					268	1,00
6	50% pamuk – %50 üstüğü					266	1,02
7	% 100 pamuk	20/1	32	14	1,66	158	0,65
8	90% pamuk – %10 üstüğü					160	0,69
9	80% pamuk – %20 üstüğü					164	0,70
10	70% pamuk – %30 üstüğü					166	0,69
11	60% pamuk – %40 üstüğü					160	0,68
12	50% pamuk – %50 üstüğü					159	0,72
13	% 100 pamuk	30/1	32	28	1,35	134	0,72
14	90% pamuk – %10 üstüğü					150	0,67
15	80% pamuk – %20 üstüğü					142	0,74
16	70% pamuk – %30 üstüğü					139	0,74
17	60% pamuk – %40 üstüğü					136	0,70
18	50% pamuk – %50 üstüğü					146	0,70

3. BULGULAR

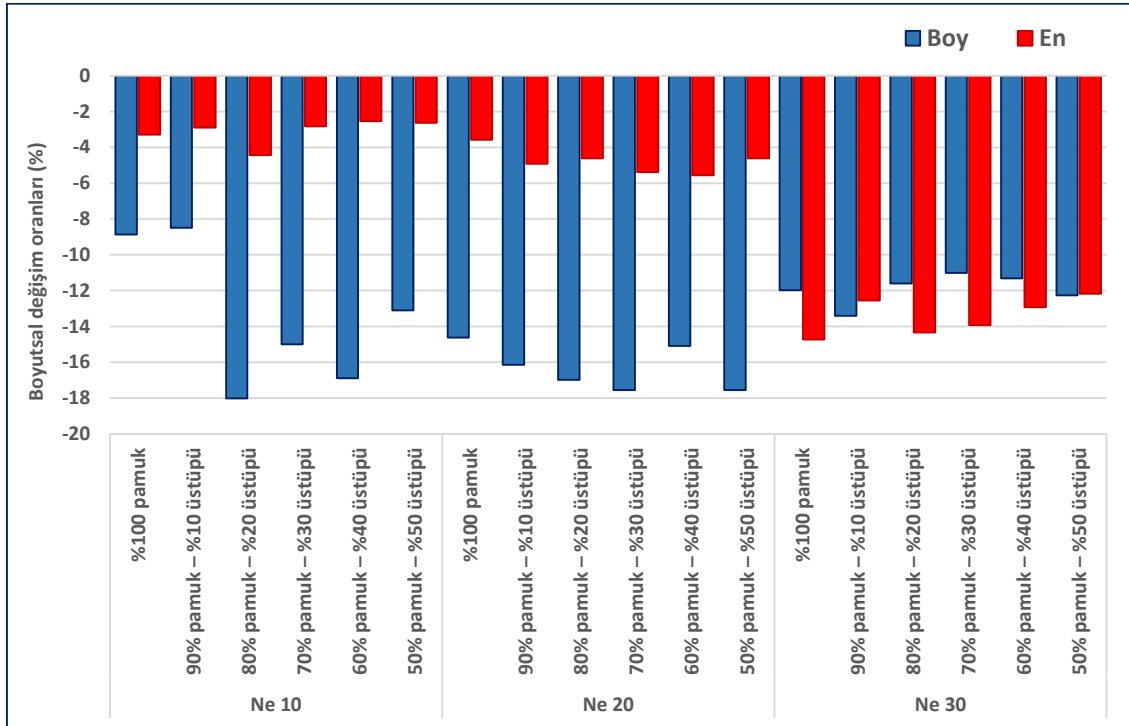
Deneyisel çalışma sonuçları Çizelge 3’te verilmiş olup sonuçlar boyutsal stabilite ve may dönmesi olmak üzere iki alt başlıkta incelenmiştir.

Çizelge 3. Kumaşların boyutsal stabilite ve may dönme test sonuçları

Numune No	İplik Cinsi	İplik Numarası Ne	Boyutsal Stabilite		May Dönmesi %
			Boy (%)	En (%)	
1	% 100 pamuk	10/1	-8,87	-3,30	5,09
2	90% pamuk – %10 üstüğü		-8,50	-2,90	5,65
3	80% pamuk – %20 üstüğü		-18,02	-4,43	6,04
4	70% pamuk – %30 üstüğü		-15,00	-2,83	6,32
5	60% pamuk – %40 üstüğü		-16,89	-2,55	6,13
6	50% pamuk – %50 üstüğü		-13,11	-2,64	6,42
7	% 100 pamuk	20/1	-14,62	-3,58	29,06
8	90% pamuk – %10 üstüğü		-16,13	-4,91	28,40
9	80% pamuk – %20 üstüğü		-16,98	-4,62	28,49
10	70% pamuk – %30 üstüğü		-17,55	-5,38	30,28
11	60% pamuk – %40 üstüğü		-15,09	-5,57	29,53
12	50% pamuk – %50 üstüğü		-17,55	-4,62	28,96
13	% 100 pamuk	30/1	-11,98	-14,72	27,36
14	90% pamuk – %10 üstüğü		-13,40	-12,55	26,42
15	80% pamuk – %20 üstüğü		-11,60	-14,34	24,53
16	70% pamuk – %30 üstüğü		-11,01	-13,93	22,80
17	60% pamuk – %40 üstüğü		-11,32	-12,92	23,96
18	50% pamuk – %50 üstüğü		-12,26	-12,17	23,40

3.1.Boyutsal Stabilite

Şekil 1’de verilen grafik incelendiğinde tüm kumaşların en ve boy yönünde çekme eğilimi gösterdiği görülmektedir. Ne 10 numara ipliklerden elde kumaşlar en yönünde en düşük çekme değerlerine sahipken Ne 20 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlar biraz daha yüksek, Ne 30 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlar ise en yüksek çekme değerlerine sahiptir. Boy yönünde ise en yönündeki eğilimin tam tersi durum izlenmekte olup Ne 30 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlar en düşük çekme oranlarını gösterirken Ne 10 ve Ne 20 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlar Ne 10 iplikli %100 pamuk ve %90-10 pamuk-üstüğü kumaşlar hariç birbirine daha yakın ve daha yüksek boy çekme değerleri göstermiştir.



Şekil 1. Boyutsal değişim

İplik cinsleri açısından sonuçlar değerlendirildiğinde Ne 10 numara ipliklerden elde edilen kumaşlarda en çekme değerlerinin birbirine oldukça yakın olup %2,55-4,43 arasında değiştiği görülürken boy çekme yönünde %100 pamuk ve %90-10 pamuk-üstüğü kumaşların %8,5-9 arasında değerleri ile çok daha düşük çekme gösterdiği, diğer kumaşların ise %13,11-18,02 arasındaki değerler ile daha yüksek boy çekme oranları gösterdiği görülmektedir.

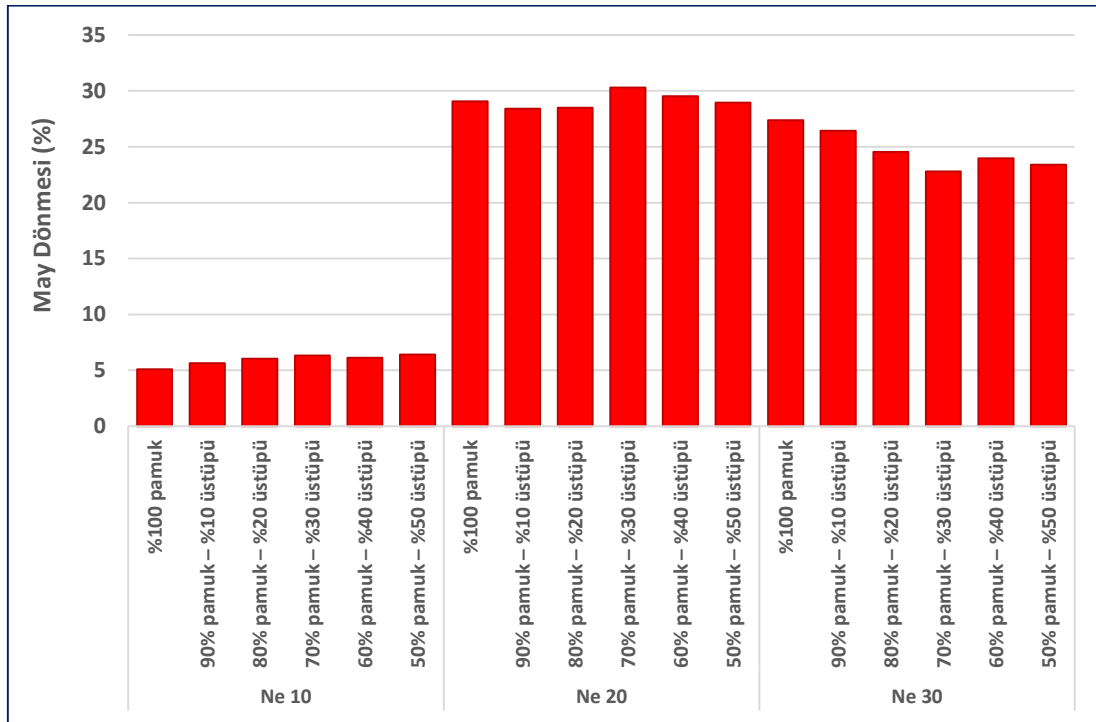
Ne 20 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlarda en çekme değerlerinin düşük ve birbirine yakın olarak %3,58-5,37 arasında değiştiği görülürken boy çekme yönünde değerlerin üstüğü oranının artmasıyla çok az oranlarda artış gösterdiği ancak söz konusu değerlerin birbirine yakın ve %14,62-17,55 arasında olduğu izlenmektedir.

Ne 10 ve Ne 20 numara iplikli kumaşlardan farklı olarak Ne 30 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlarda en çekme oranlarının boy çekme oranlarından daha yüksek olduğu ancak

hem en hem de boy yönünde çekme oranlarının birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu kumaşlarda en çekme oranları %12,17-14,72 değerleri arasında iken boy çekme oranları %11,01-13,40 değerleri arasında değişmiştir.

3.2.May Dönmesi

Örme kumaşların may dönme test sonuçlarının verildiği Şekil 2’de görüldüğü üzere Ne 10 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşların may dönme değerleri oldukça düşük olup %5,09-6,42 arasında değişirken Ne 20 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlarda %28,40-30,28 arasında ve Ne 30 numaralı ipliklerden elde edilen kumaşlarda ise %22,80-27,36 arasında oldukça yüksek değerler göstermiştir. Söz konusu yüksek may dönme değerlerinin iplik inceldikçe kumaşta örtme faktörünün azalması kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. May dönmesi

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, pamuk lifleri ve pamuk üstüğü telefinden geri kazanılan atık liflerin karıştırılmasıyla Ne 10/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 numaralı open-end rotor iplikler üretilmiştir. Elde edilen ipliklerden farklı üretim parametrelerinde örgü kumaş yüzeyleri oluşturulmuştur. Örgü kumaşların yıkama sonrası fiziksel ve performans özelliklerinin analiz edilmesi amacıyla gramaj, kalınlık, sıklık, boyutsal çekme ve may dönmesi testleri uygulanmıştır.

Çalışma sonuçları, karışım ipliklerde kullanılan üstüğü telefinin söz konusu ipliklerden üretilen örme kumaşların boyutsal stabilite ve may dönme özelliklerini genel olarak olumsuz yönde etkilemediğini ve %10-50 oranlarında karışım ipliklerde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

5. KAYNAKÇA

- [1] Altun Ş., 2016, Tekstil Üretim ve Kullanım Atıklarının, Geri Kazanımı, Çevresel ve Ekonomik Etkileri, Uşak Ticaret ve Sanayi Odası Raporu.
- [2] Sarıoğlu E.,2019, An Investigation on Performance Optimization of r-PET/cotton and v-PET/cotton Knitted Fabric, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 459-452.
- [3] Yüksekaya E. M., Celep G., Doğan G., Tercan M., Urhan B., A, 2016, Comparative Study of Physical Properties of Yarns and Fabrics Produced From Virgin and Recycled Fibers, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 68-76.
- [4] M. Kılıç, G. B. Kılıç, E. Tiryaki, H. K. Kaynak, M. Demir, 2019, Effects of Waste Cotton Usage on Properties of OE-Rotor Yarns and Knitted Fabrics, *Industria Textila*, 70, 216.
- [5] Uyanık S, 2019, A Study on The Suitability of Which Yarn Number to Use for Recycle Polyester Fiber, *The Journal of The Textile Institute*, 110:7, 1012-1031.
- [6] Uyanık S, 2021, The Bursting Strength Properties Of Knitted Fabrics Containing Recycled Polyester Fiber, *The Journal of The Textile Institute*, 112:12, 1998-2003.

ÜRETİM SONUCU ORTAYA ÇIKAN KIRPINTI KUMAŞLARIN YENİLİKÇİ ÜRÜNLERDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat ŞENSOY¹, Umut Kıvanç ŞAHİN^{2,4}, Filiz ASLAN¹, Senem KURŞUN BAHADIR^{3,4},
Elçin EMEKDAR², Hatice AÇIKGÖZ TUFAN²

¹ Su Global Ar-Ge Merkezi, Çorlu, Türkiye

²İTÜ, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul,
Türkiye

³ İTÜ, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

⁴CETEX Center of Excellence for Textiles, İTÜ Arı Teknokent, İstanbul, Türkiye

*emekdar@itu.edu.tr

ÖZET

Geri dönüşüm, çevreye olumlu etkileri ile her geçen gün daha fazla dikkat çekmektedir. Tekstil sektöründe pek çok farklı geri dönüşüm yöntemi ile çevreye katkı sağlarken ekonomik ve sosyokültürel artılar kazanılmaktadır. Bu çalışmada, üretimde kullanılmayan kırıntı kumaş parçalarının geri dönüşüme dahil edilmesi ve kumaş üretiminde doğal veya sentetik liflerle birlikte kullanılarak değerlendirilmesi planlanmıştır. Müşteriye sevki mümkün olmayan bitmiş ürünlerden 'tekrar kesim'(re-cut) adı verilen yeni bir koleksiyon oluşturulmuştur. Geri dönüştürülmüş kumaşlar farklı yıkama işlemlerine(taş, sodyum hipoklorit ve durulama) tabi tutulmuştur ve fiziksel testler uygulanarak analiz edilmiştir. Test sonuçlarına göre, hipoklorit yıkama yapılmış geri dönüştürülmüş kumaşın yırtılma ve kopma mukavemeti değerlerinin diğer yıkama yapılmış ve yıkanmamış kumaşlara kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bitmiş ürünlerden (re-cut) oluşturulmuş koleksiyonun da fiziksel testleri yapılmış ve kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelime: Geri dönüşüm, re-cut, mukavemet, denim, yıkama

REVALUATION OF CLIP WASTE FABRICS IN INNOVATIVE PRODUCTS

ABSTRACT

Recycling attracts more attention with its positive effects on the environment. While contributing to the environment with many different recycling methods in the textile sector, economic and socio-cultural advantages are gained. In this study, it is planned to evaluate the clip fabric pieces that cannot be used in production by including them in recycling and using them together with natural or synthetic fibers in fabric production. A new collection called 're-cut' has been created from the finished products that cannot be shipped to the customer. Recycled fabrics were subjected to different washing processes (stone, sodium hypochlorite and rinsing) and analyzed by subjecting them to physical tests. According to the test results, it was observed that the tear and tensile strength values of the hypochlorite washed recycled fabric were lower than the other washed and unwashed fabrics. The physical tests of the collection, which was created from re-cut products, were also carried out and it was determined that it is suitable for use.

Keywords: Recycling, re-cut, strength, denim, washing

1. GİRİŞ

Artan çevre bilinci ile birlikte tüm sektörlerde olduğu gibi tekstil sektöründe de geri dönüşüm ve tekrar kullanma ile atıkların değerlendirilmesi daha da önem kazanmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar ile mamül ürün olamayacak tekstil atıkları çöp olmak yerine katma değere sahip yeni ürünlere dönüşmektedir. Hammadde katkısı yanında atık yükü ve bertaraf maliyetleri azalmaktadır. Giysi üretimi sırasında kumaş kesimi, dikimi, iplik ya da üretim kaynaklı hatalı çalışmalar sonucunda tekrar değerlendirilecek pek çok farklı atık tekstil materyali oluşmaktadır. Bilgisayar ile optimize edilse bile pastal planı çalışmalarında yaklaşık %15 oranında kumaş atığı olduğu tahmin edilmektedir [1]. Bir tişört üretimi sırasında kullanılan materyallerin yaklaşık %6,5'u dikiş ve kalite kontrol işlemleri sonrasında atık olarak ayrılmaktadır ancak bunlar hala kıymetli kaynaklardır [2].

Üretim ara basamaklarında ortaya çıkan tüketici öncesi tekstil atıkları ya da satış sonrasında çıkan tüketici sonrası tekstil atıkları çeşitli geri dönüşüm ve tekrar kullanım stratejileri ile yeniden değer kazanabilir [3]. Bu noktada ilk adım ayırmadır ve tekstil atıkları kategorize edilir. Ardından tekrar kullanma ya da geri dönüşüm adımları takip edilir. Mekanik geri dönüşümde tekstil atıkları parçalanarak lif formuna kadar küçültülür ve tekrar tekstil üretimine dahil olabilir. Termomekanik geri dönüşüm termoplastik polimer kökenli tekstil atıkları için uygulanabilir ve granül formunda kullanıma hazır yeni malzeme bu tip atıkların eritilmesi sonucu oluşturulur. Böylece bu yeni granüllerden termoplastik polimerler yeni tekstil ürünlerine dönüştürülebilir. Kimyasal geri dönüşümle kimyasal olarak depolimerize olabilecek polimerlere uygulanarak onların daha küçük monomerlerine ayrılması sonucu farklı formlarda tekrar değerlendirilebilir. Bu üç yöntemden hiç birinin uygulanmadığı atıklar ise son çözüm olarak yakılır ve çıkan enerji diğer proseslere enerji kaynağı sağlar [4]. Tüm bu geri dönüşüm yöntemleri özelinde atık tipine bağlı olarak minimum ek kimyasal, makine ve enerji kullanımı gerektiren ve minimum sera gazı salınımı yapacak metotun seçilmesi daha çevreci ve sürdürülebilir bir yaklaşım sağlayacaktır.

Geri dönüşüme tekstil özelinde baktığımızda pek çok uygulama imkânına rastlamak mümkündür. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde atık sülardan boyarmadde ve kimyasal geri kazanımı[5, 6], kırpıntı kumaşlardan geri dönüştürülmüş lifler eldesi ve bu liflerin ipliğe dönüştürülmesi[7] ile sonrasında dokuma ya da örme kumaş üretimi, iplik olamayacak kısılıktaki liflerden dokusuz kumaşlar ve kompozit yapılar oluşturulması, atık kumaşların aynı veya farklı formlarda tekrar kullanımı, sentetik atık tekstil atıklarının eritilerek yeniden cips üretimi[8] gibi çokça farklı teknikler görülmektedir. Tüm bunların gerçekleştirilmesi ile hammadde tasarrufu, azalmakta olan doğal kaynakların tüketiminde azalma, atık yükünde azalma, atık bertarafı ve arıtma maliyetlerinde azalma, kıymetli ürün kaybının minimize edilmesi, çevre zararının en aza indirilmesi ve çevre bilinci ile sürdürülebilir üretim stratejilerinin benimsenmesi sağlanmaktadır.

Bu bilinçli bakış açısı ile hazırlanan bu çalışmada çeşitli üretim bantlarında atıl olarak ayrılan kumaş parçalarının içeriklerine göre sınıflandırılması elyaf ya da iplik olarak değerlendirilmek üzere geri dönüşüm merkezlerine gönderilmesi ve bu üretilen geri dönüştürülmüş ipliklerden kumaş üretilmesi ile hem verimliliği arttırmak hem de birim alandaki kumaştan daha fazla ürün eldesi amaçlanmaktadır. Ayrıca çalışmada ikinci ve

üçüncü kalite ürünlerden bir re-cut koleksiyonu oluşturulmuş ve kullanıma uygunluk için testleri yapılmıştır.

2. MALZEMELER VE METOTLAR

1. Malzemeler

Kırpıntı kumaşlar ile ikinci ve üçüncü kalite kumaşlar hammadde olarak kullanılmıştır. Kalite takibi kolaylığı için recut koleksiyonu için üretimi Su Global tarafından yapılmış ürünlerden satış öncesi iade edilen (preconsumer) ya da müşteri kullanımı sonrası geri dönüşüm amaçlı toplanan ürünler (postconsumer) tercih edilmiştir. Recut koleksiyonu son ürün üretimleri için uygun renklerde dikiş iplikleri, kesim ve dikiş makinelerinden faydalanılmıştır.

2. Metotlar

Kırpıntı kumaşların son ürüne dönüştürülmesi aşamaları Şekil 5’de verilmiştir. İlk olarak tesisteki üretim hatları incelenmiş ve gözlem yapılmıştır. Bu gözlem sonucunda hatta en çok kırpıntı oluşturan birimlerin kesim ve dikim bölümü olduğu tespit edilmiştir. Bu birimlere yakın bir kırpıntı toplama alanı oluşturulmuştur. Toplanan kırpıntılar incelenerek atık kompozisyonu belirlenmiş ve yeni üretilecek iplik için hedef formülasyon seçilmiştir. Toplanan kırpıntı kumaşların geri dönüşüme uygunluğu test edilmiş ve uygun kalitede olanlar seçilmiştir. Kırpıntılar %100 pamuk ve diğerleri ile tüketici öncesi ve sonrası olmak üzere kategorize edilmiştir. Kırpıntı kumaşların ipliğe dönüştürülmesi için bir iplik firmasından destek alınmıştır ve detayları Tablo 5’de yer alan iki farklı iplik üretimi yapılmıştır. Ardından geri dönüştürülmüş ipliklerden 410±35g ağırlığında 3/1 Z dimi denim kumaşların üretimi yapılmıştır. Üretilen kumaşlar farklı yıkama işlemleri sonrası özelliklerini değerlendirmek üzere taş, sodyum hipoklorit ve ya durulama olmak üzere üç farklı yıkamaya tabi tutulmuştur. Son olarak üretilen kumaşlara fiziksel testler olan yırtılma ve kopma mukavemeti testleri uygulanmıştır. Kumaşlar tasarlanan son ürünlere dönüştürülerek son haline getirilmiştir.



Şekil 5: Kırpıntı kumaşların son ürüne dönüşüm adımları

Re-cut koleksiyonunun hazırlık aşamaları Şekil 6’de verilmiştir. Öncelikle ikinci ve üçüncü kalite olarak ayrılan ürünler kategorize edilmiştir. Re-cut ürünler için giysi tasarımları yapılmıştır. Ardından ikinci ve üçüncü kalite ürünler yeni tasarımlarına göre kesilmiştir. Kesilen parçalar uygun şekilde dikilerek yeni giysiler üretilmiştir. Üretilen son ürünlerin provaları yapılarak ilgili bedenler için formu ve ölçüleri kontrol edilmiştir. Son olarak yeni ürünlerin fiziksel testleri yapılmıştır.

Tablo 5: Kumaş numunelerinin adlandırılması ve içerikleri

Kumaş no	İçerik
1	%79 kullanılmamış pamuk+%20 tüketici öncesi geri dönüştürülmüş pamuk+%1 elastan
2	%79 kullanılmamış pamuk+%20 tüketici sonrası geri dönüştürülmüş pamuk+%1 elastan



Şekil 6: Re-cut koleksiyonunun hazırlık adımları

3. SONUÇLAR

Geri dönüştürülmüş ipliklerden üretilen kumaşlar sodyum hipoklorit, taş ve durulama tipinde yıkamalar sonrası kopma ve yırtılma mukavemeti testleri yapılarak fiziksel performansları incelenmiştir ve ilgili sonuçlar Tablo’de verilmiştir. Yıkılmamış kumaşlar kontrol grubu olup 1.kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 92kgf ve 62 kgf’ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 6400gf ve 5800gf’dir. Yıkılmamış 2. Kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 83kgf ve 40 kgf’ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 6400gf ve 5200gf’dir. Yıkama öncesi 1. Kumaşın kopma ve yırtılma mukavemeti daha yüksektir.

Durulama tipinde yapılan yıkama sonrası 1.kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 91kgf ve 63kgf’ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 6400gf ve 5800gf’dir. Durulama sonrası 2. Kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 88kgf ve 40kgf’ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 6400gf ve 5000gf’dir. Durulama sonrası mukavemet değerleri

öncesine hemen hemen aynıdır ancak yırtılma mukavemeti testinde 2.kumaşın atkı yönünde düşüş gözlemlenmiştir. Genel olarak durulama sonrası yıkama öncesinde olduğu gibi 1. Kumaşın kopma ve yırtılma mukavemeti daha yüksektir.

Tablo2: Farklı yıkamalar sonrası kumaşların kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti sonuçları

Yıkama Durumu	Kumaş Kodu	Kopma Mukavemeti (kgf)		Yırtılma Mukavemeti (gf)	
		Çözü	Atkı	Çözü	Atkı
Geri Dönüştürülmüş Kumaş (Yıkanmamış Kumaş)	1	92	62	6400	5800
	2	83	40	6400	5200
Durulama	1	91	63	6400	5800
	2	88	40	6400	5000
Taş yıkama	1	82	63	6400	5000
	2	77	33	5700	3600
Hipo (sodyum hipoklorit) Yıkama	1	74	48	5400	3800
	2	72	31	4100	3400

Taş yıkama sonrası 1.kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 82kgf ve 63kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 6400gf ve 5000gf'dir. Taş yıkama sonrası 2. Kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 77kgf ve 33kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 5700gf ve 3600gf'dir. Taş yıkama sonrası 1. Kumaşın çözü yönünde kopma mukavemeti ve atkı yönünde yırtılma mukavemetinde azalma gözlemlenmiştir ancak diğer yönlerde sabit kalmıştır. 2.kumaşın her iki testinin her iki yönünde de azalma olmuştur. Genel olarak taş yıkama sonrası yıkama öncesinde olduğu gibi 1. Kumaşın kopma ve yırtılma mukavemeti daha yüksektir. Taş yıkama sonrasında yıkamada kullanılan taşlar sebebiyle yüzeyde mekanik aşınmaya maruz kalması sebebiyle mukavemet düşüşleri olmaktadır[9].

Sodyum hipoklorit yıkama sonrası 1.kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 74kgf ve 48kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 5400gf ve 3800gf'dir. Sodyum hipoklorit yıkama sonrası 2. Kumaşın kopma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 72kgf ve 31kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözü ve atkı yönünde sırasıyla 4100gf ve 3400gf'dir. Sodyum hipoklorit yıkama sonrası her iki kumaşın iki mukavemet testinin her yönünde de azalma gözlemlenmiştir. Genel olarak Sodyum hipoklorit yıkama sonrası yıkama öncesinde olduğu gibi 1. Kumaşın kopma ve yırtılma mukavemeti daha yüksektir. Sodyum hipoklorit yıkama sonrasında yıkamada kullanılan kimyasalın kumaşın her bölgesinde emilmesi ile sebebiyle her açıdan kimyasal aşınmaya maruz kalması sebebiyle mukavemet düşüşlerinin diğer tüm yıkama tiplerine göre daha fazla olmaktadır[10].

Bitmiş ürünlerden (re-cut) oluşturulmuş koleksiyonun da kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti testleri yapılmıştır ve ilgili sonuçlar Tablo'de verilmiştir. Recut ürünlere birleştirilen kumaş parçalarının birleşme öncesi bireysel mukavemet testleri ve birleşme sonrası dikiş açılma testleri yapılmıştır. Tabloda verilen değerler minimum mukavemet test sonuçlarıdır ve dikiş açılmaları bu minimum değerlerde en mukavemetsiz kumaşların olduğu

noktalarda gözlemlenmiştir. Bu koleksiyondan beyaz pantolonun kopma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde sırasıyla 63kgf ve 57kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde sırasıyla 4200gf ve 4600gf'dir. Beyaz/açık mavi pantolonun kopma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde sırasıyla 64kgf ve 58kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde sırasıyla 4200gf ve 5000gf'dir. Açık mavi pantolonun ise kopma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde sırasıyla 63kgf ve 56kgf'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözgü ve atkı yönünde sırasıyla 5900gf ve 6400gf'dir.

Tablo3: Re-cut koleksiyonundan numunelerin kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti sonuçları

Recut Ürün Adı	Ürün İçeriği	Kopma Mukavemeti (kgf)		Yırtılma Mukavemeti (gf)	
		Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı
Beyaz pantolon	%100 pamuk	63	57	4200	4600
Beyaz/açık mavi pantolon	%100 pamuk	64	58	4200	5000
Açık mavi pantolon	%62 pamuk %38 elastan	63	56	5900	6400

Re-cut koleksiyonuna ait sonuçlar incelendiğinde tüm numunelerin kopma mukavemetleri atkı ve çözgü yönünde birbirine çok yakın olup maksimum yırtılma mukavemeti elastan içeren Açık mavi pantolon numunesinde gözlemlenmiştir. Elastan içeriği sebebiyle yırtılma mukavemeti artmıştır. Yapılan fiziksel testler sonucunda koleksiyonun kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir. Koleksiyondan örnek pantolonlar Şekil 7'te verilmiştir.



Şekil 7: Re-cut koleksiyonundan bazı örnekler

TARTIŞMA

Üretim tesislerinde atık olarak ayrılan, uygun bulunmayıp ayrılarak atıl duruma geçen ancak hala değerlendirilebilecek pek çok ham madde mevcuttur. Bunlar makine parkurunda kullanıma uygun olmayan küçük boyutta kumaş parçaları, kırpıntılar ya da müşteri isteğini belirli bir sipariş için farklı sebeplerden karşılayamayan kumaşlar olabilir. Ancak bunlar hala kıymetli hammadde kaynaklarıdır ve farklı formlarda değerlendirilerek hammadde tasarrufu, doğal kaynakların tüketiminde azalma ve fabrika içi verim artışı sağlanabilir. Bu çalışmada tüketici öncesi ve sonrası kırpıntı kumaşlardan geri dönüştürülmüş iplikler üretilmiş ve bu

ipliklerle hazırlanan denim kumaşlar durulama, taş ve hipoklorit yıkama işlemlerine maruz bırakılmıştır. Yıkama öncesi ve sonrası yırtılma ve kopma mukavemet testleri incelenmiştir. Test sonuçlarına göre, hipoklorit yıkama yapılmış geri dönüştürülmüş kumaşın yırtılma ve kopma mukavemeti değerlerinin diğer yıkama yapılmış ve yıkanmamış kumaşlara kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Tüm yıkamalar sonunda tüketici sonrası atık pamuklardan elde edilen geri dönüştürülmüş kumaş daha düşük değerler göstermiştir. Bunun sebebi tüketici tarafından mekanik ya da kimyasal yıkama, ütü, günlük kullanım gibi dış etkilere maruz kalması sonucu yıpranmış kumaşlardan üretilmesidir. Koparak daha kısa hale gelmiş, deforme olmuş ya da yıpranmış liflerin daha fazla işleme maruz kalması ile bu tüketici öncesi geri dönüştürülmüş ipliklere nazaran daha zayıflamışlardır. TS2791 Tekstil - Pamuklu blucin (denim) kumaşları – Özellikler(22.05.2017) standardına göre kumaşlar özelliği gereği 2.sınıf denim kumaştır ve tüketici sonrası kumaşın değerleri daha düşük olmasına rağmen tüm numuneler hala kabul edilebilir seviyelerdedir, ürün olarak kullanılması uygundur. Ayrıca ikinci ve üçüncü kalite olarak ayrılan, satışa sunulamayan ürünlerden re-cut koleksiyonu hazırlanmış ve tekrar kesilerek yeni ürünler oluşturulmuştur. TS2791 standardına göre yine 2.sınıf denim kategorisine giren kumaşlardan üretilen bu ürünlerin fiziksel özellikleri değerlendirilmiş ve fiziksel özelliklerinin kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir. Hem geri dönüştürülmüş ipliklerden denim kumaş üretimi ile hem de recut koleksiyonunda atıl kumaşların tekrar kullanılması sonucu tekrar değerlendirilmesi ile atık yükü yazaltılmış ve çevreye katkı sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yer alan sonuçlar Su Global Ar-Ge Merkezi bünyesinde yürütülen RD-004 nolu “Üretim Sonucu Ortaya Çıkan Kırpıntı Kumaşların Yenilikçi Ürünlerde Değerlendirilmesi” başlıklı projesinin bir parçasıdır. Yazarlar çalışma boyunca olan desteklerinden dolayı Su Global Tekstil ve Konfeksiyon Sanayi A.Ş.’ye teşekkürlerini sunar.

KAYNAKÇA

- [1] S. Johnson, D. Echeverria, R. Venditti, H. Jameel, and Y. Yao, “Supply Chain of Waste Cotton Recycling and Reuse: A Review”, doi: 10.14504/ajr.7.S1.3.
- [2] W. Kasemset, C.; Chernsupornchai, J.; Pala-Ud, “No Title,” *J. Clean. Prod.*, vol. 108, pp. 1342–1351, 2015.
- [3] B. Eser, P. Çelik, A. Çay, and D. Akgümüş, “Tekstil ve konfeksiyon sektöründe sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm olanakları,” *Tekst. ve Muhendis*, vol. 23, no. 101, pp. 44–60, 2016, doi: 10.7216/1300759920162310105.
- [4] H. Macit, A. E. Tayyar, and A. Ş. Macit, “Tekstil Sektöründe Geri Dönüşüm Olanakları ve Uşak İli ’ nde Güncel Durum,” *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilim. Derg.*, vol. 2019, no. 2, pp. 91–102, 2019.
- [5] E. Emekdar and U. K. Şahin, “Dyestuff Adsorbing Natural Composites for Wastewater Treatments,” in *Advances in Textile Waste Water Treatments*, S. S. Muthu, Ed. Springer, Singapore, 2021, pp. 103–133. doi: 10.1007/978-981-16-0065-4_4.
- [6] E. Emekdar and U. K. Şahin, “Katyonik Atık Suların Arıtılması İçin Tekstil Atıklarından Çevreci Kompozit Üretimi,” 2019.

- [7] Y. Ersoy and M. Zıraplı, “Geri Dönüşüm İplikçiliğın Önemi ve İplik Üretim Yöntemleri,” *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol. Derg.*, vol. 2, pp. 425–432, 2014.
- [8] T. Vadicherla and D. Saravanan, “Textiles and Apparel Development Using Recycled and Reclaimed Fibers,” in *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing*, 2014, pp. 139–160. doi: 10.1007/978-981-287-065-0_5.
- [9] H. AÇIKGÖZ TUFAN, E. EMEKDAR, U. K. ŞAHİN, M. ŞENSOY, Y. TUNALI, and H. GÜNGÖR, “Effects of Anhydrous Enzymes Usage in Denim Washing on Fabric Tear Strength,” *Eur. J. Sci. Technol.*, Jan. 2022, doi: 10.31590/EJOSAT.1055060.
- [10] M. R. Rashid, M. F. Rahman, M. R. Rashid, and M. F. Rahman, “Study on Fabric and Seam Strength Loss of Denim Trousers for Different Washing Treatments,” *J. Text. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 114–122, Jun. 2020, doi: 10.4236/JTST.2020.63009.

ROTASYON BASKI İŞLETMELERİNDE KUMAŞ TAŞIYICI BANT (BLANKET) TEMİZLEME SUYUNUN YENİDEN KULLANIMI

Yavuz ARIKAN¹, Ahmet ORUÇ¹, Kübra ÖZŞAHİN¹, Fatma DEMİRCİ¹, Hatice ÖZEL¹,
Hatice Kübra KAYNAK²

¹MEM Tekstil San. Ve Tic. A.Ş., Kahramanmaraş / TÜRKİYE

²Gaziantep Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep / TÜRKİYE
yavuzarikan@mementextile.com

ÖZET

Bu çalışmada, tekstil baskı sektöründe rotasyon baskı makinesinde kumaşın üzerinde taşındığı ve üzerinde baskı işleminin yapıldığı taşıyıcı bantın (blanket) yıkanmasında kullanılan ve hali hazırda atık su kanal sistemine verilen suyun yeniden kullanılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda rotasyon baskı işletmesinde taşıyıcı bant yıkama işleminde kullanılan suyun ayrı bir depo sisteminde birikmesi ve depo girişine taşıyıcı bant yıkamasından kaynaklanabilecek kirliliklerin artırılması için bir filtre sisteminin entegrasyonu planlanmıştır. Bu şekilde, taşıyıcı bant sisteminin temizliği için depoda yer alan daha önce kullanılmış olan su bir pompa aracılığı ile tekrardan taşıyıcı bant yıkama işlemi için kullanılmaktadır. Gerekli görülmesi durumunda sistemin kısmi olarak temiz su ile seyreltilmesi mümkündür. Böylece taşıyıcı bant yıkama sularının yeniden kullanımı sağlanmıştır. Çalışma neticesinde işletmede taşıyıcı bant yıkama suyunun 5 ile 10 tur kullanılabilirliği sağlanmıştır. Bu değer atık suyun baskı işlemi sırasında kullanılan PVA miktarına bağlı olarak değişmektedir. PVA kullanımını etkileyen faktörler ise; kumaş türü ve kumaş kalınlığıdır. Bu iki parametre neticesinde PVA kullanımı 1 kg için 200 ila 300 kg kumaşa tekamül etmektedir. Sistem sürekliliği sabit takip sistemi ile kontrol edilmektedir. Baskı işletmesinde aylık olarak 300-450 bin litre su kullanılmaktadır. Tasarlanan sistem ile bu kullanımdan %80-%90 oranında su tasarrufu sağlamak mümkün görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, su tasarrufu, baskı atık suyu, filtrasyon

REUSE OF BLANKET CLEANING WATER IN ROTARY SCREEN PRINTING PLANT

ABSTRACT

In this study, it is aimed to reuse the water used for cleaning the conveyor belt (blanket) on which the fabric is carried and the printing process is done in the rotary screen printing machine and which is already given to the waste water system. In this context, it is planned to collect the water used for the conveyor belt cleaning process in the rotary printing machine in a separate storage system and to integrate a filter system in order to purify the pollution that may arise from the conveyor belt washing. In this way, the previously used water in the tank for the cleaning of the conveyor belt system is used again for the conveyor belt washing process by means of a pump. If it is desired, partial dilution of the system with clean water is

possible. Thus, the reuse of conveyor belt cleaning water is ensured. As a result of the study, the usability of the conveyor belt washing water for 5 to 10 cycles can be ensured. This value varies depending on the amount of PVA used during the printing process. The factors that affect the used amount of PVA are; fabric type and fabric thickness. As a result of these two parameters, the use of 1 kg of PVA corresponds to 200 to 300 kg of fabric. System continuity is controlled by a fixed tracking system. The available printing plant uses 300-450 thousand liters of water monthly. With the designed system, it seems possible to save 80%-90% water.

Keywords: sustainability, water saving, printing wastewater, filtration

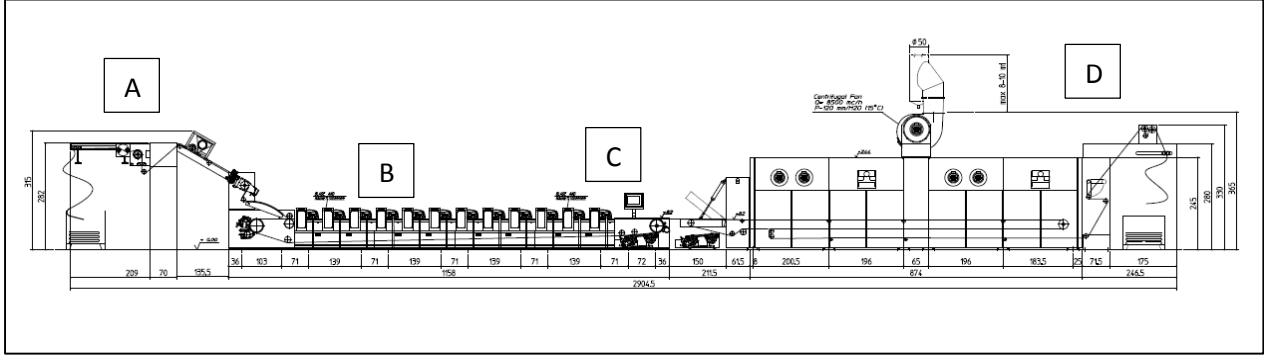
1.Giriş

Tekstil sektörü başlıca giyim sektörü olmak üzere ev tekstil ürünleri, sağlık, ambalaj, dekorasyon, otomotiv vb. sektörlerle doğrudan hammadde sağlamaktadır. Giysi; dış etmenlerden korunmakla birlikte örtünebilme ve yanında güzel görünmek amacıyla insanın teni üzerine takıldığı kumaş ve benzeri ürünlerdir. İnsanlar elde ettiği doğal veya sentetik lifleri boyar maddeler ile renklendirip, kendini ruh hallerini ifade eden duygu ve düşüncelerini giyim malzemeleri üzerinde şekillendirmişlerdir. Bu kapsamda tekstil ürünleri üzerinde istenilen renk ve desenler elde etmek için bölgesel veya kısmi boyamalar ile baskılar yapıldığı bilinmektedir [1]. Bu nedenle Tekstil sektörü dünya çapında en büyük ve bütün alanları kapsayan sektörler arasındadır [2]. Önümüzdeki 8-10 yıllık periyotta küresel çapta hazır giyim tüketiminin %63 artacağı düşünülmektedir [3]. Böylesine büyük bir sektör göz önüne alınarak düşünüldüğünde; üretim ve tüketim eğrisinin sürekli yukarı yönde ilerlediği bir sektörde hammadde tüketimi ve üretim atıkları kaynaklı problemlerden dolayı doğayı koruma, hammaddelerin düzenli kullanılması ve en nihayetinde sürdürülebilir bir üretim zorunluluk haline gelmektedir.

Sürdürülebilir tekstil üretiminde bir kumaş çevreyi kirletmiyor gibi görünse de, üretim işlemlerinde bu durum farklıdır [1, 4]. Üretim basamakları sürdürülebilirlik açısından yeterince ele alınmadığında kısıtlı kaynakların tükenmesiyle karşı karşıya kalma sorununu da beraberinde getirmektedir. Tekstil sektöründe özellikle renklendirme proseslerinde kullanılan yüksek miktardaki su düşünüldüğünde, alınabilecek en akıllıca önlem her işletmenin kendi içerisindeki tekrar kullanılabilir su kaynaklarını tespit ederek bu niteliğe sahip suları işletmelerinde aynı birim ya da farklı birimlerde tekrar kullanılmasını sağlamak olmalıdır.

Rotasyon baskı işletmelerinde basılacak kumaş geniş bir kumaş taşıyıcı bant üzerinde sürekli olarak dönen baskı silindirlerinin altından geçer. Bu geçiş sırasında silindirler kumaş üzerine daha önceden belirlenmiş renk, desen ve kombinasyonlardan oluşan baskı işlemini gerçekleştirir. Bu geçiş işlemi sırasında taşıyıcı bant üzerinde kumaşın sabitlenerek hareketsiz kalması istenir. Bu sabit kalmayı sağlayabilmek için taşıyıcı bant yüzeyi özel bir yapıştırıcı ile kaplanır ve kumaşın baskı silindirleri altından geçişi sağlanır. Bu yapıştırıcılar polivinil alkol (PVA) esaslı olup su ile çözülerek sistemden kolaylıkla uzaklaştırılabilir. Daha sonra taşıyıcı bant dönüş yaparak kumaştan ayrılır, kumaş sistem üzerinden devam ederken taşıyıcı bant tekrardan kullanıma hazırlanmak için su fışkıyeleri ile yıkanır ve ardından sıyırıcı fırçalar yardımıyla yüzeyindeki su uzaklaştırılır. Bu sistem ile taşıyıcı bant gerekli temizlik şartları

sağlandığında tekrar kullanılabilir hale gelir ve sisteme beslenir. Şekil 1’de rotasyon baskı makinasına ait görünüm verilmiştir [5].



Şekil 1: Rotasyon baskı makinası görünümü.

- A: Sistem kumaş besleme hattı girişi
- B: Rotasyon baskı kalıbı
- C: Taşıyıcı bant sistemi
- D: Kurutma ve sistem çıkışı

Rotasyon baskı makinesinde taşıyıcı bantın temizlenmesi amacıyla temiz su kullanılmaktadır. Taşıyıcı bantın temizlenmesinin ardından kirlenen su deşarja verilmektedir. Ancak bahsi geçen su boya, elyaf ve kimyasallar açısından kirlilik seviyesi oldukça düşük ve temizlenerek tekrar kullanılmaya uygundur. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde rotasyon baskı işlemindeki taşıyıcı bant yıkama sularının tekrar kullanılabilirliği üzerine yapılmış bilimsel bir çalışmaya ya da özgün bir sistem tasarımına rastlanmamıştır. Mevcut çalışmaların, baskı işletmelerinin atık su miktarının doğaya verdiği zararı vurgulamaya yönelik durum tespiti şeklinde olduğu [6], ve baskı işletmeleri atık suyundan kaynaklanan çevresel etkilerin su ayak izi vb. yöntemlerle hesaplanması ve tespiti üzerine olduğu görülmektedir [7,8].

Bu çalışma kapsamında taşıyıcı bant yıkama sularının işletme içerisinde yeniden kullanılabilmesi amacıyla yeni ve özgün bir sistem tasarımının yapılması amaçlanmıştır.

1.1. Tekniğin Mevcut Durumu ve Problemin Tanımlanması

Tekniğin mevcut durumu incelendiğinde, rotasyon baskı makinesinde taşıyıcı bantın temizlenmesi amacıyla sisteme sürekli bir akış oluşturacak şekilde yumuşatma prosesinden elde edilen yüksek kalite suyun beslendiği bilinmektedir. Mevcut durum aşağıda verilen olumsuzluklara sebep olmaktadır.

- Sistem sürekli olarak yüksek kaliteli su ihtiyacı duymaktadır.
- Sistemin ihtiyaç duyduğu minimum kriterlerin çok üzerinde bir sarfiyat ve kalitede su kullanılmaktadır.
- Sürdürülebilir bir döngünün mantığına aykırı olacak şekilde hammadde, enerji ve performans kayıplarına sebebiyet vermektedir.
- Firmaların su kullanım miktarlarında azaltmalara gidebilmesi için mevcut sistemlerin iyileştirilmesinin zorunluluk haline gelmektedir.

- Mevcut durumun maliyet ve performans olarak sürdürülebilir olmamaktadır.
- Taşıyıcı bant yıkama suyu atık su arıtma tesisi için ilave bir arıtma maliyeti oluşturmaktadır.

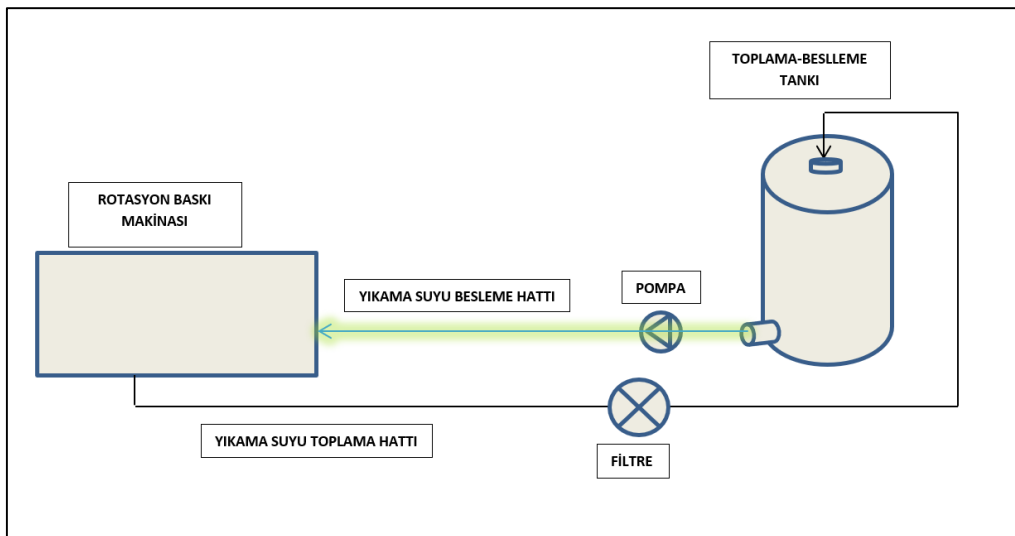
Bahsi geçen durum ve şartlar göz önüne alındığında yaşanan olumsuzlukların ortadan kaldırılması için mevcut sistemin iyileştirilmesi gerekmektedir. Temiz su kaynaklarının oldukça kısıtlı olduğu günümüzde, Tekstil işletmeleri gibi yüksek miktarlarda su kullanan sanayi tesislerinde sürdürülebilir bir su döngüsünün sağlanması oldukça önemlidir.

1.2. Tasarım Kriterleri

Hedeflenen sistem için aşağıda verilen tasarım kriterleri göz önüne alınmıştır.

1. Sistem, daha önceki yıkama şartlarının devam edebilmesi için minimum akış debisini sağlamalıdır.
2. Su, enerji ve iş yükü olarak yeterli verimliliği sağlamalıdır.
3. Baskı sistem elemanlarının ömür döngülerinde herhangi bir kısaltma veya sistem araçlarının sağlıkları göz önüne alındığında herhangi bir zarar vermemesi gerekmektedir.
4. Sistem minimum maliyet ve alan kaplayacak şekilde tasarlanmalıdır.
5. Tekrar kullanımı sağlanacak olan yıkama suyu sistem üzerinde baskı kalitesini azaltacak kalıntı veya iz bırakmamalıdır.
6. Sistem tasarımı yapılırken yıkama suyu toplanma ve sisteme beslenme mesafesi en kısa olacak şekilde konumlandırılmalıdır.
7. Sistem tasarımı yapılırken anlık besleme işleminin yeterli debiyi sağlaması göz önünde bulundurulmalıdır.

Belirlenen tasarım kriterlerine ek olarak maliyet, ergonomik görünüm, takip edilebilirlik, beklenen işlevi yerine getirme ve performansı gibi kriterler açısından da değerlendirmeler yapılarak sistem tasarımı gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.'de projenin tasarımı şematik görünümü verilmiştir.



Şekil 2. Sistem tasarımı

2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada, Rotasyon baskıda yer alan taşıyıcı bant sisteminin temizlenmesi amacıyla kullanılan suyun tekrardan kullanımı için sürdürülebilir bir sistem tasarımının yapılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda taşıyıcı bant suyunun kullanım miktarı ve tekrar kullanımı için ölçüm ve takipler yapılmıştır. Bu kapsamda günlük su kullanımı ve tekrar kullanılması için su kalite parametreleri incelenmiştir. İncelemeler sonrasında kapasite, kullanım ömrü ve kalite değerleri takip edilmiştir.

Bu çalışmada taşıyıcı bant yıkama suları toplanarak tekrar yıkama işleminde kullanılması sağlanmıştır. Sistem atık suyu kanal sisteminden ayrılarak bir tank içerisine alınmıştır. Tank sistemi öncesine filtre yerleştirilerek atık su kısmi olarak kirleticilerden ayrılmıştır. Yeterli yıkama miktarını karşılayacak atık su biriktirilmiştir. Daha sonra sistemin rotasyon baskı taşıyıcı bant yıkama hattını beslemek amacıyla bir pompa bağlanmıştır. Tank ve pompa sistemi rotasyon baskı makinasına ait yıkama hattına bağlanmıştır. Sistem çalışmaya başladığında taşıyıcı bant yıkama sistemi daha önce filtrelenerek toplanmış olan taşıyıcı bant atık suyu deposundan beslenmiştir. Sistem temizlik sistemi sorunsuz olarak daha önceki atık su kirlilik yüküne göre tekrar-tekrar kullanılabilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Rotasyon baskı yapan işletmelerden çıkan taşıyıcı bant yıkama atık suyunun atık su arıtma tesisine gitmeden önce sadece ön filtrasyon yapılarak tekrar kullanılmasının mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde işletmede taşıyıcı bant yıkama suları 5 ile 10 tur kullanılabilirliği sağlanmıştır. Bu değer atık suyun baskı işlemi sırasında kullanılan PVA miktarına bağlı olarak değişmektedir. PVA kullanımını etkileyen faktörler ise; kumaş türü ve kumaş kalınlığıdır. Bu iki parametre neticesinde PVA kullanımı 1 kg için 200 ila 300 kg kumaşa tekamül etmektedir. Sistem sürekliliği sabit takip sistemi ile kontrol edilmektedir. Bu sistem ile firma baskı işletmesi aylık olarak 300-450 bin litre su kullanılmaktadır. Tasarlanan sistem ile bu kullanımdan %80-%90 oranında su tasarrufu sağlamak mümkün gözükmektedir. Firmaya ait olan AAT (Atık su arıtma tesisi) atık su miktarında azaltma sağlanarak kimyasal, enerji ve iş yükünde azalmalar sağlanmıştır.

4. Değerlendirme

Bu çalışmada, elde edilen veriler taşıyıcı bant yıkama atık sularının ayrı bir sistem içerisinde toplanarak tekrar kullanılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda taşıyıcı bant yıkama atık suyunda yüksek oranda azalma sağlanmıştır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında baskı işletmelerinde kullanılan taşıyıcı bant yıkama sularının tekrar tekrar kullanılabilirliği sağlanabilmektedir. Bu sayede taşıyıcı bant yıkama amaçlı su kullanımı yüksek oranda iyileşme sağlamaktadır.

Kaynaklar

- [1] Kurt T. V. 2019. Günümüzde Tekstil Baskı Tasarımlarının Bebek Giysilerinde Kullanımı. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tekstil Ana Sanat Dalı.

- [2] Keskin, S. S., Erdil, M., Sennaroğlu, B. 2017. Bir Tekstil Fabrikasının Kumaş Üretiminde Enerji ve Karbon Ayak İzlerinin Belirlenmesi. VII. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 1-3 Kasım, Antalya, 95-105.
- [3] Remington, C. 2020. Reducing the carbon footprint in textile manufacturing. Ecotextile News. <https://www.ecotextile.com/sponsored-content/reducing-the-carbon-footprint-in-textilemanufacturing.html> (Erişim Tarihi: 11.04.2020).
- [4] Akhtar, S., Baig, S. F., Saif, S., Mahmood, A., Ahmad, S. R. 2017. Five Year Carbon Footprint of a Textile Industry: A Podium to incorporate Sustainability. Nature Environment and Pollution Technology. 16(1), 125-132.
- [5] Bıyık A. A., 2016. Tekstil Baskı Prosesinde Karşılaşılan Tehlike Ve Risklerin Belirlenmesi Ve Çözüm Önerileri. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- [6] Hayta, P., Oktav, M., 2019, The Importance of Waste and Environment Management in Printing Industry, EJENS, Volume 3, Issue 2, 18-26.
- [7] Chen, L., Ding, X., Wu, X., 2015, Water Management Tool of Industrial Products: A case study of screenprinting fabric and digital printing fabric, Ecological Indicators, 58, 86 – 94.
- [8] Rüzgar, A., 2019, Rotasyon ve dijital reaktif baskıların çevresel etkilerinin yaşam döngüsü analizi tekniğiyle karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

UZAK KIZILÖTESİ IŞIN YANSITMA (FAR INFRARED RAY) ÖZELLİKLİ YATAK KUMAŞI GELİŞTİRİLMESİ

Gökhan YAŞAR¹, Zübeyde ARABACILAR¹, Eda TURHAN¹, Oğuz DEMİRYÜREK²
¹Aydın Mensucat Döşemelik Kumaş Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kayseri Şubesi, KAYSERİ
²Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, KAYSERİ
gokhan.yasar@aydintekstil.com

ÖZET

Çalışmanın amacı, sepiyolit kullanarak uzak kızılötesi ışınları yayma özelliği artırılmış yataklık kumaş elde etmektir. Uzak kızılötesi ışınların ciltteki kılcal damarların genişlemesine ve vücuttaki toksinlerin-radikallerin vücuttan atılmasına ve periferik kan damarlarının açılmasına, tıkanıkların açılmasına yardımcı olduğu, kas ve yumuşak doku yaralanmaları için rahatlama ve iyileşme sağladığı bilinmektedir. Mevcut çalışmalarda FIR etkisi Germanyum, Magnezyum Oksit, Zirkonyum Dioksit, Bambu kömür tozları ve bazı doğal taşlar (turmalin, apatit taşı) ile elde edilmektedir. Bu sebeple yapılacak çalışmada FIR geçirgenliğini ve yayılımını arttırmak amacıyla Sepiyolit kullanılarak kaplama yöntemiyle etkisi artırılmış FIR yansıtma özellikli yatak kumaşı üretilecektir.

Anahtar Kelimeler: Uzak Kızılötesi Işın Yansıtma, Yatak Kumaşı, Sepiyolit

DEVELOPING MATTRESS TICKING FABRICS HAVING FAR INFRARED RAY REFLECTION PROPERTIES

ABSTRACT

The purpose of the study is to develop mattress ticking fabrics having increased far infrared properties using sepiolite. It is known that far infrared rays help to expand the capillaries in the skin and remove toxins-radicals from the body and open peripheral blood vessels, open blockages, and provide relief and healing for muscle and soft tissue injuries. In current studies, the FIR effect is obtained with Germanium, Magnesium Oxide, Zirconium Dioxide, Bamboo coal powders and some natural stones (tourmaline, apatite stone). For this reason, in order to increase the FIR permeability and diffusion by 10%, a mattress fabric with FIR reflective properties will be produced by using Sepiolite, the effect of which is increased by coating method.

Keywords: Far Infrared Ray Reflection, Bedding Fabric, Sepiolite

1.GİRİŞ

Uzak kızılötesi dalgaların canlı organizmalara olumlu etki ettiği çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır [1,2,3]. 4-14 µm dalga boyu aralığındaki FIR ışınları, hücre büyümesi için faydalı olarak kabul edilir ve bu dalga boyundaki radyasyon, bazı insanlar tarafından “hayat

ışınları” olarak adlandırılır [4]. İnsan teni 3-50 mikron aralığında uzak kızılötesi enerji yayılımı yapmaktadır. En fazla çıkış aralığı 9,4 mikron civarındadır. Örneğin insanın el ayası, 8-14 mikron aralığında bir salınım yapmaktadır. Uzak kızılötesi ışın yayma özelliği kazandırılmış bir tekstil ürününün çalışma prensibi, insan vücudunun yaydığı bu termal enerjiyi tekrar vücuda uzak kızılötesi (FIR) enerjisi olarak geri yansıtma prensibine dayanmaktadır. Burada kumaş bir nevi ayna görevi görerek absorbladığı enerjiyi insan vücuduna geri yansıtılmaktadır [4,5,6]. Bir molekül titreşim yaparken şu iki şart sağlanıyorsa aynı enerjideki (aynı frekanslı) elektromanyetik radyasyonu absorplar ve titreşim hareketinin genliği büyür.

- (i) Molekülün titreşim (vibrasyon) frekansı ışığın frekansı ile aynı ise,
- (ii) Titreşim hareketi molekülde bir dipol değişimi yapıyorsa yani sistem titreşirken dipol moment değişimine uğruyorsa

Bir sistemde (+) ve (-) elektrik yüklerinin çekim merkezinin yerini dipol momenti tayin eder. Atomlar karakteristik titreşimler yaptıklarında yüklerin yeri değişir. Bunun sonucunda momentte bir değişim olur. Dipol moment değişince molekül etrafında periyodik olarak değişen elektrik alanı oluşur. Sonuçta, bu alan radyasyonun elektrik alanı ile etkileşerek titreşim frekansına uygun frekanslı radyasyonu absorplar. H₂, O₂ gibi simetrik moleküller absorpsiyon yapmazlar, çünkü bunların titreşimlerinde bir dipol moment değişimi olmaz. Buna karşın HCl, CO gibi moleküller IR bölgede kuvvetli absorpsiyon yaparlar [7].

Kızılötesi yansıtıcı pigmentler, görünür ışığı seçici olarak yansıtan bazı pigmentlere ek olarak kızılötesi bölgedeki dalga boylarını da yansıtan karmaşık inorganik yapıları renkli malzemelerdir. Yansıtıcı pigmentlerin yansıtma ve absorpsiyon katsayısı birbirinden bağımsızdır. Dolayısıyla kızılötesi yansıtıcı pigment herhangi bir renge sahip olabilir. Bu pigmentler, metal oksitler, hidroksitler, nitratlar veya asetatlardan oluşan karışımların kalsinasyon olarak adlandırılan bir işlemle çok yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmasıyla sentezlenir. Metal oksitler veya tuzlar birlikte harmanlanır ve genellikle 1000°C’ nin üzerindeki sıcaklıklarda işleme tabi tutulur. Kalsinasyon sıcaklığında katılar kendiliğinden reaktif hale gelirler. Katılardaki metal ve oksijen iyonları, spinel veya rutil yapıları gibi daha kararlı yeni kristal yapıları oluşturmak için yeniden düzenlenir [8]. Kaplama pigmentasyonu, ısı artış performansı üzerinde temel bir etkiye sahiptir. Serin bir yüzey elde etmek için pigmentlerin mümkün olduğunca fazla enerjiyi yansıtması gerekmektedir. Bu yansıtma yeteneği, Toplam Güneşsel Yansıtma (TSR) değeri olarak ifade edilebilmektedir. Bu nedenle, yüksek TSR değerlerine sahip pigmentler düşük ısı artışı ile birlikte yüksek bir yansıtma gösterir. En yüksek yansıtma kabiliyetine sahip pigmentler TiO₂ temeline, en düşük yansıtma değerine sahip pigmentler ise karbon siyahı temeline dayanmaktadır. Estetik bir bakış açısı ile beyaz yerine koyu bir renk tercih edilirse, kızılötesi yansıtıcı pigment seçeneği olarak krom demir oksit (Pigment Brown 29) veya krom demir nikel siyah spinel (Pigment Black 30) gibi koyu renkli inorganik kompleks pigmentler kullanılabilir [9].

Bir malzemenin yayılım (emissivite) faktörü, cismin emisyon verimliliğinin (ve emiliminin) bir ölçüsüdür ve aşağıdaki denklemle ifade edilir.

$\epsilon = \frac{\text{Gri bir cisim tarafından yayılan tüm radyasyon enerjisi}}{\text{Aynı sıcaklıkta bir siyah cisim tarafından yayılan tüm radyasyon enerjisi}}$

Gri cismin yayılımı genelde 1'den düşüktür.

Uzak kızılötesi yayılım değeri, maddenin yüzey koşullarına, sıcaklığına ve cismin dalga boyuna bağlıdır. Siyah cisim emilimi 1 olarak kabul edilir. Diğer cisimlerinki $0 < x < 1$ arası değerler içerir. Örneğin; İnsan teni: 0,99; ağaç, tahta, su, buz, don, yaprak: $\sim 0,97$; cam, beton, tuğla: 0,94; paslanmaz çelik: 0,74; Alüminyum: 0,18 gibi değerlerdedir [10].

Uzak kızılötesi tekstilleri için Japonya uzak kızılötesi birliğince standart hazırlanmıştır (FTTS-FA-010). Bu standartın gerekliliği olarak, 3-14 mikron dalga boyu aralığındaki ışığın absorbe edilmesi ve tekrar geri yansıtılması esastır. Yansıtma değeri siyah cismin yansıtma değerine göre hesaplanır ve değer aralığı 0-1 ϵ arasındadır. Standartta belirtildiğine göre, uzak kızılötesi ışın yayılım değeri 0.8 ϵ ve üzeri olunca sağlık yönünden faydalı olduğu vurgulanmıştır [11].

Yapılan literatür araştırmalarında insan teninin yayılım değerine (0,99) ulaşan çalışmalara rastlanmamıştır.

Çalışmanın amacı, Sepiyolit kullanarak uzak kızılötesi ışınları yayma özelliği artırılmış yataklık kumaş elde etmektir. Uzak kızılötesi ışınların ciltteki kılcal damarların genişlemesine ve vücuttaki toksinlerin-radikallerin vücuttan atılmasına ve periferik kan damarlarının açılmasına, tıkanıkların açılmasına yardımcı olduğu, kas ve yumuşak doku yaralanmaları için rahatlama ve iyileşme sağladığı bilinmektedir. Mevcut çalışmalarda FIR etkisi Germanyum, Magnezyum Oksit, Zirkonyum Dioksit, Bambu kömür tozları ve bazı doğal taşlar (turmalin, apatit taşı) ile elde edilmektedir. Infrared yayma ölçütü emisivite değeri ile belirlenir. Bu değer 0-1 aralığında olmalıdır. Emisyon değeri; gri cisim tarafından yayılan tüm radyasyon enerjisinin, aynı sıcaklıkla bir siyah cisim tarafından yayılan tüm radyasyon enerjisine oranıdır. İnsan teni 0.99 emisyon değerine sahiptir ve uzak kızılötesi yayılım değeri 0.8 ve üzeri değerler olduğunda insan vücuduna faydalı olduğu bilinmektedir. Yapılan literatür araştırmalarında bu değer maksimum 0.85 olduğu görülmüştür. Uzak kızılötesi ışın özelliği kazandırılmış bir tekstil ürününün çalışma prensibi insan vücudunun yaydığı termal enerjiyi tekrar vücuda FIR olarak yansıtmasıdır. Bu etki; bambu kömür tozlarının polimer matrikslerine katılarak ekstrüderden farklı polimer içerikli lifler elde edilmesiyle veya kaplama laminasyon –baskı yapılarak elde edilmektedir. Seramik tozlarının çekim esnasında katılmasının olumsuz sonuçları olabilmektedir. Bunlardan biri ipliğin mukavemetinin azalmasıdır. Diğer bir problem ise seramik tozlarının düzeleri tıkamasıdır. Bu sebeple yapılacak çalışmada FIR geçirgenliğini ve yayılımını %10 oranında arttırmak amacıyla Sepiyolit kullanılarak kaplama yöntemiyle etkisi artırılmış FIR yansıtma özellikli yatak kumaşı üretilecektir. Teknolojide yaşanan gelişmeler ile birlikte tekstil alanında da gelişmeler oluşmaktadır. Kumaşlardan kızıl ötesi yansımalarında etki olması ve etki derecesinin artırılması beklenilmektedir.

Sepiyolit kimyasal yapısı madenin bulunduğu bölgeye göre farklılık göstermekle birlikte MTA verilerine göre $(Si_{12})(Mg_9)O_{30}(OH_6)(OH_2)_4.6H_2O$ şeklinde tanımlanmaktadır. Foto katalitik etkisi birçok araştırmada konu alınmıştır ve etkili sonuçlar elde edilmiştir. Bunun yanı sıra bu cevherin dünya üzerinde büyük çoğunluğunun ülkemiz sınırları içerisinde olması daha da önem kazandırmaktadır. Kızıl ötesi ışımada FTIR sonuçları incelendiğinde etkinliği fark edilmiştir.

Uzak kızılötesi etkisi gösteren kumaş uyku ortamında çevreye yaydığımız ısının bu uygulanacak kaplamalar ile kızılötesi etkisi oluşturularak enerji tekrardan insan vücuduna yansıtılmaktadır. Bu yansıyan enerji insan vücudu tarafından absorblanarak kan damarları genişleyerek dolaşım sistemlerinin rahatlaması sağlanacak. Buna bağlı olarak enerjik ve yorgun uyanma gibi sorunların çözülmesi sağlanacaktır.

Çalışmada; FIR etkisini arttırmak amacıyla farklı seramiklerin etkileri incelenmiştir. Emisivite değerinin 0.85 üzerine çıkarılması amaçlanmıştır.

2. Malzeme ve Yöntem

Sepiyolit, fillosilikat grubuna ait, magnezyum hidrosilikat ($\text{Si}_{12}\text{Mg}_8\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_{4.8}\text{H}_2\text{O}$)'den ibaret doğal bir kil mineralidir. Sedimanter tabakalar halde çökelen sepiyolitler, genellikle toprağımsı, ince taneli ve kaygan görünümlüdür. Yapısında Ca ve Mg iyonları ile değişen miktarlarda zeolitik su bulunur. Bu oluşumlara, Ankara-Polatlı güneyi, Eskişehir-Sivrihisar güneyi ve Eskişehir-Mihalıççık batı alanında rastlanmaktadır. Mineral kumaşa köpük kaplama yöntemi ile uygulanacaktır. Köpük kaplama kimyasalı olarak ORGALATEX C 6626 kimyasalı kullanılmıştır. Mineral köpük kimyasalı ile köpük jeneratörüne beslenerek homojen olarak dağılması sağlanmıştır. Köpük kaplama ile aktarılan mineral ısı işlem ile kumaşa sabitlenmiştir.

Kullanılan mineral kızıl ötesi yansıtma etkisine sahip minerallerdir. Her elementin, molekülün kendisine has bir frekansı ve pik noktası vardır. Bu mineraller ile başlangıç referans grubu olarak önce yalnız tek mineralle köpük kaplama yapılacaktır. Emisivite ile mineral uygulaması yapılmış kumaşın yüzey geneli değerlendirilecektir. Emisivite bir malzemenin yüzeyinden yayılan enerjinin, aynı sıcaklık ve dalga boyunda ve aynı görüntüleme koşullarında, kara cisim (black body) olarak bilinen mükemmel bir yayıcıdan yayılan enerjiye oranı olarak tanımlanır. Özetlenecek olursa, emisivite, bir materyalin yüzeyinin oransal olarak radyasyon ile enerji yayma yeteneğidir. Sıfır değeri mükemmel bir yansıtıcı için bir değeri mükemmel bir yayıcı için kullanılmaktadır. Emisivite test standartı FTTS-FA-010 koduyla japon uzak kızılötesi birliğince belirlenmiştir [11].

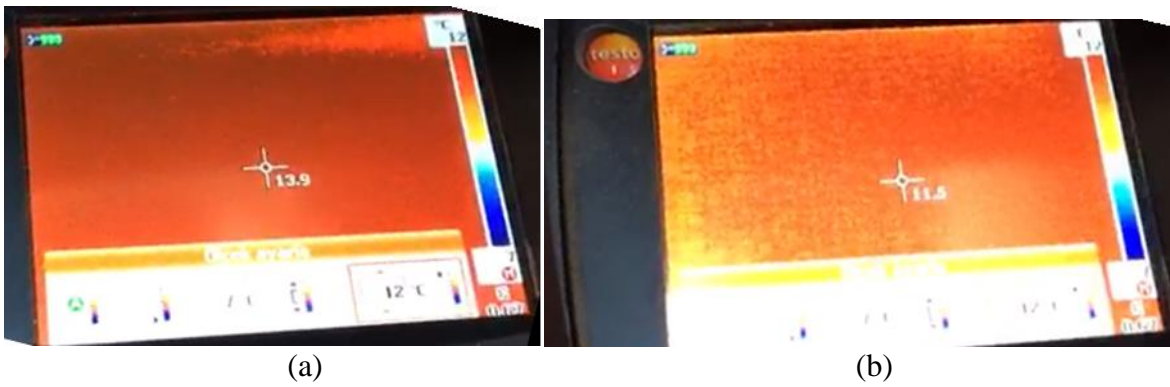
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Sepiyolit minerali kaplama yöntemi ile kumaşlara aktarılmıştır. Şekil-1'de sepiyolit uygulanan ve uygulanmayan kumaşlar bir arada görülmektedir.



Şekil-1. Sepiyolit ile kaplanmış (a) ve kaplama yapılmamış (b) polyester esaslı kumaşlar

Kumaşların termal kamera ile sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Aynı ortamda bulunan kumaşlar 100 W gücünde halojen lambaya maruz bırakılmıştır. Daha sonra yapılan termal kamera ölçümünde sepilyolit uygulanmamış polyester kumaşın yüzey sıcaklığı 11.5 °C iken sepilyolit uygulanmış kumaşın yüzey sıcaklığı 13.9 °C olarak belirlenmiştir. Sepilyolit uygulanmış kumaşın yüzey sıcaklığının uygulanmamış kumaşa göre 2.4 °C arttığı buradan anlaşılmaktadır.



Şekil-2. Sepilyolit ile kaplanmış (a) ve kaplanmamış (b) kumaşların yüzey sıcaklıkları

Sepilyolit uygulanmış kumaşların Japon FTTS-FA-010 standardına göre emisivite değeri de ölçülmüştür. Buna göre kumaşın emisivite değeri 0.88 olarak belirlenmiş olup kumaşların uzak kızıl ötesi özelliğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sepilyolit uygulanmış kumaş,

diğer kumaşa göre daha fazla ısı absorblayarak ısının kumaş üzerinde kalmasına yardımcı olmaktadır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada, polyester zemin kumaş üzerine köpük kaplama ile sepiyolit minerali uygulanmıştır. AYDIN Mensucat'ta geliştirilmiş olan ve sepiyolit uygulanan kumaşların emsivite değeri 0.88 olarak ölçülmüş olup sepiyolit uygulanmamış kumaşlara göre insan vücuduna temas halinde daha fazla sıcaklık vereceği düşünülebilmektedir. Termal analiz ile sepiyolit uygulanmış kumaşın sıcaklık değerinin sepiyolit uygulanmamış kumaşa göre 2.4 °C daha fazla olduğu görülmüştür. Vücuttaki sıcaklık artışının kılcal damarların genişlemesine, vücuttaki toksinleri atılmasına yardımcı olduğu bilinmektedir. Ayrıca kas ve yumuşak doku yaralanmalarında rahatlama ve iyileşme sağlayabilecek ve tedaviye yardımcı olabilecek bir yataklık kumaş geliştirilmiştir.

KAYNAKÇA

1. Honda, K., Inoué, S. Sleep-enhancing effects of far-infrared radiation in rats. *Int J Biometeorol* 32, 92–94 (1988). <https://doi.org/10.1007/BF01044900>.
2. Lin, C. C., Yang, W. C., Chen, M. C., Liu, W. S., Yang, C. Y., & Lee, P. C. (2013). Effect of far infrared therapy on arteriovenous fistula maturation: an open-label randomized controlled trial. *American Journal of Kidney Diseases*, 62(2), 304-311.
3. Hwang, S., Lee, D. H., Lee, I. K., Park, Y. M., & Jo, I. (2014). Far-infrared radiation inhibits proliferation, migration, and angiogenesis of human umbilical vein endothelial cells by suppressing secretory clusterin levels. *Cancer letters*, 346(1), 74-83.
4. Dyer, J. (2011). Infrared functional textiles. In *Functional textiles for improved performance, protection and health* (pp. 184-197). Woodhead Publishing.
5. ENERGEGAR, http://www.schoellertextiles.com/uploads/media/energear_english.pdf. Erişim tarihi: 03.01.2022.
6. Vathare, A. (2014). Far-infrared Rays Reflecting Fabrics for Improving the Performance of Human body. DKTE Society's Textile & Engineering Institute, Department of Textiles, Ichalkaranji.
7. Smith, Fg ; Rogne, Tj, 1990. Modeling Environmental And Sensor Effects On Infrared System Performance, Characterization, Propagation, And Simulation Of Infrared Scenes, Proceedings Of The Society Of Photo-Optical Instrumentation Engineers (Spie) Vol.1311i, Page 1158-166, 1990.
8. Malshe, V. C., & Bendiganavale, A. K. (2008). Infrared reflective inorganic pigments. *Recent Patents on Chemical Engineering*, 1(1), 67-79.
9. Sowade, T., & Kirmaier, L. (2011). Synergistic effects of modified anticorrosive pigments combined with solid organic corrosion inhibitors. *Ochrona przed Korozją*, (11), 632-635.
10. Emissivity Measure TSS-5X, Instruction Manual, Japan Sensor Corporation.
11. Specified Requirements of Far Infrared Textiles, Document No. FTTS-FA-010, Publish Date: Aug/03/2004, Japan Far Infrared Association. The Committee for Conformity Assessment of Accreditation and Certification on Functional and Technical Textiles (2004), Specified Requirements for Far Infrared Textiles, FTTS-FA-010.

SELÜLOZ ASETAT NANOLİF ÜRETİMİNDE SOLVENT OPTİMİZASYONU

İrem Yağmur MOL, Funda CENGİZ ÇALLIOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta
fundacengiz@sdu.edu.tr

ÖZET

Bu araştırma kapsamında elektro lif çekim yöntemi ile selüloz asetat (CA) nano lif üretiminde farklı solventler kullanılarak optimizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Solvent olarak aseton ve dimetilasetamid (DMAC) kullanılmıştır. CA konsantrasyonu %16 olarak belirlenmiş olup, farklı solvent oranları uygulanmıştır. Çözelti özelliklerinden elde edilen sonuçlara göre aseton konsantrasyonu arttıkça, yüzey geriliminin ve viskozitenin azaldığı, iletkenliğin ise belirli bir noktaya kadar arttığı (50/50), daha sonra ise azaldığı belirlenmiştir. Nanoliflerin morfolojisi analiz edildiğinde, aseton oranı % 0 ve 25 oranlarında lif yerine boncuk elde edildiği, % 50 oranında boncuklu lif elde edildiği, % 75 ve 100 oranlarında ise uniform nanolifler elde edildiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Selüloz asetat, solvent, optimizasyon, aseton, DMAC

SOLVENT OPTIMIZATION OF CELLULOSE ACETATE NANOFIBERS PRODUCTION

ABSTRACT

Within the scope of this research, optimization study was carried out by using different solvents in the production of cellulose acetate (CA) nanofiber by electrospinning method. Acetone and dimethylacetamide (DMAC) were used as solvents. CA polymer concentration was determined as 16% and different solvent ratios were applied. According to the solution properties results, it was determined that as the acetone concentration increased, the surface tension and viscosity decreased, the conductivity increased up to a certain point (50/50), and then decreased. When the morphology of nanofibers was analysed, it was observed that beads were obtained instead of fibers with acetone ratio of 0 and 25 %, nanofibers with beads were obtained with acetone ratio of 50 %, and uniform nanofibers were obtained at 75 and 100 % ratios.

Keywords: Cellulose acetate, solvent, optimization, acetone, DMAC

1.GİRİŞ

Selüloz asetat organik asit kaynaklı önemli selüloz türevlerinden biridir. Bilinen en önemli özellikleri, mekanik dayanıklılık, yüksek aşınma direnci, saydamlık, boyanabilme,

işlenebilme çeşitliliği, kalıplanabilirliği ve yüksek dielektrik özelliğidir. En önemli avantajları ise, biyobozunurluk, biyouyumluluk ve organik çözücülerde çözünebilme özellikleridir.

Bu avantajlarından dolayı literatürde selüloz asetat nanolif üretimi ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. CA (selüloz asetat) polimeri, yüksek performanslı antibakteriyel ve antifungal lif yapmak için öncü polimer olarak nanolif ve nanolifli iplik üretiminde önemli bir potansiyele sahiptir [1]. 2006 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, elektro lif çekim yöntemi ile yüzeyinde %0.5 gümüş nitrat ($AgNO_3$) nanoparçacıkları içeren CA nanoliflerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu nanoliflerin 245 nm'de UV ışığı ile ışınlanabilirliği belirlenmiştir. Ag nanoparçacıklarının sayısı ve boyutu sürekli olarak 240 dakikaya kadar artırılarak devam edilmiştir. Ag⁺ iyonları ve Ag kümeleri, UV ışınması sırasında CA nanoliflerinin yüzeyinde dağılmış ve toplanmıştır. Ortalama boyutu 21 nm olan Ag nanoparçacıklarının, güçlü antimikrobiyal aktivite sergilediği görülmüştür [2]. CA nanoliflerin antibakteriyel lif üretimine yönelik literatürde farklı etken maddeler ile gerçekleştirilen çok sayıda çalışma bulunmaktadır [3-5].

Bunun yanı sıra, selüloz asetat (CA), yüksek emici yüzeylerden membran filtrelere kadar değişen farklı alanlardaki kullanım yelpazesi için tercih edilen bir malzemedir. Elektro lif çekim prosesi, çok çeşitli uygulamalarda CA dahil olmak üzere birçok polimerik malzemeye yepyeni bir bakış açısı kazandırmıştır. CA esaslı nanolif üretimi ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde; medikal, filtrasyon, biyoteknoloji, biyomolekül immobilizasyonu, doku mühendisliği, biyo-algılama, nutrasötik dağıtım, biyo ayırma, mahsul koruma, biyoremediasyon ve pH'a ve sıcaklığa duyarlı materyal, geliştirmede uygulamalarının bulunduğu tespit edilmiştir [6].

Elektro lif çekim yöntemi ile üretilen selüloz asetat nanolifler üzerine farklı bakterilerin ekimi gerçekleştirilerek, söz konusu malzemenin filtrasyon performansı analiz edilebilmektedir [7]. Nanolifli yapılar, hafif olması, yüksek gözeneklilik ve küçük gözenek boyutuna sahip olması, dolayısıyla da özellikle küçük parçacıklar için çok çeşitli filtreleme uygulamalarına elverişlidir. Elektrostatik filtre ortamının aksine, nanoliflerin filtreleme verimliliği, mekanik filtrasyon mekanizmasına bağlı olup, zamanla bozulmamaktadır [8].

Önceki çalışmalardan beri polimerlerin elektro çekim denemelerinde yaşanan en önemli sıkıntılardan biri boncuk (bead) oluşumudur[9].

Polimer çözeltilisinin özellikleri, elektro çekim prosesini ve oluşan lifin morfolojisini etkileyen en önemli parametredir. Yüzey gerilimi, nanolifli yüzeylerde en sık karşılaşılan sorunlardan biri olan boncuk oluşumunda önemli bir rol oynar. Çözelti viskozitesi ve elektrik özellikleri ise polimer jetinin uzama ve gerilme kapsamını tanımlar. Bunlar da sırayla, oluşan elektro liflerin çapı üzerinde etkiye sahiptir [10]

Konsantrasyondaki artışla, elde edilen nanoliflerdeki boncuk oluşumu azalırken boncuk şekilleri de küresel formdan iğ benzeri bir yapıya doğru değişirler [11]

Voltaj arttıkça jet üzerindeki elektostatik itme kuvvetlerinin de artması sonucu elde edilen lif çapı incelik ve genel olarak boncuk oluşumu azalır [12]. Ancak çok yüksek voltajlarda Taylor

konisinin düze içerisine geri çekilmesi ile jet kararsızlığında artış görülebilir ve bunun bir sonucu olarak da boncuk oluşumunda artış görülebilir [13].

Besleme hızı arttığında, düzeden çekilen çözeltinin hacmi arttığından lif çapında ya da boncuk boyutlarında artış gerçekleşir.

Literatürdeki çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, elektro lif çekim yöntemi ile selüloz asetat (CA) nanolif üretiminde üniform ve ince liflerin elde edilmesinde optimizasyon çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Söz konusu optimizasyon çalışmaları çok çeşitlilik göstermekle birlikte, bu çalışmada solvent optimizasyonu üzerine yoğunlaşmıştır. Aseton ve DMAC solventleri kullanılarak ince ve üniform CA nanoliflerin üretimi gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışmada polimer olarak selüloz asetat(CA) (Sigma Aldrich, 30.000 Mn) , solvent olarak aseton (Isolab) ve dimetilasetamid (DMAC) (Fluka) kullanılmıştır.

2.2 Yöntem

Çalışmada kullanılan CA/aseton/DMAC çözeltileri manyetik karıştırıcıda hazırlanmış olup, CA/aseton/DMAC çözeltileri %16 CA konsantrasyonunda ve beş farklı solvent karışım oranı ile 4 saatte hazırlanmıştır. Tablo 1’de hazırlanan çözeltilerin içerik ve kodları verilmiştir.

Tablo 1. CA çözelti kodları, konsantrasyonu ve solvent oranları

Çözelti Kod	CA Konsantrasyonu(%)	DMAC/Aseton
CA0	16	100/0
CA1	16	75/25
CA2	16	50/50
CA3	16	25/75
CA4	16	0/100

Öncelikle hazırlanan çözeltilerin, iletkenlik (Selecta CD-2005), viskozite (SOIF NDJ-8S) ve yüzey gerilimi (Biolin Scientific attension) gibi özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra optimum proses parametreleri altında elektro lif çekim işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.2.1 Nanolif üretimi

Yüzey elde etmek için tek iğneli elektro lif çekim yöntemi kullanılmıştır. Optimum proses parametrelerinde (voltaj, elektrotlar arası mesafe, çözelti besleme hızı) üretim gerçekleştirilmiştir. Tablo 2’de nanolif üretiminde uygulanan proses parametreleri verilmiştir.

Tablo 2. Elektro lif çekim proses parametreleri

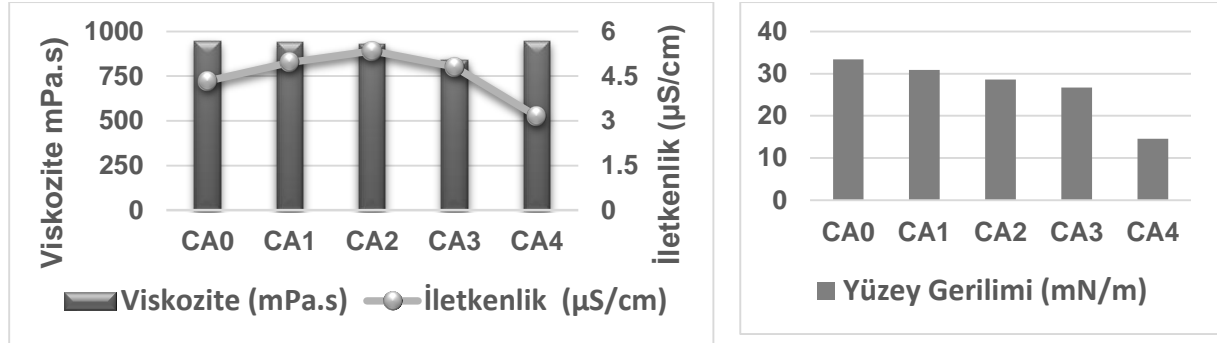
Voltaj (Kv)	Mesafe(cm)	Besleme Hızı(Ml/h)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
22	21	0,2	22	30

Son olarak ise, eşit koşullarda üretilen ve farklı solvent oranlarına sahip olan CA nanoliflerin karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Karakterizasyon çalışmalarında lif ve yüzey

morfolojisini belirlemek üzere farklı büyütme oranlarında SEM görüntüleri alınmıştır. Lif morfolojisi analizlerinde Digimizer, görüntü analiz programı istatistiksel analizler için ise SPSS istatistik programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

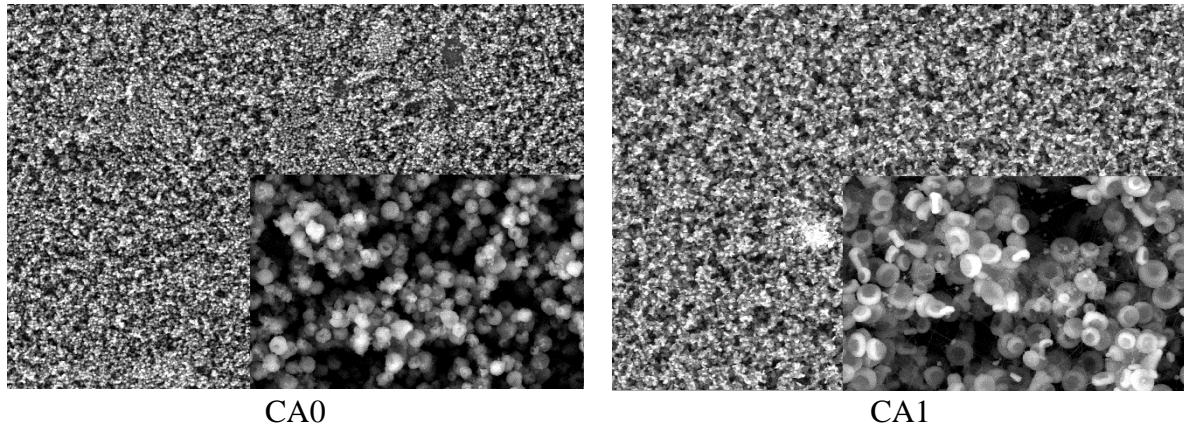
Farklı solvent oranlarında CA çözeltilerine ait viskozite, iletkenlik ve yüzey gerilimi değerleri Şekil 1’de verilmiştir.

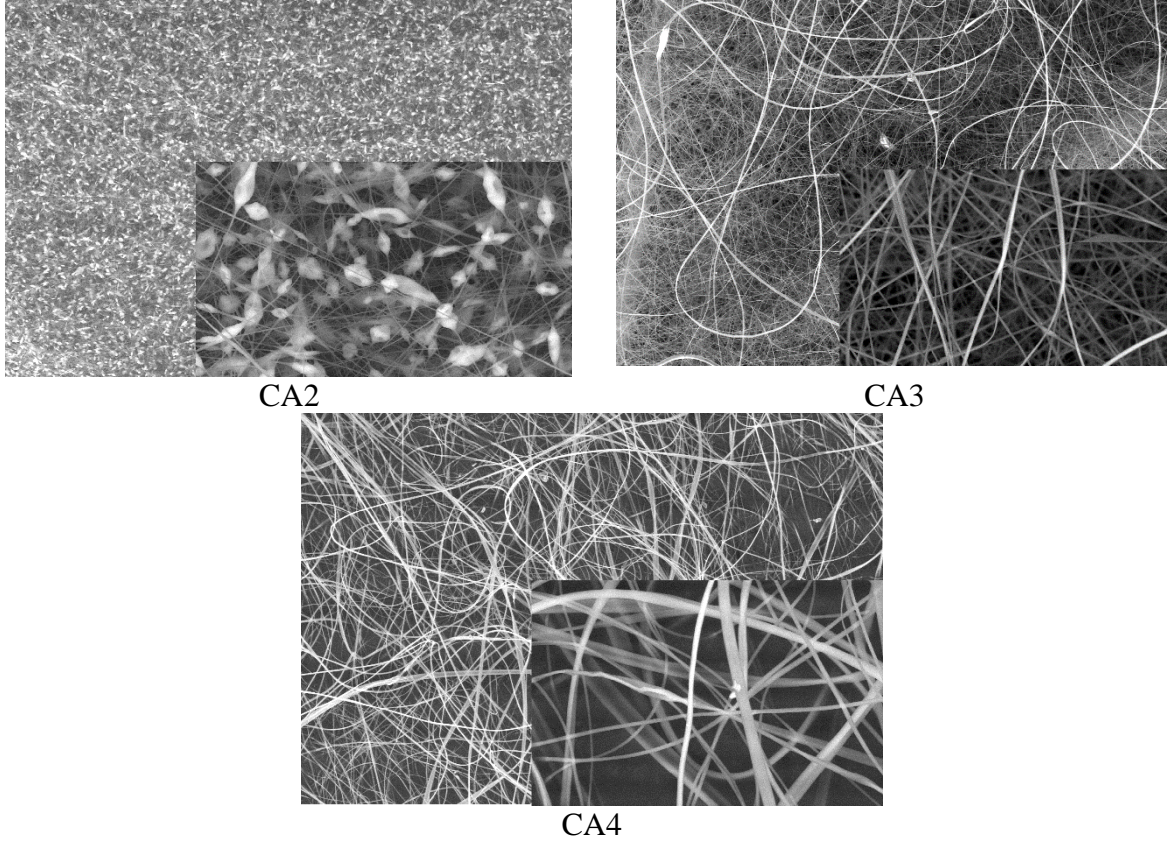


Şekil 1. CA çözeltilerinin viskozite, iletkenlik ve yüzey gerilimi değerleri

Şekil 1’de verilen grafikler analiz edildiğinde; farklı solvent oranları içeren CA çözeltisi için aseton ve DMAC oranları değişiminin çözelti özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Aseton oranı arttıkça, yüzey gerilimi ve viskozitenin azaldığı gözlenmiş olup, viskozitede CA4 (saf aseton) çözeltisinde artış olduğu dikkat çekmektedir. İletkenlik değerinin ise, aseton oranı arttıkça, 50/50 DMAC/aseton oranına kadar arttığı, daha sonrasında azaldığı görülmektedir. Bu sonuçların elde edilmesinde saf aseton solventinin buharlaşma hızının yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar literatür ile uyumludur [14].

Farklı oranlarda DMAC/aseton içeren CA nanoliflere ait SEM görüntüleri Şekil 2’de verilmiştir.



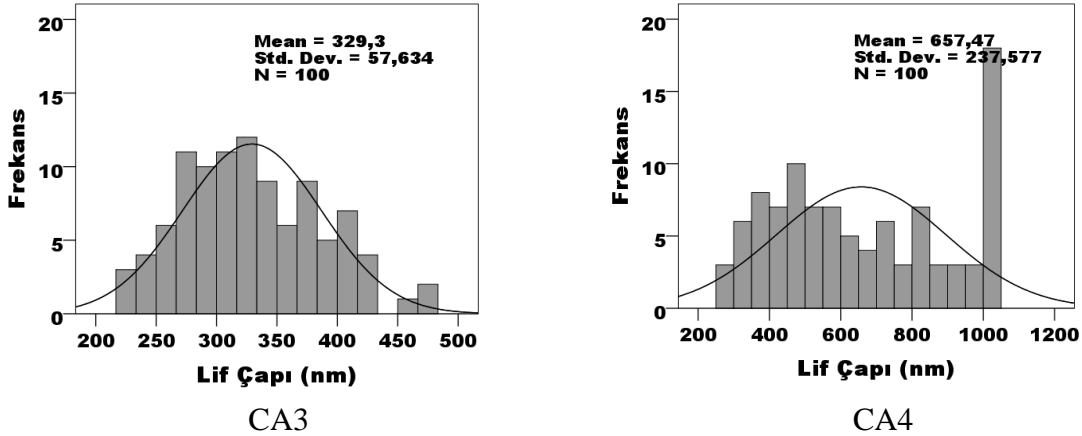


Şekil 2. Farklı oranlarda DMAC/aseton içeren CA nanoliflerinin SEM görüntüleri (x1000, x10000)

SEM görüntüleri incelendiğinde; DMAC oranı fazla iken yani 100/0 (CA0), 75/25 (CA1) DMAC/aseton içeren çözeltilerden lif çekimi gerçekleştirilememiş olup, sadece boncuk olduğu gözlenmiştir. DMAC ve aseton eşit oranlarda (50/50) (CA2) olduğunda ise, çok az boncuklu lif olduğu görülmektedir. Aseton oranı arttıkça 25/75 (CA3) ve 0/100 (CA4) çözeltilerinden ince, uniform ve saçaklı yapıda lif oluşumu gözlemlenmiştir.

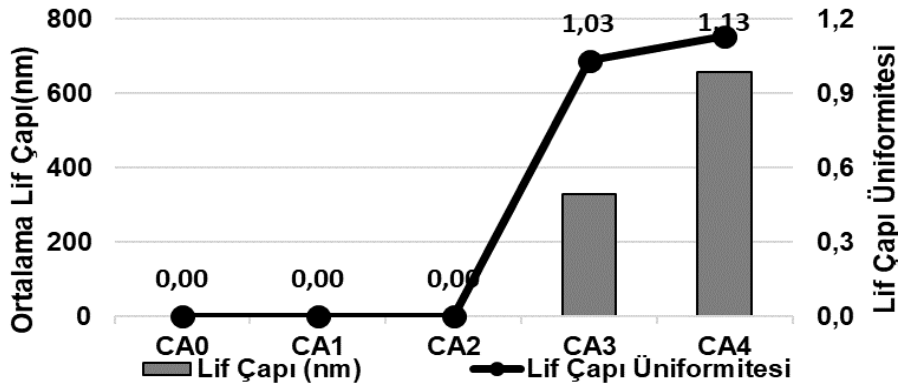
Polimer konsantrasyonunun tüm çözeltilerde eşit olduğu göz önünde bulundurulduğunda, CA3'de iletkenliğin CA4 çözeltilisine göre fazla olmasından dolayı daha ince lifler üretildiği düşünülmektedir [9]. Ayrıca, üretilen nanolifli yüzeylerde viskozite CA4 de artış gösterdiğinden dolayı lif çapında da belirgin bir artış görülmüştür. Üretim esnasında; CA4'de aseton çözücü uçuculuğunun yüksek olmasından dolayı önemli bir dezavantaj olarak polimer jetinin iğne ucundan ayrılmasından önce tamamen buharlaşması, iğne ucunu tıkaması ve kesintisiz lif oluşumunu engellemesinden dolayı, düşük lif çekim performansı ve dolayısıyla az lif üretimi gerçekleşmiştir.

CA3 ve CA4 kodlu nanoliflere ait, lif çapı histogram eğrileri Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. CA3 ve CA4 nanoliflere ait lif çapı histogramları

Şekil 3 incelendiğinde; CA3 nanoliflerine ait çap dağılımının daha üniform olduğu görülmektedir. Şekil 4'te ise farklı solvent oranlarının ortalama lif çapı ve lif çapı üniformite katsayısı üzerindeki etkileri gösterilmiştir.



Şekil 4. Farklı oranlarda solvent içeren CA nanoliflere ait ortalama lif çapı ve lif çapı üniformitesi

Şekil 4 incelendiğinde; CA1, CA2 ve CA3'te lif elde edilemediği için ortalama lif çapları ve lif çapı üniformite katsayıları sıfır olarak belirlenmiştir. En ince (329nm) ve üniform (1,03) nanolifler ise CA3 yani 25/75 DMAC/aseton oranlarında elde edilmiştir.

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında CA nanoliflerinin DMAC ve aseton ile solvent optimizasyonu elektro lif çekim yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Farklı solvent oranlarında hazırlanan CA polimer çözeltilerinin viskozite, iletkenlik ve yüzey gerilimi sonuçları incelendiğinde; aseton oranı arttıkça yüzey gerilimi ve viskozitenin azaldığı tespit edilmiş olup, CA4 çözeltisi viskozitesinde artış olduğu gözlenmiştir. Ayrıca aseton oranı arttıkça, iletkenliğin 50/50 DMAC/aseton oranına kadar arttığı, daha sonrasında ise (CA3 ve CA4) azaldığı belirlenmiştir. Lif morfolojisi analizinden elde edilen sonuçlara göre ise, DMAC/aseton oranı 100/0 ve 75/25 değerlerinde lifli yüzey elde edilemediği, sadece boncukların olduğu gözlenmiştir. 50/50 DMAC/aseton oranında boncuklu lif üretildiği, 25/75 ve 0/100 DMAC/aseton oranlarında ise ince ve üniform nanolifler elde edildiği tespit edilmiştir.

Dolayısı ile aseton oranı arttıkça boncuk sayısı azalmış, lif yoğunluğu artmıştır. Lif inceliği, lif çapı üniformite katsayısı ve lif çekim performansı bakımından 25/75 DMAC/aseton solvent oranı, ideal yapıya sahip selüloz asetat nanolif üretimi için uygun olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Ramakrishna, S., (2005), An introduction to electrospinning and nanofibers, World scientific, doi.org/10.1142/5894, 396.
- [2] Son, W. K., Youk, J. H., Park, W. H., (2006), Antimicrobial cellulose acetate nanofibers containing silver nanoparticles, Carbohydrate polymers, 65(4), 430-434.
- [3] Suwanton, O., Opanasopit, P., Ruktanonchai, U., Supaphol, P., (2007), Electrospun cellulose acetate fiber mats containing curcumin and release characteristic of the herbal substance, Polymer, 48(26), 7546-7557.
- [4] Sultana, N., Zainal, A., (2016), Cellulose acetate electrospun nanofibrous membrane: fabrication, characterization, drug loading and antibacterial properties, Bulletin of Materials Science, 39(2), 337-343.
- [5] Jatoi, A. W., Kim, I. S., Ni, Q. Q. (2019), Cellulose acetate nanofibers embedded with AgNPs anchored TiO₂ nanoparticles for long term excellent antibacterial applications, Carbohydrate polymers, 207, 640-649.
- [6] Konwarh, R., Karak, N., Misra, M., (2013), Electrospun cellulose acetate nanofibers: the present status and gamut of biotechnological applications, Biotechnology advances, 31(4), 421-437.
- [7] Aytac, Z., Yildiz, Z. I., Kayaci-Senirmak, F., San Keskin, N. O., Tekinay, T., Uyar, T., (2016), Electrospinning of polymer-free cyclodextrin/geraniol-inclusion complex nanofibers: enhanced shelf-life of geraniol with antibacterial and antioxidant properties, RSC advances, 6(52), 46089-46099.
- [8] Akduman, C., Özgüney, I., Kumbasar, E. P. A., (2016), Preparation And Characterization Of Naproxen-Loaded Electrospun Thermoplastic Polyurethane Nanofibers As A Drug Delivery System, In: Mater. Sci. Eng. C., 2016 , 64, 383-390.
- [9] Andradý, A.L. (2008), Science and Technology of Polymer Nanofibers. Wiley Pres, New Jersey, 403.
- [10] Ramakrishna, S., K. Fujihara, W.E. Teo, T.C. Lim, Z. Ma. (2005), An Introduction to Electrospinning and Nanofibers. World Scientific Publishing Co. Singapore, 381.
- [11] Kozanoğlu, G.S. (2006), Elektrosponning Yöntemiyle Nanolif Üretim Teknolojisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1-148.
- [12] Aşçıoğlu, B. (2005),. Manufacturing and Heat Transfer Analysis of Nano-Micro Fiber Composites. Ph.D Thesis, Auburn University, 1-171.
- [13] Deitzel, J.M., J. Kleinmeyer, D. Harris, N.C. Beckettan. (2001), The Effect of Processing Variables on the Morphology of Electrospun Nanofibers and Textiles. Polymer, 42:261–272.
- [14] Çaydamlı, Y., (2012), Elektrosponning yöntemi ile biyopolimer esaslı nanoyapıların hazırlanması ve karakterizasyonu (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

MİKROKAPSÜL İÇEREN NANOLİFLİ MEDİKAL TEKSTİL YÜZEYLER

Hülya KESİCİ GÜLER¹, **Funda CENGİZ CALLIOĞLU¹**, Mustafa GEYSOĞLU²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik ABD, Isparta
fundacengiz@sdu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada mikro ve nanoteknolojinin bir arada kullanılmasıyla elde edilen mikrokapsül esaslı nanolifli tekstil yüzeyleri incelenmiştir. Mikrokapsüllerin ve nanoliflerin bir arada kullanılmalarının temel amacı, hem mikrokapsüllerin hem de nanoliflerin üstün özelliklerinden aynı anda yararlanmaktır. Mikrokapsüller, içerdiği çekirdek maddeyi bir kabuk madde ile çevreleyerek olumsuz çevre koşullarından korumaktadır. Ancak, mikrokapsüller ile tekstil yüzeyi oluşturmak mümkün değildir. Bu çalışmada lifli yüzey oluşturmak için konvansiyonel liflere göre üstün özelliklere sahip ve medikal tekstillerde kullanım potansiyeli olan nanolifler ile mikrokapsüllerin bir arada kullanımı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mikrokapsül, Nanolif, Elektro lif çekim yöntemi, Medikal tekstil

NANOFIBROUS MEDICAL TEXTILE SURFACES CONTAINING MICROCAPSULE

ABSTRACT

Microcapsule-based nanofiber textile surfaces obtained by combining micro and nanotechnology were investigated in this study. The main aim of combining microcapsules with nanofibers is to make use of both microcapsules and nanofibers' superior properties at the same time. By surrounding the core material with a shell layer, microcapsules protect it from unfavorable environmental conditions. However, it is not possible to create textile surfaces with microcapsules. To develop a fibrous surface, this study investigated the combined use of nanofibers and microcapsules, which have superior properties compared to conventional fibers and have the potential to be utilized in medical textiles.

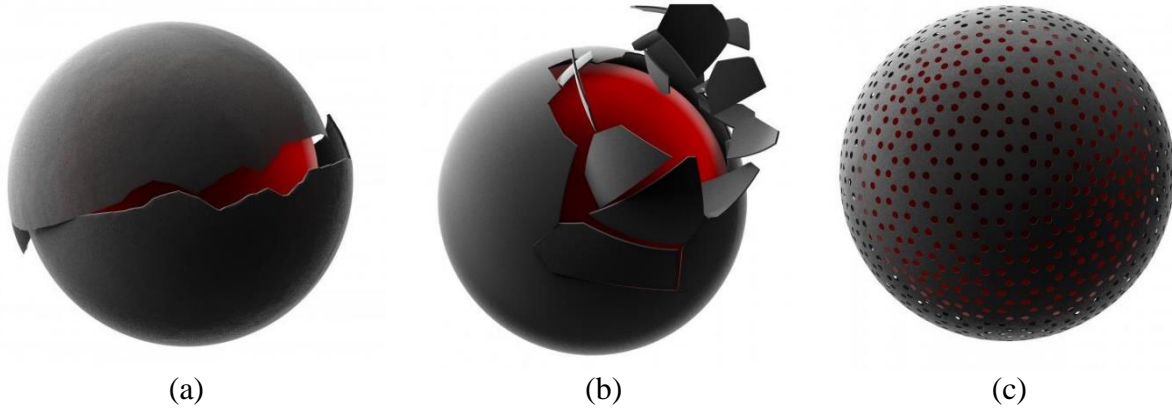
Keywords: Microcapsule, Nanofiber, Electrospinning, Medical textile

1. GİRİŞ

1.1 Mikrokapsüller

Mikrokapsülasyon, katı, sıvı veya gaz bir maddenin polimer içerisine mikro boyutta hapsedilmesi metodudur. Mikrokapsülasyon sonucu elde edilen tanecikli ve küresel yapıya mikrokapsül adı verilir [1]. Çekirdek ve kabuk madde olmak üzere mikrokapsüller iki

kısımdan oluşmaktadır. Çekirdek olarak adlandırılan kısımda mikrokapsülün aktif bileşeni yer almaktadır. Çekirdek olarak proteinler, enzimler, hormonlar, bakteriler, antikorlar, hücreler, insektisitler, boyalar, esanslar, pigmentler, polielektrolitler, tarım kimyasalları, besin maddeleri, vitaminler, fotoğrafçılık maddeleri, farklı farmakolojik gruplara ait etken maddeler, uçucu yağlar, katalizörler, faz değıştiren maddeler, yapışkanlar yaygın olarak kullanılmaktadır [2]. Kabuk madde sentetik veya doğal polimerik yapıda olup, görevi kalıcı veya geçici olarak çekirdek maddeyi olumsuz çevre koşullarından korumaktır. Mikrokapsüllerin üretiminde çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Hangi yöntemin kullanılacağı belirlenirken; mikrokapsülün kullanım alanı, çekirdek ve kabuk maddenin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır [3]. Mikrokapsüller çekirdek maddelerini; fiziksel salım (mekanik bir etki ile duvar maddenin kırılması), termal salım (sıcaklık ile duvar maddenin parçalanması), çekirdek maddenin duvardan difüzyonu veya duvar maddesinin çözünmesi şeklinde dışarıya bırakırlar. Şekil 1’de farklı salım profillerine sahip mikrokapsüllerin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 1. Farklı salım mekanizmasına sahip mikrokapsüllerin şematik gösterimi a) Fiziksel salım, b) Termal salım c) Difüzyon şeklinde salım [4]

Mikrokapsülasyon tekniği ile kontrollü salım gerçekleştirmek, maddeleri olumsuz çevre koşullarından koruyarak kullanılabilirliğini sağlamak, oksidasyon veya dehidrasyon gibi reaksiyonları önleyerek maddelerin raf ömrünü artırmak, maddelerin istenmeyen tat ve kokularını gizleyebilmek, sıvıları katı hale getirebilmek, toksik maddeleri güvenli bir şekilde taşıyabilmek, farklı özellikteki maddeleri bir arada kullanabilmek mümkündür [5].

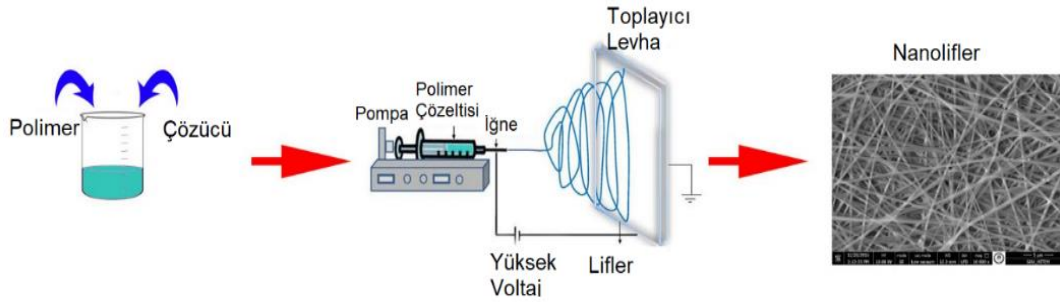
Mikroenkapsülasyon, farmakoloji alanında uzun yıllardır kullanılmakta olup son yıllarda tarım, gıda, kozmetik, boya, parfümeri, fotoğrafçılık ve kimya endüstrisi gibi alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Tekstil de mikrokapsül teknolojisinin son yıllarda yaygın olarak kullanıldığı bir sektördür. Sadece konvansiyonel tekstil ürünlerine bitim işlemlerinde ürünlere fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla değil teknik tekstil ürünlerinde kontrollü salım istenilen durumlarda da uygulanabilecek alternatif bir yöntemdir [6].

1.2 Nanolifler

Literatürdeki çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda genel olarak ortalama lif çapı 1000 nm altında olan liflere nanolif denilmektedir. Nanolifler konvansiyonel liflere göre yüksek gözeneklilik, küçük gözenek çapı, oldukça ince lif çapı (nm), yüksek özgül yüzey alanı (m^2/g)

ve yüksek yükleme kapasitesi gibi üstün özelliklere sahiptir [7]. Nanolifler bu üstün özelliklerinden dolayı yara örtüsü, doku iskelesi, ilaç salım sistemleri gibi biyomedikal alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [8].

Nanolif üretiminde seri üretim yapan sistem ve cihazlar bulunmakla beraber en çok kullanılan yöntem elektro lif çekim yöntemidir. Elektro lif çekim yöntemi ile birçok polimerden nanolif üretilmesi ve sistem kurulumunun kolay olması bu yöntemi avantajlı kılmaktadır. Ancak, nanolif üretimi sırasında elektrotlar arası mesafe, besleme hızı, uygulanan voltaj, ortam sıcaklığı ve nemi gibi parametrelerin etkili olması yöntemin dezavantajlarıdır [9]. Şekil 2’de elektro lif çekim yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Elektro lif çekim yönteminin şematik gösterimi [10]

İlaç etken maddeleri, uçucu yağlar, proteinler, enzimler gibi biyolojik maddeler elektro lif çekim yöntemi ile farklı yaklaşımlar kullanılarak farklı özellikte nanolifler elde edilmektedir [11]. Bunun yanı sıra, eş eksenli (coaxial) ve emülsiyon elektro lif çekim yöntemleri ile çekirdek kabuk şeklinde mikrokapsül yapısına benzer nanolifler elde edilebilmektedir. Özellikle oda sıcaklığında bile kolayca buharlaşabilen uçucu yağlar emülsiyon elektro lif çekim yöntemi ile liflerin merkezine hapsedilerek etkisini uzun süre koruması sağlanmıştır. Cengiz Çallıoğlu ve arkadaşları (2019) kekik uçucu yağın içeren polivinilpirolidon (PVP)/jelatin polimerleri esaslı bikomponent nanolifler elde etmişlerdir. Nanoliflerde kekik uçucu yağı varlığını tespit etmek amacıyla liflere ürettikleri gün ve daha sonrasında her gün antibakteriyel test yapmışlardır. Ayrıca, antibakteriyel özellikteki bu bikomponent nanoliflerin depolama koşulunu belirlemek amacıyla nano ağ yapıları 4°C (buzdolabı sıcaklığı), 24°C (oda sıcaklığı) ve 37°C (vücut sıcaklığı)’nda bekletmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre; buzdolabında muhafaza edilen nanolifler gevrek hale gelmiş ve lif formunu koruyamadığını gözlemlemişlerdir. Öte yandan, oda sıcaklığı ve vücut sıcaklığında ise benzer davranış sergilediğini belirlemişlerdir. 24°C ve 37°C ‘de bekletilen nanoliflere yapılan antibakteriyel testler sonucunda kekik uçucu yağın etkinliğini 8 gün koruduğunu tespit etmişlerdir [12].

Bu çalışmanın amacı hem mikrokapsüllerin hem de nanoliflerin üstün özelliklerinin bir araya getirilmesi ile elde edilen mikrokapsül içeren nanolifli tekstil yüzeylerini incelemektir.

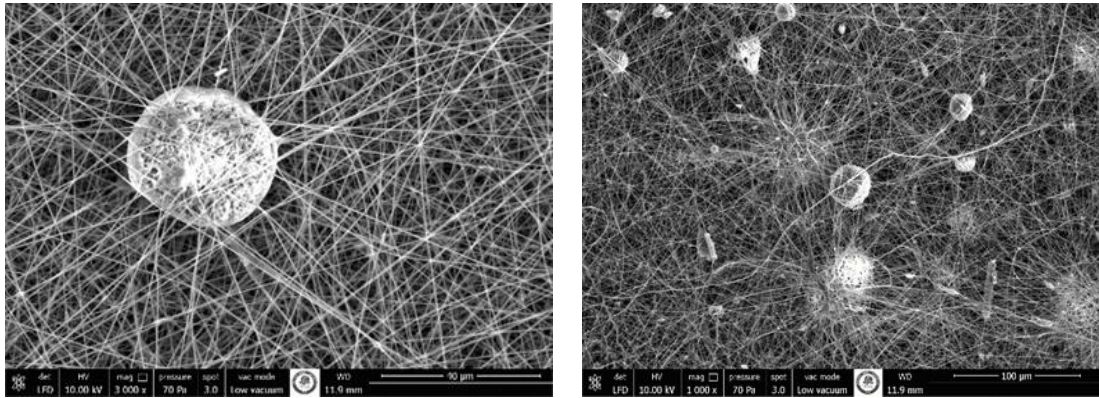
2. MİKROKAPSÜL İÇEREN NANOLİFLİ YÜZEYLER

Bazı etken maddeler oldukça hassas olup, kullanımı oldukça zordur. Bu maddeler çevre şartlarından, çeşitli kimyasallardan, üretim sırasında uygulanan yüksek voltajdan etkilenebilir veya kolayca oksidasyona uğrayabilir. Bu gibi nedenlerden dolayı hassas maddeleri koruma altına almak gerekmektedir. Mikrokapsülasyon bunun için en ideal yöntemdir [13]. Elde

edilen mikrokapsüllerin yüzey haline getirilmesi için teknik tekstillerde veya medikal tekstillerde kullanılması amacıyla nanoliflerle bir araya getirilmesi son zamanlarda çalışılmaya başlanmış bir araştırma alanıdır. Böylece, nanolif üretimi sırasında kullanılan organik çözücülerden, yüksek voltajdan vb. nedenlerden etkilenen ve bu nedenlerden dolayı kullanılamayan maddelerin kullanılabilirliği sağlanmıştır.

Yöntem temelde iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama mikrokapsülasyondur. Bu aşamada etken madde mikrokapsüllenenek koruma altına alınmaktadır. İkinci aşama ise nanolif üretimidir. Bu aşamada ise nanolifler aracılığı ile mikrokapsüllerin tekstil yüzeylerine dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Her iki aşamada da dikkat edilmesi gereken kritik noktalar bulunmaktadır. Bunlardan ilki mikrokapsül üretimi sırasında kullanım alanına uygun kabuk madde ve üretim yönteminin belirlenmesidir. Kullanım amacına yönelik istenen çekirdek madde salım şeklinin belirlenmesinde (ani salım veya kontrollü salım gibi), kullanılan üretim yöntemi ve kabuk materyal büyük rol oynamaktadır. Bu yüzden, öncelikle bu parametreler doğru şekilde belirlenmelidir. Bir diğer kritik nokta ise çekirdek maddenin zamana bağlı salım miktarının belirlenmesidir. Burada nanolif üretimi sırasında kullanılan mikrokapsül konsantrasyonu, mikrokapsül duvar kalınlığını etkilediği için mikrokapsül kabuk madde konsantrasyonu, yüzey alanı ve dolayısıyla çekirdek madde salımını etkilediği için ortalama mikrokapsül çapı, dikkat edilmesi gereken parametrelerdir.

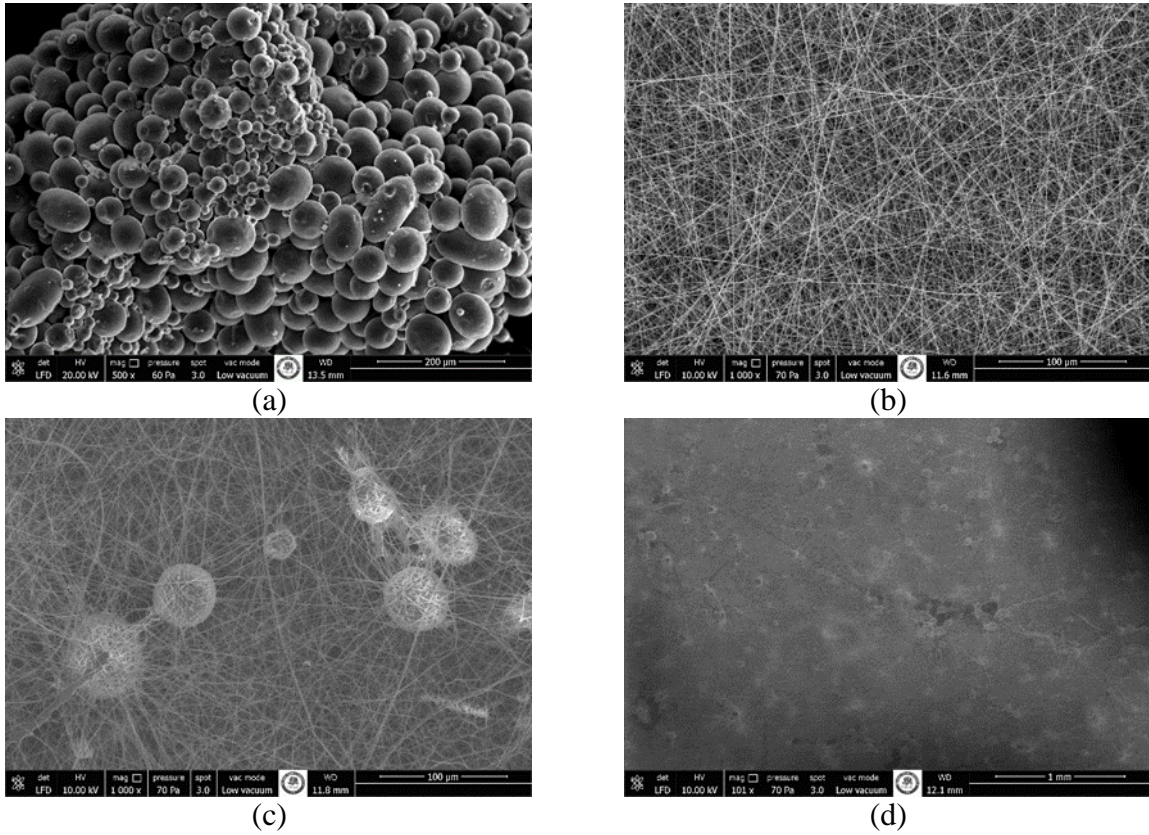
Oldukça yeni bir yöntem olan mikrokapsül esaslı nanolifler ile ilgili literatürde çok kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Mol ve arkadaşları (2021) ilk olarak ağrı kesici ilaç etken maddesi olarak kullanılan parasetamolü emülsiyon/çözücü uzaklaştırma yöntemi kullanarak mikrokapsüllemişler, daha sonra üretilen bu mikrokapsülleri polivinil alkol (PVA) polimer çözeltisine farklı konsantrasyonlarda ilave ederek mikrokapsül içeren nanolifli tekstil yüzeyleri elde etmişlerdir. Daha sonra bu yüzeyleri morfolojik ve kimyasal açıdan incelemişlerdir. Şekil 3'de bu çalışmada elde edilen mikrokapsül yüklü nanoliflere ait SEM görüntüleri bulunmaktadır.



Şekil 3. Parasetamol içerikli mikrokapsül yüklü PVA nanoliflere ait SEM görüntüsü [14]

Elde ettikleri sonuçlara göre; mikrokapsüllerin başarılı bir şekilde nanoliflere dahil edildiğini, mikrokapsül konsantrasyonu arttıkça nano ağ yapıda daha fazla mikrokapsül olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca gerçekleştirilen çalışmada, gerek mikrokapsül üretiminde kullanılan polimerler ve etken maddenin gerekse de nanolif üretiminde kullanılan polimerin elde edilen nanolifli yüzeyde varlığı kimyasal olarak tespit edilmiştir [14].

Başka bir çalışmada ise Kesici Güler ve arkadaşları (2021) sarı kantaron yağını etken madde olarak kullanarak, Eudragit RS 100 ve PVA polimerleri ile mikrokapsül üretimini gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen bu mikrokapsüller farklı konsantrasyonlarda PVA polimer çözeltisine ilave edilmiştir. İlk olarak mikrokapsül konsantrasyonunun viskozite, yüzey gerilimi ve iletkenlik gibi çözelti özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Daha sonra bu polimer çözeltilerinden elektro lif çekim yöntemi ile optimum proses parametrelerinde mikrokapsül içerikli PVA nanolifleri üretmişlerdir. Mikrokapsül içeren nanolifler Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve kimyasal olarak analiz edilmiştir. Şekil 4’de çalışma kapsamında üretilen mikrokapsüller, nanolifler ve mikrokapsül içeren nanoliflere ait SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4. a) Sarı kantaron yağı içeren mikrokapsül b) PVA esaslı nanolif c-d) Mikrokapsül yüklü PVA nanolif (1000x- 101x) [15]

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; mikrokapsül konsantrasyonu arttıkça, viskozite ve yüzey geriliminin arttığını, elektriksel iletkenliğin ise etkilenmediğini belirlemişlerdir. SEM görüntülerinden mikrokapsüllerin nano ağ yapıda varlığını tespit etmişler, kimyasal karakterizasyon sonucunda ise polimer çözeltisi ile mikrokapsüller arasında istenmeyen bir reaksiyon oluşmadığını ortaya koymuşlardır [15].

Bu yöntem oldukça yeni olup, araştırmacıların mikrokapsüllerin nano ağ yapıda homojen dağılımı ve mikrokapsüller ile nanolifler arasında oluşabilecek fiziksel uyumsuzlukların ortadan kaldırılması gibi üzerinde çalışması gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Bu yöntem ile yapılan çalışmalar arttıkça bu sorunların ortadan kaldırılacağı düşünülmektedir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada hem mikrokapsüllerin hem de nanoliflerin üstün özelliklerinin bir araya getirilmesi ile elde edilen mikrokapsül içeren nanolifli tekstil yüzeyleri incelenmiştir. Mikrokapsüllerin ve nanoliflerin sağladığı avantajlar göz önüne alındığında bu yöntemle fonksiyonel ve akıllı medikal tekstillerin üretim potansiyeli yüksektir. Ayrıca bu yöntem, kontrollü salım yapan ilaç salım sistemlerinin, akıllı yara örtülerinin ve doku iskelesi gibi biyomedikal tekstil malzemelerinin üretimine olanak sağlamaktadır. Mikro ve nanoteknoloji kullanılarak elde edilen mikrokapsül içeren nanolifli tekstil yüzeyleri oldukça yeni bir yöntem olup, hem akıllı tekstillerin hem de fonksiyonel biyomedikal malzemelerin geliştirilmesine yeni bir perspektif oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Jyothi, N.V.N., Prasanna, P.M., Sakarkar, S.N., Prabha, K.S., Ramaiah, P.S., Srawan, G., (2010), Microencapsulation Techniques, Factors Influencing Encapsulation Efficiency, Journal of Microencapsul, 27, 3, 187-197.
- [2] Leclercq, S., Harlander, K.R., Reineccius, G.A., (2009), Formation and Characterization of Microcapsules by Complex Coacervation with Liquid or Solid Aroma Cores, Flavour and Fragrance Journal, 24, 1, 17-24.
- [3] Ghosh, S.K., (2006), Functional Coatings and Microencapsulation: A General Perspective, Functional Coatings, Wiley-VCH verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- [4] Follmann GmbH & Co. KG, Encapsulation Technologies For Different Industries, <https://www.follmann.com/en/products/microencapsulation/technology>, 06.06.2022.
- [5] Erkan, G., (2008), Bazı Antifungal Ajanların Mikrokapsülasyonu ve Tekstil Materyallerine Aplikasyonu, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 156s, İzmir.
- [6] Bansode, S., Banarjee, S., Gaikwad, D., Jadhav, S., Thorat, R., (2010), Microencapsulation: A Review, International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 1, 2, 38-43.
- [7] Bhardwaj, N., Kundu, S.C., (2010), Electrospinning: A Fascinating Fiber Fabrication Technique, Biotechnology Advances, 28, 325-347.
- [8] Hagi, A.K., Zaikov, G., (2011), Advances in Nanofibre Research, Smithers Rapra, United Kingdom.
- [9] He, J.H., Liu, Y., Mo, Y.F., Wan, Y.Q., Xu, L., (2008), Electrospun Nanofibres and Their Applications, ISmithers Shawbury, United Kingdom.
- [10] Cengiz Çallıoğlu, F., Kesici Güler, H., (2019), Fabrication of Polyvinylpyrrolidone Nanofibers with Green Solvents, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 14, 2, 352-366.
- [11] Buzgo, M., Mickova, A., Rampichova, M., Doupanik, M., (2018), Core-Shell Nanostructures For Drug Delivery And Theranostics, Elsevier, United Kingdom.
- [12] Cengiz Çallıoğlu, F., Kesici Güler, H., Sesli Çetin E., (2019), Emulsion Electrospinning Of Bicomponent Poly (Vinyl Pyrrolidone)/Gelatin Nanofibers With Thyme Essential Oil, Material Research Express, 6, 125013.

- [13] Cosco, S., (2007), Polymer Based Microparticles for Advanced Composite Materials Applications, Università degli Studi di Napoli, PhD Thesis, 92p, Napoli.
- [14] Mol, İ.Y., Cengiz Çallıoğlu, F., Kesici Güler H., Geyssoğlu M., (2021), Paracetamol Drug Loaded Microcapsule Based Nanofiber Production, The 10th International Conference TEXTEH, 200-207, 21-22 Ekim 2021, Bükreş, Romanya.
- [15] Kesici Güler H., Cengiz Çallıoğlu, F., Mol, İ.Y., Geyssoğlu M., (2021), Electrospinning of St. John's Wort Oil Loaded Microcapsules Based PVA Nanofibers, The 10th International Conference TEXTEH, 171-177, 21-22 Ekim 2021, Bükreş, Romanya.

PROTEİN ESASLI NANOLİFLER: YUMURTA AKI TOZU ÖRNEĞİ

Mustafa GEYSOĞLU¹, Funda CENGİZ CALLIOĞLU²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik ABD, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta

fundacengiz@sdu.edu.tr

ÖZET

Proteinler canlı maddenin temel bileşeni olup, yapısal özellikleri ve biyoyumlu olmaları bakımından biyomedikal alanında kullanılan nanoliflerin üretiminde sıkça kullanılmaktadır [1]. Bu çalışmada ilk olarak protein esaslı nanolifler hakkında literatür bilgileri verilmesi amaçlanmıştır. Daha sonra protein etken maddesi içeren örnek bir nanolif üretim prosesi sunulmuştur. Çalışmada elektro lif çekim yöntemi kullanılarak yumurta akı proteini içeren, polimer olarak polikaprolaktonun (PCL) kullanıldığı nanolif üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen protein içerikli nanoliflerin karakterizasyon işlemleri kapsamında, ortalama lif çapı ve lif çapı üniformitesi gibi lif morfolojisi özellikleri analiz edilmiştir. Sonrasında ise lif çapı dağılımını belirlemek için histogram eğrileri oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Protein, yumurta akı proteini, elektro lif çekimi, nanolif

PROTEIN-BASED NANOFIBERS: THE CASE OF EGG WHITE POWDER

ABSTRACT

Proteins are the basic component of living matter. It is frequently used in the production of nanofibers used in the biomedical field in terms of their structural properties and biocompatibility [1]. In this study, firstly, it is aimed to give literature information about protein-based nanofibers. Then, an exemplary nanofiber production process containing protein active ingredient was carried out. In this production process, nanofiber containing egg white protein was produced by using electrospinning method and PCL was used as copolymer. The fiber morphology properties such as average fiber diameter and fiber diameter uniformity were analyzed within the scope of the characterization processes of the produced protein-containing nanofibers. Afterwards, the histogram curves were created to determine the fiber diameter distribution.

Keywords: Protein, egg white protein, electrospinning, nanofiber

1. GİRİŞ

Canlı maddenin birincil bileşenlerinden biri olan proteinler, çok çeşitli proteazlar tarafından doğal olarak bozulan üç boyutlu bir yapıda bulunan, esasen yüksek moleküler ağırlıklı amino asit polimerleridir ve son kullanımları açısından da nanolif yapısı için çok önemli bir değere sahiptir. Bitkisel ve hayvansal kaynaklı peptit protein yapıları kullanılarak biyoyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilen lifler elde etmek mümkündür [2, 3].

Nanolifli yüzeylerin üretilmesinde proteinlere olan ilgi son yıllarda artmıştır. Protein esaslı

nanolifler doku iskelesi, doku yenilenmesi gibi doku mühendisliği alanında, yara örtüleri, ilaç salınım sistemleri gibi biyomedikal alanda kullanım bulmasının yanında kozmetik ve gıda endüstrisinde de çeşitli uygulamalar için kullanılmaktadır. Proteinler, kendi başlarına elektro lif çekim ile nanolif üretilebilmelerini engelleyebilecek karmaşık ikincil ve üçüncül yapılarla sahiptir. Bazı proteinlerden tek başına elektro lif çekim yapılabilmekle beraber, bazı proteinlerden nanolif üretebilmek için, lif çekim performansı yüksek olan bir polimere ihtiyaç duyulmaktadır [1, 4].

Bu çalışma kapsamında, öncelikle nanolif üretimi gerçekleştirilebilen proteinler hakkında bilgiler verilmesi amaçlanmıştır. Daha sonra ise, elektro lif çekim yöntemi ile yumurta akı proteini içeren polikaprolakton (PCL) esaslı nanoliflerin üretimi ve karakterizasyon çalışmaları kapsamında ortalama lif çapı ve lif çapı üniformitesi gibi lif morfolojisi analizleri hedeflenmiştir.

1.1. Protein esaslı nanolif üretiminde kullanılan polimerler

Proteinler, yapısal ve fonksiyonel özellikleri ve biyoyumlu yapıları nedeniyle, çeşitli biyomedikal uygulamalar için nanolifli yüzeylerin üretilmesinde kullanılmaktadır [1]. Ayrıca, elektro lif çekilmiş protein lifleri, gıda biyoaktif bileşiklerinin kapsüllenmesi, enzimlerin immobilizasyonu ve gıda malzemelerinin paketlenmesi de dahil olmak üzere çeşitli gıda uygulamaları için de tercih edilmektedir [4]. Protein polimerleri kaynaklarına göre bitkisel ve hayvansal proteinler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır.

1.1.1. Bitkisel kökenli protein polimerleri

1.1.1.1. Zein

Zein, mısırdan elde edilen prolamin sınıfındaki biyobozunur, biyoyumlu, kolay temin edilebilen, toksik ve alerjik olmayan, mikrobiyolojik saldırılar karşısında dayanıklı, düşük immünojenik etkiye sahip bir biyopolimerdir. Zein, dimetilformamid (DMF), etanol ve dimetilsülfoksit gibi organik çözücüler içinde çözülebildiği için çevre dostu bir polimer olmakla birlikte elektro lif çekim yöntemi ile nanolif üretimine yatkındır. Kontrollü salım özellikli polimer bazlı nanoparçacık dağıtım sistemleri, DNA transfeksiyonu, aşı dağıtımı ve doku mühendisliği için yapı iskelesi, yara örtüsü ve gıda paketlenme endüstrisinde kullanılabilmektedir [3].

1.1.1.2. Soya proteini

Soya proteini, soya fasulyesinden elde edilen düşük maliyetli, bol miktarda bulunabilen, biyoyumlu, toksik olmayan, işlenebilir ve biyobozunur bir proteindir. Soya proteininin biyomedikal uygulamalardaki kullanımı dikkat çekmektedir. Yara örtüsü, doku yenileme, doku iskelesi gibi doku mühendisliği alanlarında kullanılmaktadır [5-7].

1.1.1.3. Peynir altı suyu proteini

Peynir altı suyu proteinleri, antimikrobiyal, antiviral ve antikanserojenik etkilere sahiptir. Bu

özelliklerinin yanı sıra peynir altı suyu proteinlerinin biyouyumluluğu ve biyolojik olarak parçalanabilir yönleri biyomedikal alanda, ilaç dağıtımı ve doku iskeleleri gibi uygulamalarda kullanılmalarına olanak sağlamaktadır [8]. Sullivan vd. peynir altı suyu proteinini PEO polimeri ile birlikte kullanarak elektro lif çekim yöntemi ile düzgün nanolifler elde etmeyi başarmışlardır. Peynir altı suyu proteinleri, su ve aromanın bağlanması, jelleşme, emülsifikasyon ve köpürme gibi çeşitli işlevselliklerinden dolayı gıda endüstrisinde de kullanılmaktadır [9].

1.1.2. Hayvansal kökenli protein polimerleri

1.1.2.1. Jelatin

Jelatin doğal, hayvansal protein bazlı, ECM'nin ana bileşeni olan ve kolajenden türetilen doğal bir polimerdir. Biyouyumluluk, biyobozunurluk, iyi hücre tutunması gibi özelliklerinin yanı sıra antijenik değildir ve immünojenik, toksik veya kanserojen özellikler sergilemez. Bu özelliklerinin yanı sıra ucuz ve kolay temin edilebilir olması sayesinde tıbbi alanda yara örtüsü, doku mühendisliği alanında kemik, kırık, sinir, yapay damar, yapı iskelesi uygulamalarında, ilaç dağıtımı gibi çalışmalarda kullanılmasının yanında, gıda ve kozmetik endüstrisinde de geniş kullanım alanlarına sahiptir. Elektro lif çekim prosesi ile nanolif elde edilirken jelatin genellikle kitosan, hiyalüronik asit, selüloz asetat, zein, fibrinojen, polikaprolakton (PCL), polilaktik asit (PLA), poli(l-laktik asit) (PLLA), poligliserolik asit (PGA), polilaktik-ko-glikolik asit (PLGA), poliüretan (PU), naylon 6 ve polivinil alkol (PVA) gibi polimerlerle birlikte kullanılır [10-12].

1.1.2.2. Keratin

Doğada bol miktarda bulunan keratin; yün lifinin, saçların, kuşların tüylerinin, memelilerin, sürüngenlerin başlıca bileşeni olan proteinlerinden biridir ve lifsi yapıda bir proteindir. Diğer hayvansal proteinlerle benzer olarak keratin de, biyobozunur, biyolojik olarak uyumlu bir yapıdadır. Bunun yanı sıra, iyi hücre tutunması, yüksek polarite ve yüksek kimyasal reaktivite gibi özelliklere de sahiptir. Yüksek moleküler ağırlığı ve düşük viskoelastik özellikleri nedeniyle, doğrudan keratin kullanarak elektro lif çekim yöntemi ile nanolif üretmek zordur. Bunun için polivinil alkol (PVA), polietilen glikol (PEG) veya kitosan gibi kopolimerlere ihtiyaç bulunmaktadır. Keratin nanolifleri, doku rejenerasyonu veya doku onarım uygulamaları gibi doku mühendisliği alanında, yara örtüsü uygulamalarında kullanılmasının yanında absorban özelliği sayesinde filtrasyon malzemesi olarak da kullanılmaktadır [3, 13].

1.1.2.3. İpek fibroin

İpek fibroin, biyouyumlu, biyobozunur, yüksek mukavemetli, kolay işlenebilir lifli yapıda bir proteindir [14]. Bu üstün özellikleri yanında termal stabilitesi, pürüzsüz dokuya sahip olması, parlak görünümü gibi özellikler ipek fibroinin çok çeşitli alanlarda uygulama imkanı bulmasını sağlamıştır. Ayrıca ipek fibroin mükemmel mekanik özelliklere sahip ve ucuz bir polimerdir. Tüm bu özellikler sayesinde ipek fibroini, doku mühendisliği, ilaç salım sistemleri, ameliyat iplikleri gibi biyomedikal alanlarda kullanım alanı bulurken, bunun yanı sıra tekstil endüstrisinde, optik sensörler, katalizörler için katı destekler, biyomineralizasyon

gibi alanlarda da kullanılmaktadır [15]. Literatürde yapılan çalışmalarda elektro lif çekim yöntemi ile elde edilmiş ipek fibroin nanoliflerinin, yanık yaraları gibi spesifik yaraların tedavisi de dahil yara örtüleri, kontrollü ilaç salım sistemi, doku jenerasyonu, gen terapisi gibi biyomedikal alanda geniş kullanım alanına sahiptir [16].

1.1.2.4. Elastin

Elastin, deri, akciğer ve arterlerin elastomerik dokularında yaygın olarak bulunan polimerik bir hücre dışı matris (ECM) proteindir. Elastin, dikkate değer esneklik, biyolojik aktivite ve uzun vadeli stabiliteye sahiptir. Bu özellikleri sayesinde elastin nanolifleri biyomalzemelerde önemli bir kullanım potansiyeline sahiptir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde özellikle de doku mühendisliği alanında giderek artan bir ilgi gördüğü belirlenmiştir [17, 18].

1.1.2.5. Kazein

Kazein, sütün yağı alınarak elde edilen hayvansal bir protein lifidir. Sütün önemli bir proteini olan kazein, benzersiz yapısal özelliklerinden dolayı ilaç dağıtım sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Biyoyumlu, biyobozunur, ucuz, işlenebilir olmasının yanında toksik olmaması gibi özellikleri sayesinde elektro lif çekim yöntemi ile elde edilen kazein nanolifleri doku mühendisliğinde iskelelerin hazırlanmasında ve yara iyileştirme alanında kullanım alanlarına sahiptir [19].

1.1.2.6. Kitosan

Kitosan, deniz kabukluları ve bazı mantarların hücre duvarlarında bulunan, kitinden elde edilen bir biyopolimerdir. Biyoyumlu ve biyobozunur yapıdaki kitosan, kolay işlenebilirliği toksik olmaması, hücre tutunması ve çoğalmasına olanak sağlaması gibi üstün özelliklere sahiptir. Bunun yanında kitosanın, antimikrobiyal etkinliği ve yaraların hızlı iyileşmesine katkısı nedeniyle biyomedikal uygulamalarda çok fazla tercih edilmektedir. Kolay işlenebilir olan kitosan proteini toz, jel, köpük, film, lif ve iplik halinde üretilebilmektedir. Bu da kitosanın kullanım alanını oldukça genişletmektedir [20]. Kitosan proteini elektro lif çekim yöntemi ile nanolif üretimine yatkın bir polimerdir. Bu proteinle tek başına nanolif üretimi gerçekleşmekle birlikte PVA, PGA, PEO gibi polimerlerle birlikte kullanılarak nanolif üretimi de yapılabilmektedir. Kitosan içerikli nanolifler göstermiş olduğu üstün özellikler sayesinde filtrasyon, biyosensör, doku mühendisliğinde yapı iskelesi, ilaç dağıtım ve yara örtüsü gibi uygulamalarda çokça kullanılmaktadır [21].

1.1.2.7. Fibrinojen

Fibrinojen, kan plazmasında bulunan ve yara iyileşmesinde önemli bir rol oynadığı tespit edilmiş, çözünür bir proteindir. Elektro lif çekim yöntemi ile elde edilmiş fibrinojenin, doku mühendisliği iskelesinin geliştirilmesinin yanı sıra, yara örtülerinde ve hemostatik bandajlar gibi biyomedikal alanda kullanım potansiyeli vardır [22].

1.1.2.8. Kolajen

Kolajen, memeli canlıların toplam proteininin yaklaşık %30'unu teşkil eden vücutta bol

miktarda bulunan bir proteindir. Ekstraselüler matriksin (ECM) önemli kısmını oluşturan kolajen, omurgalı canlılara mekanik ve yapısal özellikler sağlamaktadır. Ayrıca biyouyumluluğu, düşük antijenikliği, biyobozunur olması, hücre tutunmasını ve büyümesini teşvik etmesi, yenilenebilir olması ve nispeten immünojenik olmaması nedeniyle biyomedikal alanda, ilaç endüstrisinde, doku mühendisliğinde, gıda endüstrisinde, kozmetikte yaygın olarak kullanılmaktadır [23, 24]. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde elektro lif çekim yöntemi ile üretilen kolajen esaslı nanolif üretimi ile uygulama alanlarına yönelik oldukça fazla kaynak göze çarpmaktadır. Kolajen, yara örtüsü, dokuların rejenerasyonu, yapı iskeleleri, yapay damarlar uygulamaları, kartilaj, vb. uygulama alanlarında kullanımı vardır. Kolajen proteini tek başına elektro lif çekim ile nanolif üretilmesinin yanında PCL, PEO, PLLA gibi polimerlerle birlikte kullanımları mevcuttur [25, 26].

1.1.2.9. Yumurta akı proteini

Yumurta akı toplam yumurtanın yaklaşık olarak %58'ini oluşturmaktadır. Protein değeri açısından oldukça zengin olmakla birlikte fonksiyonel olarak ovalbumin, lizozim, ovotransferrin, avidin, ovomusin, sistatin, ovostatin ve ovoinhibitör bileşenlerini içermektedir. Yapısındaki proteinlerin yaklaşık olarak yarısını ovalbumin oluşturur, geri kalanları ise; konalbumin(%12), ovomukoid(%11), lizozim(%3,5) ve diğer globülinlerdir [27]. Biyoaktivitesi, kolay ve ucuz temin edilmesi, antibakteriyel aktivitesi ve biyolojik olarak parçalanabilirliği sayesinde yumurta akı, uzun yıllardan beri çeşitli hastalıkların tedavisinde yardımcı malzeme olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular yumurta akı ve bileşenlerini özellikle yara iyileşmesi ve doku mühendisliği uygulamaları için önemli bir protein olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yumurta akı, üç boyutlu in-vitro doku modelleri ve ilaç dağıtım sistemleri için de önemli bir proteindir. Yumurta akı, gözenekli yapı iskelesi, hidrojel, film, nanolif, nanoparçacık ve nanojel formlarında üretilmektedirler. Birçok polimerin nanolif yüzey haline gelmesinde etkin olarak kullanılan elektro lif çekim yöntemi, yumurta akından nanolif eldesi için de kullanılan en etkin yöntemdir. Yumurta akı moleküler yapısı nedeniyle saf halde elektro lif çekimine uygun değildir. Elektro lif çekim yapılabilmesi için genellikle lif çekim performansı yüksek olan destekleyici bir polimere ihtiyaç duyulmaktadır [28].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında protein içerikli nanolifli yüzey elde etmek için yumurta akı proteini, destekleyici polimer olarak ise PCL polimeri (Mn 80,000) kullanılmıştır. Polimerler, kloroform ve dimetilformamid (DMF) solventleri kullanılarak çözelti haline getirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm malzemeler Sigma Aldrich (St. Louis, MO, USA)'den tedarik edilmiştir.

2.2. Yöntem

Bu çalışmada ilk olarak PCL polimer çözeltisi uygun solvent içerisinde hazırlanmıştır. Daha sonra yumurta akı etken maddesi, hazırlanan polimer çözeltisi içerisine eklenerek elektro lif çekim yöntemi öncesi çözelti karıştırılmaya bırakılmıştır. Daha önceki çalışmalardan elde edilen tecrübeyle polimer çözeltisi için ağırlıkça %7 PCL polimeri kullanılmış olup 8:2 oranında kloroform:DMF solventleri içerisinde çözelti hazırlanmıştır. Sonrasında ağırlıkça %9 oranında yumurta akı tozu PCL polimer

çözeltilisine ilave edilmiştir ve üretim öncesi yaklaşık 24 saat oda sıcaklığında karışım gerçekleştirilmiştir. Daha sonra iğneli elektro lif çekim yöntemi ile Tablo 1’de yer alan optimum proses parametrelerinde nanolif üretimi gerçekleştirilmiştir.

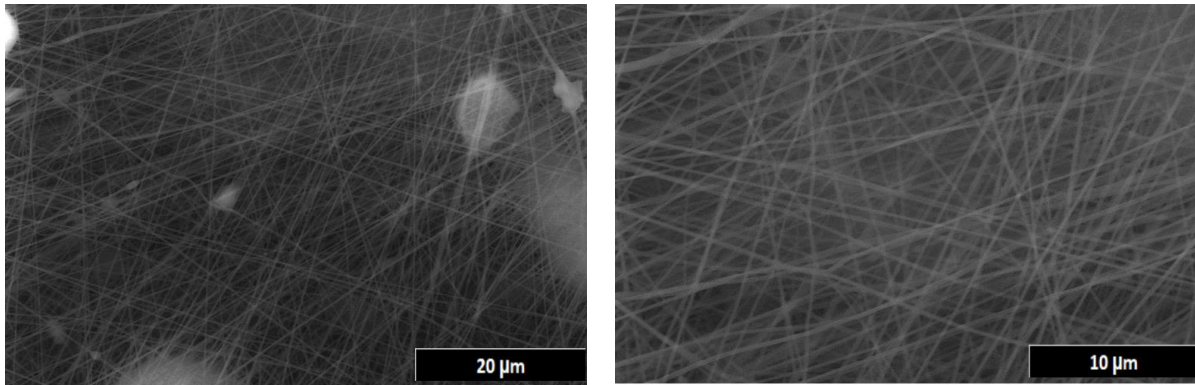
Tablo 1. Elektro lif çekim işleminde uygulanan proses parametreleri

Voltaj (kV)	Elektrotlar arası mesafe (cm)	Besleme Hızı (mL/h)	Rutubet (%)	Sıcaklık (°C)
20	18	0.350	45	25

Üretilen nanolifli yüzeylerden taramalı elektron mikroskop görüntüleri alınmıştır. Her bir numuneden 100 ayrı ölçüm yapılarak ImageJ görüntü analiz programı ile ortalama lif çapı ve lif çapı üniformite katsayısı değerleri hesaplanmıştır. Sonrasında SPSS istatistik programı ile lif çapına ait histogram eğrileri oluşturulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

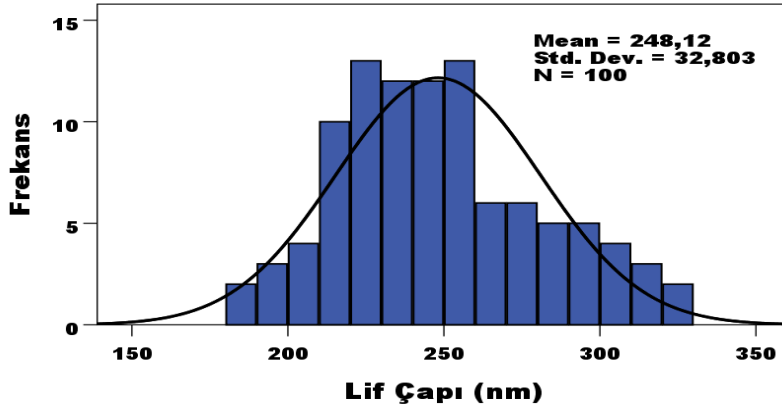
Elde edilen yumurta akı esaslı nanoliflerin x5.000 ve x10.000 kat büyütmelelerdeki görüntüleri Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Yumurta akı esaslı PCL nanoliflerinin x5.000 ve x10.000 kat büyütmelelerdeki SEM görüntüleri

SEM görüntüleri incelendiğinde boncuksuz ve düzgün lif yapılarının olduğu görülmektedir. Görüntülerdeki x5000 kat büyütmede nanolif yüzeyinde yumurta akı tozuna ait bazı partiküller bulunmakla birlikte x10000 kat büyütmede bu partiküllerin görülmediği, liflerin düzgün ve pürüzsüz olduğu net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Lif çapı üniformite katsayısının [29] ise 1,02 gibi 1’e oldukça yakın bir değer olduğu tespit edilmiştir.

SEM görüntüleri sayesinde üretilen nanoliflerin çapları ölçülmüş ve Şekil 2’de görüldüğü gibi yumurta akı esaslı PCL nanoliflerine ait histogram eğrisi çıkarılmıştır.



Şekil 2. Yumurta akı esaslı PCL nanoliflerine ait histogram eğrisi

Yapılan çalışmada ortalama 248 nm çapa sahip, üniform nanolifler üretilmiştir. Histogram eğrisi incelendiğinde liflerin oldukça ince ve lif dağılım eğrisinin tek tepeli ve homojen olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada protein esaslı nanoliflere yönelik literatür araştırması yapılmış olup, örnek çalışma olarak yumurta akı proteini içeren PCL nanolif üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öncelikle nanolif üretiminde kullanılan protein esaslı polimerlerin genel özellikleri ve kullanım alanları hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgiler ışığında; proteinler, biyouyumlu, biyobozunur, kolay temin edilebilen, ucuz, işlenebilir, toksik olmayan polimerler olmakla birlikte bazıları bu özellikleri yanında antimikrobiyal, antiviral ve antikanserojenik özelliklere de sahiptir. Genel olarak protein esaslı nanolifler belirtilen üstün özellikleri sayesinde biyomedikal alanda ve gıda endüstrisinde çok geniş kullanım alanları bulmaktadırlar. Çalışmada son bölümünde yumurta akı proteini ve PCL polimerleri ile elektro lif çekim yöntemiyle nanolifli yüzey elde edilmiştir. Karakterizasyon çalışmaları kapsamında nanoliflerin SEM görüntüleri alınmış ve morfolojik analizleri yapılmıştır. İğneli elektro lif çekim yöntemiyle PCL ve yumurta akı proteini içeren oldukça ince ve üniform nanoliflerin üretilbildiği ortaya konmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, SDÜ BAP birimi tarafından FDK-2019-7164 no'lu proje ile desteklenmiş olup, teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1]Babitha, S., Rachita, L., Karthikeyan, K., Shoba, E., Janani, I., Poornima, B., Sai, K. P. (2017). Electrospun Protein Nanofibers In Healthcare: A Review, International Journal Of Pharmaceutics, 523(1), 52-90.
- [2]Rohman, G., & Spadavecchia, J. (2016). Biodegradable Polymeric Nanomaterials, Nanomaterials

- and Regenerative Medicine, 49-92.
- [3]Yıldız, A., Kara, A. A., & Acartürk, F. (2020). Peptide-Protein Based Nanofibers In Pharmaceutical and Biomedical Applications, *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 1084-1097.
- [4]Yardımcı, A. İ., & Tarhan, Ö. (2020). Electrospun Protein Nanofibers and Their Food Applications, *Mugla Journal of Science and Technology*, 6(2), 52-62.
- [5]Ramji, K., & Shah, R. N. (2014). Electrospun Soy Protein Nanofiber Scaffolds For Tissue Regeneration, *Journal of Biomaterials Applications*, 29(3), 411-422.
- [6]Kumar, N. S., Santhosh, C., Sudakaran, S. V., Deb, A., Raghavan, V., Venugopal, V., ... & Andrews, N. G. (2018). Electrospun Polyurethane And Soy Protein Nanofibres For Wound Dressing Applications, *Iet Nanobiotechnology*, 12(2), 94-98.
- [7]Wongkanya, R., Chuysinuan, P., Pengsuk, C., Techasakul, S., Lirdprapamongkol, K., Svasti, J., & Noeaid, P. (2017). Electrospinning Of Alginate/Soy Protein Isolated Nanofibers and Their Release Characteristics For Biomedical Applications, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 2(3), 309-316.
- [8]Sullivan, S. T., Tang, C., Kennedy, A., Talwar, S., & Khan, S. A. (2014). Electrospinning and Heat Treatment Of Whey Protein Nanofibers, *Food Hydrocolloids*, 35, 36-50.
- [9]Chandan, R. C., & Shah, N. P. (2006). Functional Foods and Disease Prevention, *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*, 311-325.
- [10]Çallıoğlu, F. C., & Güler, H. K. Production Of Essential Oil-Based Composite Nanofibers By Emulsion Electrospinning, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(7), 1178-1185.
- [11]Aldana, A. A., & Abraham, G. A. (2017). Current Advances In Electrospun Gelatin-Based Scaffolds For Tissue Engineering Applications, *International Journal Of Pharmaceutics*, 523(2), 441-453.
- [12]Li, T., Sun, M., & Wu, S. (2022). State-Of-The-Art Review Of Electrospun Gelatin-Based Nanofiber Dressings For Wound Healing Applications, *Nanomaterials*, 12(5), 784.
- [13]Gazioglu Rüzgar, D. (2018). Keratin Esaslı Yüzeylerin Elektroçekim Yöntemiyle Elde Edilmesi, Karakterizasyonu Ve Gaz Sorpsiyon Özelliklerinin İncelenmesi, *Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*
- [14]Ak, F. (2014). İpek Fibroin Kriyojellerinin Sentezi Ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*
- [15]Çağlayan, B. Elektro Lif Çekim Yöntemi İle Üretilen Nanoliflerin Yara Örtülerinde İlaç Salım Sistemi Olarak Kullanımı, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*
- [16]Nguyen, T. P., Nguyen, Q. V., Nguyen, V. H., Le, T. H., Huynh, V. Q. N., Vo, D. V. N., ... & Le, Q. V. (2019). Silk Fibroin-Based Biomaterials For Biomedical Applications: A Review, *Polymers*, 11(12), 1933.
- [17]Hong, Y., Zhu, X., Wang, P., Fu, H., Deng, C., Cui, L., ... & Fan, X. (2016). Tyrosinase-Mediated Construction Of A Silk Fibroin/Elastin Nanofiber Bioscaffold, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 178(7), 1363-1376.
- [18]Machado, R., Da Costa, A., Sencadas, V., Garcia-Arévalo, C., Costa, C. M., Padrao, J., ... & Casal, M. (2013). Electrospun Silk-Elastin-Like Fibre Mats For Tissue Engineering Applications, *Biomedical Materials*, 8(6), 065009.
- [19]Selvaraj, S., Thangam, R., & Fathima, N. N. (2018). Electrospinning of Casein Nanofibers With Silver Nanoparticles For Potential Biomedical Applications, *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 1674-1681.
- [20]Erdem, R., ve Sancak, E. (2013). Elektroçekim Yöntemiyle Elde Edilen Poliamid 6/Kitosan Bazlı Nanoliflerin Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(24), 53-65.
- [21]Jayakumar, R., Prabakaran, M., Nair, S. V., & Tamura, H. (2010). Novel Chitin and Chitosan

- Nanofibers In Biomedical Applications, *Biotechnology Advances*, 28(1), 142-150.
- [22]Wnek, G. E., Carr, M. E., Simpson, D. G., & Bowlin, G. L. (2003). Electrospinning of Nanofiber Fibrinogen Structures, *Nano Letters*, 3(2), 213-216.
- [23]Uğurlu, E., Duysak, Ö., Saygılı, E. İ., Sinem, U. & Sayın, S. (2020). Denizel Omurgasız Canlılardan Elde Edilen Kolajenler ve Kullanım Alanları, *Ecological Life Sciences*, 15(1), 24-35.
- [24]Bahria, H. (2017). Electrospinning of Collagen: Formation of Biomedical Scaffold, *Adv. Res. Text. Eng*, 2, 1017.
- [25]Hromadka, M., Collins, J. B., Reed, C., Han, L., Kolappa, K. K., Cairns, B. A., ... & van Aalst, J. A. (2008). Nanofiber Applications For Burn Care, *Journal Of Burn Care & Research*, 29(5), 695-703.
- [26]Liao, S., Li, B., Ma, Z., Wei, H., Chan, C., & Ramakrishna, S. (2006). Biomimetic Electrospun Nanofibers For Tissue Regeneration, *Biomedical Materials*, 1(3), R45.
- [27]Yüccer, M., Temizkan, R., & Caner, C. (2012). Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta: Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri, *Akademik Gıda*, 10(4), 70-76.
- [28]Jalili-Firoozinezhad, S., Filippi, M., Mohabatpour, F., Letourneur, D., & Scherberich, A. (2020). Chicken Egg White: Hatching Of A New Old Biomaterial, *Materials Today*, 40, 193-214.
- [29]Cengiz, F., & Jirsak, O. (2009). The Effect of Salt On The Roller Electrospinning of Polyurethane Nanofibers, *Fibers and Polymers*, 10(2), 177-184.

TEKSTİLE ENTEGRE GİYİLEBİLİR EKG VE RİTİM TAKİBİ SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Eda AKINCI, Gizem ÖZBEK ÇAM, Murat YILDIRIM

Zorluteks Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Kırklareli

Eda.Akinci@zorlu.com

ÖZET

Akıllı Giyilebilir Sistemler (AGS) konusu günümüzün en popüler araştırma konularından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Hastalıklar, kronik rahatsızlıklar, gündelik aktivite takibi gibi pek çok çeşitli sebepler için fizyolojik parametrelerin ölçülmesi amacıyla tasarlanan bu cihazlar hayatlarımızda giderek daha fazla yer bulmaktadır. Günümüzde giyim bileşenlerin yalnızca estetik beklentileri karşılması yetmemekte, kişiye birçok fonksiyon sağlaması beklenmektedir. Bu çalışmada, bulut kullanan, kişi konforu esas alınmış, gerçek zamanlı veri ölçen ve güvenli bir şekilde verileri aktaran özel ritim takip sistemi geliştirilmesi, vücuttan verileri toplayabilen EKG cihazına uyumlu iletken kumaş tasarlanması, kablosuz bir EKG cihazı ve uygulama yazılımı geliştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Akıllı giyilebilir sistemler, EKG, elektrot, iletken iplikler

DEVELOPMENT OF TEXTILE INTEGRATED WEARABLE ECG AND RHYTHM TRACKING SYSTEM

ABSTRACT

Smart Wearable Systems (SWS) is one of the most popular research topics today. These devices, which are designed to measure physiological parameters for various reasons such as diseases, chronic diseases, daily activity monitoring, are increasingly taking place in our lives. Nowadays, clothing components are not only sufficient to meet aesthetic expectations but are expected to provide many functions to the person. In this study, development of a special rhythm tracking system that uses cloud, based on personal comfort, simultaneously measuring data and transferring data safely, designing a conductive fabric compatible with an ECG device that can collect data from the body, and developing a wireless ECG device and application software were carried out.

Keywords: Smart wearable systems, ECG, electrode, conductive yarns

1. GİRİŞ

Tekstil ürünlerinin asıl işlevi vücudumuzu çevresel etmenlerden korumaktır. Daha sonrasında estetik ve konfor özellikleri ön plana çıkar. Teknoloji alanındaki gelişmeler ile birlikte tekstil alanında kullanılan ürünlerin üstün fiziksel ve performans özelliklerine sahip olması beklenmiş ve böylece akıllı tekstiller terimi ortaya çıkmıştır. Akıllı tekstiller, yüksek katma değerli özelliklere sahip, çevre ve kullanıcı arasında etkileşimde olabilen tekstil ürünleri olarak tanımlanmaktadır [1].

Akıllı tekstiller üç alt gruba ayrılır:

Pasif Akıllı Tekstiller: Sensörlere dayalı, yalnızca çevre ve kullanıcıya duyarlı olabilenler.

Aktif Akıllı Tekstiller: Bir harekete geçirici (aktivatör) ve bir sensör elemanı içeren, ortamdan uyarıyı algılayıp tepki gösterenler.

Çok Akıllı Tekstiller: Duyarlı olabilen, tepki verebilen ve verilen koşullara davranışlarını adapte edebilenler [2].

Zaman içerisinde daha popüler hale gelen akıllı tekstiller ve akıllı giyilebilir teknolojilerin şimdilerde günlük hayatımızda büyük bir rol oynadığı görülmektedir. Akıllı tekstillerin gelişimi ve mikro/ nano ölçekte teknolojinin ilerleyişi, akıllı giyilebilir sistemleri (AGS) yaşantımıza dahil etmektedir. AGS sensörler; aktüatörler ve iletişim yapabilen bileşen ve modüllerden oluşan düşük maliyetli cihazlardır. Cihazların temel görevi barındırdığı sensörler vasıtasıyla hastanın düzenli sağlık, aktivite, fizyolojik ve mental değerlerini gözlemlemek ve iletişim modülleri vasıtasıyla merkezi sisteme bu verilerin aktarılmasını sağlamaktır. Akıllı giyilebilir hasta takip sistemleri kişiyi günün 24 saati izlemek ve gerekli durumlarda uyarılmaya üzere tasarlanmış sistemlerdir [3]. Bu çalışmada geliştirilmiş EKG telemetri cihazı entegreli T-Shirt ile kişilerin günlük yaşamında veya spor yaparken eşzamanlı olarak elektrofizyolojik verilerini takip etmeleri sağlanmıştır. T-Shirt'den alınan veriler mobil uygulama ile anında gözlemlenebilmektedir. Mobil uygulamada izlenebilen veriler; vücut sıcaklığı, kalp atış hızı, adım sayısı ve EKG'dir.

2. MATERYAL VE METOD

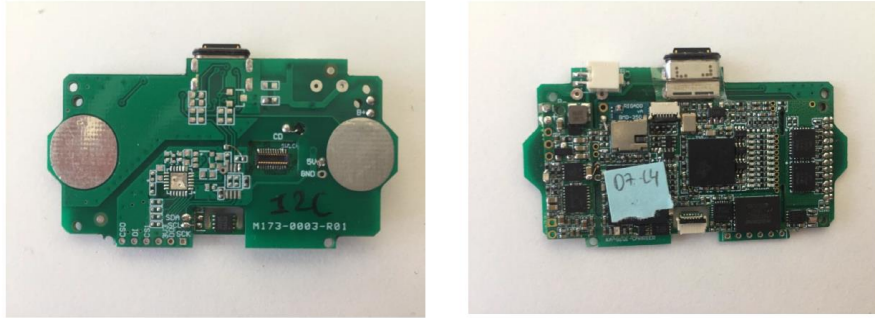
Çalışmada geliştirilen EKG Telemetri cihazı entegreli T-Shirt tasarımı temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar:

- Veri alımını sağlayan iletken alan (tekstrot),
- Alınan elektrofizyolojik verilerin cihaza iletimini sağlayan iletken yollar,
- İletilen verilerin anlamlandırılıp mobil uygulama ile görüntülenebilmesini sağlayan EKG telemetri cihazı şeklindedir.

Kumaş tasarımlarında iletken iplikler brode ile işlenerek iletken özellikli kumaş geliştirilmiştir. Bu iletken kumaşa, vücut ile EKG cihazı arasındaki iletkenliğin maksimum düzeyde olması ve veri alınacak iletken noktaların minimum sayıda olması temel parametreleri oluşturmaktadır. Kullanıcıların konforunu etkilemeyecek boyutta kablosuz bir EKG cihazı ve uygulama yazılımı

geliştirilmiştir. EKG cihazında kullanılan analog ve dijital elektronik bileşenleri içeren elektronik devre şemaları oluşturulmuş ve tasarım mimarisi için tasarım kriterleri belirlenmiştir.

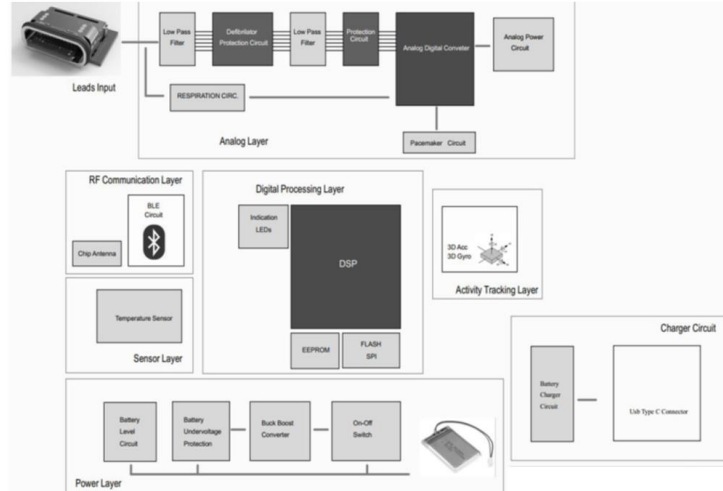
Bu amaçla donanım mimarisi tasarımı çalışmaları, tasarlanacak devrelere ait PCB tasarım kriterleri (PCB katman sayısı, minimum track yol kalınlık ve iki yol arası mesafe, minimum via çapı/ delik çapı, mekanik limitler ve izinler) EMC ve güvenlik standart gereksinimlerine göre gerçekleştirilmiştir. Elektronik donanım katmanlarının PCB üzerinde EMC/ EMI prensiplerine göre yerleştirilmesi ve çizimi yapılmıştır. Yüksek yoğunluklu, esnek ve çok katmanlı PCB tasarımı gerçekleştirilmiştir. PCB prototipi Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 8. PCB Prototipi

Yazılımın tasarlanması aşamaları; ilgili yazılım seviyeleri ve katmanlardan oluşmaktadır. Burada katmanların yapılandırılması ve tanımlanması yapılmıştır. Donanımsal birimlerin haberleşmesi, hareket sensöründen verilerin işlemci tarafına aktarımı (HAL), alınan verilerin anlamlandırılması, hareket verilerinin açı/ mesafe vb. değerlere çevrilmesi (BSP), hareket verilerinin koşma/ yatma olarak yorumlanabilmesi (APP), tüm mimari birimlerin gereksinimlerinin belirlenmesi ve donanım tasarımı ile ilişkilendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

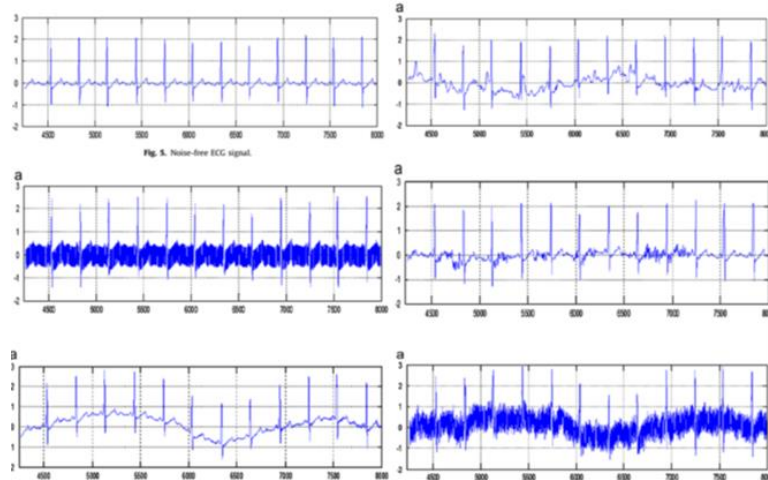
Donanım şematüğünde görülen ve işlemci birimlerde bulunan bölümlerden gelen dataların anlamlandırma işlemleri ve kullanılabilir formata dönüştürülmeleri için gerekli olan board destek paketi kütüphane tasarımı tamamlanmıştır. Donanım şematüğü Şekil 2’de verilmektedir. İşletim sisteminde donanım ile yazılım arasındaki köprü HAL (Hardware Abstraction Layer) oluşturulmuştur. İşlemciye gelen verilerin (vücut sıcaklığı, EKG, adımsayar, batarya) anlamlı ve kullanılabilir hale getirilmesi gerçekleştirilmiştir. EKG, sıcaklık, batarya voltaj değeri, akım, gerilim, frekans vb. analog elektriksel büyüklüklerin 0/1 lojik sayısal verilere dönüştürülmesi amacıyla analog dijital converter ve bu değerlerin ölçülmesi amacıyla kütüphane tasarlanmıştır.



Şekil 9. Donanım Şematığı

EKG sinyalleri kayıt edilirken, çevresel etmenlerden dolayı kaynağı bilinen ya da bilinmeyen gürültü girişimleri oluşabilmektedir. Baseline kaymasına sebebiyet veren 1 Hz altındaki düşük frekanslı gürültüler, şebeke kaynaklı 50- 60 Hz aralığındaki gürültüler, fizyolojik kökenli gürültüler ve çevresel etmenlerden kaynaklı sebebi bilinmeyen gürültüler örnek verilebilir (Şekil 3). Alınan EKG sinyaline gerekli sayısal filtreleme işlemleri ve sinyal işleme yapılarak bu gürültülerin önüne geçilebilmektedir [4]. Yapılan filtreler aşağıdaki gibidir:

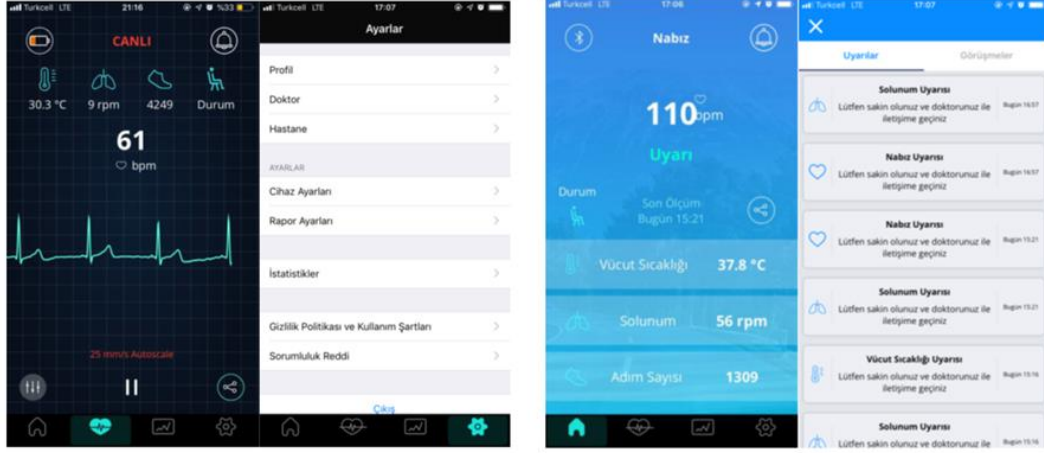
- Alçak Geçiren Filtre (Low Pass Filter)
- Yüksek Geçiren Filtre (High Pass Filter)
- Notch Filter
- Baseline Filter



Şekil 3. Gürültüler

Mobil uygulama için mimari tasarım çalışmaları yürütülmüştür. Mobil uygulama platformu ve geliştirme ortamı seçilmiştir. iOS uygulaması için swift dili, web uygulaması için Java,

Html, Css, Javascript dilleri tercih edilmiştir. Android uygulaması için Java dili ve Android SDK, veri tabanı olarak MySQL kullanılmıştır. Kullanıcı ara yüzünün tasarım aşamasında tıbbi cihaz standartlarına (TS EN 62366 ve TS EN 62304) uyulmuş olup, sade ve interaktif bir kullanıcı ekranı tasarlamak, yüksek performans ile verileri almak öncelikli hedef olmuştur. Mobil uygulama arayüzleri Şekil 4’de gösterilmektedir.



Şekil 4. Mobil Uygulama Arayüzleri

Yazılım ve mobil uygulama çalışmalarının ardından, iletken kumaş geliştirilmesi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, vücuttan elektrofizyolojik sinyalleri en doğru şekilde alıp iletebilecek iletken iplik seçimi gerçekleştirilmiştir. Ardından seçilen iletken iplik ile birlikte iletken kumaş geliştirme çalışmaları başlanmıştır. Seçilen 7 farklı iletken iplik ile çeşitli kumaş konstrüksiyon denemeleri yapılmıştır. Şekil 5’de bu denemeler gösterilmiştir.



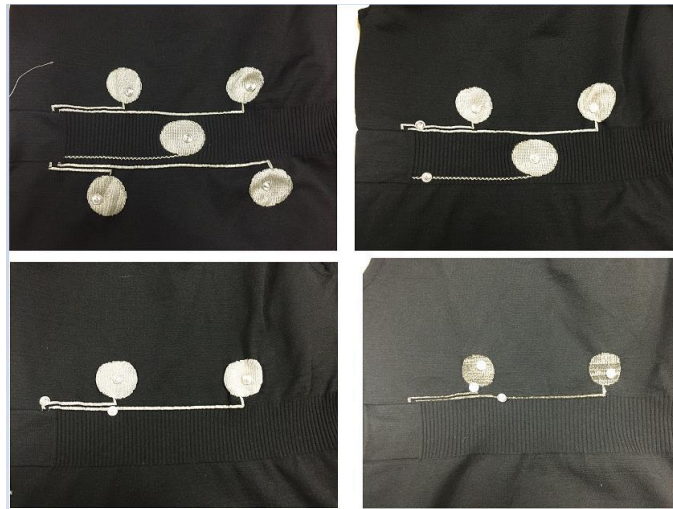
Şekil 5. 7 Farklı İletken İplik ile Üretilen Deneme Kumaş Konstrüksiyonları

Geliştirilen kumaş örneklerinin (numune 1-7) dirençlerinin ölçümü yapılmıştır. Bunun için 4 problu ve 2 problu direnç ölçümü olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. 4 problu ölçüm yönteminde bir adet akım kontrollü gerilim kaynağı, bir Ampermetre ve bir Voltmetre kullanılmıştır. Akım kontrollü gerilim kaynağından akım seviyesi değiştirilerek akım değerleri ve elde edilen gerilim değerleri tabloya işlenmiş ardından direnç değerleri hesaplanmıştır. 2 problu ölçüm yönteminde ise bir multimetre ile direnç ölçümü direkt bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonucunda 7 farklı kumaş için elde edilen sonuçlara göre her iki ölçüm yöntemi de birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Yapılan iki yöntem ile iletkenlik ölçüm sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 6. İletken Kumaşların İki Yöntem ile İletkenlik Ölçüm Sonuçları

Kumaş No	4 Problu Direnç Ölçüm Yöntemi (Ohm)	2 Problu Direnç Ölçüm Yöntemi (Ohm)	İpliklerin Direnç Değerleri (Ohm)
1	0,23	0,27	<100
2	0,40	0,56	<60
3	0,58	1,14	<600-800
4	0,54	0,50	<60
5	0,50	0,64	<300
6	0,72	1,21	<100
7	1,22	1,50	<300

T-Shirt geliştirme aşamasında kullanılacak iplikler seçilirken; tuşe, iplik numarası, iletkenlik özelliği ve T-Shirt’ün üretileceği makine- ürün uyumu göz önünde bulundurulmuş ve 2 optimum iletken iplik seçilmiştir. Bunlar 1 ve 4 numaralı ipliklerdir. İpliklerin seçilmesinin ardından prototip ürün oluşturulmuş, veri alım nokta sayısı ve bunların vücut üzerindeki yerleşim denemeleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 6’da tekstrot sayısı denemeleri gösterilmiştir.



Şekil 6. Tekstrot Sayısı Denemeleri

Veri alımında minimum nokta ile en doğru verinin alınması amaçlandığından 2’li tekstrot tasarımına karar verilmiştir. Tekstrot tasarımları yuvarlak formda ve köşeli formda denenmiş, köşeli formda daha fazla gürültü oluştuğundan yuvarlak formda tekstrot kullanılmasına karar verilmiştir. Ardından iletken yolun kalınlığı ile ilgili çalışma yapılmıştır. 3 sıra, 6 sıra, 12 sıra iplik olmak üzere farklı denemeler gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). 6 sıra iplik kullanıldığında en doğru veri elde edildiğinden 6 sıra iplik içeren iletken yol kullanılmıştır. Makine- ürün uyumu değerlendirildiğinde nihai üründe 1 numaralı ipliğın kullanımına karar verilmiştir.



Şekil 7. İletken Yol Denemeleri

Nihai tasarımı oluşturulan T-Shirt’e EKG Telemetri cihazının entegrasi için önce konumlandırma ve bağlantı çalışmaları yürütülmüştür. Cihazın konumlandırılması için iki bölge düşünölmüştür. İlki göğüs bölgesi, ikincisi koltuk altı hizasının 15 cm aşağısı olan bölgedir. Göğüs bölgesi kullanıcı için pek ergonomik olmayacağından, kişinin T-Shirt’ü giydiğinde rahatsız olmayacağı bir alan olan koltuk altı bölgesinin 15 cm aşağısına cihazın konumlandırılmasına karar verilmiştir.

Cihazın T-Shirt’e entegrasi tekstil tabiriyle “ıtıt” ile sağlanmıştır. Bağlantı şekliyle ilgili olarak 2 yöntem denenmiştir. Bunlar; iletken yollardan gelen ipliğın ıtıta dahil edilmesi ve kumaş üzerindeki iletken yola ıtıtın dahil edilmesidir. Gürültüden doğabilecek veri karışıklığı gibi parametreleri elimine edebilmek adına ikinci yöntemin daha verimli olduğu tespit edilmiştir. Prototip ürünlerde yapılan denemeler ışığında nihai tasarım üzerinde revizyon çalışmaları yapılmıştır. Büyük ve küçük beden olarak tasarlanan T-Shirt’lere verilerin düzgün alınmasını kolaylaştırmak ve gürültüyü azaltmak adına bel oyuntusu eklenmiş, böylece T-Shirt’ün kullanıcıyı tam sarması ve iletken tekstrotların vücuda tam teması sağlanmıştır. T-Shirt’ler Japon menşeli SHIMA SEIKI SVR123SP 14 GG markalı düz örme makinesinde üretilmiştir. Şekil 8’de EKG cihazı entegreli nihai T-Shirt tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 8. EKG Cihazı Entegreli Nihai T-Shirt Tasarımı

EKG Telemetri cihazı bluetooth yardımıyla cep telefonu, tablet, bilgisayar gibi kişisel elektronik aletlerle bağlantı kurabilmektedir. Geliştirilen mobil uygulama ile kişinin her an EKG kaydı, kalp atış hızı, vücut sıcaklığı ve adım sayısı gibi parametreleri kaydedilmekte ve kişi eş zamanlı olarak bu verilere erişim sağlanabilmektedir.

3. SONUÇLAR

Zorluteks'in geliştirdiği nihai T-Shirt tasarımına entegre edilen, Vestel Elektronik ile Hayriya Bilişimin ortaklaşa geliştirdiği EKG Telemetri cihazı ile kişiler üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi bölümünde etik kurul onayı ile yapılmıştır.

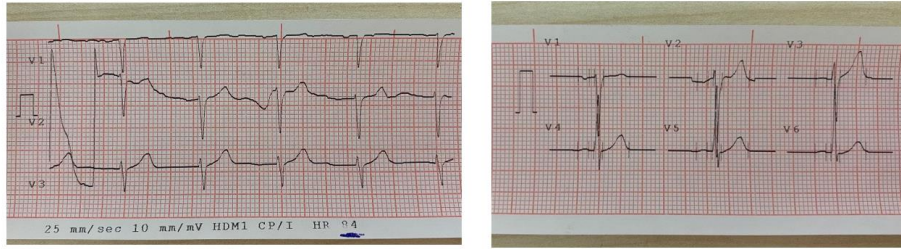
Denemelerde hastalara geliştirilen EKG T-Shirt giydirilmiş aynı zamanda veri doğruluğunu ispatlamak amacıyla hastalar eşdeğer Nihon Kohden 9022K cihazına bağlanmıştır. EKG T-Shirt verileri Şekil 9'da eşdeğer cihaz verileri Şekil 10'da verilmiştir. Hastaların rutin ölçümler servisteki 1, 2, 5 ve 7. günlerinde sabah 7:00- 8:00 aralığında, rutin vital parametre (vücut sıcaklığı, nabız/ kalp atım sayısı, solunum hızı) ölçümleri ise her gün 10:00, 14:00, 20:00, 24:00 saatlerinde yapılmıştır. Deneme sonunda incelemeye esas alınan verilerin karşılaştırılması sonucunda EKG çizgisinin %100 uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Toplanan istatistikler ise aşağıdaki gibidir:

- Toplam alarm: 5.387 adet
- Taşikardi: 3.155 adet
- Bradikardi: 2.232 adet
- Atriyal Fibrilasyon: 28 adet
- Kritik Vaka: 15 adet

ID:	42xxxxxx08	12 Oca 2022 13:26:07	HR:	Avg: 63 Min: 63 Max: 63	
Eta Akıncı	22Y-7M-11D	FEMALE	49.0kg/160cm	Temp:	Aug: 26.4 Min: 25.2 Max: 27.6
				HR:	Aug: 0 Min: 0 Max: 0
				Motion:	SITTING
				StepCount:	4190



Şekil 9. EKG T-Shirt Verileri



Şekil 10. Nihon Kohden 9022K Cihazı Verileri

Pazardaki benzer giyilebilir teknolojiye sahip ürünlere kıyasla EKG T-Shirt, elektrot- kablo gibi elektronik parçalar bulundurmadığı için kullanıcılara giyim kolaylığı sağlamaktadır. Sağlık alanında kalp rahatsızlıklarının teşhisi için kullanılan Holter cihazı 12 adede kadar elektrot içermektedir. Hastalar, günlük rutinlerine devam ederken bu cihazı üzerlerinde taşımak zorunda oldukları için rahatsızlık hissetmektedirler. Ayrıca ticari Holter cihazları yapışkan elektrotlara sahiptir bu elektrotların önemli bir sorunu vardır: iyi iletkenlik sağlayan jel, cilt alerjilerine yol açabilmektedir. Bu jel ne kadar uzun süre uygulanırsa, daha fazla problemin (sinyal kalitesinin bozulması, elektrotların yerinden ayrılması vb.) ortaya çıkma olasılığı da o kadar artmaktadır [5]. Bu problemler göz önünde bulundurularak çalışmada geliştirilen tekstrot adı verilen iletken alanlar, yapılan iyileştirme ve minimize etme işlemleriyle iki nokta ile %100 veri alımını gerçekleştirmektedir. Tamamen kullanıcı konforunu esas alarak geliştirilen ürün, kişilerin günlük hayatında veya spor yaparken elektrofizyolojik verilerine 7/24 ulaşabilmelerini sağlar. Böylece oluşabilecek sağlık problemleri önceden fark edilebilir ve erken teşhis sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK TEYDEB 3181032 projesi kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Ortaklaşa geliştirdikleri EKG cihazı ile çalışmaya destek sağlayan Hayriya Bilişim ve Vestel Elektronik firmalarına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi bölümüne T-Shirt denemelerini gerçekleştirecek ortam sundukları için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] AKÇALI, K., 2016, Farklı Spor Branşlarında Kullanılan Akıllı Tekstil Ürünlerinin İncelenmesi, International Journal of Science Culture and Sport (IntJSCS), 4:(SI 3) s:691
- [2] EROL, A., ÇETİNER, S., 2017, Giyilebilir Elektronik/ Akıllı Tekstiller ve Uygulamaları, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (1), 1-2.
- [3] AKBULUT, F., AKAN, A., 2015, Akıllı Giyilebilir Hasta Takip Sistemleri, DOI: 10.1109/TIPTEKNO.2015.7374592
- [4] YAKUT, Ö., SOLAK, S., BOLAT, E., 2018, EKG İşaretindeki Gürültülerin Temizlenmesi İçin IIR Tabanlı Sayısal Filtre Tasarımı, Politeknik Dergisi, 2018;21(1) s: 175
- [5] BOEHM, A., YU, X., NEU, W., LEONHARDT, S., TEICHMAN, D., 2016, A Novel 12-Lead ECG T-Shirt with Active Electrodes, Journal of Electronics, 75 (5), s:1

ELEKTRO ÇEKİMDE ENDÜSTRİYEL ÜRETİME UYGUN KONVEYÖR BANTLI TOPLAYICI İLE NANOLİF ŞERİT ÜRETİMİ

Melike TÜRKÖĞLU¹, Behzat YILDIRIM², Ahmet Mustafa KÖŞ³, Ali KILIÇ³,
Halil İbrahim İÇOĞLU¹, Mehmet TOPALBEKİROĞLU²

¹Gaziantep Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

²Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

³Gaziantep Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Gaziantep
meliketrkglu97@gmail.com

ÖZET

Genellikle dokusuz yüzey olarak üretilen nanolifler üstün özelliklerinden dolayı; kompozitler, sensörler, doku mühendisliği, ilaç salınımı, filtrasyon ve optik gibi birçok alanda kullanılma potansiyeline sahiptirler. Fakat nanoliflerin dokusuz yüzey olarak üretilmesi, geleneksel ipliklerin kullanıldığı dokuma ve örme alanlarında kullanılmasına engel olmaktadır. Bu sebeple, nanolif yüzeylerin şeritlere/ipliklere dönüştürülmesi fikri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada nanolif şeritlerin konveyör üzerinde kesiksiz olarak üretilmesi için tur sayısına bağlı konveyör hızının optimizasyonu amaçlanmıştır. Bu sebeple 15 cm/dk sabit hızda sürekli dönen konveyörün farklı tur sayılarında (2, 4, 6, 8 ve 10) üretilen nanoliflerin şerit kalınlığı, gramajı ve morfolojisi analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektro çekim, çok iğneli sistem, konveyör, nanolif şerit

NANOFIBER BUNDLE PRODUCTION FOR INDUSTRIAL SCALE ON CONVEYOR BELT COLLECTOR VIA ELECTROSPINNING

ABSTRACT

Nanofibers generally produced as mats have many potential application areas such as composites, sensors, tissue engineering, drug release, filtration and optics due to the superior properties. However, the production of nanofibers as mats prevents their usage in weaving and knitting areas where traditional yarns are used. Hence, the idea of converting nanofiber mats into bundles/yarns has emerged. In this study, it is aimed to optimize the conveyor speed in terms of the number of turns for the continuous production of nanofiber bundle on the conveyor. Therefore, bundle thickness, weight and morphology of electrospun nanofibers were analyzed according to number of turns (2, 4, 6, 8 and 10) of the conveyor rotating continuously at a constant speed of 15 cm/min.

Keywords: Electrospinning, multi-needle system, conveyor, nanofiber bundle

1. GİRİŞ

Nanolifler, 1 mikrondan daha düşük çapa sahip lifler olarak tanımlanmaktadır. Yüksek yüzey alanı ve yüksek uzunluk/çap oranı gibi üstün özelliklere sahip olan nanolifler birçok uygulama alanında kullanılmaktadır. Nanolifler, şablonlu sentez [1], faz ayırma [2], kendiliğinden düzenleme [3], elektro çekim [4] vb. yöntemlere göre üretilmektedir. Bu yöntemler arasında elektro çekim yöntemi basit kurulum, uygulama kolaylığı, düşük maliyet ve daha geniş polimer aralığında kullanımı gibi avantajlı özelliklerinden dolayı diğer yöntemlere göre ön plana çıkmaktadır [5].

Elektro çekim ile nanolif üretimi iğneli ve iğnesiz yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Basit bir iğneli elektro çekim yöntemi için gerekli deney düzeneği temelde, çözelti beslemesinde kullanılan şırınga ve şırınga pompası, elektrik alan oluşumunu sağlayan yüksek voltaj güç kaynağı ve nanoliflerin üzerinde biriktiği bir toplayıcı olmak üzere üç önemli ana parçadan oluşmaktadır [6]. Literatürde iğneli elektro çekim sisteminde nanolif üretim hızını ve miktarını arttırmak için çoklu iğne sistemi ile çalışmalar yapılmıştır [7-11].

İğnesiz sistemlerde üretim hızının yüksek oranda arttığı rapor edilmiştir [12]. İğnesiz sistemlerde nanolifin morfolojisi ve diğer özellikleri değişebilmektedir. Ancak çok iğneli sistemlerde böyle bir problem görülmemektedir [13]. Geleneksel tek iğneli sistemlerde endüstriye uygun bir şekilde sürekli nanolif üretimi zordur. Bu sebeple elektro çekimde çok iğneli sistemlerin kullanılması endüstriye uygulanabilirlik açısından önemlidir [14].

Toplama bölgesinin ve nanolifin kontrol edilmesi için farklı yöntemler uygulanmıştır. Araştırmacılar toplayıcı olarak paralel elektrot [15-16], silindir [17], konveyör [18], disk [19], huni [20], halka [21], testere [22] ve iğne [23] gibi yöntemler kullanmışlardır.

Elektro çekim sisteminin endüstride kullanılması için konveyör bant, nanoliflerin birbiri ardına gelerek toplanması sayesinde kesiksiz bir şekilde üretilmesine olanak sağlamaktadır. Elektro çekim sisteminde toplayıcı olarak konveyör kullanıldığında nanoliflerin hem uzunluk hem de genişlik olarak toplanması daha üniform olmaktadır [11]. Konveyör bantın hız varyasyonu birim alandaki nanoliflerin yoğunluğuna etki ederken, lif morfolojisi üzerinde herhangi bir etki göstermemektedir [24]. Ancak konveyör bantın hareketi ile üretilen nanolifler üst üste toplanmakta ve nanoliflerde oluşan boncuklar (beat formation) şerit içerisinde gizlenebilmektedir [13]. Bu sebeple konveyör kullanımı dolaylı olarak nanoliflerde boncuk oluşumunun azaltılması ile avantaj sağlamaktadır. Çok iğneli sistemlerde iğne yerleşimine göre konveyör bant üzerinde nanoliflerin toplama alanları yeniden düzenlenebilmektedir [13].

Bu çalışmada elektro çekim sisteminde toplayıcı olarak konveyör bant kullanılması ve sürekli nanolif şerit üretimi için konveyörün optimizasyonu amaçlanmıştır. Konveyör üzerine toplanan nanoliflerin kopmadan sürekli olarak üretilmesi ve konveyör banttın alınması için 5 farklı tur sayısında (2, 4, 6, 8 ve 10) nanolif şeritler üretilmiştir. Üretimi gerçekleşen nanolif şeritlerin kalınlıkları, gramajları, nanolif çapları ve morfolojileri analiz edilmiştir. Ayrıca nanolif şeritlerin konveyör üzerinden kopmadan alınması test edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

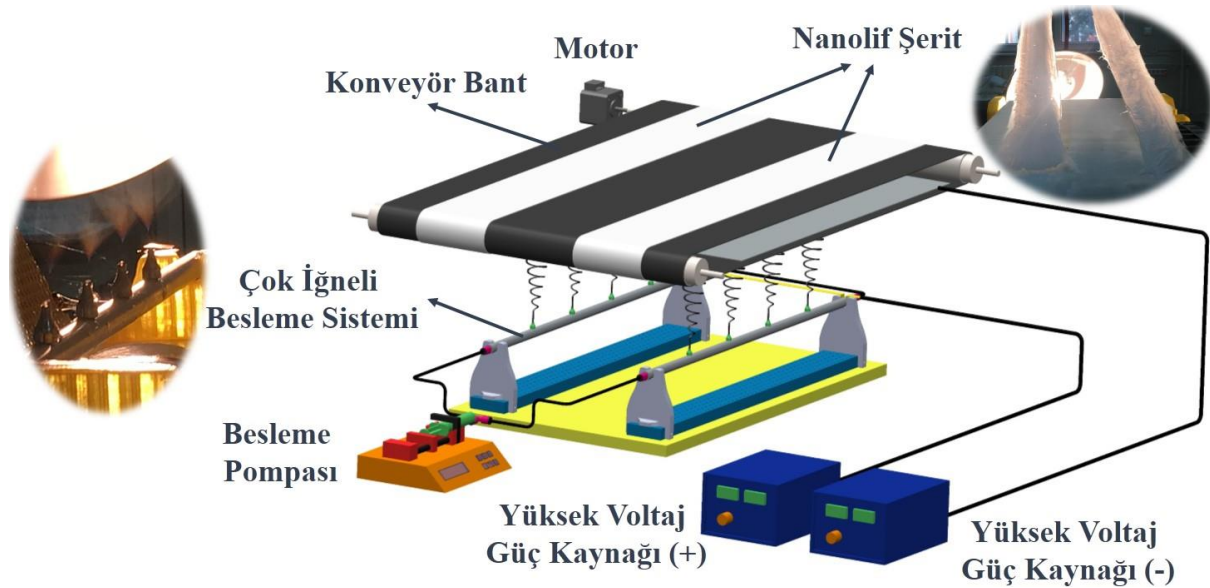
2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Polivinil alkol (PVA, $M_w = 80,000-100,000$ g/mol) polimeri ZAG firmasından temin edilmiştir. Çözücü olarak deiyonize su kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Elektro Çekim Sisteminin Kurulumu ve Nanolif Üretimi

İğneli elektro çekim sisteminin şematik gösterimi Şekil 1’de verilmiştir. Sistemde çözelti besleyici olarak her bir şerit üretimi için 4 adet olmak üzere toplam 8 adet iğne (düze) kullanılmıştır. İğnelere çözeltinin beslenmesi için şırınga pompası olarak New Era NE-1000 model cihaz, toplayıcı olarak ise 15 cm/dk hızında poliüretan bazlı konveyör bant kullanılmıştır. Konveyör bant içerisine yüksek voltaj uygulanan bir alüminyum plaka yerleştirilmiştir. Elektro çekim işleminde; uygulanan voltaj 34 kV (+23 kV, -11 kV), iğne ucu-toplayıcı arası mesafe 13,5 cm ve akış hızı 56 μ l/dk olarak sabit tutulmuştur. Ortam sıcaklığı 25 ± 2 °C ve bağıl nem $\%45 \pm 5$ olarak çalışılmıştır.



Şekil 1. Çok İğneli Elektro Çekim Sisteminin Şematik Gösterimi

Nanolif şerit üretimi için PVA/su çözeltisi kullanılmıştır. PVA/su çözeltisi ağırlıkça %10 konsantrasyonunda hazırlanmıştır. Su 70 °C’ye kadar ısıtılarak içerisine belirlenen miktarda PVA polimeri yavaşça aktarılmış ve 3 saat boyunca karıştırılarak hazırlanmıştır.

2.2.2. Karakterizasyonu

Çalışmada kullanılan PVA/su çözeltisinin viskozitesi Brookfield DV-III Ultra reometre, yüzey gerilimi Attention Theta optik tensiyometre ve elektriksel iletkenliği Orion 4 Star Plus

iletkenlik ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümler, 25 ± 2 °C sıcaklık ve $\%45 \pm 5$ bağıl nem ortam şartlarında yapılmıştır.

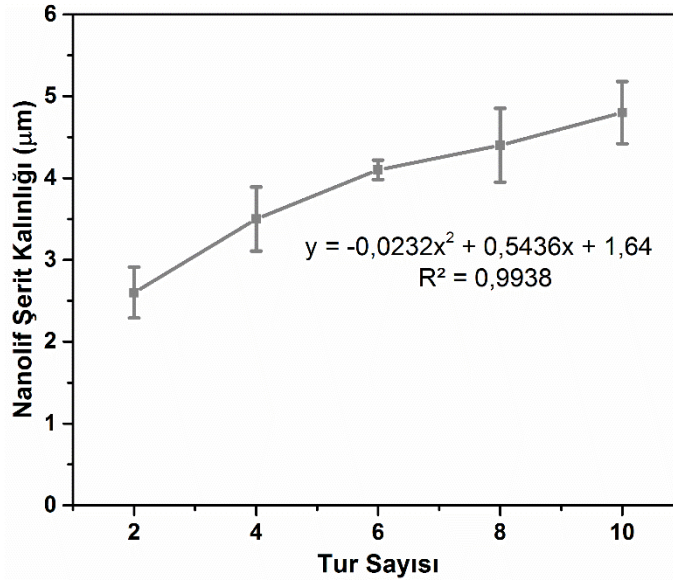
Nanolif şeritlerin kalınlık ölçümü dijital kalınlık ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. Her numune için 10 farklı yerden ölçüm yapılmıştır. Üretilen nanolif şeritlerin alanları hesaplanmış ve hassas terazide tartılarak gramajları tayin edilmiştir.

Nanolif şeritlerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri, tüm numunelerde ilk turda konveyör bant üzerine yerleştirilmiş karbon bant ile alınmıştır. SEM görüntüleri FE-SEM, ZEISS-Gemini SEM 300 cihazında 2 kX, 10 kX ve 20 kX büyütme oranlarında alınmıştır. Ortalama nanolif çapları ImageJ programı ile 40 ölçümün ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

PVA/su çözeltisinin (ağırlıkça %10) viskozitesi, yüzey gerilimi ve iletkenliği 25 °C'de sırasıyla yaklaşık 305 cP, 41,85 mN/m ve 802 μ S/cm olarak ölçülmüştür.

Bu çalışmada nanolif şeritlerin konveyörden kesiksiz olarak üretilmesi için tur sayısına bağlı konveyör hızının optimizasyonu amaçlanmıştır. Sabit hızda çalışan konveyörde farklı tur sayılarında (2, 4, 6, 8 ve 10) üretilen nanoliflerin şerit kalınlıkları ölçülmüştür. Üretimi gerçekleşen nanolif şeritlerinin tur sayısına bağlı şerit kalınlığı değişimi Şekil 2'de ve nanolif şerit kalınlıkları ise Tablo 1'de verilmiştir.

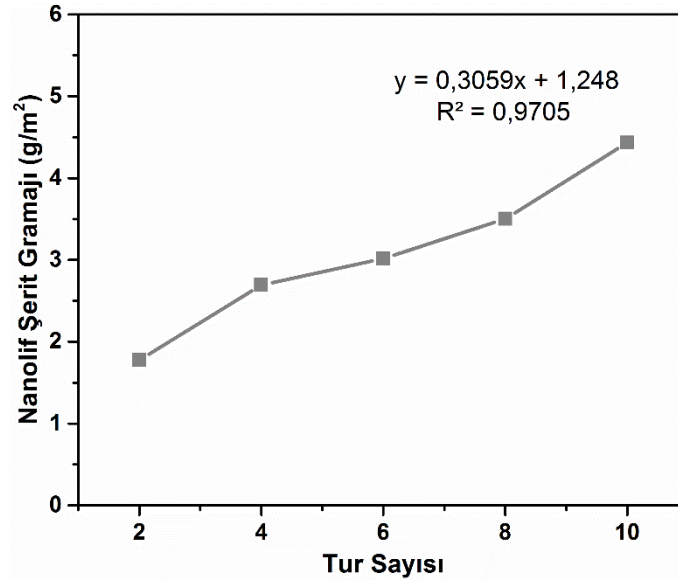


Şekil 2. Tur sayısına bağlı nanolif şerit kalınlığı değişimi

Tablo 1. Tur sayısına bağlı olarak nanolif şerit kalınlıkları [μ m]

Tur Sayısı				
2	4	6	8	10
2,6 ± 0,31	3,5 ± 0,39	4,1 ± 0,12	4,4 ± 0,45	4,8 ± 0,38

Konveyör bandın tur sayısı arttıkça nanolif şerit kalınlıkları artmıştır (Şekil 2). Konveyör banttaki tur sayısının arttıkça konveyör üzerinde biriken nanolif miktarı artmaktadır. Nanolif birikiminin artması ile nanolif şerit kalınlıkları artmaktadır [24]. En düşük şerit kalınlığı $2,6 \pm 0,31 \mu\text{m}$ iken en yüksek şerit kalınlığı $4,8 \pm 0,38 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 1). Tur sayısının artması veya azalması ile nanolif şerit kalınlıklarının standart sapması arasında bir ilişki görülmemiştir. Nanolif şeritlerinin tur sayısına bağlı gramaj değişimi Şekil 3 ve şerit gramajları ise Tablo 2’de verilmiştir.



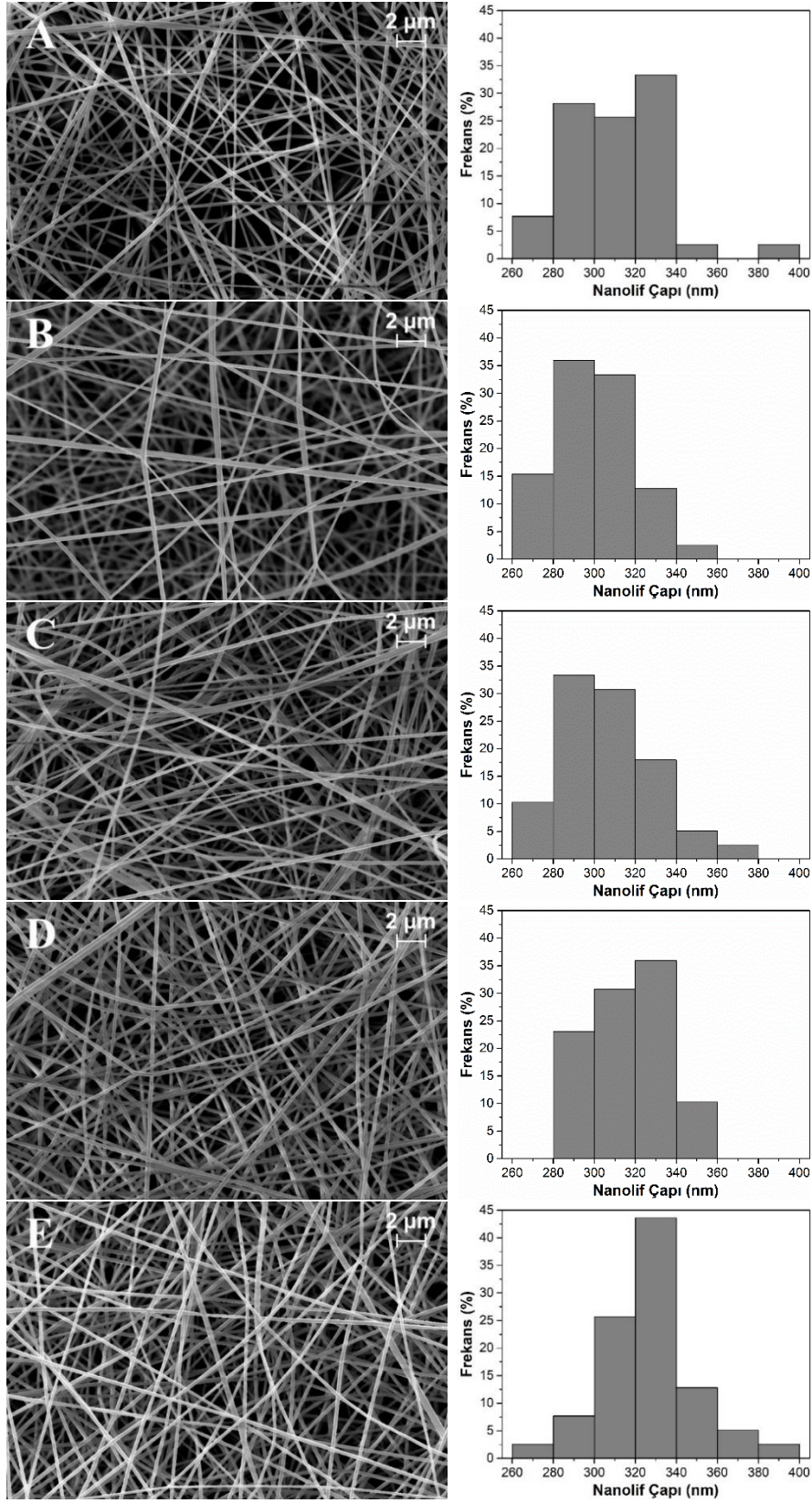
Şekil 3. Tur sayısına bağlı nanolif gramaj değişimi

Tablo 2. Farklı tur sayılarındaki şerit gramajları [g/m²]

Tur Sayısı				
2	4	6	8	10
1,776	2,693	3,016	3,501	4,431

Nanolif şerit kalınlıklarına benzer şekilde şerit gramajları da tur sayısı arttıkça artmıştır (Şekil 3). Tur sayısı arttıkça konveyörün çalışma süresi arttığından dolayı konveyör üzerine toplanan nanolif yoğunluğu artmaktadır. Birim alandaki nanolif yoğunluğunun artması ile gramajlar da artmaktadır. Nanolif şerit gramajları, nanolif şerit kalınlıklarında olduğu gibi tur sayısı ile doğru orantılıdır. En düşük nanolif şerit gramajı $1,776 \text{ g/m}^2$ iken en yüksek şerit gramajı $4,431 \text{ g/m}^2$ olarak ölçülmüştür (Tablo 2).

Şekil 2 ve Şekil 3’teki konveyör tur sayısına göre nanolif şeritlerin kalınlık değişimleri ile gramaj değişimleri birlikte göz önüne alındığında; gramaj artışının lineer eğilimde, kalınlık artışının ise logaritmik eğilimde olduğu görülmektedir. Bu durum konveyör üzerinde biriken nanoliflerin miktarının artmasının nanolifler üzerinde artık yük birikmesine neden olmasıyla açıklanabilir. Artık pozitif yüke sahip nanolifler, üzerlerine gelecek pozitif yükteki nanoliflerin konveyör üzerinde dağılmasına sebep olmaktadır. Bu durum nanolif şeritlerinin lineer olarak kalınlaşmasına engel olmaktadır. Fakat gramaj için böyle bir durum söz konusu değildir. O nedenle tur artışı gramaj artışına lineer eğilimde etki etmiştir.



Şekil 4. Farklı tur sayılarındaki nanoliflerin SEM görüntüleri [10 kX] ve çap histogramları: a) 2, b) 4, c) 6, d) 8, e)

Farklı tur sayılarında üretimi gerçekleşen nanolif şeritlerin SEM görüntüleri ve çap histogramları Şekil 4'te verilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde tüm numunelerde nanoliflerin genel olarak dairesel formda, boncuksuz (bead formation) ve homojen dağıldıkları görülmüştür. Konveyör bandın tur sayısındaki değişimin nanoliflerin morfolojisi üzerinde etkili bir parametre olmadığı görülmüştür [24]. Çözelti ve elektro çekim parametreleri veya çevresel şartlarda bir değişim olmadığından, nanolif morfolojisinde bir etki görülmemesi beklenen bir durumdur. Nanolif çapları histogram grafiklerinde nanoliflerin dar bir aralıkta yayıldığı, dolayısıyla standart sapmanın düşük olduğu söylenebilir.

Farklı tur sayılarındaki nanoliflerin ortalama çapları ve standart sapmaları Tablo 3'te verilmiştir. Tur sayısının artması veya azalması ile ortalama nanolif çapları arasında önemli bir ilişki görülmemiştir.

Tablo 3. Farklı tur sayılarındaki nanoliflerin ortalama çapları ve standart sapmaları [nm]

Tur Sayısı				
2	4	6	8	10
192 ± 24	183 ± 18	188 ± 21	194 ± 22	205 ± 23

Nanoliflerin ortalama çapları birbirlerine yakın olup 183-205 nm arasında ölçülmüştür. Benzer şekilde nanolif çaplarının birbirine yakın çıkması tur sayısının nanolif çapları ve standart sapması üzerinde etkili bir parametre olmadığı söylenebilir (Tablo 3).

Nanolif şeritlerin konveyör banttıan kopmadan alınması için şeritlerin yeterli kalınlık ve gramaj değerlerinde olması gerekmektedir. Bu çalışmada yeterli nanolif birikiminin belirlenmesi için farklı tur sayısında nanolif şeritler üretilmiş ve konveyörden alınması test edilmiştir. Yapılan testlerde nanolif şeritlerin konveyör üzerinden alınması sırasında 2 turda kopuşların gerçekleştiği, 4 ve üzeri tur sayısında kopma olmadan sürekli alınmasının sağlandığı görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada nanolif şeritlerinin çok iğneli elektro çekim sistemi ile kesiksiz olarak üretimi için yeterli nanolif birikiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada farklı konveyör tur sayılarında üretilen nanolif şeritlerinin kalınlıkları ve gramajları analiz edilmiştir. Ayrıca nanolif şeritlerinin morfolojisi ve çap dağılımı incelenmiştir. Yapılan çalışmada konveyörün tur sayısı arttıkça nanolif şerit kalınlıklarının parabolik eğilimde arttığı görülürken, gramajların ise lineer olarak arttığı tespit edilmiştir. Konveyörün tur sayısının artması ile ortalama nanolif çaplarında ve morfolojisinde önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Ayrıca yapılan testlerde nanolif şeritlerin konveyör üzerinden alınması sırasında 2 turda kopuşlar görülürken, 4 ve üzeri tur sayısında kopuş olmadan sürekli alınması sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 119M342 nolu proje kapsamında desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

5. KAYNAKÇA

1. Martin, C. R., (1996), Membrane-based synthesis of nanomaterials, *Chemistry of materials*, 8(8), 1739-1746.
2. Ma, P. X., Zhang, R., (1999), Synthetic nano-scale fibrous extracellular matrix. *Journal of Biomedical Materials Research, An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials*, 46(1), 60-72.
3. Liu, G., Ding, J., Qiao, L., Guo, A., Dymov, B. P., Gleeson, J. T., Saijo, K., (1999), Polystyrene-block-poly (2-cinnamoyl ethyl methacrylate) Nanofibers—Preparation, Characterization, and Liquid Crystalline Properties. *Chemistry—A European Journal*, 5(9), 2740-2749.
4. Simm, W., Gosling, C., Bonart, R., Falkai, B. V., (1979), U.S. Patent No. 4,143,196. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
5. Baumgarten, P. K., (1971), Electrostatic spinning of acrylic microfibers, *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 36(1), pp. 71-79.
6. Formhals, A., (1934), United States. Patent Application Publication. US patent, 504.
7. Kim, G., Cho, Y. S., Kim, W. D., (2006), Stability analysis for multi-jets electrospinning process modified with a cylindrical electrode, *European polymer journal*, 42(9), 2031-2038.
8. Zheng, G., Jiang, J., Chen, D., Liu, J., Liu, Y., Zheng, J., Li, W., (2019), Multinozzle high efficiency electrospinning with the constraint of sheath gas, *Journal of Applied Polymer Science*, 136(22), 47574.
9. Jiang, J., Zheng, G., Wang, X., Li, W., Kang, G., Chen, H., Liu, J., (2019), Arced multi-nozzle electrospinning spinneret for high-throughput production of nanofibers, *Micromachines*, 11(1), 27.
10. Kim, I. G., Lee, J. H., Unnithan, A. R., Park, C. H., Kim, C. S., (2015), A comprehensive electric field analysis of cylinder-type multi-nozzle electrospinning system for mass production of nanofibers, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 31, 251-256.
11. Beaudoin, É. J., Kubaski, M. M., Samara, M., Zednik, R. J., Demarquette, N. R., (2022), Scaled-up multi-needle electrospinning process using parallel plate auxiliary electrodes, *Nanomaterials*, 12(8), 1356.
12. Varabhas, J. S., Chase, G. G., Reneker, D. H., (2008), Electrospun nanofibers from a porous hollow tube, *Polymer*, 49(19), 4226-4229.
13. Wang, S., Yang, Y., Zhang, Y., Fei, X., Zhou, C., Zhang, Y., Song, Y., (2014), Fabrication of large-scale superhydrophobic composite films with enhanced tensile properties by multinozzle conveyor belt electrospinning, *Journal of Applied Polymer Science*, 131(1).
14. Moon, S., Park, K., Seo, E., Lee, K. J., (2018), Mass production of functional amine-conjugated PAN nanofiber mat via syringeless electrospinning and CVD, *Macromolecular Materials and Engineering*, 303(7), 1700565.
15. Li, D., Wang, X., Xia, Y., (2003), Electrospinning of polymeric and ceramic nanofibers as uniaxially aligned arrays *Nano Lett*, 3 1167.
16. İçoğlu, H. İ., Ceylan, Ş., Yıldırım, B., Topalbekiroğlu, M., Kılıç, A., (2021), Production of aligned electrospun polyvinyl alcohol nanofibers via parallel electrode method, *The Journal of The Textile Institute*, 112(6), 936-945.

17. Matthews, J. A., Wnek, G. E., Simpson, D. G., Bowlin, G. L., (2002), Electrospinning of collagen nanofibers, *Biomacromolecules*, 3-232.
18. Kim H. Y., Park J. C., (2010), Process of preparing continuous filament composed of nanofiber, U.S. Patent No. 7,807,094, U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC.
19. Kim H. Y., (2009), Method of manufacturing a continuous filament by electrospinning and continuous filament manufactured thereby, U.S. Patent Application No. 12/554,784, U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC
20. Lotus A. F., (2009), Synthesis of semiconducting ceramic nanofibers, development of p-n junctions, and bandgap engineering by electrospinning, Doctoral Thesis, The University of Akron, Chemical Engineering, Ohio.
21. Lee J.H., Gim Y., Bae S., Oh C., Ko H.S., Baik S., Oh T.S., Yoo J.B., (2017), Determination of twisting angle of electrospun nanofiber bundle for continuous electrospinning system, *J. Appl. Polym. Sci.*, 134 (48), 45528 (1-7).
22. Chvojka J., Hinestroza J.P., Lukas D., (2013), Production of poly(vinylalcohol) nanoyarns using a special saw-like collector, *Fibres Text. East. Eur*, 2 (98), 28-31.
23. Chang G., Li A., Xu X., Wang X., Xue G., (2016), Twisted polymer microfiber/nanofiber yarns prepared via direct fabrication, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 55 (25), 7048-7051.
24. Dos Santos, A. M., Dierck, J., Troch, M., Podevijn, M., & Schacht, E., (2011), Production of continuous electrospun mats with improved mechanical properties, *Macromolecular Materials and Engineering*, 296(7), 637-644.

GRAFEN OKSİT SENTEZ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ VE SEÇİLEN BİR YÖNTEM İLE GRAFEN OKSİT SENTEZİ

Behzat YILDIRIM¹, Melike TÜRKÖĞLU², Halil İbrahim İÇÖĞLU²,
Mehmet TOPALBEKİROĞLU¹

¹Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

²Gaziantep Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Gaziantep
bhzatyildirim@gmail.com

ÖZET

Grafen oksit (GO) temel olarak potasyum klorat ve potasyum permanganat esaslı yöntemler veya diğer oksidanların kullanıldığı yöntemler ile sentezlenmiştir. GO, UV koruyucu, süper kapasitör, nem sensörü, biyosensör, iletkenlik, elektromanyetik koruma, antibakteriyel aktivite ve hidrofobik özellik kazandırma gibi tekstil uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada grafen oksitin farklı sentez yöntemleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu yöntemlerde kullanılan kimyasallardan bahsedilmiş ve yöntemlerin birbirlerine göre avantajları açıklanmıştır. Ayrıca potasyum permanganat esaslı yöntem ile GO sentezi gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen GO'nun analizleri; SEM, FTIR, TGA, XRD ve Raman spektroskopisi ile yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Grafen oksit, sentez, modifiye Hummers yöntemi

INVESTIGATION OF GRAPHENE OXIDE SYNTHESIS METHODS AND GRAPHENE OXIDE SYNTHESIS VIA A SELECTED METHOD

ABSTRACT

Graphene oxide (GO) has been synthesized mainly by methods based on potassium chlorate and potassium permanganate or by methods based on other oxidants. GO is used in textile applications such as UV protection, super capacitor, humidity sensor, biosensor, conductivity, electromagnetic protection, antibacterial activity, hydrophobicity. In this study, different synthesis methods of graphene oxide were comparatively investigated. The chemicals used in these methods are mentioned and the advantages of the methods are explained. In addition, graphene oxide synthesis was performed according to the method based on potassium permanganate. The synthesized GO was analyzed by SEM, FTIR, TGA, XRD and Raman spectroscopy.

Keywords: Graphene oxide, synthesis, modified Hummers method

1. GİRİŞ

Grafitin kimyasal olarak tabakalarına ayrılması ilk defa Brodie tarafından gerçekleştirilmiştir [1]. Son derece ince ve mükemmel şeffaf özelliklere sahip bu malzeme grafit oksit olarak adlandırılmıştır [2]. Günümüzde grafen oksit (GO) adını alan bu malzeme karbon, oksijen ve hidrojenle oluşmaktadır [3]. GO'da grafitin katmanlı yapısı korunur ancak katmanlar çok sayıda oksijen içeren fonksiyonel grup taşıyarak yoğun şekilde asitlenir. GO'nun bu tabakaları su veya diğer polar çözücülerde karıştırma veya sonikasyon ile ayrılabilir. Böylece tek veya birkaç katmanlı GO karışımı elde edilmiş olunur.

GO, zengin aktif oksijen içeren fonksiyonel grupları ile bağ yaptığı malzemelere mükemmel özellikler kazandırabilmektedir. Ek olarak oksijen içeren gruplar, GO'nun katmanlar arası boşluğunu da genişletir. Böylece GO, moleküller veya grupların arasına girerek malzemeye yeni özellikler kazandırabilir [4]. GO, UV koruyucu [5], süper kapasitör [6], nem sensörü [7], biyosensör [8], iletkenlik [9], elektromanyetik koruma [10], antibakteriyel aktivite [11], mukavemet ve uzama [12], gaz geçirgenliği [13], hidrofobik özellik kazandırma [14] gibi tekstil uygulamalarında kullanılabilir. En önemli kullanım alanlarından biri de indirgenmiş grafen oksit (RGO) veya grafenin büyük ölçekli hazırlanmasında öncü bir malzeme olarak kullanılmasıdır [3].

GO'nun kimyasal yöntemle sentezlenmesi, grafitin oksitlenmesine dayanmaktadır. Bu yöntemler kullanılan oksidana göre sınıflandırılabilir. İlk olarak potasyum klorat ($KClO_3$) Brodie tarafından kullanılmıştır [1]. Bu yöntemde ardından modifiye edilerek iyileştirilmiştir [15-16]. Bu yöntemler $KClO_3$ esaslı GO sentezleme yöntemleridir. Ardından oksidan olarak potasyum permanganat ($KMnO_4$) Hummers tarafından kullanılmıştır [17]. Araştırmacılar tarafından Hummers'ın yöntemi geliştirilmiştir [18-30]. Bu yöntemler $KMnO_4$ esaslı yöntemler veya modifiye Hummes yöntemleri olarak bilinmektedir. Her iki yöntemde zehirli gazların açığa çıkması, patlayıcı reaksiyonların meydana gelmesi ve kirletici metal iyonlarının oluşması gibi dezavantajları bulunmaktadır [26]. Her ne kadar modifiye yöntemler ile bu dezavantajlar ortadan kaldırılmaya çalışılmış olsa da hala problemler tamamen çözülememiştir [31]. Literatürde farklı tip oksidanlar kullanılarak bu dezavantajlar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır [31-35]. Fakat bu yöntemlerin verimi ve oksidasyon kalitesi tartışılan konular içerisinde yer almaktadır.

Bu çalışmada kimyasal yöntem ile GO'nun sentez yöntemleri kullanılan oksidan tipine göre incelenmiştir. GO'nun sentezlenmesinde temel ve modifiye yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları açıklanmıştır. Ayrıca modifiye Hummers yöntemine göre GO sentezlenmiştir. Sentezlenen GO'nun SEM, FTIR, TGA, XRD ve Raman spektroskopisi analizleri yapılmıştır.

2. GRAFEN OKSİT SENTEZ YÖNTEMLERİ

Grafen oksit (GO) genellikle grafitin oksitlenmesiyle hazırlanmaktadır. GO hazırlama yöntemleri kullanılan oksidana göre potasyum klorat ($KClO_3$), potasyum permanganat ($KMnO_4$) ve diğer yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Bu yöntemler Tablo 1'de verilmiştir. $KClO_3$ bazlı yöntem ilk olarak Brodie tarafından yapılmıştır. Brodie grafiti oksitlemek için

potasyum klorat (KClO₃) ve nitrik asit (HNO₃) kullanmıştır [1]. Staudenmaier ve Hofmann, KClO₃ bazlı yöntemi H₂SO₄ kullanarak modifiye etmişlerdir [15-16]. Bu yöntemler işlem süresinin uzun olması, zehirli gazların açığa çıkması (ClO₂, NO_x) ve patlayıcı ara maddelerin (örneğin, Mn₂O₇) oluşması ile dezavantajlıdır.

Tablo 1. Grafen oksitin sentez yöntemleri

	Yöntemler	Oksidan	Reaksiyon Süresi	Sıcaklık (°C)	Özellikler
KClO ₃ Esaslı	Brodie [1]	KClO ₃ , HNO ₃	3-4 gün	60	En eski yöntemler, uzun işlem, verimli, zehirli gaz çıkışı, patlayıcı reaksiyon
	Staudenmaier [15]	KClO ₃ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄	4 gün	20-25	
	Hofmann [16]	KClO ₃ , HNO ₃ , H ₂ SO ₄	6-7 gün	10-35	
KMnO ₄ Esaslı	Hummers [17]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	<2 saat	20-98	Kısa işlem, daha iyi oksitlenme, kaliteli GO, metal kirliliği fazla, zehirli gaz çıkışı, patlayıcı reaksiyon
	Fu [18]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	<2 saat	35	
	Eigler [19]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	16 saat	10	
	López-Díaz [20]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	<2 saat	35	
	Nekahi [21]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	24 saat	20-25	
	Drewniak [22]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	2 saat	5-50	
	Su [23]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄	4 saat	20-25	
	Sun [24]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄	<2 saat	90	
	Chen [25]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄	<1 saat	20-95	
	Marcano [26]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	12 saat	50	
	Ranjan [27]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	>24 saat	35-95	
	Santamaría-J. [28]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄	12 saat	35-50	
	Panwar [29]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , HNO ₄	3 saat	50	
	Yu [30]	KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , K ₂ FeO ₄ , H ₃ BO ₃	5 saat	5-95	
	Diğer	Shen [31]	C ₁₄ H ₁₀ O ₄	10 dk	
Chandra [32]		K ₂ Cr ₂ O ₇ , H ₂ SO ₄ , NaNO ₃	72 saat	10-98	
Peng [33]		K ₂ FeO ₄ , H ₂ SO ₄	1 saat	20-25	
Rosillo-Lopez [34]		HNO ₃	20 saat	20-25	
Dimiev [35]		(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ , H ₂ SO ₄	3-4 saat	20-25	

Grafitin oksitlenmesi için ilk kez 1958 yılında Hummers ve Offeman tarafından oksidan olarak potasyum permanganat (KMnO₄) kullanılması önerilmiştir [17]. Bu yöntemde oksidan olarak potasyum permanganat (KMnO₄) kullanılmıştır. Hummers ve Offeman, GO'nun sülfürik asit (H₂SO₄), sodyum nitrat (NaNO₃) ve potasyum permanganat (KMnO₄) ile işlenmesiyle elde edilebileceğini öne sürmüşlerdir. İşlem süresinin kısa olması, daha iyi oksitlenme ve daha kaliteli GO'nun üretilmesi gibi avantajlara sahipken metal kirliliğinin (Mn²⁺) fazla olması, zehirli gaz çıkışı (NO_x) ve ısının kontrol edilmediğinde patlama riski (Mn₂O₇) gibi dezavantajlara sahiptir. Oksidan değişimi ile KClO₃ esaslı bir dizi sorunu ortadan kaldırmış olsa da, metal kirliliğinin fazla olması ve reaksiyon sırasında patlama riski gibi sorunlar devam etmiştir [34]. Araştırmacılar sentez prosedürünü değiştirerek daha kaliteli GO'ların sentezlenmesi ve işlem süresinin kısılmasına katkı sağlamışlardır [18-22]. KClO₃ esaslı bazı çalışmalar, NaNO₃'ün grafitin yeterli oksitlenmesinde önemli bir rol oynamadığını bu sebeple kullanımını iptal etmişlerdir [23-25]. Bu araştırmalar daha büyük boyutlu GO'ların elde edilebileceğini ve zehirli gazların oluşumunu da hafifleteceğini vurgulamışlardır. Yapılan araştırmalarda oksidasyon işlemi; NaNO₃ hariç tutularak, KMnO₄ miktarı artırılarak ve H₃PO₄ eklenerek iyileştirilmiştir [26-28]. Bu oksidasyon tekniği ile oksidasyon verimliliği

artmış, daha fazla miktarda GO üretilmiş ve zehirli gazların oluşumu azalmıştır. GO'nun oksidasyon verimliliğini arttırmak için iki ve üç bileşenli oksidanlar kullanılmıştır [29-30]. İlk defa Hummers'ın yaptığı KMnO_4 esaslı yöntemler, modifiye Hummers yöntemi olarak anılmaktadır. KClO_3 ve KMnO_4 esaslı yöntemlere ilave olarak araştırmacılar büyük ölçekli GO üretimi, zehirli gazlar ve kirletici ağır metaller içermeyen, patlama riski olmayan, ultra hızlı ve düşük maliyetli yöntem arayışlarına girmiştir. Bu sebeple GO'nun üretiminde farklı tip oksitleyici maddeler kullanılmıştır. Bu bağlamda araştırmacılar, benzoil peroksit ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_4$) [31], potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) [32], potasyum ferrat (K_2FeO_4), [33], nitrik asit (HNO_3) [34] ve amonyum persülfat [$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$] [35] gibi her biri güçlü oksitleyiciler olan oksidanları kullanmışlardır. Bu yöntemlerde büyük ölçekli üretim [31], kısa işlem süresi [31, 33], güvenli sentez [32], daha az kirletici ağır metal ve yüksek kalite [33-34], yüksek verim [31, 35] gibi avantajlar bulunmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Grafen oksit sentezi için grafit (<20 μm) ve sülfürik asit (H_2SO_4 , %96,4) Sigma Aldrich firmasından, hidrojen peroksit (H_2O_2 , %30), sodyum nitrat (NaNO_3) ve potasyum permanganat (KMnO_4) Merck firmasından temin edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Grafen oksit sentezi

GO, Modifiye Hummers metodu ile sentezlenmiştir [19]. Bu yöntem, daha iyi oksitlenme oranına sahip daha kaliteli GO'lar üretildiğinden dolayı seçilmiştir. İlk olarak 115 mL sülfürik asit (H_2SO_4) ve 2,5 g sodyum nitrat (NaNO_3) buz banyosunda karıştırılmış ve üzerine 5 g grafit eklenmiştir. Bu karışım 1 saat karıştırıldıktan sonra karışıma 15 g potasyum permanganat (KMnO_4) küçük dozajlar halinde ilave edilerek yaklaşık 35 °C'de ara ara buz banyosuna alınarak 2 saat karıştırılmıştır. Karışım buz banyosunda iken 500 mL deiyonize su yavaşça eklenmiş ve 35 °C'de 1 saat karıştırılmıştır. Ardından 10 mL hidrojen peroksit (H_2O_2) karışıma eklenmiş (%30'luk) ve 2 saat boyunca karıştırmaya devam edilmiştir. Karışım pH 5 olana kadar deiyonize su ile 4 gün boyunca filtrelenmiştir. Filtre üzerine kalan kahverengi rengindeki çamur şeklindeki malzeme, etüvde 50 °C'de kuramaya bırakılmıştır. İşlem sonunda toz halinde GO elde edilmiştir.

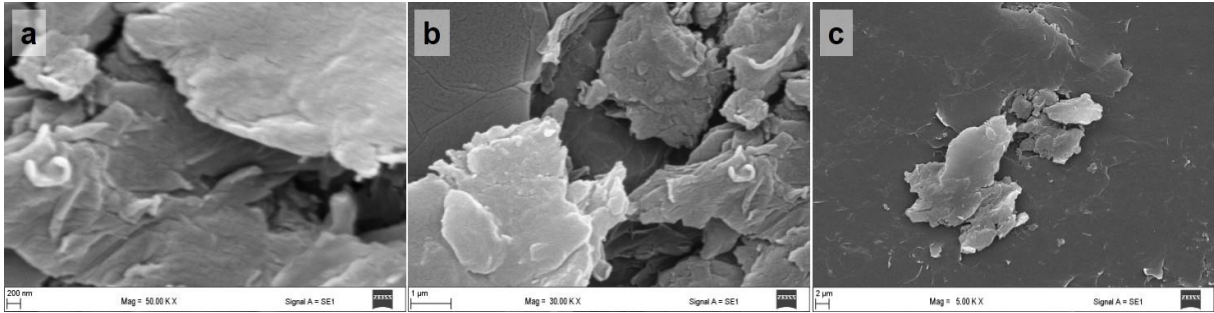
3.2.2. Karakterizasyon

SEM görüntüleri FE-SEM ZEISS Gemini SEM 300 cihazı ile 5 kX, 30 kX, 50 kX büyütme oranlarında alınmıştır. Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektrometre (FTIR) analizi Shimadzu IRTracer100 cihazında Elmas ATR Reflektans modülü ile yapılmıştır. Termogravimetrik Analizinde (TGA) numuneler, Exstar TG/DTA 6300 cihazında 100 ml/dk azot çıkış hızında, 5 °C/dk artış hızında ve 0-700 °C sıcaklık aralığında test edilmiştir. X Işını Kırınım (XRD) analizleri, Philips X'Pert PRO diffractometer cihazında yapılmıştır. Raman Spektroskopisi analizleri RENISHAW inVia cihazında, 785 nm lazer kaynağı ile gerçekleştirmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. SEM analizi

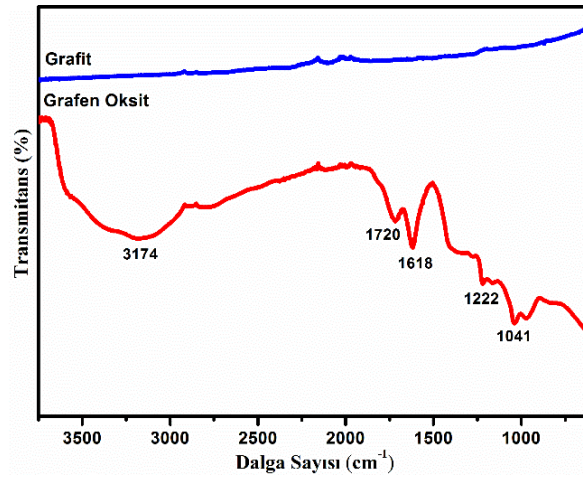
SEM cihazı ile 50 kX, 30 kX ve 5 kX büyütme oranlarında katmanlı GO yapısının görüntüleri alınmıştır (Şekil 1). SEM görüntülerinde görülen tabakalı haldeki GO'ların tek veya birkaç katlı dağınık halde olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 1a). Yaklaşık 4-5 mikron büyüklüğünde GO yapıları görülmüştür (Şekil 1b). Bu sonuçlar literatür ile uyumludur [36-37]. Görüntülerde beyazımsı bölgeler, katmanın daha ince olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. GO'nun SEM görüntüleri; a) 50 kX, b) 30 kX ve c) 5 kX

4.2. FTIR analizi

FTIR spektroskopi ile GO'da bulunan fonksiyonel gruplar ve bağ yapıları incelenmektedir. Grafit, ve GO'nun FTIR spektrumları Şekil 2'de verilmiştir.

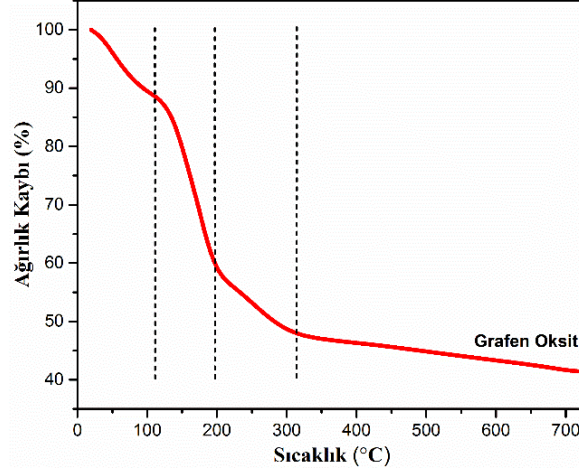


Şekil 2. Grafit ve GO'nun FTIR spektrumları

Görüldüğü gibi grafitin spektrumunda bağ yapıları gözlemlenmemiştir. Grafitten elde edilen GO'larda ise farklı bağ yapıları oluşmuştur. GO'nun FTIR spektrumunda 1041 cm⁻¹'de alkoksi bağı (C-O), 1222 cm⁻¹'de epoksi bağı (C-O), 1618 cm⁻¹'de aromatik bağı (C=C), 1720 cm⁻¹'de karbonil bağı (C=O) ve 3174 cm⁻¹'de hidroksil bağı (-OH) olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar literatür ile uyumludur [38-41].

4.3. TGA analizi

TGA ile GO'nun termal analizi yapılmıştır. GO'nun TGA eğrisi Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. GO'nun TGA eğrisi

GO numunesinin TGA eğrisi incelendiğinde dört aşamadan oluşan degradasyon tespit edilmiştir. Bu aşamalar Tablo 2'de verilmiştir.

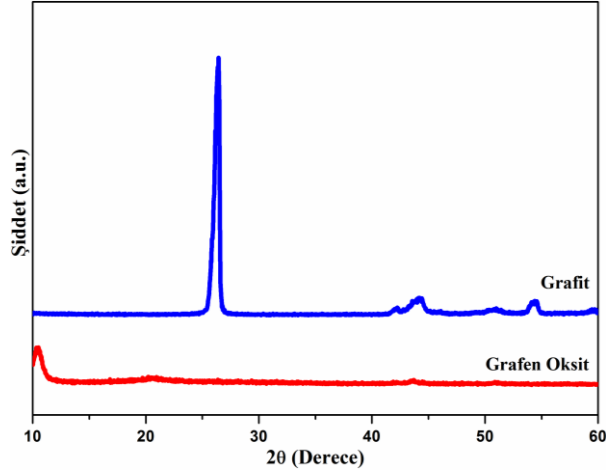
Tablo 2. GO'nun farklı sıcaklıklardaki kütle kayıpları

Sıcaklık Aralığı (°C)	Ağırlık Kaybı (%)
20-110	11,35
110-195	28,41
195-313	12,16
313-715	6,64

İlk aşamada 20-110 °C'de GO'ya absorbe olmuş suyun kütle kaybı gerçekleşmiştir. İkinci aşamada 110-195 °C'de hidroksil gruplarının kopması ile kütle kaybı azalmıştır. Üçüncü aşamada 195-313 °C'de yapıdaki diğer fonksiyonel grupların degradasyonu gerçekleşmiştir. Son olarak 313-715 °C'de GO içerisindeki düzenli olmayan karbon yapılarının pirolizinden kaynaklanan ağırlık kaybı gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar literatür ile karşılaştırılmış ve GO'nun kararlı bir yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır [26, 36, 42]. GO'nun kütle kaybının %41,44'lük kısmı 715 °C sonunda geriye kalmıştır.

4.4. XRD analizi

XRD ile GO tabakalarının kristal özellikleri ve tabakalar arası değişiklikler incelenmiştir. Grafit ve GO'nun XRD grafiği Şekil 4'te 002 düzlemi için analiz sonuçları ise Tablo 3'de verilmiştir. XRD spektroskopisinde 002 düzleminde Grafit için 26,4375° piki ve GO için 10,5125° piki elde edilmiştir. Grafit yapısındaki 26,4375° pikinin oksidasyondan sonra GO'da görülmemesi, bunun yerine 10,5125° pikinin oluşması literatür ile benzerdir [36].



Şekil 4. Grafit ve GO'nun XRD grafiği

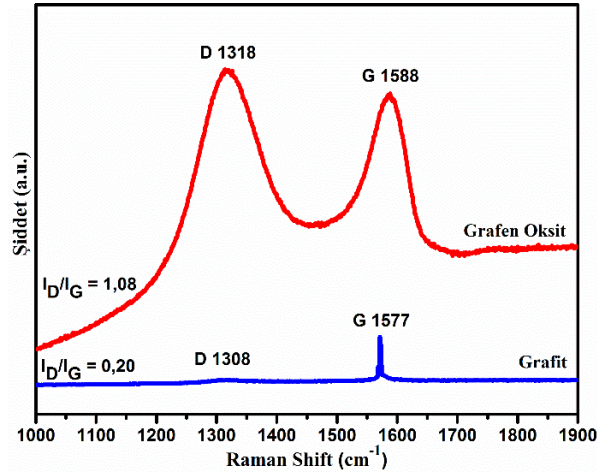
Tablo 3. Grafit ve GO'nun 002 düzlemi için XRD analiz sonuçları

	Pik Pozisyonu (2θ)	Pik Yüksekliği (cts)	D-mesafesi (nm)
Grafit	26,4375°	3123	0,337
GO	10,5125°	468	0,841

Grafitte 0,337 nm olan düzlemler arası d-mesafesi, GO'da 0,841 nm olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar grafitin GO'ya dönüşümü ile büyük oranda yönlendirilmiş bir karbon bazlı malzeme olmasını kanıtlamaktadır [36, 42].

4.5. Raman spektroskopisi analizi

Raman spektroskopisi ile malzemelerin kristal yapıları incelenmektedir. Grafit ve GO'nun Raman spektralleri Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Grafit ve GO'nun Raman spektralleri

Spektrumlarında karbondaki düzenli yapılar G (sp^2) bandı ile düzensiz ve amorf yapılar ise D (sp^3) bandı ile ifade edilmektedir [37-39]. GO'nun Raman spektrumunda, D piki 1318 cm^{-1} ve

G piki ise 1588 cm^{-1} olarak tespit edilmiştir. GO yapısının I_D/I_G oranı 1,08 olarak tespit edilmiştir. Spektra ve I_D/I_G oranlarından da görüldüğü gibi GO'daki düzenli yapılar düzensiz yapılardan fazladır. Dolayısıyla düzenli yapıların oluştuğu tespit edilmiştir. GO'nun bu sonuçları literatür ile uyumlu bulunmuştur [36, 41].

5. SONUÇLAR

Grafen oksit, potasyum klorat ve potasyum permanganat olmak üzere iki temel yaklaşımın yanı sıra diğer farklı tip oksidanlar da kullanılarak sentezlenebilmektedir. Potasyum permanganat esaslı yöntemler; daha iyi oksitlenme ve grafen oksit kalitesinin yüksekliği açısından diğer yöntemlere göre ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada GO, potasyum permanganat esaslı yöntemiyle sentezlenmiştir. Sentezlenen GO, SEM, FTIR, TGA, XRD ve Raman spektroskopisi ile analiz edilmiştir. SEM görüntülerinde tek veya birkaç katmanlı dağınık halde üst üste binmiş GO yapıları görülmüştür. FTIR spektrumunda GO'da, grafitte olmayan hidroksil, karbonil, aromatik, epoksi ve alkoksi bağları oluştuğu tespit edilmiştir. TGA sonuçlarında dört aşamadan oluşan degradasyon görülmüş ve GO'nun kararlı bir yapıya sahip olduğu anlaşılmıştır. XRD spektroskopisinde grafit yapısındaki $26,4636^\circ$ piki oksidasyondan sonra GO'da görülmemiş, bunun yerine $10,5125^\circ$ piki oluşmuştur. Raman spektroskopisinde GO yapısının I_D/I_G oranı 1,08 olarak tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmüş ve GO'nun başarılı bir şekilde sentezlendiği anlaşılmıştır. Endüstriye uygulanabilir büyük çaplı üretimlerin yapılması üzerine çalışmalar hala devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 119M342 nolu proje kapsamında desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Brodie, B. C., (1859), On the atomic weight of graphite, Philosophical transactions of the Royal Society of London, 149, 249-259.
2. Sinitskii, A., Tour, J. M., (2012), Chemical approaches to produce graphene oxide and related materials, In Graphene Nanoelectronics (pp. 205-234). Springer, Boston, MA.
3. Zhu, Y., Murali, S., Cai, W., Li, X., Suk, J. W., Potts, J. R., Ruoff, R. S., (2010), Graphene and graphene oxide: synthesis, properties, and applications, Adv. Mater., 35, 3906-3924.
4. Yu, W., Sisi, L., Haiyan, Y., Jie, L., (2020), Progress in the functional modification of graphene/graphene oxide: A review, RSC Advances, 10(26), 15328-15345.
5. Wang, S. D., Wang, K., Ma, Q., Qu, C. X., (2020), Fabrication of the multifunctional durable silk fabric with synthesized graphene oxide nanosheets, Materials Today Communications, 23, 100893.
6. Gui, D., Liu, C., Chen, F., Liu, J., (2014), Preparation of polyaniline/graphene oxide nanocomposite for the application of supercapacitor, Appl. Surf. Sci., 307, 172-177.

7. Xu, L., Zhai, H., Chen, X., Liu, Y., Wang, M., Liu, Z., Song, Q., Yue, P., Li, Y., Terry, T. Y., (2021), Coolmax/graphene-oxide functionalized textile humidity sensor with ultrafast response for human activities monitoring, *Chemical Engineering Journal*, 412, 128639.
8. Kinnamon, D. S., Krishnan, S., Brosler, S., Sun, E., Prasad, S., (2018), Screen printed graphene oxide textile biosensor for applications in inexpensive and wearable point-of-exposure detection of influenza for at-risk populations, *J. Electrochem. Soc.*, 165, B3084.
9. Molina, J., Zille, A., Fernández, J., Souto, A. P., Bonastre, J., Cases, F., (2015), Conducting fabrics of polyester coated with polypyrrole and doped with graphene oxide, *Synthetic Metals*, 204, 110-121.
10. Sim, H. J., Lee, D. W., Kim, H., Jang, Y., Spinks, G. M., Gambhir, S., Officer, D. L., Wallace, G. G., Kim, S. J., (2019), Self-healing graphene oxide-based composite for electromagnetic interference shielding, *Carbon*, 155, 499-505.
11. Krishnamoorthy, K., Navaneethaiyer, U., Mohan, R., Lee, J., Kim, S. J., (2012), Graphene oxide nanostructures modified multifunctional cotton fabrics, *Appl. Nanosci.*, 2, 119-126.
12. Zhao, X., Xu, Z., Zheng, B., Gao, C., (2013), Macroscopic assembled, ultrastrong and H₂SO₄-resistant fibres of polymer-grafted graphene oxide, *Scientific reports*, 3(1), 1-7.
13. Huang, Q., Xu, M., Sun, R., Wang, X., (2016), Large scale preparation of graphene oxide/cellulose paper with improved mechanical performance and gas barrier properties by conventional papermaking method, *Industrial Crops and Products*, 85, 198-203.
14. Shateri-Khalilabad, M., Yazdanshenas, M. E., (2013), Preparation of superhydrophobic electroconductive graphene-coated cotton cellulose, *Cellulose*, 20(2), 963-972.
15. Staudenmaier, L., (1898). Verfahren zur darstellung der graphitsäure, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 31(2), 1481-1487.
16. Hofmann, U., Holst, R., (1939), Über die Säurenatur und die Methylierung von Graphitoxyd, *Ber. Dtsch. Chem. Ges. (A and B Series)*, 72(4), 754-771.
17. Hummers Jr, W. S., Offeman, R. E., (1958), Preparation of graphitic oxide. *Journal of the american chemical society*, 80(6), 1339-1339.
18. Fu, L., Liu, H. B., Zou, Y. H., Li, B., (2005), Technology research on oxidative degree of graphite oxide prepared by Hummers method, *Carbon*, 4, 10-14.
19. Eigler, S., Enzelberger-Heim, M., Grimm, S., Hofmann, P., Kroener, W., Geworski, A., Dotzer, C., Röckert, M., Xiao, J., Papp, C., Lytken, O., Steinrück, H., Müller, P., Hirsch, A., (2013), Wet chemical synthesis of graphene, *Advanced materials*, 25(26), 3583-3587.
20. López-Díaz, D., Mercedes Velazquez, M., Blanco de La Torre, S., Pérez-Pisonero, A., Trujillano, R., Fierro, J. L. G., Claramunt, S., Cirera, A., (2013), The role of oxidative debris on graphene oxide films, *ChemPhysChem*, 14(17), 4002-4009.
21. Nekahi, A., Marashi, P. H., Haghshenas, D., (2014), Transparent conductive thin film of ultra large reduced graphene oxide monolayers, *Applied Surface Science*, 295, 59-65.
22. Drewniak, S., Pustelny, T., Muzyka, R., Stolarczyk, A., Konieczny, G., (2015), Investigations of selected physical properties of graphite oxide and thermally exfoliated/reduced graphene oxide in the aspect of their applications in photonic gas sensors, *Photonics Letters of Poland*, 7(2), 47-49.
23. Su, C. Y., Xu, Y., Zhang, W., Zhao, J., Tang, X., Tsai, C. H., Li, L. J. (2009), Electrical and spectroscopic characterizations of ultra-large reduced graphene oxide monolayers, *Chemistry of Materials*, 21(23), 5674-5680.

24. Sun, L., Fugetsu, B., (2013), Mass production of graphene oxide from expanded graphite, *Materials Letters*, 109, 207-210.
25. Chen, J., Li, Y., Huang, L., Li, C., Shi, G., (2015), High-yield preparation of graphene oxide from small graphite flakes via an improved Hummers method with a simple purification process, *Carbon*, 81, 826-834.
26. Marcano, D. C., Kosynkin, D. V., Berlin, J. M., Sinitskii, A., Sun, Z., Slesarev, A., ... & Tour, J. M., (2010), Improved synthesis of graphene oxide, *ACS nano*, 4(8), 4806-4814.
27. Ranjan, P., Agrawal, S., Sinha, A., Rao, T. R., Balakrishnan, J., Thakur, A. D., (2018), A low-cost non-explosive synthesis of graphene oxide for scalable applications, *Scientific reports*, 8(1), 1-13.
28. Santamaría-Juárez, G., Gómez-Barojas, E., Quiroga-González, E., Sánchez-Mora, E., Quintana-Ruiz, M., Santamaría-Juárez, J. D., (2020), Safer modified Hummers' method for the synthesis of graphene oxide with high quality and high yield, *Materials Research Express*, 6(12), 125631.
29. Panwar, V., Chattree, A., Pal, K., (2015), A new facile route for synthesizing of graphene oxide using mixture of sulfuric–nitric–phosphoric acids as intercalating agent, *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 73, 235-241.
30. Yu, H., Zhang, B., Bulin, C., Li, R., Xing, R., (2016), High-efficient synthesis of graphene oxide based on improved hummers method, *Scientific reports*, 6(1), 1-7.
31. Shen, J., Hu, Y., Shi, M., Lu, X., Qin, C., Li, C., Ye, M., (2009), Fast and facile preparation of graphene oxide and reduced graphene oxide nanoplatelets, *Chemistry of materials*, 21(15), 3514-3520.
32. Chandra, S., Sahu, S., Pramanik, P. (2010), A novel synthesis of graphene by dichromate oxidation, *Materials Science and Engineering: B*, 167(3), 133-136.
33. Peng, L., Xu, Z., Liu, Z., Wei, Y., Sun, H., Li, Z., Zhao, X., Gao, C., (2015), An iron-based green approach to 1-h production of single-layer graphene oxide, *Nature communications*, 6(1), 1-9.
34. Rosillo-Lopez, M., Salzmann, C. G., (2016), A simple and mild chemical oxidation route to high-purity nano-graphene oxide, *Carbon*, 106, 56-63.
35. Dimiev, A. M., Ceriotti, G., Metzger, A., Kim, N. D., Tour, J. M. (2016), Chemical mass production of graphene nanoplatelets in~ 100% yield. *ACS nano*, 10(1), 274-279.
36. Loryuenyong, V., Totepvimarn, K., Eimburanaprat, P., Boonchompoo, W., Buasri, A. (2013), Preparation and characterization of reduced graphene oxide sheets via water-based exfoliation and reduction methods, *Advances in Materials Sci. and Engineering*: 1-5
37. Shahriary, L., Athawale, A. A., (2014), Graphene oxide synthesized by using modified hummers approach, *Int J Renew Energy Environ Eng*, 2, 58-63.
38. Zhou, Y., Bao, Q., Tang, L. A. L., Zhong, Y., Loh, K. P., (2009), Hydrothermal Dehydration for the “Green” Reduction of Exfoliated Graphene Oxide to Graphene and Demonstration of Tunable Optical Limiting Properties, *Chem. Mater.*, 21(13), 2950-2956.
39. Ryu, S. H., Shanmugaraj, A. M., (2014), Influence of long-chain alkylamine-modified graphene oxide on the crystallization, mechanical and electrical properties of isotactic polypropylene nanocomposites, *Chemical Engineering Journal*, 244, 552-560.
40. Song, J., Wang, X., Chang, C. T., (2014), Preparation and characterization of graphene oxide. *Journal of Nanomaterials*, Artical ID 276143 : 1-6.

41. Yazıcı, M., Tiyek, İ., Ersoy, M. S., Alma, M. H., Dönmez, U., Yıldırım, B., Salan, T., Karataş, Ş., Uruş, S., Karteri, İ., Yıldız, K., (2016), Modifiye Hummers Yöntemiyle Grafen Oksit Sentezi ve Karakterizasyonu, Gazi Üni Fen Bil D Part C: Tas ve Tekn, 4(2), 41-48.
42. Hanifah, M. F. R., Jaafar, J., Aziz, M., Ismail, A. F., Rahman, M. A., Othman, M. H. D., (2015), Synthesis of Graphene Oxide Nanosheets via Modified Hummers' Method and Its Physicochemical Properties. Jurnal Teknologi, 74(1).

ENDÜSTRİ 4.0 ÇAĞINDA TEKSTİL VE HAZIR GIYIM SANAYİSİ

Yiğithan COLAK¹, Selman TÜRKEŞ², Serin MEZARCIÖZ³, Bülent SARI¹, Engin PINAR,
² Güray KILINÇÇEKER⁴, Seçkin TETİK⁵

¹Çukurova Üniversitesi, Müh. Fak., Makine Mühendisliği Bölümü, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Müh. Fak., Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana

³Çukurova Üniversitesi, Müh. Fak., Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

⁴ Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak. Kimya Bölümü, Adana

⁵Oğuz Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., Adana

yigithancolak97@gmail.com

ÖZET

500 yıl önce başlayan Bilimsel Devrimle beraber insanlık, günümüze multidisipliner yaklaşım çerçevesinde büyük atılımlar yapmıştır. Bu atılımlardan, yapay zekanın ortaya çıkışıyla beraber teknolojik yeniliklerde robot sektörünün gelişmesi, 3D yazıcılar, nesnelerin interneti, akıllı fabrika sistemi, sürücüsüz arabalar gibi yeni buluşlar insanlık yaşamını ve üretim yapısını tamamıyla değiştirmektedir. Endüstri 4.0 devrimi olarak ifade edilen bu gelişmeler, Tekstil ve Hazır Giyim sektörünün tüm üretim süreçlerini ve iş yapısını değiştirmek için önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde de yeni olan Endüstri 4.0'ın Tekstil ve Hazır Giyim Sanayisini nasıl etkileyebileceğine dair literatürdeki çalışmaların sınırlı sayıda ve yeterli kapsamda olmadığı görülmüştür. Bu eksikliği gidermek için yapılan bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın tarihsel süreci üzerinde durularak, ülkemizde ve dünyada tekstil ve hazır giyim sanayisinin mevcut durumu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte literatürde belirlenen ve teknolojik altyapıyı temel olarak geliştirilen yenilikçi yaklaşımları geleceğe yönelik bakış açısıyla bütüncül bir şekilde yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Tekstil ve Hazır Giyim, Tekstil 4.0

TEXTILE AND APPAREL INDUSTRY IN THE AGE OF INDUSTRY 4.0

ABSTRACT

With the Scientific Revolution that started 500 years ago, humanity has made great strides today within the framework of a multidisciplinary approach. Among these breakthroughs, the development of the robot industry in technological innovations with the emergence of artificial intelligence, new inventions such as 3D printers, internet of things, smart factory system, driverless cars completely change the human life and production structure. These developments, which are expressed as the Industry 4.0 revolution, have an important potential to change all the production processes and business structure of the Textile and Ready-to-Wear industry. It has been determined that the studies in the literature on how Industry 4.0, which is also new in our country, can affect the Textile and Ready-made Clothing Industry,

are limited in number and not in sufficient scope. In this study, which was carried out to eliminate this deficiency, the current situation of the textile and ready-made clothing industry in our country and in the world was revealed by emphasizing the historical process of Industry 4.0. In addition, innovative approaches determined in the literature and developed based on the technological infrastructure are included in a holistic way with a future-oriented perspective.

Keywords: Industry 4.0, Textile and Apparel, Textile 4.0

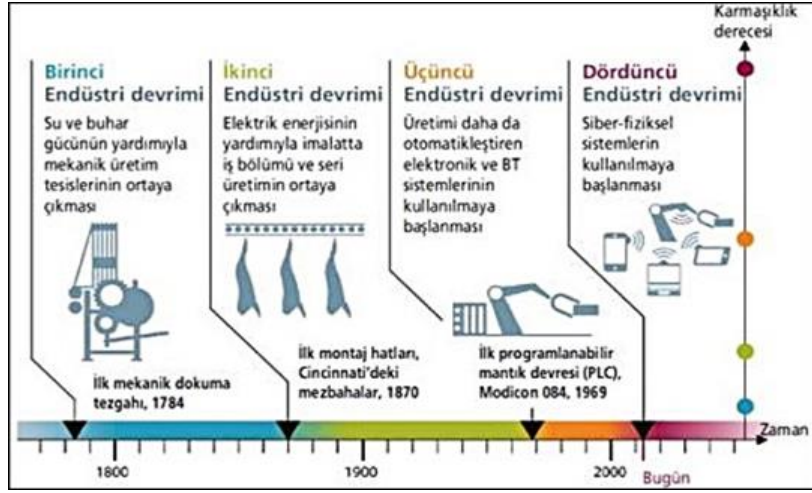
1. GİRİŞ

200 yıl önce meydana gelen Sanayi Devrimi ile beraber insanlık, tarım ekonomisinden makine imalat ekonomisine dayalı bir geçiş süreci başlatmıştır. Bu tarihsel süreçte tekstil endüstrisi teknolojik gelişim açısından büyük yenilikler meydana getirmiştir. Bu teknolojik değişimler Şekil 1’de belirtilen evrelerden geçtiği genel olarak kabul edilmektedir [1,2,3]. Bu bağlamda Endüstri 1.0: İngiltere’de ilk olarak su çarkları, ardından buhar motorlarının kullanımı neticesinde pamuklu giysi sektöründe mekanik üretim tesisleri ile ortaya çıkmıştır [4]. Endüstri 2.0: ABD’de 19.yy sonlarında; buhar, kömür, demir, çelik, petrol, elektrik ve kimyasal maddelerin kullanmaya başlanmasıyla iş bölümü, seri üretim ve taşımacılık hız kazanmıştır. Endüstri 3.0: 20.yy’ın ikinci çeyreğinden itibaren günümüze kadar olan kısmı ifade etmektedir. Burada internetle beraber elektronik, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kombinasyonu sonucunda çevresel, ekonomik, havacılık, tekstil, uzay ve tıp alanında bilimsel gelişmeler hız kazanmıştır [2,3]. Geçiş aşamasında olduğumuz Endüstri 4.0’ın temel unsuru ise; yapay zeka, makine öğrenimi, robot çağı ile siber-fiziksel sistemlerin kullanılmaya başlandığı akıllı üretim dönemi olarak adlandırılmaktadır [5].

Bu çalışmada da literatürdeki bilgilerden elde edilen veriler ile Endüstri 4.0’ın tanımı, yapısı, tekstil ve hazır giyim sektörü üzerine gelecekteki uygulamalarının etkilerini derlenerek okuyuculara bir farkındalık kazandırmak amaçlanmıştır.

1.1. Endüstri (4.0) Tanımı ve Teknolojileri

Endüstri 4.0 kavramı, ilk kez 2011 yılında Almanya’da düzenlenen teknoloji “Hannover Fuarı”nda dile getirilmiştir. 2020 yılına gelindiğinde Almanya Federal Hükümeti, Endüstri 4.0 için Almanya’nın İleri Teknoloji Stratejisi 2020’nin (High-Tech Strategy 2020 for Germany) anahtar bileşenini dünyaya ilan etmişlerdir. Dile getirilen bu belgede 2030-2035 yıllarına kadar Almanya’nın Endüstri 4.0 hedeflerinde, makine ve tesislerin kurulumundan pazarlama sektörüne kadar yaşamın her alanında dünyada öncü ülkelerinden biri olmayı hedeflediklerini vurgulamışlardır [6, 7, 8].



Şekil 10. Tarihsel Süreçte Endüstrinin Gelişim Aşamaları [5]

Akıllı ve otonom üretimin yeni bir paradigması olarak öne çıkan Endüstri 4.0, içerisinde bir çok teknolojiyi barındıran bir genel tanımı ifade etmektedir. Daha belirgin bir ifadeyle nesnelerin interneti (IoT), siber fiziksel sistemler, yapay zeka, 3D yazıcılar, bulut teknolojileri, büyük veri analitiği, dronlar, sensörler, blok zinciri ve simülasyon gibi modern bilgi ve iletişim teknolojilerinin kombinasyonu şeklinde meydana gelen bir sanayi devrimi olarak belirtilmektedir. Bu tanım çerçevesinde Tablo 1’de Endüstri 4.0’ın çeşitli teknolojileri özet olarak verilmektedir [9, 10, 11, 12].

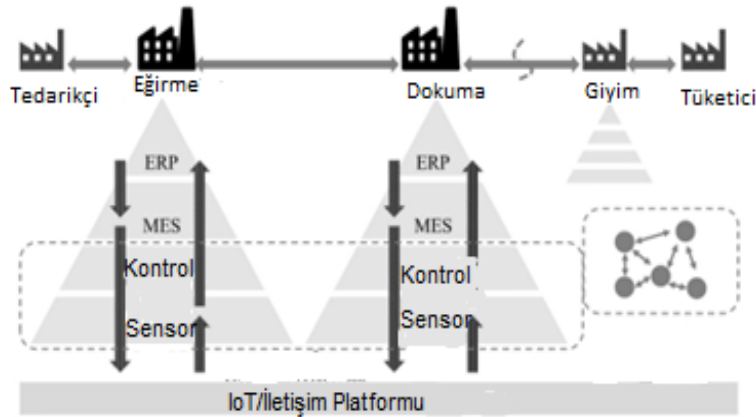
Tablo 7. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Listesi ve Tanımları

Teknolojiler	Tanımlar
Katmanlı üretim (3D Baskı)	Bir dizi eklemeli veya katmanlı geliştirme çerçevesi kullanarak karmaşık tasarımlara sahip özel ürünlerde üç boyutlu (3B) katı nesnelere oluşan bir üretim teknolojisidir.
Yapay Zeka	Etrafı algılayan, değişikliklere uyum sağlayan ve karar alan makine bazlı sistemler
Artırılmış Gerçeklik	Fiziksel dünyanın dijital veriler, görüntüler, ses ve diğer efektlerin yeteneklerini alan bir tür gerçekliğe dayalı görüntüleme ortamıdır.
Otonom Robotlar	Cobotların insanlarla birlikte çalışması ve insanların eylemlerini kopyalamak için kullanılır
Büyük veri ve analitik	Sensörler, otonom robotlarla toplanan verilerin detaylı olarak incelenerek karar destek mekanizmalarında değerlendirilmesidir.
Blokchain	Değişen şifreleme, kimlik doğrulama teknolojisi ve ağ çapında fikir birliği mekanizmasını kullanarak dağıtılmış merkeziyetsiz bir sistemdir.
Bulut	Geniş ölçekteki verilerin sanal depolama sistemleriyle yönetilmesi
Siber Güvenlik	Büyük verilerin ve bulut teknolojilerinin bilgilerinin çalınması, güvenliğinin ihlali olmasına karşı alınan önlemler.
Dronlar	İçinde insan pilotu olmadan hareket eden küçük uçaklardır.

GPS	Dünya yörüngesindeki bir grup uydunun hassas sinyaller ileterek, alıcılarının kullanıcıya doğru konum, hız ve zaman bilgilerini hesaplamasını gösteren teknik bir işlemdir
Endüstriyel Nesnelerin İnterneti	Makinelerin, ürünlerin ve sistemlerin gerçek zamanlı olarak birbirine bağlanması
Nanoteknoloji	Atomları ve molekülleri kontrol eden makro ölçekli ürünlerin üretimi için oluşturulan bir teknolojidir.
RFID	Bazı tür nesnelere otomatik olarak izlemek ve tanımlamak için bir etiket ile sorgulayan ve okuyucu ile arasındaki kablosuz iletişimi kullanan teknolojileri ifade eder.
Sensörler	Verilerin anlık olarak fiziksel bir uyarana karşı diğer sistemlere iletilmesi
Simülasyon	Gerçek zamanlı olarak dünyadaki fiziksel veri akışının sanal modelde test edilmesinin sağlanması

1.2. Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründe Endüstri 4.0

8 milyar nüfusa ulaşan dünyamızda bu rakamın 2030'da 8,5 milyara, 2050'de ise 9,7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir [13, 14]. Nüfus ile paralel bir ilişkiye sahip olan tekstil sanayisi de artan bu nüfus ile tekstil ürünlerine olan ihtiyaçların artması öngörülmektedir [15, 16]. Yine benzer şekilde tekstil sektörü tedarikçiden tüketiciye kadar olan gelişimde eğirme, dokuma ve boya-terbiye işlemlerinde tekstili geliştirmek için önemli bir hal almıştır. Bu bağlamda geçiş döneminde olduğumuz Endüstri 4.0 teknolojilerinin, giysi üretim ve tüketim yöntemlerini etkin bir şekilde değiştirileceği öngörülmektedir. Dolayısıyla Şekil 2'de gösterilen grafikte Endüstri 4.0; mini fabrika ve akıllı fabrika şeklinde iki üretim modelini ortaya çıkartacağı düşünülmektedir. Mini fabrika talebe dayalı, akıllı fabrika ise digital ortamda ve paydaşları ile birleştirmeyi gereken bir model olduğu dile getirilmektedir. Bu tarz fabrikalardan sonra Şekil 2'de Endüstri 4.0'ın son hali karanlık fabrikalar olarak gerçekleşeceği vurgulanılmaktadır. Zira sensörler, kontrol sistemleri ve diğer tüm parçalar aydınlık olmayan bir kısımda da çalışabileceği belirtilmiştir.



Şekil 11. Endüstri 4.0 çağında Tekstil Sektörünün Dönüşümünün Şematik Diyagramı

2. MATERYAL

Bu bildiriye, Google Scholar, Web of Science, Scopus, EBSCOhost, Elsevier, Wiley, Emerald, Sage, IEEE Xplore, Taylor ve Springer gibi farklı çevrimiçi veri tabanlarında bulunan inceleme ve araştırma makalelerinden yararlanılmıştır. Veri tabanı araştırması için kullanılan anahtar kelimeler şunlardır: “Endüstri 4.0”, “Büyük Veri”, “Tekstil ve Hazır Giyim Endüstrisi”, “Yapay Zeka”. Bunların neticesinde öncelikle 1990-2022 yılları arasında kitap ve makalelerden oluşan yaklaşık 100 çalışma kaynağı belirlenmiştir. Bu kaynakların özetleri ve çalışma sonuçları incelenerek bildirinin konusu ile uyumlu olan toplam 50 makale çalışmada göz önünde bulundurulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Somohano-Rodríguez ve Madrid-Guijarro (2022), yaptıkları çalışmada Endüstri 4.0'a yapılan yatırımların performansı iyileştirip iyileştirmediğini ve KOBİ'lere (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler) bazında bir ilerleme fırsatı verip vermediğini incelemektedir. 2005-2018 arasında farklı sektörlerden oluşan 274 şirketi gözlemlemiştirler. Beş dijital etkinleştiriciye (Büyük Veri, Bulut Bilişim, Siber Güvenlik, Gelişmiş Robotik ve Nesnelerin İnterneti) alanlarında yatırım yapmanın firma gelirleri, işgücü performansı ve rekabet açısından karlılık üzerindeki etkilerini ters U anket modeli ile analiz etmişlerdir. Yapılan çalışma anaizinde 25.2% Endüstri 4.0 teknolojilerinden hem küçük hem de orta ölçekteki şirketlerin yararlandığı belirtilmiştir. Yapılan bu yatırımlarda şirketlerin performansı, işgücü verimliliği ve karlılıkta olumlu etkilediğini doğrulamışlardır. Ayrıca Küçük ölçekteki sektörler satış hacmi ve rekabet çerçevesinde Büyük Veri teknolojisine daha fazla yatırım yapıldığı vurgulanılmıştır.

Özbek ve Alan (2022), çalışmada Türkiye’de Tekstil ve Hazır Giyim sektöründe Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Transferi değerlendirmişlerdir. Yapılan değerlendirmede İSO’nun 500 Büyük Sanayi Kuruluşu listesine girmeyi başarmış şirketleri incelemişlerdir. Elde edilen verilerin analizinden; Tekstil işletmelerinin %47,37’si (18 adet) ve hazır giyim işletmelerinin %28,57’si (4adet) Endüstri 4.0 teknolojilerinden bazılarını transfer etmiş olduğu belirtmişlerdir. Bunun yanında işletmeler en fazla Büyük Veri (BigData) teknolojisi transferi gerçekleştirmişlerdir. Tekstil işletmeleri; sistem entegrasyonu, Hazır Giyim işletmeleri ise; Bulut Bilişim ve Robot teknolojilerini ilerde daha çok tercih edilebileceği vurgulamışlardır.

Remme ve ark. (2022), moda endüstrisinde tüketicilerin satın alma davranışlarını nelerin etki ettiğini Endüstri 4.0 kapsamında blockchain teknolojisi ile örnebir araştırma yapmışlardır. 84 katılımcının olduğu çalışmada alış-satış durumunda tercihlerine göre uyarıcı kartlarda bir puanla sistemini uygulamışlardır. Sonuçlarda blockchain teknolojisindeki ticari markalarda “düşük fiyat” ve “yüksek ürün puanı”na göre fazla bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Katılımcılardan 22 sinin blockchain teknolojisinden çok marka ürünlerine odaklanıldığı vurgulanmıştır. Ayrıca blockchain teknolojisinde moda endüstrisinde sürdürülebilirlikte gelecekteki şeffaflığı geliştirmek için tüketicileri ve firmaları blockchain ile ilgili faydalar konusunda yeterli düzeyde bir bilginin olmadığını dile getirmişlerdir.

Bai ve ark. (2020), Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanması ve sürdürülebilirlik açısından etkisini incelemişlerdir. BM 2030 Sürdürülebilirlik Hedeflerine dayalı sosyal, ekonomik ve

çevresel olarak tereddütlü bulanık küme, kümülatif beklenti teorisi ve VIKOR hibrit modelleri ile çalışmışlardır. Elde edilen sonuçlar, mobil teknolojinin tüm endüstrilerde sürdürülebilirlik üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bunun yanında nanoteknoloji, simülasyon ve dronların sürdürülebilirlik üzerinde sırasıyla otomotiv, elektronik, gıda, tekstil, giyim ve ayakkabı endüstrilerinde en yüksek etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sensörler ve aktüatörler, ardından yapay zeka, büyük veri analitiği, bulut bilişimi, çevresel sürdürülebilirlik boyutu üzerinde olumlu olacağını belirtmişlerdir.

Lu (2017), Endüstri 4.0 hakkında kapsamlı bir literatür çalışması yapmıştır. Bu çalışmasında Web of Science ve Google Akademik içindeki tüm veritabanlarındaki mevcut literatürü inceleyerek Endüstri 4.0'ın içeriği, kapsamı ve bulgularına genel bir bakış sunmaktadır. Seçilen 88 makaleden, nesnelerin interneti, siber güvenlik, bilgi ve iletişim teknolojisi, kurumsal mimari ve kurumsal entegrasyon gibi beş araştırma kategorisinde gruplandırmıştır. Bu çalışmada elde ettiği sonuçları şu şekilde belirtmiştir. Endüstri 4.0 teknolojisinde uygulamaya geçen 20 tane işletmede esnek ve verimli üretimin %70 civarında daha etkin olduğunu vurgulamıştır. Ancak diğer taraftan bazı işletmelerde sistemin kurumsal mimari ve entegrasyonunda problem meydana geldiği ve bunun yanında özellikle siber güvenlik alanlarında sistemsal sorunların meydana gelebileceği üzerinde durulmuştur.

4. SONUÇLAR

Yeryüzünde 2-3 milyon yıldır bulunan insanlık, sürekli bir şekilde savaşlardan, hastalıklardan, iklimsel değişimlerden, gıda sıkıntılarından vb büyük krizlerden çıkarak içinde bulunduğumuz modern çağa gelmiş bulunmaktadır. Bunların neticesinde insanlığın inovasyon döngülerinin tarihi Endüstri 1.0/2.0/3.0 şeklinde adlandırılmıştır. Bugünden geleceğe olan durum ise Endüstri 4.0 olarak dile getirilmektedir. Bugün içinde yaşadığımız zamanda bilgi ve iletişim teknolojileri dünyanın 8 milyar insanın neredeyse yarısına ulaşmış bulunmaktadır. Bu bağlamda meydana gelen teknolojik değişimler yaşamın her alanında; sağlık, hukuk, ekonomi, tekstil, hazır giyim vb değiştirmektedir. Meydana gelen ve gelebilecek değişimler neticesinde bu çalışmada tekstil ve hazır giyim sektöründe Endüstri 4.0 teknolojileri açısından bir değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde:

- Endüstri 4.0 ne kadarda bütün dünyayı değiştirme kapasitesinde olsa da bunun en büyük kazançlarını bilim ve teknoloji açısından gelişmiş ülkelerin daha fazla kazanç sağlayacağı düşünülmektedir.
- Dünya Ekonomi Forum'u (WEF) tarafından 2017'de yayımlanan Küresel Rekabetçilik İndeksi Raporu (GCIR)'nda Endüstri 4.0 teknolojisine adaptasyon sağlayabilecek ilk beş ülke; ABD, İsviçre, Almanya, Singapur ve Hollanda olarak belirtilmiş. Türkiye bulunduğu 53.sırada olmasına karşın etkin bir çalışma ile Endüstri 4.0 teknolojilerini uygulama kapasitesine sahip olabileceği görülmektedir. Bunun neticesinde Tekstil ve Hazır Giyim sektöründe üretkenliği %10-16 ve %4-9 civarında artırma potansiyeli bulunduğunu göstermektedir [20].
- Dolayısıyla Türkiye'nin, Endüstri 4.0 teknolojisi için tartışma, değerlendirme, ar-ge çalışmalarına daha etkin ve daha fazla kaynak ayırması gerektiği görülmektedir.

- Endüstri 4.0'ın en büyük problemlerinden birisi de meydana gelecek teknolojik devrimde toplumsal yapının değişimi neticesinde insan faktörünün olduğu emek sektöründe meydana gelebilecek iş kayıpları ve oluşacak yeni iş dallarında toplumun hazır olmadığı belirtilmektedir.
- Bunun yanında Tekstil ve Hazır Giyim sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerinin yüksek maliyetli olması, insan kaynağının yetersizliği, devletlerin/işletmelerin bu büyük teknolojinin farkında olmaması veya bu teknolojinin yeterince anlaşılması gibi faktörlerden dolayı yeterince bu alanda yatırımlar eksik görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK 2244 Sanayi Doktora Programı tarafından finansal olarak desteklenen 119C065 No'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar olarak başta TÜBİTAK olmak üzere diğer proje üyelerimize teşekkür ederiz.

5. KAYNAKÇA

- [1]. Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International journal of production economics*, 229, 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- [2]. İlhan, İ. (2019). Tekstil üretim süreçleri açısından endüstri 4.0 kavramı. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(7), 810-823. <https://dergipark.org.tr/en/pub/pajes/issue/50906/664812>
- [3]. ÖZBEK, A., & ALAN, M. A. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Transferi: İSO 500 Tekstil ve Hazır Giyim İşletmeleri Uygulaması. MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(3), 1165-1178. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mjss/article/948371>
- [4]. Acemoğlu D, Robinson JA (2013). Ulusların Düşüşü: Güç, Zenginlik ve Yoksulluğun Kökenleri. Doğan Kitap Yayıncılık, 11940. ISBN: 978-605-09-1812-0.
- [5]. Savaş G. "Endüstri 4.0 Nedir – Ne Değildir?". http://www.theprowess.net/index.php?option=com_content&view=article&id=467:endustri-4-0-nedir-nedegildir&catid=30:makaleler&Itemid=160 (11.02.2018).
- [6]. TÜSİAD. "Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi Raporu". Türkiye Sanayici ve İş Adamları Derneği, İstanbul, Türkiye, Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/576, 2016.
- [7]. Kagermann H, Lukas W, Wahlster W. "Industrie 4.0-Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. VDI Nachrichten". http://www.wolfgangwahlster.de/wordpress/wpcontent/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_industriellen_Revolution_2.pdf (09.02.2018).
- [8]. Hermann M, Pentek T, Otto B. "Design principles for industrie 4.0 scenarios". 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE. 3928-3937, USA, 5-8 January 2016.

- [9]. Gabriel, M., & Pessl, E. (2016). Industry 4.0 and sustainability impacts: Critical discussion of sustainability aspects with a special focus on future of work and ecological consequences. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara*, 14(2), 131. <https://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2016/ANNALS-2016-2-21.pdf>
- [10]. Schrauf, S. (2016). A Strategist's Guide to Industry 4.0, (83), 1–15.
- [11]. Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. D. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. *International journal of production research*, 55(12), 3609-3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>
- [12]. Morrar, R., Arman, H., & Mousa, S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology innovation management review*, 7(11), 12-20. https://timreview.ca/sites/default/files/Issue_PDF/TIMReview_November2017.pdf#page=12
- [13]. Aghilesh K, Mungray A, Agarwal S, Ali J, Garg MC (2021). Performance optimisation of forward-osmosis membrane system using machine learning for the treatment of textile industry wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125690. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125690>
- [14]. United Nations and Social Affairs 2019. *World Population Prospects 2019: Highlights*. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf
- [15]. ABIT (2018), Associação Brasileira da Indústria Têxtil e Confecção, Indústria têxtil e de confecção brasileira, ABIT, Brasília, p. 44. <https://www.abit.org.br>
- [16]. Dalari BLSK, Giroletti CL, Dalri-Cecato L, Domingos DG, Hassemmer MEN (2020). Application of heterogeneous photo-fenton process using chitosan beads for textile wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103893. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103893>
- [17]. Somohano-Rodríguez, F. M., & Madrid-Guijarro, A. (2022). Do industry 4.0 technologies improve Cantabrian manufacturing smes performance? The role played by industry competition. *Technology in Society*, 70, 102019. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102019>
- [18]. Remme, A. M. R., Stange, S. M., Fagerstrøm, A., & Lasrado, L. A. (2022). Blockchain-enabled Sustainability Labeling in the Fashion Industry. *Procedia Computer Science*, 196, 280-287. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.015>
- [19] Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of industrial information integration*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>
- [20]. Öztürk D. "Technological transformation of manufacturing by smart factory vision: industry 4.0". *International Journal of Development Research*, 7(11), 17371-17382, 2017.

YEŞİL SENTEZLEME İLE ELDE EDİLMİŞ GÜMÜŞ NANOPARÇACIKLARIN FARKLI METODLARLA DOKUSUZ YÜZEYLERE AKTARILMASI

Toufique AHMED, R. Tuğrul OĞULATA, Sabiha SEZGİN BOZOK
Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
sbozok@cu.edu.tr

ÖZET

Antibakteriyel tekstiller son yıllarda Covid-19 pandemi dönemiyle beraber büyümesi hızlanan bir pazar haline gelmiştir. Ekolojik ve insan sağlığı açısından birçok avantaja sahip gümüş nanoparçacıklar, özel amaçlı tekstil ürünleri için en fazla kullanılan antibakteriyel ürünlerden birisidir. Günüş nitrat solüsyonundan gümüş nanoparçacık elde etmenin bir yolu olan yeşil sentezleme metodu ise maliyet ve ekolojik açısından oldukça avantajlıdır. Bu çalışmada *C.arvensis* yaprakları kullanılarak yeşil sentezleme metodu ile gümüş nitrattan gümüş nanoparçacıklar üretilmiştir. Hazırlanan gümüş nanoparçacıklar emdirme ve in-situ (yerinde üretim) metotları ile medikal ürünler için üretilmiş olan dokusuz yüzey kumaşlara (nonwoven) uygulanmıştır. XRD, SEM, EDS gibi testler ile yapılan kimyasal işlemlerin karakterizasyonu yapılmıştır. Kumaşların *S. aureus* ve *K. Pneumoniae* bakterileri ile kumaşların antibakteriyel etkinlikleri ölçülmüştür. Hem emdirme hem de in-situ metotları ile gümüş nanoparçacıklar dokusuz yüzey kumaşlara aktarılabilmiştir. Kumaşlarda, in-situ metodu ile yaklaşık %99; emdirme metodu ile %97 antibakteriyel etkinlik kazandırılabilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yeşil sentezleme, gümüş nanoparçacık, antibakteriyel tekstiller, medikal tekstiller, emdirme, in-situ

APPLYING SILVER NANOPARTICLES PRODUCED BY GREEN SYNTHESIS TO NONWOVEN FABRICS BY DIFFERENT METHODS

ABSTRACT

Antibacterial textiles have become a growing market in recent years with the Covid-19 pandemic period. Silver nanoparticles, which have many advantages in terms of ecological and human health, are also one of the most used antibacterial products for special purpose textile products. The green synthesis method, which is a way of obtaining silver nanoparticles from sunshine nitrate solution, is very advantageous in terms of cost and ecological. In this study, silver nanoparticles were produced from silver nitrate by green synthesis method using *C.arvensis* leaves. Prepared silver nanoparticles were applied to nonwoven fabrics produced for medical products by impregnation and in-situ (in situ) methods. The chemical processes were characterized by tests such as XRD, SEM, EDS. *S. aureus* and *K. pneumoniae* bacteria of the fabrics and antibacterial activities of the fabrics were measured. Silver nanoparticles could be transferred to nonwoven fabrics by both impregnation and in-situ methods. In

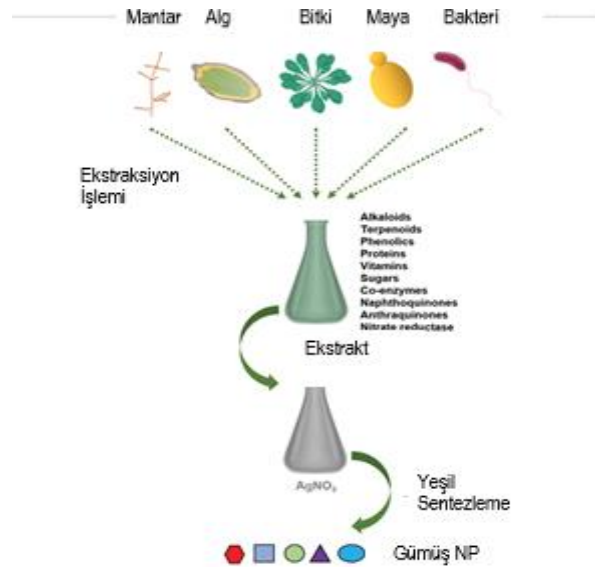
fabrics, approximately 99% by in-situ method; With the impregnation method, 97% antibacterial efficiency could be achieved.

Key words: Green synthesis, silver nanoparticles, antibacterial textiles, medical textiles, padding, in-situ

1. GİRİŞ

Dokusuz yüzeyler rastgele eklenmiş veya birbirine bağlanmış liflerden veya filamentlerden oluşan kumaş türleridir [1]. Dokusuz yüzeyler hem tek kullanımlık hem de uzun süreli kullanımı olan giysilerde, koruyucu kıyafetlerde, giysi astarlarında, vatkalarda, ayakkabı astarlarında, vs. kullanılabilir [2]. Dokusuz yüzey kumaşların en çok kullanıldığı alanlardan birisi olan medikal tekstiller genellikle sentetik malzemeden üretilir. Sentetik malzeme hidrofobik olduğundan yapılarında mikropların tutunmasına daha az eğilimlidir. Bu nedenle, maske için sentetik malzeme kullanmak yaygın bir uygulamadır. Elyaf polipropilen, cam, yünlü keçe vb. olabilir ve çoğu durumda dokusuz maske melt-blown ile yapılır. Diğer kumaş türlerinde olduğu gibi dokusuz yüzeyler için de farklı metodlarla antimikrobiyal işlemler uygulanabilmektedir. Bu şekilde kullanım ömrü uzatılmış ve özellikle medikal amaçlı kullanılan dokusuz yüzeylerde mikroplara karşı etkinliği artırılmış ürünler elde edilebilmektedir. Daha önce yapılmış bir çalışmada dokusuz yüzey kumaştan elde edilen N-95 yüz maskesine bakır oksitle işleme tabii tutulmuş ve bu işlem ile maskeye H1N1 ve H9N2 virüslerine karşı bir etkinlik kazandırılmıştır [3]. Başka bir çalışmada mango kabuğu ekstraktı yakalayıcı ajan olarak kullanılarak sulu gümüş nitrattan gümüş nanoparçacık elde edilmiştir [4]. Elde edilen bu nanoparçacıklar dokusuz yüzey kumaşlara emdirme yöntemiyle transfer edilmiştir. FT/IR testleriyle işlem görmüş dokusuz yüzey kumaş üzerindeki gümüş nanoparçacıklarda bulunan fonksiyonel grupların bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu nanoparçacıklar sayesinde kumaşlara *E.Coli*, *S. aureus* ve *B. subtilis* bakterilerine karşı etkili bir antibakteriyel etkinlik kazandırılmıştır. Yeşil sentezleme yöntemi, organik bir kaynağın ekstraksiyonu indirgeyici olarak kullanılmasıyla gümüş nitrattan gümüş nanoparçacık elde edilebilmesi açısından maliyeti düşük ve etkili yöntemlerden birisidir (Şekil 1).

Bu çalışmada da 650'den fazla mikrop türüne karşı etkili bir antimikrobiyal ajan olan gümüş nanoparçacıklar yeşil sentezleme metodu ile elde edilip, polipropilen içerikli dokusuz yüzey kumaşlara iki farklı metod ile transfer edilmiştir.



Şekil 1. Yeşil sentezleme işlemi [5]

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada medikal yüz maskeleri için üretilmiş polipropilen içerikli, melt-blown yöntemiyle elde edilmiş dokusuz yüzey kumaş (20 gr/m²) kullanılmıştır. Kullanılan kimyasallar; tetra etil ortosilikat (TEOS), gümüş nitrat (AgNO₃), etanol, muller hinton agar, nutrient broth, sitrik asit şeklindedir.

Antibakteriyel testler için Gram-positive (*S.aureus*) and Gram-negative (*K.pneumonia*) bakterileri kullanılmıştır.

2.1. Bitki Ekstraksiyonunun Hazırlanması

C.arvensis (Tarla kadife çiçeği) bitkisi Çukurova Üniversitesi yerleşkesinden toplanmıştır. Yapraklar ayrılmış, %95 etanol ile yıkanmış ve birkaç gün gölgede kurutulmuştur. Kuru yapraklar küçük parçalar halinde getirilmiştir. Daha sonra ayrılıp tartılan (5 gram) kurutulmuş yapraklar 200 ml distile su içinde bekletilmiş ve 90 °C'de 100 ml oluncaya kadar kaynatılmıştır. Çözelti oda sıcaklığına düşene kadar bekletilmiş sonra Whatman no.1 filtre kağıdı ile süzlmüştür.

2.2. Kumaşa Ön İşlem Uygulanması

Dokusuz yüzey kumaşlar, ön işlem için sodyum hidroksit (NaOH, 4 gr/L) içerisinde 90 °C'de 1 saat boyunca bekletilmiştir. Daha sonra 1 saat kaynayan distile su içerisinde kaynatılarak nötrale edilmiştir. Kumaşların yüzey aktivitesini sağlamak için daha sonra noniyonik yüzey aktif madde (Span® 80) ile yıkanmıştır.

2.3. Gümüş Nanoparçacıkların Kumaşlara Aplike Edilmesi

Kumaşlarda %80 emilim (pick-up) sağlayabilmek için basınç ayarlı bir fulard makinesi kullanıldı. Emdirme işleminden sonra numuneler 60 °C'de 20 dakika kurutulmuş ve ardından 90 °C'de 10 dakika fiksaj işlemine tabii tutulmuştur.

In-situ (Yerinde üretim) ise 2 adımda gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kumaş AgNO_3 çözeltisine daldırılmış, ikinci aşamada ise bitki ekstraksiyon içerisine batırılmıştır.

2.4. Dokusuz Yüzeysel Kumaşlara Uygulanan Testler

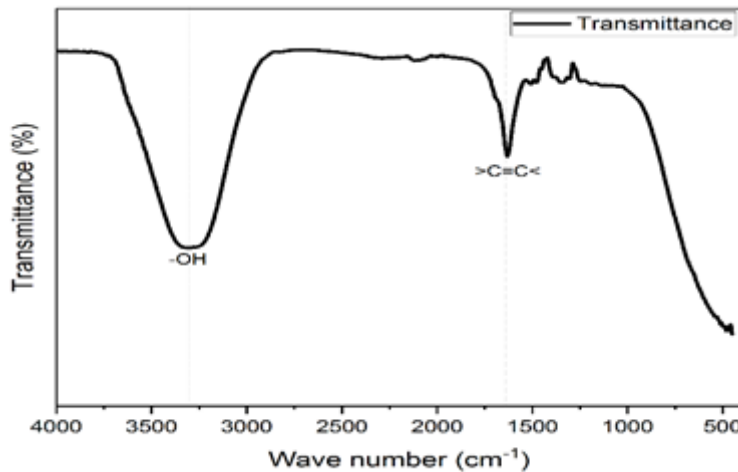
C. arvensis bitki özündeki fitokimyasalların fonksiyonel gruplarını belirlemek için JASCO'nun FT/IR-6700 model FT/IR (Fourier Transform Infrared Spektrofotometre) cihazı kullanılmıştır. AgNP'lerin çözeltideki oluşumunu ve stabilitesini doğrulamak için Shimadzu UV-1800 UV/Görünür spektrofotometre kullanılmıştır. Dokusuz yüzeysel numunelerin lif yüzeysel morfolojilerini incelemek için SEM Taramalı Elektron Mikroskobu, FEI, Quanta 650 Field Emission) ve EDS (Enerji Dispersiv Spektrum, FEI, Quanta 650 Field Emission) analizleri yapılmıştır.

Antibakteriyellik testi için AATCC-100 test standardı esas alınarak *S. Aureus* (Gram-pozitif) ve *K. Pneumoniae* (Gram-negatif) bakterileri kullanılmıştır. Bu metotta 4.8 x 4.8 cm boyutlarında kesilen numuneler öncelikle nutrient broth içinde bekletilmiştir. Daha sonra kumaşın bekletildiği ortama bakteriler dahil edilmiştir. Belirli süre bekletildikten sonra seyreltilmiş ve özel tabağa alınmıştır. Tabaklarda tekrar bekletildikten sonra numuneler üzerindeki canlı bakteri sayısı kaydedilmiştir.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. *C. arvensis* bitki ekstraktının FT-IR Analizi

Çalışmada hazırlanan bitki ekstraktının FT-IR test analizi Şekil 2'de sunulmuştur. FTIR görüntüsü, 500-4000 cm^{-1} dalga sayısı arasındaki absorpsiyon bantlarında iki güçlü pik göstermektedir. Bir tepe 3325.64 cm^{-1} 'de, diğeri 1633.41 cm^{-1} 'de görülmektedir. Bu pikler -OH ve $>\text{C}=\text{C}<$ gruplarının varlığını doğrulamaktadır. Flavonoidler, terpenoidler vb. gibi çeşitli fitokimyasallar hidroksil ve alken grupları içermektedir.

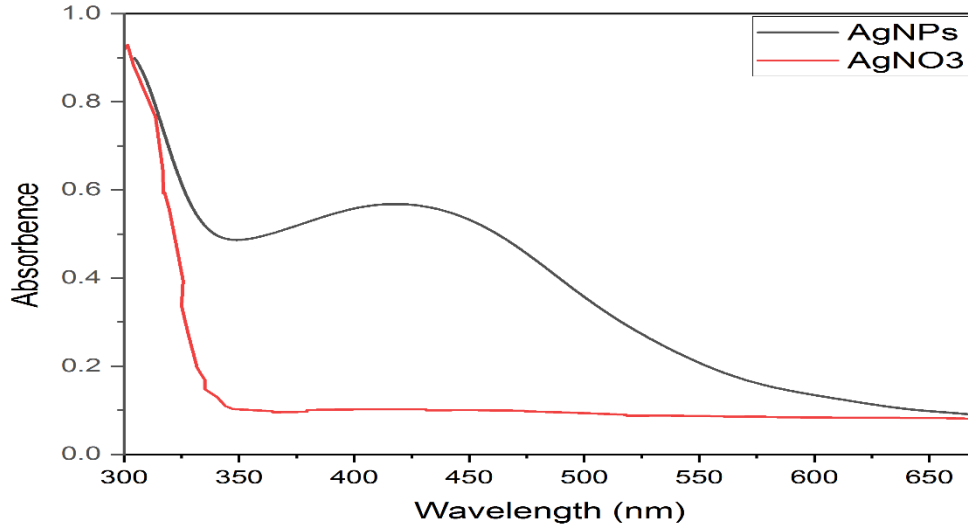


Şekil 2. *C. Arvensis* bitki ekstraktının FT/IR grafiği

3.2. UV-Vis Spektroskopisi

Şekil 3’de sentezlenen gümüş nanoparçacıkların UV-Vis spektroskopisi sunulmuştur. Ölçülen dalga boyları 300 nm ila 650 nm arasında değişir. Kör solüsyon olarak distile su kullanılmıştır.

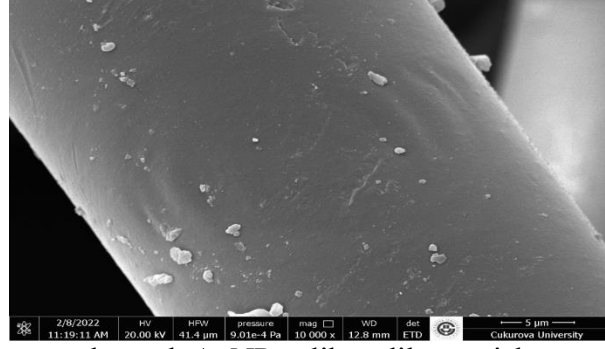
UV-vis'deki maksimum tepe noktaları, gümüş nanoparçacık aralığında olan 421 nm'dir. AgNP'ler 350-500 nm aralığında bir SPR bandı üretmektedir [6]. Bu çalışmada, başarılı bir şekilde sentezlenen AgNP'lerin aralığı 416 – 430 nm'dir.



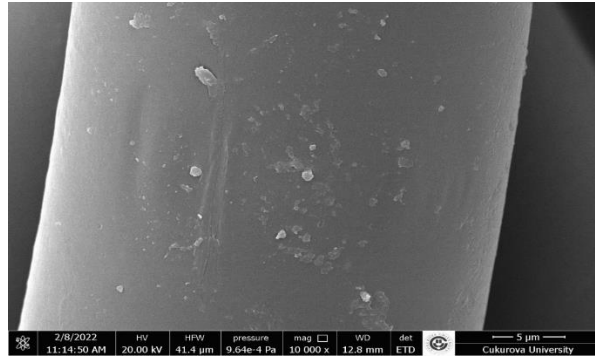
Şekil 3. Gümüş nanoparçacıkların (AgNP) UV-Vis spektrumları

3.3. SEM Analizi

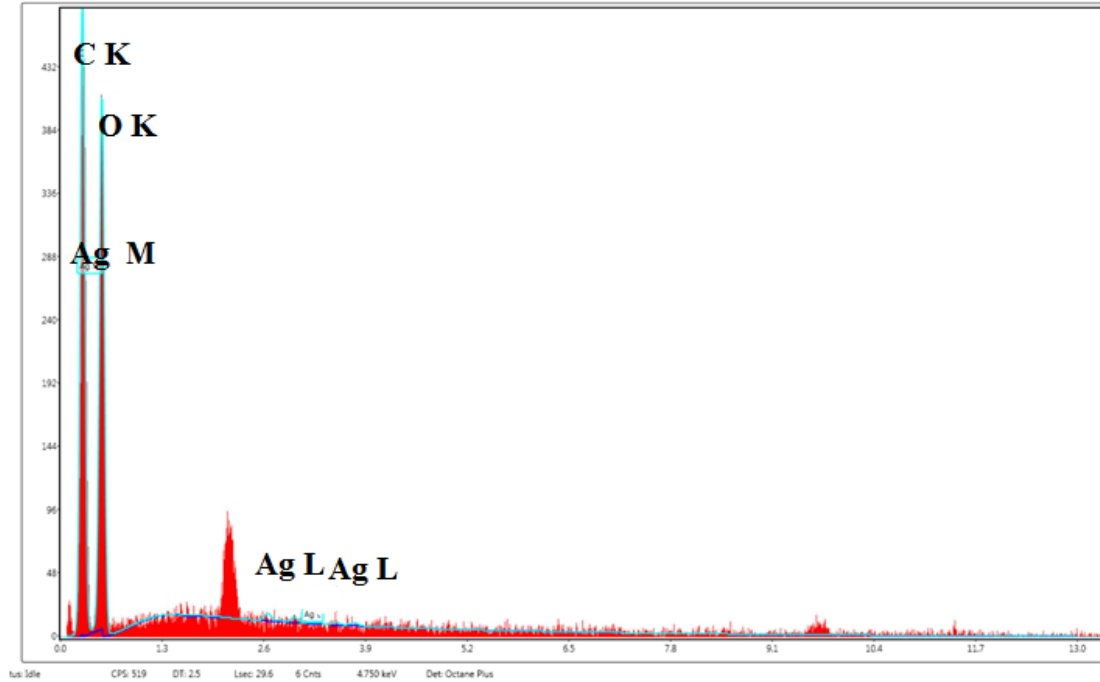
Şekil 4 ve 5’te taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüleri sunulmuştur. İşlem gören numunelerin lif yüzeyi incelendiğinde nanoparçacıkların şeklinin küre şekline benzediği görülmektedir. Şekil 4 ve Şekil 5’deki görüntüler kıyaslandığında sodyum hidroksit (NaOH) ile işlem gören numunelerde AgNP oluşumlarının daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir. NaOH ile işlem gören numuneler üzerindeki AgNP ‘lerin ortalama çapı 62 nm iken; NaOH ile ön işlem görmeyen numuneler üzerindeki AgNP’lerin çapının ortalama 152 nm olduğu ve parçacık sayılarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Gümüş nanoparçacık sentezlemede pH seviyesi önemlidir. Daha önce yapılmış bir çalışmada AgNP sentezlerken üretilen parçacık sayısının fazla olması için pH seviyesinin 10-11 civarında olması gerektiği belirtilmiştir [7]. Şekil 6’da numunelerin EDS grafiği sunulmuştur. EDS spektrumundaki pikler numune yapısındaki Ag, C ve O’nun varlığını göstermektedir. K, L, M ile gösterilen kısımlar metalin kabuğunu temsil etmektedir.



Şekil 4. In-situ metodu uygulanarak AgNP applike edilen ön işlem görmemiş dokusuz yüzey kumaşların lif yüzey görüntüsü



Şekil 5. In-situ metodu uygulanarak AgNP applike edilen ön işlem görmüş dokusuz yüzey kumaşların lif yüzey görüntüsü

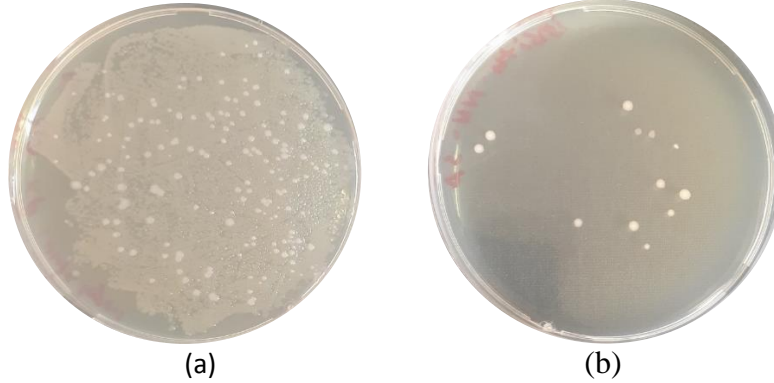


Şekil 6. Çalışmada elde edilen gümüş nanoparçacıkların EDS grafikleri

3.4. Dokusuz Yüzeylerin Antibakteriyel Aktivitelerinin Ölçümü

Çalışma kapsamında dokusuz yüzey kumaşlara uygulanan gümüş nanoparçacıkların (in-situ metodu ile) antibakteriyel etkinliğinin açıkça görülmesi adına görüntüleri Şekil 7’de sunulmuştur. İşlem görmeyen numune üzerinde canlı bakteri üreme miktarının in-situ metodu ile gümüş nanoparçacık uygulanan numune üzerindeki bakteri üremesine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu da kumaş üzerinde antibakteriyel etkinliğinin sağlanabildiğini göstermiştir.

AgNP’lerin aplike edilme işlemleriyle ilgili ayrıntılı bilgiler, işlem görmüş kumaşların ölçülen antibakteriyel etkinlikleri ve 5 yıkama sonrasındaki antibakteriyel etkinlikleri Tablo 1’de sunulmuştur. In-situ metodu ile üretilen AgNP’lerin dokusuz yüzey kumaşta emdirme yöntemine göre daha iyi bir antibakteriyel etkinlik sağladığı açıkça görülmektedir. Emdirme yöntemi öncesi uygulanan sodium hidroksitle yapılan ön işlemin kumaşların antibakteriyel etkinliğini oldukça arttırdığı tespit edilmiştir. Kumaşlara uygulanan 5 yıkama sonrası numunelerin antibakteriyel etkinlik seviyelerinin düştüğü dikkat çekmektedir.



Şekil 7. AgNP ile işlem görmeyen numunenin antibakteriyel test sonucu görüntüsü (a), in-situ metodu uygulanarak AgNP ile işlem gören numunenin antibakteriyel test sonucu görüntüsü (b)

Tablo 1. Dokusuz yüzey numunelerine uygulanan işlemlerin özellikleri ve antibakteriyel etkinlikleri

	Gümüş Nitrat (AgNO ₃) Molaritesi	Gümüş Nitrat (AgNO ₃) Hacmi	Bitki Ekstraktı	Ön İşlem	Uygulama Metodu	Antibakteriyel Etkinlik	5 Yıkama Sonrası Antibakteriyel Etkinlik
S1	0.001M	400	13 damla	Yok	Emdirme	%45	-
S2	0.001 M	400	13 damla	NaOH	Emdirme	%97	64%
S3	0.001 M	100	1:10	NaOH	In-situ	%99.33	65%

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında *C.arvensis* bitkisinden elde edilen ekstrakt ve gümüş nitrat kullanılarak yeşil sentezleme yoluyla gümüş nanoparçacıklar elde edilmiştir. Üretilen gümüş

nanoparçacıkların yüz maskesi için üretilmiş dokusuz yüzey kumaşın antibakteriyel etkinliklerinin artırılması hedeflenmiştir. Gümüş nanoparçacıklar kumaşlara in-situ ve emdirme metodu ile ayrı ayrı applike edilmiştir. Ayrıca sodyum hidroksit ile yapılan ön işlemin de gümüş nanoparçacık oluşumuna ve kumaşların antibakteriyel etkinliklerine etkisi de incelenmiştir. Sodyum hidroksitle yapılan ön işlemin elde edilen gümüş nanoparçacıkların boyutunu küçülttüğü SEM (Taramalı elektron mikroskobu) analizi ile tespit edilmiştir. Hem emdirme yöntemi hem de in-situ metodu ile applike edilen AgNP'ler ile dokusuz yüzey kumaşa antibakteriyel etkinliklerinin sağlandığı görülmüştür. Sodyum hidroksitle ön işlem gören ve in-situ metodu uygulanan dokusuz yüzey kumaşa en iyi antibakteriyel etkinliğin (%99,3) sağlandığı tespit edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda AgNP'lerin kumaş üzerinde yıkamaya karşı kalıcılığını arttırmak için farklı terbiye işlemleri, bağlayıcıların kullanılması, polimer eriyiğinin içinde in-situ metodu ile AgNP'lerin sentezi gibi parametrelerin kullanılması ön görülebilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya FDK-2021-13527 no'lu proje ile verdikleri destekten dolayı Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Bonaldi, R.R., (2018), 6 - Functional Finishes for High-Performance Apparel. In High-Performance Apparel, edited by John McLoughlin and Tasneem Sabir, 129–156. Woodhead Publishing Series in Textiles. Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-08-100904-8.00006-7.
- [2] Mao, N., Russell. S.J., (2015), Chapter 13 - Fibre to Fabric: Nonwoven Fabrics. In Textiles and Fashion, edited by Rose Sinclair, 307–335. Woodhead Publishing Series in Textiles. Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-1-84569-931-4.00013-1.
- [3] Borkow, G., Zhou, S.S., Page, T., Gabbay, J., (2010), A Novel Anti-Influenza Copper Oxide Containing Respiratory Face Mask. PLOS ONE 5 (6). Public Library of Science: e11295. doi:10.1371/journal.pone.0011295.
- [4] Yang, N., Li, W., (2013), Mango peel extract mediated novel route for synthesis of silver nanoparticles and antibacterial application of silver nanoparticles loaded onto non-woven fabrics, Industrial Crops and Products 48: 81–88.
- [5] Roy, A., Bulut, O., Some, S., Mandal, A. K., Yılmaz, M. D., (2019), Green synthesis of silver nanoparticles: biomolecule-nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity, RSC Adv., 9, 2673–2702.
- [6] Ider, M., K. Abderrafi, A. Eddahbi, S. Ouaskit, Kassiba A., (2017). Silver Metallic Nanoparticles with Surface Plasmon Resonance: Synthesis and Characterizations. Journal of Cluster Science 28 (3): 1051–1069. doi:10.1007/s10876-016-1080-1.

- [7] El-Bisi, M.K., El-Rafie H.M., El-Rafie, M.H., Hebeish, A., (2013). Honey Bee for Eco-Friendly Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Application to Cotton Textile. *Egyptian Journal of Chemistry* 56 (3): 187–198. doi:10.21608/ejchem.2013.1107.

ÖLMEZ OTU BİTKİ ÖZÜTÜ İLE HAZIRLANAN ANTİBAKTERİYEL TEKSTİL YUMUŞATICISININ KUMAŞ PERFORMANSINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Burcu SANCAR BEŞEN¹, Pınar PARLAKYİĞİT¹, Erkan YILMAZ²

¹Adıyaman Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adıyaman

²Adıyaman Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Meslek Bilimleri Bölümü
bbesen@adiyaman.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada ölmez otu (*Helichrysum armenium subsp. araxinum*) ekstresinin kullanımı ile antibakteriyel yumuşatıcı üretilmesi ve bu yumuşatıcının kumaş performansı üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, üretilen yumuşatıcılar %100 pamuklu örme kumaşlara çektirme yöntemi ile applike edilmiş ve kumaş performansları hidrofilitate, eğilme dayanımı, patlama mukavemeti, subjektif tuşe ve beyazlık ölçümü testleri vasıtasıyla araştırılmıştır. Ayrıca, ekstrenin, yumuşatıcıların ve kumaşların *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı antibakteriyel aktiviteleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ölmez Otu, Bitki ekstraksiyonu, Yumuşatıcı, Hidrofil silikon yumuşatıcı, Antibakteriyel aktivite

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ANTIBACTERIAL TEXTILE SOFTENER PREPERAD WITH EVERLASTING FLOWER EXTRACT ON THE FABRIC PERFORMANCE

ABSTRACT

In the present study, it was aimed to produce antibacterial softener through using extract of everlasting flower (*Helichrysum armenium subsp. araxinum*) and to investigate the effect of the softener on the fabric performance. For this purpose, the produced softeners applied to the 100% cotton knitted fabric by exhaustion process and the fabric performances were researched via hydrophility, bursting strength, bending rigidity, subjective handle, and whiteness degree tests. In addition, antibacterial activities of the extract, softeners and fabrics against *S.aureus* and *E.coli* bacteria were also investigated.

Key Words: Everlasting flower, Plant extraction, Softener, Hydrophilic silicone softener, Antibacterial activity

1. GİRİŞ

Günlük yaşamın temel gereksinimlerinden biri olan tekstil ürünleri bakteri ve mantarlar gibi mikroorganizmaları üzerinde taşımaktadır. Tekstil yüzeylerinin üretiminde önemli bir yere sahip olan doğal lifler, özellikle de pamuk lifleri, hidrofilik yapısından dolayı bu mikroorganizmaların hızlıca çoğalmasına sebebiyet vermektedir [1,2]. Tekstil ürünleri üzerinde söz konusu mikroorganizmaların, depolama ve tekstil ürünlerinin mağazalarda müşterilerin beğenisine sunulduğu zamanlarda birikmesi nedeniyle, tekstil ürünlerinin işletmelerden antimikrobiyal aktiviteye sahip olarak ayrılması büyük avantaj sağlamaktadır. Bilindiği gibi, söz konusu antimikrobiyal aktivite tekstil yüzeylerine ayrı bir terbiye işlemi ile kazandırılabilir olmasına rağmen, fazladan yapılan her işlem gereksiz su, enerji ve zaman tüketimine neden olmaktadır. Bu sebeple, antimikrobiyal aktivite kazandırma işleminin, tekstil terbiyesinde oldukça önemli bir yere sahip olan ve işletmeden çıkan kumaşların büyük çoğunluğuna uygulanan yumuşatma bitim işlemlerinde kullanılan yumuşatıcılarla sağlanması büyük avantaj olarak görülmektedir.

Ön terbiye işlemleri sırasında selülozik elyafın yapısında bulunan yağ, mum gibi maddelerin uzaklaştırılması nedeniyle kaybedilen doğal yumuşak tutumun tekrar kazandırılması ve tutumun iyileştirilmesi için yumuşatma bitim işlemleri yapılmaktadır [3,4]. Ticari uygulamalarda çok çeşitli yumuşatıcı maddeler olmakla birlikte, üstün özellikleri ve yüksek etkinliği nedeniyle silikon esaslı yumuşatıcılar en fazla kullanılan yumuşatıcı sınıfı olarak karşımıza çıkmaktadır [5].

Silikon yumuşatıcılarda birinci nesil yumuşatıcılar olarak adlandırılan, Polidimetilsiloksan (PDMS) esaslı kimyasallar tekstil malzemelerine hidrofobik karakter kazandırma ve kumaşın nefes almasını engelleme gibi dezavantajları olan makro emülsiyonların üretiminde kullanılmıştır. PDMS esaslı silikonların dezavantajını ortadan kaldırmak için ikinci nesil olarak aminofonksiyonel silikon yumuşatıcılar ve daha sonra da üçüncü nesil silikon yumuşatıcılar olan hidrofil silikon yumuşatıcılar üretilmiştir [6]. Hidrofilik silikon yumuşatıcılar, aktarıldığı tekstil yüzeyine iyi tutum, hidrofilité, yırtılma ve gerilme dayanımı sağlamakta; ayrıca kalıcı etkiler vermektedir [7]. Söz konusu üstün özellikleri nedeniyle, bu çalışmada hidrofil silikon yumuşatıcıların, antibakteriyel etkinlik sağlayacak şekilde üretilmesi hedeflenmiştir. Ekolojik bakış açısıyla antibakteriyel aktivitenin, doğal bitki kaynakları ile sağlanacağı uygun olacağı belirlenmiştir.

Bitki kaynaklarının büyük çoğunluğu sağlığımız için oldukça önemli olan fenolik ve flavonoidler gibi çeşitli fitokimyasallar içermeleri nedeniyle [8] farklı iyileştirici özelliklere sahiptir ve bu sebeple, çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanımına yönelik uygulamalar, binlerce yıl öncesine dayanmaktadır [9]. Son yıllarda, ekolojik ve sürdürülebilir ürünlere olan ilginin artması sebebiyle, bitkilere ve bitkilerden hazırlanmış ürünlere olan talep yükselmiştir. Bu sebeple, söz konusu bitkisel ürünlerin sayısı artmış ve bitkisel kaynaklar özellikle bilimsel ve ticari olarak birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır [10].

Bitkilerin ikincil metabolizmasında sentezlenen; proteinler, karbohidratlar, vitaminler, mineraller, fenolikler, flavonoidler ve alkaloidler gibi kimyasalları içeren fitokimyasallar, bitkilere spesifik tat, koku, renk gibi birçok özellik sağlamaktadır [11]. Söz konusu

fitokimyasallar, bitki türlerine ve bitkinin çeşitli kısımlarına göre farklılık göstermektedir ve yapılan araştırmalar, birçok bitki kaynağının; tanenler, alkaloidler, fenolik bileşikler flavonoidler gibi antimikrobiyal aktivite sağlayan bileşenler bakımından zengin olduğunu göstermiştir [12]. Farklı bitkisel kaynaklarda bu bileşenlerin varlığının ve miktarlarının değişiklik göstermesi nedeniyle mevcut çalışmada hem yapılan literatür araştırması hem de yapılan testler vasıtasıyla antibakteriyel özelliği ortaya konulmuş olan ölmez otu bitkisi ile çalışılmıştır.

Dünya çapında 600'den fazla türü olan Helichrysum; Afrika, Madagaskar, Avustralasya ve Avrasya'da yetişmektedir. Asteraceae (Compositae) familyasına ait Helichrysum türleri bu bölgelerde yaygın olarak geleneksel tıbbi bitki olarak kabul edilmektedir [13]. Türkiye'de altın çiçek, ölmez çiçek, ölmez otu gibi isimlerle bilinen türü [14], anti-inflamatuar, antioksidan, antimikrobiyal ve sitotoksik özellikler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik özellikleri nedeniyle, İran, Türkiye ve dünyanın diğer bölgelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [15].

Bu çalışmada, antibakteriyel özellik gösteren yumuşatıcıların üretiminde, ölmez otu bitkisinin metanol ekstresi kullanılmıştır. Bu amaçla, ölmez otunun metanol ekstresi hazırlanmış ve hazırlanan ekstre ile hidrofil silikon yumuşatıcı üretilmiştir. Söz konusu yumuşatıcı %100 pamuklu örme kumaşlara (boyamaya hazır) çektirme yöntemi ile applike edilmiştir. Ekstrelerin, yumuşatıcıların ve kumaşların antibakteriyel aktiviteleri araştırılmış; yumuşatıcı aktarılmış kumaşların performanslarını değerlendirmek amacıyla da kumaşlara hidrofilite, subjektif tuşe, eğilme dayanımı, patlama mukavemeti ve beyazlık ölçümü testleri yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan ölmez otu bitkisinin, toprak üstü kısımları 2021 yılı Haziran ayı içerisinde Bingöl Metan dağından toplanmıştır. Toplanan örnekler gölgede kurutularak temiz ve kuru şekilde saklanmıştır. Hazırlanan herbaryum örneği Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumunda HUEF-21042 numarası ile saklanmaktadır.

Silikon yumuşatıcıların üretilmesi için, non-iyonik yapıdaki hidrofil silikon yağı (Magnasoft 238, Latro Kimya) ve mekanik karıştırıcı (Isolab) kullanılmıştır.

Çalışmada, boyamaya hazır (işletme şartlarında ön terbiyesi yapılmış) %100 pamuklu süprem örme kumaş (Ne30/1, 157 g/m²) kullanılmıştır. Kumaş numuneleri Yaka Tekstil, Malatya'dan temin edilmiştir. Hazırlanan yumuşatıcıların kumaşlara aplikasyonunda IR boyama makinesi (Termal), flottenin pH'ının ayarlanmasında asetik asit (Merck) kullanılmıştır.

2.2. Metot

Bitki ekstresinin hazırlanmasında, öncelikle kuru bitki toz hale getirilmiştir. Toz haline getirilmiş olan bitki, metanol içerisinde 40 °C'yi aşmayan sıcaklıktaki su banyosunda,

toplamda 3 defa olmak üzere ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuştur. Hazırlanan ekstraleler süzülerek 40 °C’de vakum altında yoğunlaştırılmıştır. İşlem sonunda %13.79 verim ile ekstre elde edilmiştir. Hazırlanan bitki ekstresinden distile su ile 20 mg/ml stok çözelti hazırlanarak bu çözelti kullanılacağı zamana kadar buzlukta saklanmıştır.

Antibakteriyel özelliğe sahip hidrofil silikon yumuşatıcının üretimi için, hidrofil silikon yağı ile %10 konsantrasyonlu yumuşatıcılar hazırlanmıştır. Yumuşatıcılar, 20 mg/ml stok ölmez otu ekstresi ile ve referans olması bakımında sade su ile olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanmıştır. Bu amaçla, hazırlanmak istenilen yumuşatıcı miktarına göre, yağ tartılıp geri kalan kısmı stok ekstre çözeltisi/distile su ile tamamlanarak mekanik karıştırıcıda 300 rpm hızda 30 dakika karıştırılmıştır. Hazırlanan yumuşatıcılar kullanılacağı zamana kadar, buzdolabında +4 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Yumuşatıcı üretiminde kullanılan deney planı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Yumuşatıcı üretiminde kullanılan deney planı

Numune	Silikon yağı (%)	Stok Ekstre çözeltisi (%)	Su (%)
Y1	10	-	90
Y2	10	90	-

Hazırlanan yumuşatıcılar daha sonra, kumaş numunelerine IR boyama makinesinde, 1/10 flotte oranında, %5 yumuşatıcı konsantrasyonu ile 40 °C’de 30 dakika süreyle applike edilmiştir. Hazırlanan flottelerin pH’ı asetik asit ile 5-5.5 arasına getirilmiştir. Aplikasyon sonrası kumaşlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Yumuşatıcıların kumaş numunelerine aplikasyonunda kullanılan deney planı Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Yumuşatıcıların kumaş numunelerine aplikasyonunda kullanılan deney planı

Numune	Yumuşatıcı	Aplikasyon	Yumuşatıcı konsantrasyonu
K1	Referans (Y1)	Çektirme	%5
K2	Bitki ekstresi içeren (Y2)		

2.3. Araştırma yöntemleri

Hidrofilite testi: Kumaş numunelerinin hidrofilite testleri damlatma ve batma yöntemlerine göre yapılmıştır. Damlatma testinde, kumaş yüzeyine pastör pipet yardımıyla saf su damlatılmış ve suyun kumaş tarafından tamamen emilme süresi ve emilim sonrası ıslak alanın çapı ölçülmüştür [16]. Test 4 tekrarlı olarak yapılmış ve değerlerin ortalaması alınmıştır. Batma testinde, 5x5 cm boyutlarındaki kumaş numuneleri, 500 mL saf su içeren behere 1 cm yükseklikten bırakılmış, kumaşlar ıslanıp tamamen dibe batmaları için gereken süreler kaydedilmiştir [17]. Test dört tekrarlı olarak yapılmış ve değerlerin ortalaması alınmıştır.

Beyazlık değeri ölçümü: Yumuşatıcıların aktarıldığı kumaş numunelerinin beyazlığında bir değişim olup olmadığının araştırılması için, spektrofotometre (DataColor) ile kumaş numunelerinin beyazlık değerleri (Berger olarak) ölçülmüştür. Ölçümler (W173) formülasyonu ve D65 gün ışığı altında 10° gözlemci açısı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir kumaş numunesinden üç ölçüm alınmış ve sonuçların ortalaması verilmiştir.

Patlama mukavemeti testi: Hazırlanan yumuşatıcıların aktarıldığı kumaş numunelerinin mukavemet değerlerinde bir değişim olup olmadığını gözlemlemek amacıyla, yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerine, ISO 13938-2:2019 standardına göre patlama mukavemeti testi uygulanmıştır. Test üç tekrarlı olarak yapılmış ve değerlerin ortalaması alınmıştır.

Eğilme dayanımı testi: Kumaş numunelerinin tuşelerini kantitatif olarak değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiş ve normalde dokuma kumaşlar için kullanılan TS 1409 standardı örme kumaşlara uyarlanarak, Shirley sertlik ölçüm cihazında gerçekleştirilmiştir. 2.5 cm x 15 cm boyutlarında şerit halinde hazırlanan numuneler bir ucundan tutulurken, diğer ucundan kendi ağırlığı ile serbest bırakılmış ve kumaş numunesinin ucu, yatayın altında 41,5° eğimli bir seviyeye ulaştığında sarkan uzunluk ölçülmüştür. Eğilme dayanımı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Xa: Sarkan uzunluğu; W: Kumaş gramajı)

$$\text{Eğilme uzunluğu; } Ca = Xa/2 \text{ (cm)}$$
$$\text{Eğilme dayanımı; } Ga = 0,1 * W * Ca^3 \text{ (mg.cm)}$$

Subjektif tuşe testi (Anket çalışması): Bu test herhangi bir standart olmaksızın, anket hazırlanarak, ankete katılan bireylerin tamamen subjektif fikirlerine dayanarak yapılan bir tuşe testidir. Bu anket formunda kumaşların yumuşaklık durumu ve tuşe durumu 2 başlık altında incelenmiş ve anket 10 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Test 15 farklı kişi ile gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınmıştır. Kantitatif tuşe değerlendirmesi için kullanılan Tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. Kantitatif tuşe değerlendirmesi için kullanılan tablo

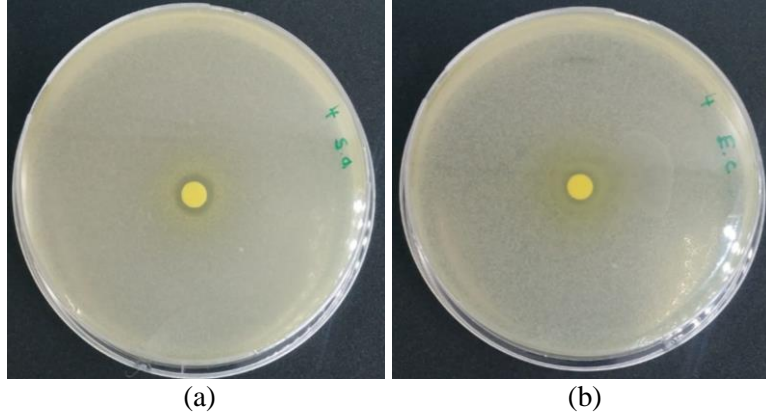
Kod	Yumuşaklık Durumu					Tuşe Durumu				Toplam Sonuç
	1	2	3	4	5	Sert (0)	Yumuşak (2)	Dökümlü (2)	Kaygan (1)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Antibakteriyel aktivite testleri: Çalışmada hazırlanan bitki ekstrelerine ve yumuşatıcılara disk difüzyon yöntemine, yumuşatıcıların aktarıldığı kumaşlara AATCC 100 standardına göre antibakteriyel aktivite testleri yapılmıştır. Antibakteriyel etkinlik değerlendirilmesinde, gram pozitif bakteri suşu olarak *Staphylococcus aureus*; gram-negatif bakteri suşu olarak *Escherichia coli* kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bitki Ekstresinin Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

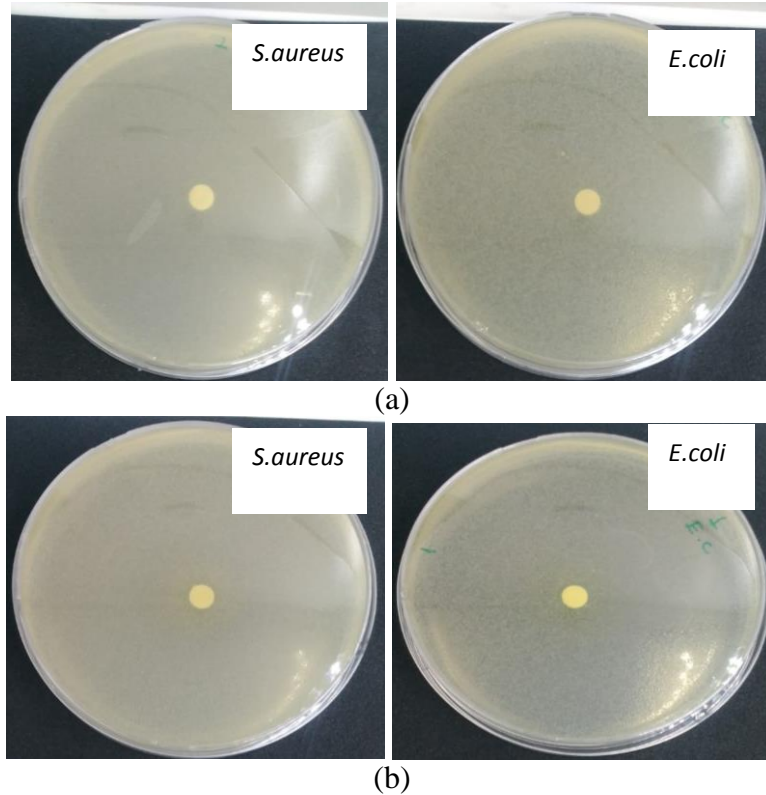
20 mg/ml konsantrasyonda hazırlanan stok ölmez otu ekstresi çözeltisinin, disk difüzyon yöntemi ile *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı araştırılan, antibakteriyel aktivite sonuçları Şekil 1'de görülmektedir. Hazırlanan ekstre *S.aureus* bakterisine karşı 11.2 mm, *E.coli* bakterisine karşı 8 mm inhibisyon çapına sahiptir. Bu da hazırlanan stok çözeltinin test edilen her iki bakteri türüne karşı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 1. Hazırlanan ekstrelerin (a) *S. aureus* (b) *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel aktivite sonuçları

3.2. Hazırlanan Yumuşatıcıların Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Tablo 1’de verilen deney planı doğrultusunda hazırlanan, bitki ekstresi içeren (Y2) ve referans (Y1) yumuşatıcıların disk difüzyon yöntemi ile *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı araştırılan, antibakteriyel aktivite sonuçları Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’den de görüldüğü gibi referans yumuşatıcı test edilen her iki bakteriye karşı herhangi bir aktivite göstermezken, Y2 kodlu bitki ekstresi içeren yumuşatıcı *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı sırasıyla 9 mm ve 6.1 mm çapında inhibisyon göstermiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, ölmez otu bitki ekstresi içeren yumuşatıcının test edilen her iki bakteri türüne karşı antibakteriyel aktivitesinin olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 2. Hazırlanan (a) referans ve (b) bitki ekstresi içeren yumuşatıcının (a) *S.aureus* (b) *E.coli* bakterisine karşı antibakteriyel aktivite sonuçları

3.3. Yumuşatıcıların Aktarıldığı Kumaşların Test Sonuçları

Hazırlanan antibakteriyel yumuşatıcı ve referans yumuşatıcı %100 pamuklu örme kumaşlara çektirme yöntemine göre applike edilerek, yumuşatıcının kumaş performansı üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerinin damlatma ve batma yöntemine göre test edilmiş hidrofilite sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kumaş numunelerinin hidrofilite sonuçları

Numune	Damlatma		Batma
	Süre (sn)	Çap (mm)	Süre (sn)
İşlem görmemiş	2,44	15,75	2,85
K1	6,52	14,80	11,22
K2	5,12	15,20	10,21

Tablo 4 incelendiğinde, yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerinin hidrofilitesinin işlem görmemiş kumaşa göre bir miktar azaldığı ve K1 kodlu kumaş (referans) ile K2 kodlu kumaşlar (bitki ekstresi içeren yumuşatıcı aktarılan) arasında önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Bu sonuçlar, ölmez otu ekstresi ile üretilen antibakteriyel yumuşatıcının, kumaş numunelerinin hidrofilitesi üzerinde herhangi bir olumsuzluk yaratmadığını ortaya koymaktadır.

Yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerinin patlama mukavemeti, eğilme dayanımı, subjektif tuşe ve beyazlık değerleri Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5. Kumaş numunelerinin patlama mukavemeti, eğilme dayanımı, subjektif tuşe ve beyazlık değerleri

Numune	Patlama Mukavemeti (KPa)	Eğilme Dayanımı (mg.cm)	Subjektif Tuşe	Beyazlık (Berger)
İşlem görmemiş	228,65	121,51	5,2	66,98
K1	204,85	106,49	7,25	65,44
K2	206,40	103,97	7,63	61,18

Tablo 5 incelendiğinde, yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerinin patlama mukavemeti değerlerinin işlem görmemiş kumaşa göre daha düşük olduğu, ancak söz konusu düşüşün %15'in altında olduğu görülmektedir. Bu durumun, kumaşlara aktarılan yumuşatıcı nedeniyle lif-lif sürtünmesinin azalmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Bunun yanında, K1 ve K2 kodlu kumaş numunelerinde patlama mukavemeti değerleri oldukça yakındır. Bu durum, çalışma kapsamında üretilen antibakteriyel yumuşatıcının, kumaş numunelerinin fiziksel özellikleri (mukavemet) üzerinde herhangi bir olumsuzluk yaratmadığını göstermektedir. Kumaş numunelerinin tuşelerini değerlendirmek üzere araştırılan, eğilme dayanımı ve subjektif tuşe testi sonuçları ise yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerinin tutumun iyileştiğini ve K1 ve K2 kodlu kumaşlar arasında belirgin bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Kumaş numunelerinin beyazlık sonuçları incelendiğinde, antibakteriyel yumuşatıcının, içeriğindeki ekstrenin yeşilimtırak rengi nedeniyle, beyaz kumaşın renginde

hafif bir düşüşe sebebiyet verdiği görülmektedir. Söz konusu düşüş beyaz kumaşlarda kendini belli ederken, renkli kumaşlarda bu değişimin önemli olmayacağı düşüncesi ile böyle bir yumuşatıcının renkli kumaşlarda kullanılmasının daha doğru olduğu düşünülmektedir.

Yumuşatıcı aktarılmış kumaş numunelerinin AATCC 100 yöntemine göre *S.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı araştırılan antibakteriyel aktivite sonuçları Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. Kumaş numunelerinin antibakteriyel aktivite sonuçları

Numune	<i>S.aureus</i>			<i>E.coli</i>		
	Bakteri sayısı (0.saat)	Bakteri sayısı (24.saat)	% Azalma	Bakteri sayısı (0.saat)	Bakteri sayısı (24.saat)	% Azalma
İşlem görmemiş	1,75*10 ⁵	3,10*10 ⁵	-	3,20*10 ⁵	5,10*10 ⁶	-
K1	1,75*10 ⁵	1,73*10 ⁵	1,14	3,20*10 ⁵	3,15*10 ⁵	1,56
K2	1,75*10 ⁵	0,68*10 ⁵	61,14	3,20*10 ⁵	1,81*10 ⁵	43,43

Tablo 6, bitki ekstresi içeren yumuşatıcının test edilen her iki bakteri türüne karşı belli bir antibakteriyel aktivite sağladığını; ancak söz konusu aktivitenin çok yüksek olmadığını göstermektedir. Bu aktivitenin artırılması kumaşa aktarılan yumuşatıcı konsantrasyonun artırılmasıyla mümkün olabilecektir; ancak yumuşatıcı konsantrasyonun artışıyla kumaşın beyazlığında, bitki ekstresinin yeşilimtırak renginden kaynaklı gerileme olması muhtemeldir. Bu sebeple ya koyu zeminli ya da rengin çok önemli olmadığı tekstil yüzeylerinin yumuşatılmasında, yumuşatıcı konsantrasyonu artırılarak uygulama yapılmasıyla daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahip yüzeylerin eldesi mümkün olabileceği düşünülmektedir.

4. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında, yapılan literatür araştırması sonucunda antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu belirlenmiş ölmez otu bitkisi özütü ile antibakteriyel özellik gösteren tekstil yumuşatıcısı üretilmiştir. Bu amaçla ölmez otu bitkisinin metanol çözeltisi ile çıkarılan ekstresi, hidrofil silikon yumuşatıcı reçetesine dahil edilerek yumuşatıcı üretimi yapılmıştır. Söz konusu yumuşatıcının ve ölmez otu ekstresinin *E.coli* ve *S.aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel aktivitesi doğrulandıktan sonra, üretilen yumuşatıcılar %100 pamuklu boyamaya hazır örme kumaşlara aktararak, kumaş numunelerinin performans özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla kumaş numunelerine hidrofilite, eğilme dayanımı, subjektif tuşe ve patlama mukavemeti testleri ile beyazlık ölçümü yapılmıştır. Ayrıca kumaş numunelerinin *E.coli* ve *S.aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel aktiviteleri de incelenmiştir.

Sonuçlar ölmez otu ekstresi içeren antibakteriyel yumuşatıcının, aktarıldığı kumaş üzerinde herhangi bir negatif etkisinin olmadığını göstermiştir. Sadece, ekstreli yumuşatıcının aktarıldığı kumaş numunesinin beyazlığında, bitki ekstresinin renginden kaynaklı hafif bir gerileme söz konusu olmuştur. Ancak çalışma kapsamında belirlenen yumuşatıcı konsantrasyonunda oluşan bu durumun çok önemli olmadığını söylemek mümkündür. Sadece belirlenen aplikasyon şartlarında, ekstreli yumuşatıcının aktarıldığı kumaşların antibakteriyel aktivitesi çok yüksek çıkmamış ve bu durumun aplikasyon konsantrasyonundan kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Ancak beyaz kumaşlarda konsantrasyon artışı mümkün olmadığından,

çalışma kapsamında üretilen bu yumuşatıcının ya koyu zeminli ya da rengin çok önemli olmadığı tekstil yüzeylerinde daha yüksek konsantrasyonlarda kullanımı önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan bitki numunesini tanımlayan Prof. Dr. Ömer Kılıç'a teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- [1] Gao, Y. and Cranston, R., (2008), Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles, *Textile Research Journal*, 78(1), 60-72
- [2] Liu, J., Liu, C., Liu, Y., Chen, M., Hu, Y., Yang, Z., (2013), Study on the grafting of chitosan-gelatin microcapsules onto cotton fabrics and its antibacterial effect, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 109, 103– 108
- [3] Badr, A.A., (2018), Performance of Knitted Fabrics Finished With Different Silicone Softeners, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 13(1), 47-59.
- [4] Hemen C., Polat Ö., Yıldız C., Akkoyun O., (2020), Tekstil Materyallerinde Aroma Hijyen Teknolojisi Kullanılarak Ter Kokusunu Önlemek Amacıyla Hazırlanan Konsantre Yumuşatıcı Performansının Değerlendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 27(117), 48-53.
- [5] Sancar Beşen, B., Balcı, O., (2017), Investigation of the Effects of Silicone Emulsions Having Different Particle Sizes on Knitted Fabrics Depending on the Type of Yarn, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 29(3), 394-416.
- [6] Balcı, O., Kınoğlu, G.Ö., Sancar Beşen, B., (2019), Silicone Oil Based Softeners Including Different Additives – Part I: Characterization of the Softeners and Investigation of Their Effects on Mechanical Properties of the Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 31(1), 130-144.
- [7] Artikboeva, R., Wu, Y., Yang, M., Jie, C., Heng, Q., (2020), Preparation and Application of the Hydrophilic Amino-Silicone Softener by Emulsion Polymerization, *Advances in Chemical Engineering and Science*, 10(1):1-23
- [8] Acet, T., Özcan, K., (2018), Aslanpençesi (*Alchemilla ellenbergiana*) Ekstrelerinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi, *GÜFBED/GUSTIJ*, 8(1), 113-121.
- [9] İnce, İ., Çırgıgil, N., Gümüştaş, B., Kozguş Güldü, Ö., Karaman, D., Medine, E.İ., Güler, G. & Karasulu, E., (2019), Geleneksel Olarak Yara Tedavisinde Kullanılan Kudret Narı (*Momordica charantia* L.) Zeytinyağı Maseratı Kullanılarak Krem Formunun Geliştirilmesi ve İn Vitro Yara İyi Edici Etkisinin Araştırılması, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 38–48.
- [10] Çelik, E., Çelik, G.Y., (2007), Bitki Uçucu Yağların Antimikrobiyal Özellikleri, *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6.
- [11] Ayhancı, T., (2019), Bazı Endemik Bitkilerin Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, İzmir. 2,3
- [12] Manandhar, S., Luitel, S., Dahal, R.K., (2019), In Vitro Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plants against Human Pathogenic Bacteria, *Journal of Tropical Medicine*,

<https://doi.org/10.1155/2019/1895340>

- [13] Kutluk, I, Aslan, M., Orhan, I.E., Özçelik, B., (2018), Antibacterial, antifungal and antiviral bioactivities of selected *Helichrysum* species, *South African Journal of Botany*, 119, 252-257
- [14] Bahşi, M., Emre, M.Y., Emre, İ., Kurşat, M., Yılmaz, Ö., (2020), The determination of some biochemical contents of *Helichrysum armenium* DC. subsp. *araxinum* (Kirp.) Takht, *Biological Diversity and Conservation*, 13(1): 96-101
- [15] Oji, K.A., Shafaghat, A., (2012), Constituents and Antimicrobial Activity of the Essential Oils from Flower, Leaf and Stem of *Helichrysum armenium*, *Natural Product Communications*, 7(5): 671-674.
- [16] Kınoğlu, G.Ö., (2014), Silikon Esaslı Yumuşaticıların Pamuklu Kumaşların Konfor Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [17] Cengiz, Ö.F., Erkale, İ., Özkayalar, S., Alay Aksoy, S., Boyacı, B., Kaplan, S., (2019), Mikrokapsül Uygulanmış Kumaşların Transfer ve Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 26: 115, 243-251.

3 ATKILI VE 4 ATKILI SİSTEMLERDE ÇÖZGÜ RAPORU DEĞİŞİMİNİN HAV BAĞLANTISI VE PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mustafa Şahin KOŞAK, Navruz ÜDÜRGÜCÜ

Sanko Tekstil İşletmeleri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (Havlu) Ar-Ge Merkezi,
Gaziantep
Sahin.Kosak@sankohavlu.com

ÖZET

Havlu kumaş dokuma işleminde zemin örgüsü üç atkılıda Rç 2/1 , (rips çözgü) dört atkılıda ise Rç 2/2 (rips çözgü) kullanılır. Çalışmada zemin ve hav örgüsü değişiminin üretim ve kumaş performansı üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda 3 atkılı ve 4 atkılı sistemler için farklı çözgü raporu denemeleri yapılmıştır. Dokuma işleminde çözgü raporu dışındaki tüm parametreler aynı tutularak deney planındaki desenler dokuma makinesi üzerinde denenmiştir. Elde edilen numunelerin performans özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen numunelere hidrofilité testi (ASTM D7272-97), boyutsal değişim, hav bağlantı ve elyaf döküntü tespiti (31059 CPSD-SL) testleri uygulanmıştır.

Anahtar Kelime: Havluda atkı sayısı, çözgü raporu, atkı sıklığı, hav bağlantı kuvveti

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF WARP REPORT CHANGE ON PILE CONNECTION AND PERFORMANCE IN 3-WEFT AND 4-WEFT SYSTEMS

ABSTRACT

In the terry weaving process, Rç 2/1 (rips warp) is used for the ground weave with three wefts, and Rç 2/2 (rips warp) is used for the four wefts. In this study, it is aimed to investigate the effect of ground and pile weave changes on production and fabric performance. In this context, different warp pattern experiments were carried out for 3-weft and 4-weft systems. In the weaving process, all the parameters except the warp pattern were kept the same, and the patterns in the experiment plan were tried on the weaving machine. The performance properties of the obtained samples were examined. Absorption test (ASTM D7272-97), shrinkage, fluff shrinkage and fiber debris detection (31059 CPSD-SL) tests were applied to the samples obtained as a result of the study.

Keywords: Number of wefts in towel, warp pattern, weft density, pile bond strength

1.GİRİŞ

Havluların sınıflandırılması ağırlık, üretim yöntemi, kumaş yüzeylerindeki hav varlığına, hav yapısına ve bitim işlemlerine göre yapılabilir. Havlu kumaşlarda her hav sırası için gerekli atkı sayısına göre de (2 atkılı, 3 atkılı, 4 atkılı, 5 atkılı, 6 atkılı, 7 ve daha fazla atkılı) sınıflandırılabilir [1-3-5-6].

Zemin örgü raporu bir sıra havın oluşması için gerekli atkı ipliği sayısına göre belirlenmekte olup 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 atkılı olabilmektedir. Ancak sıklığın 2 atkılı sistemde çok düşük, 5 ve daha fazla atkılı sistemlerde de fazla olması nedeniyle önemini yitirmiştir. En yaygın olarak kullanılanlar 3 ve 4 atkılı havlu dokularıdır [1-2].

Üç Atkılı Havlu Dokuma Tekniği: Her 3 atkıda bir hav bağlantısı oluşmaktadır. İlk 2 atkı kumaş hizasına taşınmamakta ancak 3. Atkı atıldıktan sonra tam bir tefeleme gerçekleşmektedir. Üç atkılı dokuma tekniği dört atkılı sisteme göre daha kısa mesafe aralıklarında hav oluşturması, dolayısıyla birim zamandaki üretim miktarının yüksek olması nedeniyle en yaygın kullanılan sistemdir.

Dört Atkılı Havlu Dokuma Tekniği: Bu sistemde arka arkaya 4 tane atkı ipliği atıldıktan sonra gerçekleşen tefeleme ile bir sıra hav oluşturulmakta olup desen oluşumu 3 atkılı sisteme göre daha düzgün olduğundan özellikle jakarlı dokuma tezgahlarında tercih edilmektedir.

Üç atkılı ve 4 atkılı havlular tutum ve görünüm bakımından farklılık göstermekte olup 3 atkılı dokular düz bir görünüm yansıtırken ve ince bir yapıya sahipken 4 atkılı havlular daha kalındır [2-4].

Bu çalışmada 3 atkılı ve 4 atkılı sistemlerde çözgü raporunun havlu kumaş performansı üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Zemin örgüsü olarak üç atkılıda Rç 2/1 , (rips çözgü) dört atkılıda ise Rç 2/2 (rips çözgü) kullanılır. Zemin ve hav örgüsü değişiminin üretim ve kumaş performansı üzerine etkisi çalışmada incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında zemin çözgü ipliği olarak Ne 20/2 pamuk, hav çözgü ipliği olarak Ne 16/1 pamuk ve atkı ipliği olarak Ne 14/1 pamuk ipliği kullanılmıştır. Dokuma işlemi sonrasında yaş işlem olarak ön terbiye işlemi yapılmıştır. Elde edilen havluların yaş işlemlerinde ıslatıcı, kombine ağartma kimyasalı, kostik (48 Be°), hidrojen peroksit (%50), optik parlatici, asetik asit (%80), antiperoksit enzim ve yumuşatıcı kimyasallar kullanılmıştır.

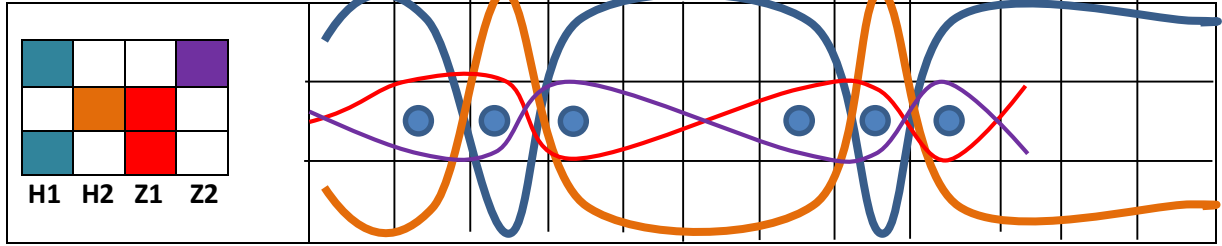
2.2. Metot

2.2.1. Dokuma İşlemi

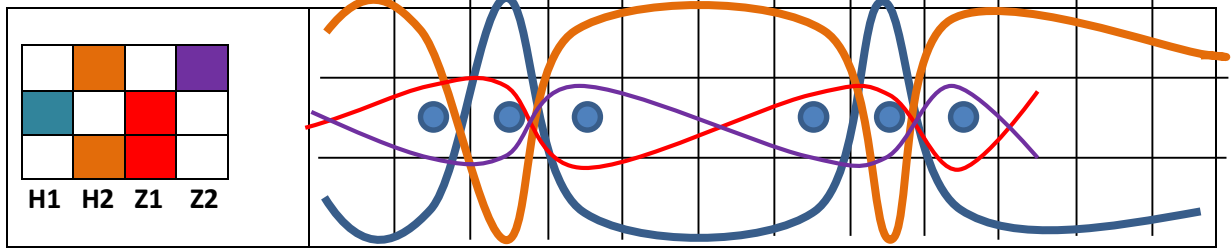
Havlu dokuma işleminde atkı, zemin çözgü ve hav çözgü iplikleri kullanılarak havlu dokuma işlemleri yapılmaktadır. Dokuma işlemi 3 atkılı ve 4 atkılı yöntem ile iki yüzü ilmekli olarak deney planı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Dokuma işleminde 13 farklı zemin çözgü

raporu denemeleri ile gerçekleştirilmiştir. Dokuma işlemi Dornier marka jakarlı dokuma makinesinde gerçekleştirilmiştir. Dokuma işleminde zemin çözgü, hav çözgü ve atkı iplikleri sabit tutularak yapılmıştır. Dokuma işlemlerinde atkı sıklığı 18 adet/cm ve tarak numarası 11 diş/cm olarak gerçekleştirilmiştir. Zemin çözgü raporları Şekil 1’de verilmiştir.

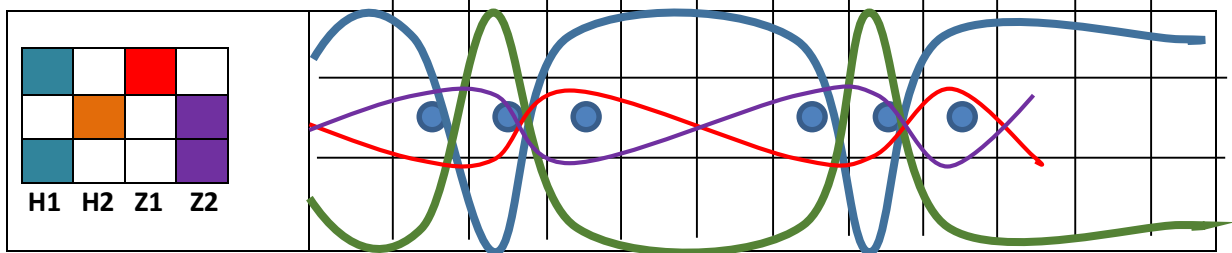
Deney No 1



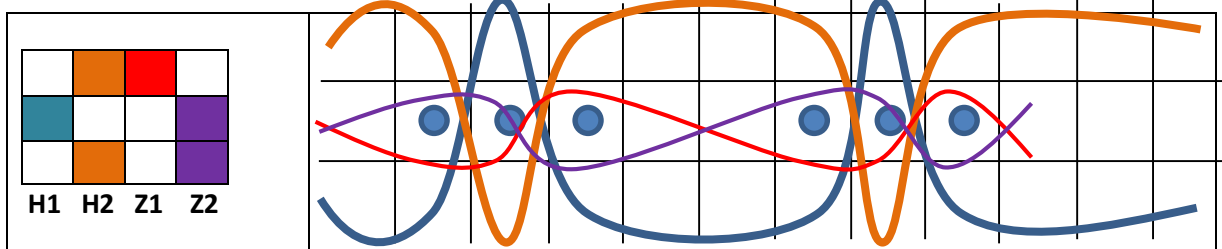
Deney No 2



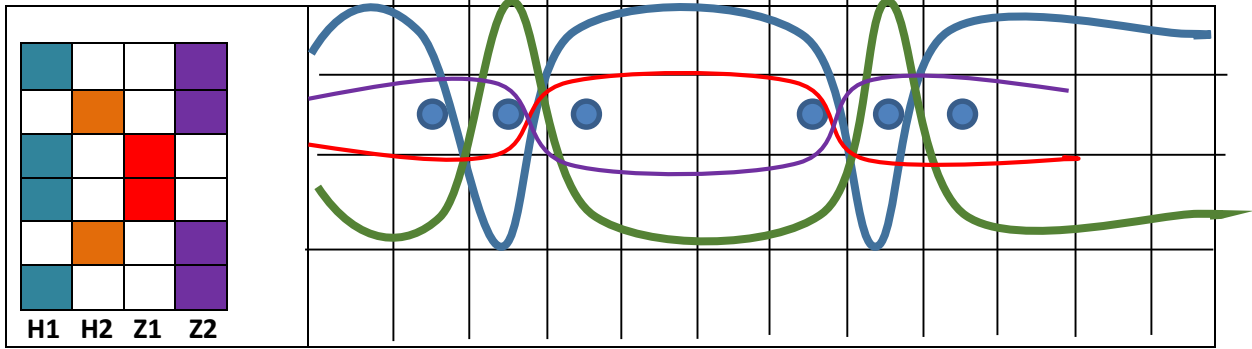
Deney No 3



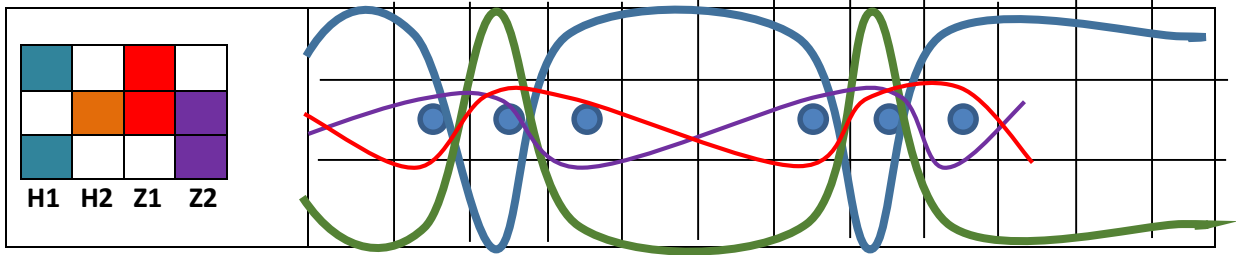
Deney No 4



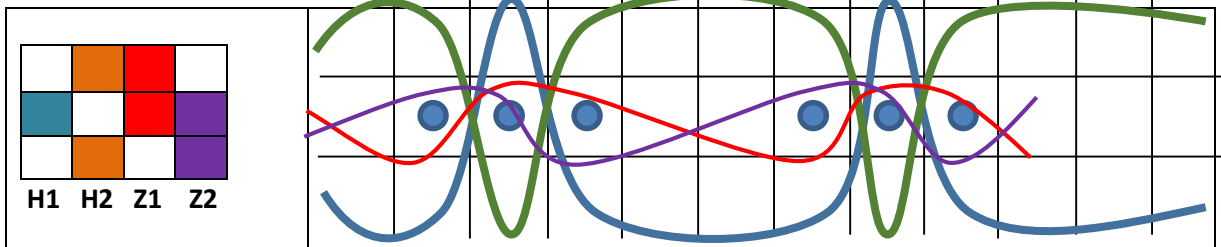
Deney No 5



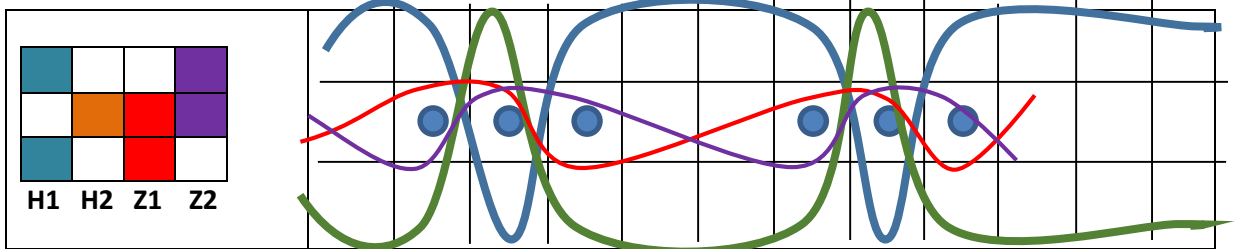
Deney No 6



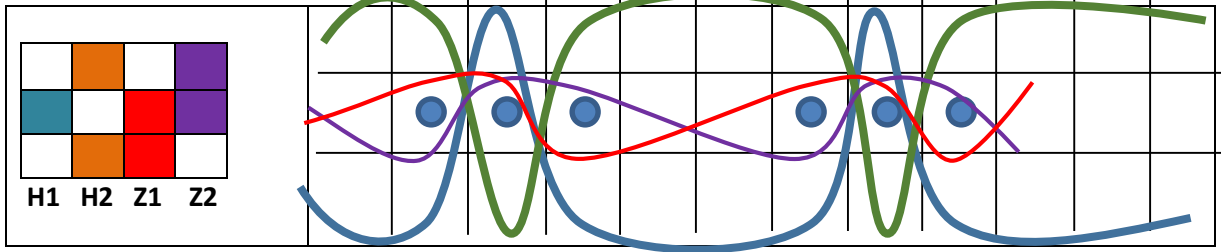
Deney No 7



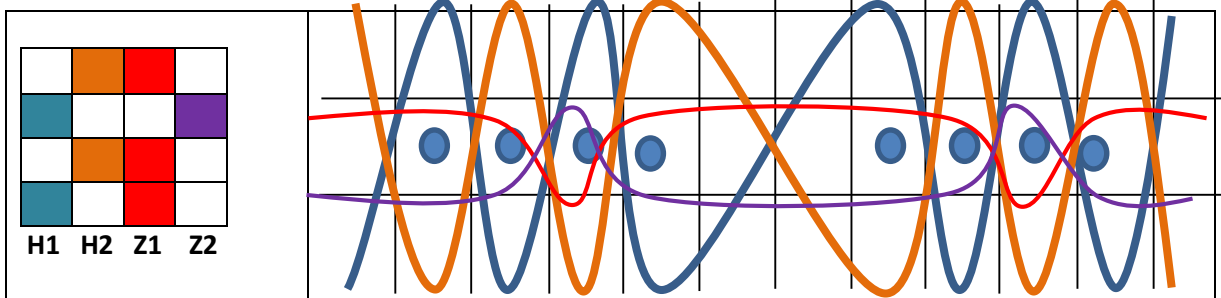
Deney No 8



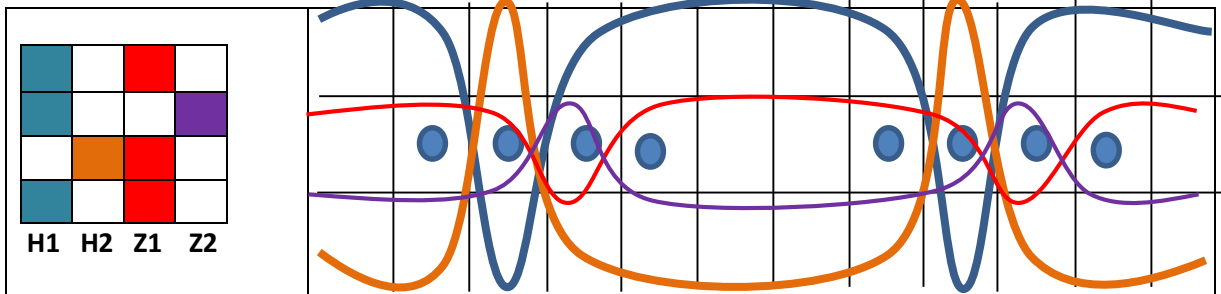
Deney No 9



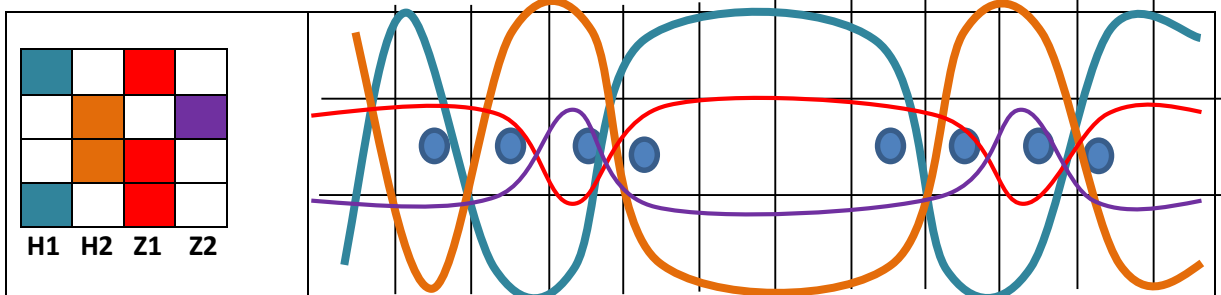
Deney No 10



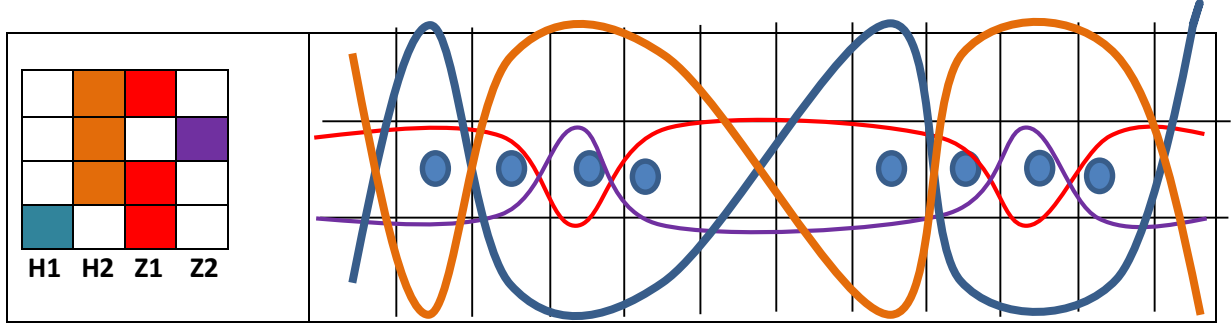
Deney No 11



Deney No 12



Deney No 13



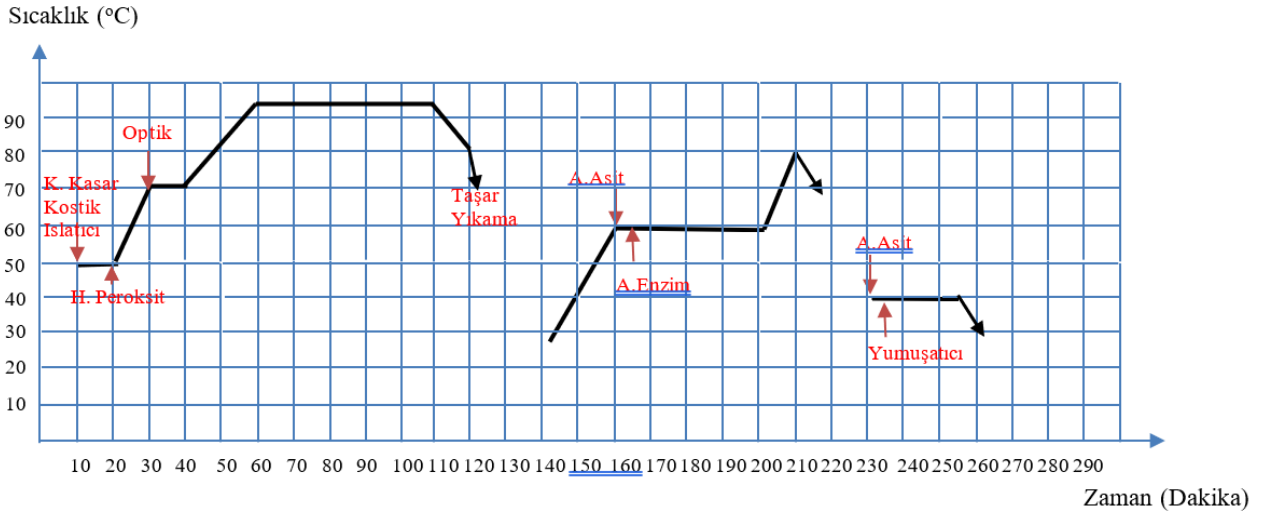
Şekil 1. Dokuma zemin raporu denemeleri

2.2.2. Yaş İşlemler

Çalışma kapsamında elde edilen havlu kumaşlara, Tablo 1’de reçetesi verilen şartlarda MCS Model HT boyama makinasında çektirme yöntemine göre ön terbiye işlemi uygulanmıştır. Bu doğrultuda tüm denemelere aynı proses şartlarında çektirme yönteminde yaş işlem uygulanmıştır. Gerçekleştirilen denemelerin işlem parametreleri Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Ön Terbiye Reçetesi

Kimyasal	Reçete
Islatıcı	0,7 g/L
Kombin Kasar Kimyasalı	2 g/L
Kostik	%4,5
Hidrojen Peroksit	%11
Optik Beyazlatıcı	%0,7
Asetik Asit	1,2 g/L
Antiper Enzim	0,6 g/L
Yumuşatıcı	%1
Flotte Oranı	1/7



Şekil 2. Ön terbiye işlem parametreleri

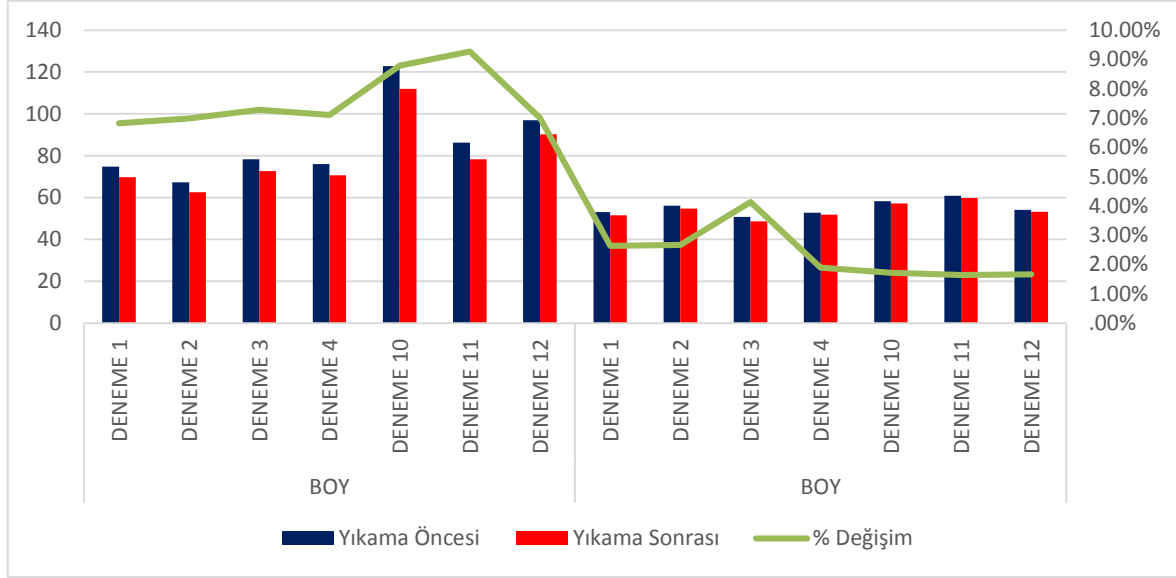
2.3. Araştırma Yöntemleri

Elde edilen havlu kumaşlara boyutsal değişim, hidrofilite testi (ASTM D4772-97) [7], elyaf döküntü tespiti (31059 CPSD-SL) testleri ve hav bağlantı testi yapılmıştır. Boyutsal değişim testi için en ve boydan yıkama sonrası havlu kumaşın ne kadar boyut değiştirdiği tespiti yapılır. Elyaf döküntü tespiti 1m*1m boyutlarında kumaş kesilerek toplam ağırlığı 250 gr.'dan yüksek kumaş 60 derecede (test yapılacak ürüne göre değişebilir) normal programda (1 saat veya 1 saat 14 dak.'lık) programda yumuşatıcısız yıkanır. Yıkanan kumaş kurutma makinasına alınmak üzere hazırlanır. Kurutma makinesinin toz haznesi kontrol edilir ve hazne temizlendikten sonra yıkanan ürün kurutma makinesine kuruyana kadar kurutulur. Ürün kuruduktan sonra makinenin toz haznesindeki tozlar alınarak tartılır. Tartım not edilir. Hidrofilite testi kumaşın üzerine ne kadar su aldığı tespit etmek için kullanılmaktadır. Test yöntemi 0,5 cm yükseklikten kumaş üzerine su boşaltılması ve altta biriken suyun miktarının tespiti prensibine dayanmaktadır. Daire şeklinde havlu test cihazı aparatına takılır. 50 ml su 8 saniyede kumaş yüzeyine akacak şekilde cihaz hunisine boşaltılır. Su akışı sonrasında altta biriken su miktarı ölçülür ve toplam su miktarından çıkarılır. Böylece kumaş yüzeyine alınan su yüzdesi tespit edilir. Hav bağlantı testi havlu yüzeyindeki hav yapısının herhangi bir fiziksel kuvvete maruz kalması sonucunda havlu yüzeyindeki ilmeğin uzamasının tespiti için yapılmıştır. Bu test yöntemi bu çalışma için geliştirilmiştir. Bu test yönteminde havlu yüzeyindeki ilmeğe bir çengel vasıtası ile 100 gr ağırlık takılmaktadır. Bu ağırlık sonucunda ilmeğin ne kadar uzadığı tespit edilmektedir. Böylece çalışmada gerçekleştirilen denemelerin hav dirençlerinin birbirleriyle kıyaslaması yapılmıştır.

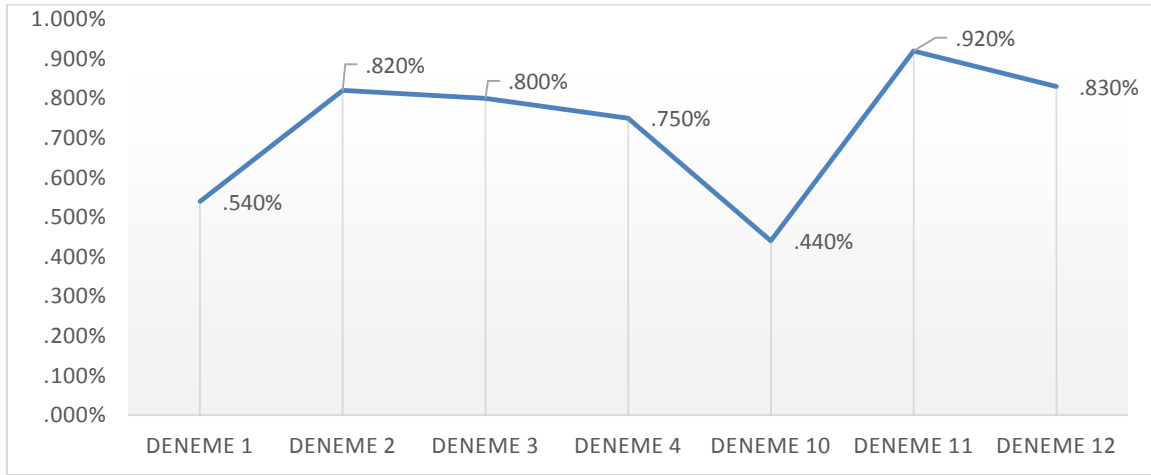
3. SONUÇ

Çalışmada dokuma işleminde farklı zemin raporları ile denemeler yapılmıştır. Bu denemelerde Deneme 5-6-7-8-9-13 çalışmaları dokunamamış ve başarısız sonuç elde

edilmiştir. Diğer Deneme 1-2-3-4-10-11-12 ile numuneler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen numunelere Arçelik marka yıkama makinesinde 40 °C'de 3 yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkama işlemleri sonrası en boy değişimleri ve elyaf döküntü tespiti incelenmiştir. Sonuçlar Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmiştir.



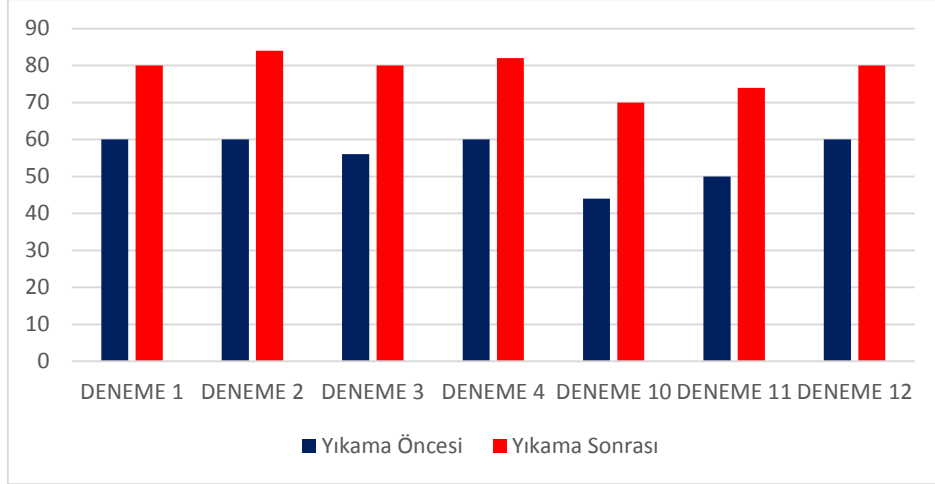
Şekil 3. Boyutsal değişim sonuçları



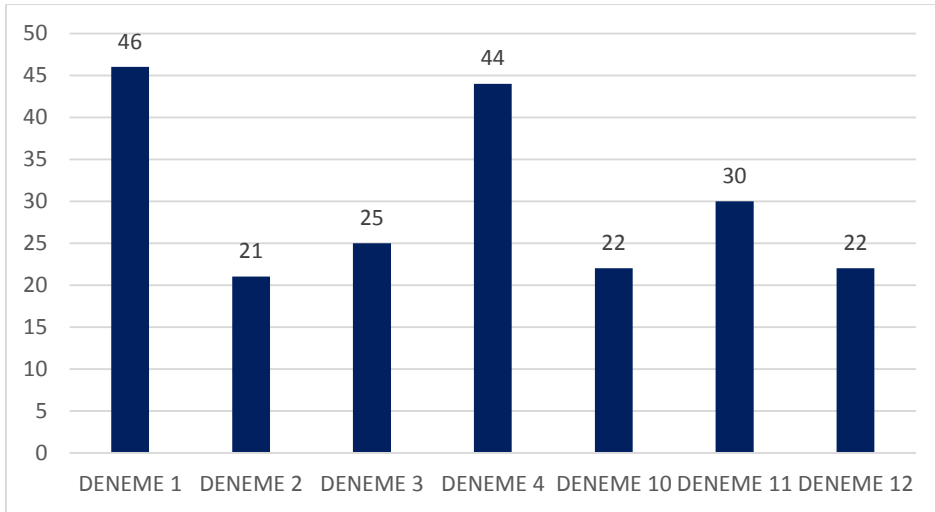
Şekil 4. Elyaf Döküntü Oranı Sonuçları

Çalışma sonucunda elde edilen boyutsal değişim sonuçları incelendiğinde 3 atkılı ve 4 atkılı sistemlerin boyutsal değişimleri kendi aralarında kayda değer bir farklılık göstermemiştir. 4 atkılı sistemlerde boyutsal değişim yüzdelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Elyaf döküntü oranlarında ise zemin raporu değişiminin etkili olduğu görülmektedir. Bu kapsamda zemin raporu üzerinde deneme sayıları artırılarak elyaf döküntü üzerine daha ayrıntılı verilerin elde edileceği öngörülmektedir.

Çalışma kapsamında havlu kumaşların hidrofilitite tespiti ve hav bağlantı testi yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 5 ve Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 5. Hidrofilitite Testi Sonuçları



Şekil 6. Hav Bağlantı Testi Sonuçları

Hidrofilitite testi sonuçlarında yıkama işlemi ile hidrofilitite kapasitelerinin arttığı görülmüştür. Havluların hidrofilitite kapasitesinin yıkama işlemi sonrasında istenilen limit değerlerin olduğu görülmüştür. Hav bağlantı sonuçları incelendiğinde 3 atkılı sistemde Deneme 2’de en düşük hav ipliği uzunluğu elde edildiği görülmüştür. 4 atkılı sistemde zemin raporu değişiminde etkili olmadığı görülmüştür.

4. DEĞERLENDİRME

Çalışmada havlu dokuma işleminde zemin raporunun etkisinin incelenmesi amacıyla 3 atkılı ve 4 atkılı sistemlerde deneme çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen veriler incelenerek zemin raporunun havlu kumaş performans özelliği üzerine etkisi ortaya konmuştur. Sonuçlar incelendiğinde rapor değişimin elyaf döküntü ve hav bağlantısı üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu etkinin dokuma işletmesinde farklı zemin raporları ile yaşanabilecek sorunların önlenilebileceği ve elyaf döküntü üzerine etkisinin daha ayrıntılı incelenerek yaşanabilecek sorunların minimum düzeye indirilebileceği öngörülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Yılönü, S., 2016, “Havlu Kumaşlarda Özlü İplik (Corespun) Kullanımının Ürün Performans Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi,” Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [2] Soydaş, Ş., 2016, “Ozon Teknolojisinin Dokuma Havlu Kumaşlarda Hidrofilite ve Ağartma Özelliğine Atkısının Araştırılması”, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [3] Deniz, C., A., 2019 “Pamuklu Dokuma Havlu Kumaşlarda Boyama Öncesi Kullanılan Enzimlerin Kumaşın Fiziksel Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi,” Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [4] Aşkın, S., 2015 “Pamuklu Havlu Kumaşlarda Performans Özelliklerinin İncelenmesi,” Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [5] Zervent, B., 2002 “Havlu Üretimi ve Ürün Kalitesine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi”, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [6] Kalkanlı, E., 2019 “Havlu Kumaşlara Katyonizasyon İşleminin Uygulanması ve Söz Konusu İşlemin Ürün Performansına Etkisinin İncelenmesi,” Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Ana bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [7] Cruz, C., Leitao, A., Silveira, D., Pichandi, S., Pinto, M., Fangueiro, R., 2017 “Study of moisture absorption characteristics of cotton terry towel fabrics,” Procedia Engineering 200, 389-398

SEÇİLMİŞ BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDE 5S UYGULAMALARI

Yusuf Bereket BOZKIR¹, Füsun DOBA KADEM²

¹Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

yusufbereketbozkir@gmail.com

ÖZET

Dünya nüfusunun artması ve teknolojik reformlar kişilerin yaşam tarzları ile işletmelerin iş yapma biçim ve modellerini değiştirmiştir. Bu değişimler sonucu tüketicilerin beklentileri farklılaşmış ve bu durum üretim metotlarında değişmelere yol açmıştır. Müşterilerin zevk ve tercihlerinde görülen hızlı değişim ve farklılaşma; üretim, rekabet ve fiyat süreçlerinde baş döndürücü gelişmeleri doğurmakta ve işletmelerin var olabilmek için farklı çabalar içerisine girmelerine neden olmaktadır. Bütün bu koşullar Yalın Üretim felsefesinin altyapısını oluşturmuştur.

En yaygın yalın üretim tekniği olan 5S Tekniği temel olarak gereksiz malzeme ve ekipmanların azaltılıp uzaklaştırılmasına, bunlara ulaşmada yaşanan aksaklıkların en aza indirilmesine ve çalışma alanının düzenlenmesine odaklanan bir yalın üretim tekniğidir. 5S Tekniği İşlem Adımları, Ayıklama (Seiri), Düzenleme (Seiton), Temizleme (Seiso), Standartlaştırma/Süreklilik (Seiketsu) ve Disiplin(Shitsuke)'dir.

Bu çalışmada sürekli proses işletme sistemi ile çalışan bir POY işletmesinin kalite kontrol ve paketleme biriminde 5S Tekniği kullanılarak iş akışı geliştirilmiş, verimlilik artırılmış, iş sağlığı ve güvenliği konularında ilerleme kaydedilmiş ve çalışan motivasyonu artırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 5S, Yalın Üretim, Sürekli İyileştirme, Poy

5S APPLICATIONS IN A SELECTED TEXTILE BUSINESS

ABSTRACT

The increase in the world population and technological reforms have changed the lifestyles of individuals and the way and models of businesses do business. As a result of these changes, the expectations of consumers have changed and this has led to changes in production methods. The rapid change and differentiation seen in the tastes and preferences of customers; It creates dizzying developments in production, competition and price processes and causes businesses to make different efforts to exist. In order for companies to compete in global markets under these conditions, they need to constantly renew and improve their production methods and product features. All these conditions formed the infrastructure of the Lean Production philosophy.

The most common lean manufacturing technique, the 5S Technique, is a lean manufacturing technique that mainly focuses on reducing and removing unnecessary materials and equipment, minimizing the problems in reaching them, and arranging the workspace. The 5S

Technique Process Steps are Sorting (Seiri), Editing (Seiton), Cleaning (Seiso), Standardization/Continuity (Seiketsu) and Discipline (Shitsuke).

In this study, the workflow has been improved, productivity has been increased, progress has been made in occupational health and safety issues and employee motivation has been increased by using the 5S Technique in the quality control and packaging unit of a POY company working with a continuous process operation system.

Keywords: 5S, Lean Manufacturing, Continuous improvement, Poy

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ve teknolojik reformlar kişilerin yaşam tarzları ile işletmelerinde iş yapma biçim ve modellerini değiştirmiştir. Bu değişimler sonucu tüketicilerin beklentilerini farklılaştırmış ve üretim metotlarında değişmelere yol açmıştır. Rakiplerinden üstün olan şirketler yeniliklere en çok ayak uyum sağlayan firmalar oldukları görülmektedir. Müşterilerin zevk ve tercihlerinde görülen önemli değişme ve farklılaşma; üretim, rekabet ve fiyat süreçlerinde baş döndürücü gelişmeleri doğurmakta ve işletmelerin var olabilmek için farklı çabalar içerisine girmelerine neden olmaktadır. Şirketler bu koşullarda küresel piyasalarda rekabet edebilmeleri için sürekli üretim metotlarını ve ürün özelliklerini yenileyip geliştirmeleri gerekmektedir. Bütün bu koşullar Yalın Üretim felsefesinin altyapısını oluşturmuştur.

Yalın üretim, daha az enerjinin ve daha az hammaddenin kullanılarak minimum israf ile üretimin yapılmasını amaçlamaktadır. Yalın üretimde israfın azaltılması için katma değer sağlamayan tüm unsurların, üretimden ayrıştırılarak ortadan kaldırılması gerekmektedir. Yalın üretim sistemi; sıfır stok, sıfır zaman kaybı, sıfır işgücü kaybı, sıfır bekleme, sıfır gereksiz hareket, sıfır kırtasiye işleri ve harcamaları, sıfır hatalı üretim, sıfır fazla süreç kaybı ve değer oluşturmayan diğer bütün israf kalemlerini sıfırlama hedefleri ile müşteri odaklı esnek bir yapı oluşturarak mükemmellik yolunda ilerlemeye çalışır.

En yaygın yalın üretim tekniği olan 5S Tekniği temel olarak gereksiz malzeme ve ekipmanların azaltılıp uzaklaştırılmasına, bunlara ulaşmada yaşanan aksaklıkların en aza indirilmesine ve çalışma alanının düzenlenmesine odaklanan bir yalın üretim tekniğidir. 5S Tekniği İşlem Adımları, Ayıklama (Seiri), Düzenleme (Seiton), Temizleme (Seiso), Standartlaştırma/Süreklilik (Seiketsu) ve Disiplin(Shitsuke)'dir.

“5S, çalışanların çevrelerine kayıtsız kalmalarını engellemekte ve israfı görmelerini sağlamaktadır. Çalışanlar, takım halinde başka arkadaşlarına yardım için çaba göstermekte ve onların işini kolaylaştırmak için mücadele etmektedirler. Burada çalışanlara düşen en önemli görev çalışmalara katılımı desteklemek ve bu desteği sürekli kılmaktır. Temel sloganı; “Karmaşayı yönetmeyin, karmaşayı giderin sonra yönetin!” şeklinde açıklanan “5S” sayesinde sistem, daha sade ve anlaşılır olacağı için hızlı, etkili, şeffaf ve basit bir şekilde yönetilebilecektir.” [1]

2.MATERYAL VE METOT

5S Uygulaması, kurulum süreci devam eden bir poy işletmesinin kalite kontrol ve paketleme

sahasında yapılmıştır. Uygulanan 5S adımları aşağıda verilmiştir;

“Ayıklama(Seiri), çalışma sahasının, ihtiyaç duyulmayan malzeme ve ekipmanlardan arındırılmasını sağlayan çalışmalardır.” [2]. “Öncelikle bulunduğu yere, kullanım sıklığına, kullanıcıya uygunluğuna göre malzemeler tasnif edilmeli, hangi malzemelerin saklanacağı, hangi malzemelerin atılacağı belirlenmelidir. Sınıflandırma işlemi yapılırken; çalışma sahasında dağınıklığa sebebiyet veren gereksiz eşya olup olmadığı, tüm malzemelerin sınıflandırma depolanma ve etiketlenme işlemlerinin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği vb. hususlara dikkat edilmelidir. Uygulama; Üretim, depo, ofis ve diğer alanların tümü için yapılmalıdır. Sonuç olarak malzemeler usulüne uygun olarak atılmalı, satılmalı ya da hurdaya gönderilerek değerlendirilmelidir.”[3]

“Düzenleme(Seiton), çalışma ortamında sürekli ihtiyaç duyulan malzeme ve ekipmanların, kısa sürede ve kolaylıkla bulunması ve kullanılması için yapılan tertip aşamasıdır.” [4]

“Malzeme ve ekipmanların nereye ve ne miktarda konulması gerektiğine odaklanılan aşamadır. Bu aşamada mevcut durumun tespiti yapılır, stokların nereye istifleneceğinin kararı verilir, stoklama metodu belirlenir, stok yerleri isimlendirilir, malzemelerin üzerine stok yerleri işlenir, malzeme çıkarma ve uygulama kuralları belirlenir ve son olarak stok kayıtlarına ait kayıt işlemleri gerçekleştirilir.”[5]

“Temizleme(Seiso), her zaman temiz ve bakımlı çalışma ortamı sağlamak, malzeme ve ekipmanların temiz tutulması ve korunması amacıyla yapılan çalışmalardır.” [6]

“Standartlaştırma/Süreklilik(Seiketsu), ilk üç adımda uygulananların kurum kültürü haline gelmesi ve sürekliliğinin sağlanmasıdır. Elde edilen başarılı sonuçları sürekli kılmak için, standartların kontrolü ve uygunsuzlukların giderilmesi doğrultusunda yürütülen çalışmalardır.”[7] “Standartlaştırma, iş yerinde görünürlüğü sağlayacak, gözlem ve kontrol kolaylığı getirecektir. Bu sayede faaliyetlerin en hızlı şekilde yapılması sağlanacaktır. Dolayısıyla standartlaştırma, iş verimliliğinin sahip olduğu yüksek standartları korumak ve devam ettirmek için kritik bir aşamadır.” [8]

Disiplin(Shitsuke), dört adımı birbirine bağlayan, süreçlerin tamamını kapsayan çalışmalardır.

“Diğer bir ifadeyle, işletme disiplini sağlamak amacıyla konulmuş basit kuralların takibini bir alışkanlık haline getirmek suretiyle, her an denetiminin sağlanmasıdır. Bütün iş süreçlerinde devamlılığın sağlanmasının yanında; çalışanların eğitimi, kurum bağlılığının oluşturulması, iyileştirmelerin duyurulması, kampanyalar yapılması ve çalışma gruplarının ödüllendirmesi vb. adımlar da bu aşamanın konuları arasındadır.”[9]

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

5S Uygulaması, Poy İşletmesinin Kalite Kontrol ve Paketleme sahasında çalışan bütün beyaz yaka ve mavi yaka personellerden alınan öneriler ile başlamıştır. Bu uygulamaya koyulan öneriler;

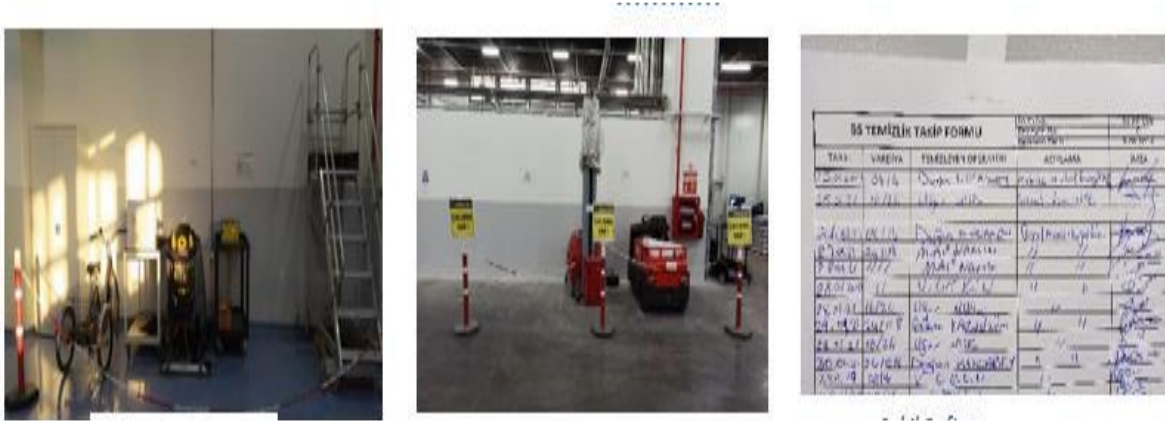
- Paketleme ve kalite laboratuvarında bulunan/kullanılan alanların yapılan iş ve kullanılan/kullanılmayan alanlara göre ayrıştırılması.,
- Alan içinde kullanılan tüm malzeme ve mamullerin kullanım sıklığı ve kullanım kolaylığına göre düzenlenmesi,
- Makine, malzeme, stok vb. alanların tanıtıcı levhalar ile belirtilmesi,
- Kullanılan raf ve dolapların içerik listelerinin asılması,
- Günlük ekipman bakımlarının tanımlanması ve operatörler tarafından düzenli kontrol edilmesi,
- Saha içerisinde temizlik sorumlularının belirlenmesi ve kontrollerinin sağlanması,

5S tekniği aşamalarına göre uygulama adımlarla uygulanmıştır.

Ayıklama(Seiri) adımında işletmenin Kalite Kontrol ve Paketleme sahasında kullanılan araç, gereç ve sarf malzemeler kullanım sıklıklarına göre ayrıştırıldı.

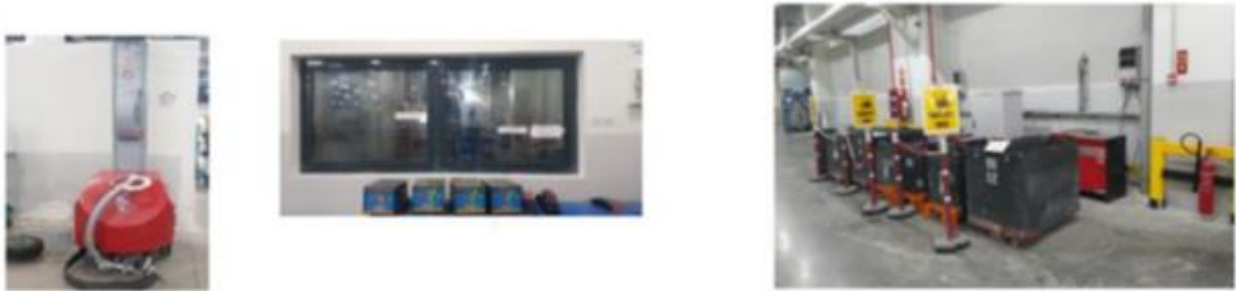
Diğer adımlarda sıra ile aşağıda belirtilen sürdürülebilir uygulamalar yapıldı;

- Temizlik takip formunun doldurulması için her gün, her vardiya sonu 15 dakika kalite laboratuvarının ve paketleme sahalarının kontrolü sağlandı



Şekil.1 Temizlik Bölgeleri ve Temizlik Takip Çizelgesi

- Paketleme alanında kullanılan araçlar adlarının yazılı olduğu istasyonlara çekildi. Her aracın bulunduğu nokta belirtildi. Yazıların düzenli görünmesi için hazır levha satın alımı talebinde bulunuldu. Yeri belirli olmayan veya gelişi güzel bırakılmış araçlara birer istasyon belirlendi. Paketleme alanında kullanılan streç, çember vb. araçların şarj istasyonları belirlendi ve düzenlendi. Araçların şarj istasyonlarında bekleme alanları düzenlendi.



Şekil.2 Sınıflandırma yapılan makine ve teçhizatlar

Laboratuvarda ürün spesifikasyon değerleri listesi için bir pano oluşturuldu. Panonun bulunduğu alana Covid-19 bilgilendirme levhaları asıldı. Pandemi kuralları gereği ortak kullanılan ürün spesifikasyon değerleri listesi altına dezenfektan asılarak her temasta kullanılması sağlandı. Laboratuvar içerisinde bulunan tefrik istasyonları belirlendi. Tefrik alanlarında kullanılan tefrik poşetleri, tefrik kovaları ile değiştirildi. Kovası eksik olan alanlar

için talepte bulunuldu.



Şekil.3 Laboratuvar ürün spesifikasyonları panosu ve sınıflandırma yapılmış telef kovaları

Laboratuvar içerisinde beklemesi gereken projeler için bir alanın önü zincirle kapatıldı.



Şekil.4 Laboratuvar içinde gruplama yapılmış ürünler

Montların düzeni bozması ve işe engel olmasının önüne geçmek için mont asma alanı yapıldı.



Şekil.5 Paketleme sahasında ayıklama yapılmayan montlar ayıklaması ve düzenlemesi

Arızalı (Pin container) bekleme alanı yapıldı ve önüne uyarı levhaları asıldı. Bu alanda

otomasyon çalışmalarının devam etmesi nedeniyle oluşabilecek düzensizliğin önüne geçildi.



Şekil.6 Düzenleme ve Sınıflandırma yapılan Pin Containerlar

CP 10 Cips ambarı 5S standartlarına uygun bir biçimde yeniden düzenlendi. Köpük, strafor ve paletler yeni- eski ayırımına göre yerleştirildi. Ambar temizliği yapıldı.



Şekil.7 Ambarlarda 5S Aşamalarının Görüntüsü

Laboratuvar içerisinde bulunan malzeme dolapları düzenlendi. İçerisinde bulunan malzemeler gruplandırıldı. Eksik olan dolaplar temin edildi.



Şekil.8 Sınıflandırması ve Standartlaştırması yapılmış laboratuvar malzemeleri

Atık ayrıştırma kovalarının bazılarının üzerlerinde hangi atığın konulacağına dair yazı eklendi. İyileştirme yapıldı. Renk dolabı renk cihazının yanına alındı ve sınıflandırması yapıldı.



Şekil.9 Atık Ayrıştırma Kovaları ile atık sınıflandırmasının yapılması

4.SONUÇLAR

Poy İşletmesinin Kalite Kontrol ve Paketleme sahasında yaklaşık 20.000 metrekare kapalı alanda uygulanan bu 5S çalışmasında bir çok iyileştirme yapılmıştır;

- Sahada yapılan ayrıştırmalar ile iş sağlığı ve güvenliği açısından risk düzeyi azaltılmıştır.
- İş süreçlerinin standartlaşması ile döngü zamanları azaltılmış, verimlilik artırılmış aynı zamanda ürün kalite kaybı azaltılmıştır.
- Çalışanların motivasyonu arttığı gözlemlenmiş ve süreçlere dahil olmuşlardır.

- Saha aktif kullanım oranı artırılmış, enerji tüketim maliyetleri azaltılmıştır. İş gücü dağılımı dengeli bir hale getirilmiştir.
- Periyodik temizlik ile araç ve gereçlerin arıza sıklıkları azaltılmıştır, amortisman giderleri azaltılmış. Makinaların kullanım ömürleri artırılmıştır.

KAYNAKÇA

- [1] Cebeci U, Khanna, V.K., (2011), “5S and TQM Status in Indian Organizations”, The TQM Journal, Sayı:21, 5, 486-501.
- [2] Cebeci U, Khanna, V.K., (2011), “5S and TQM Status in Indian Organizations”, The TQM Journal, Sayı:21, 5, 486-501.
- [3] Cebeci U, (2011), Türk Yan Sanayi Borsası Bülteni, Sayı:66, 10-11.
- [4] Cebeci U, Khanna, V.K., (2011), “5S and TQM Status in Indian Organizations”, The TQM Journal, Sayı:21, 5, 486-501.
- [5] Aydın H. , (2009), “Yalın Üretim Sistemi, Değer Akış Haritalama Yöntemi Ve Yalın Üretim Sisteminin Çalışanlara Etkileri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.
- [6] Pheng L.S., (2001), "Towards TQM – Integrating Japanese 5-S Principles with ISO 9001:2000 Requirements", The TQM Magazine, Sayı: 13, 5, 334–341.
- [7] Cebeci U, Khanna, V.K., (2011), “5S and TQM Status in Indian Organizations”, The TQM Journal, Sayı:21, 5, 486-501.
- [8] Aydın H. , (2009), “Yalın Üretim Sistemi, Değer Akış Haritalama Yöntemi Ve Yalın Üretim Sisteminin Çalışanlara Etkileri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,
- [9] Pheng L.S., (2001), "Towards TQM – Integrating Japanese 5-S Principles with ISO 9001:2000 Requirements", The TQM Magazine, Sayı: 13, 5, 334–341

USTER ZWEIGLE HL400 CİHAZINDA ÖLÇÜMÜ YAPILAN İPLİKLERİN TÜYLÜLÜK SONUÇLARININ MİKROSKOP ALTINDA ALINAN GÖRÜNTÜLERİN İŞLENMESİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Abdurrahman TELLI

Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
atelli@cu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada farklı yapı ve özellikte ipliklerin Uster Zweigle HL400 cihazında iplik tüylülük ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha önceki çalışmalarda önerilen algoritmalarla yola çıkılarak, ipliklerin mikroskop altında alınan görüntüleri işlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Uster Zweigle HL400 cihazından elde edilen tüylülük sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Temel olarak, iplik gövdesinden tüylerin ayrılması gerçekleştirilebilmiş ve eksikleri anlatılmıştır. Bu çalışmada tespit edilen ve literatürde önerilen geliştirmelerle daha verimli sonuçların alınabileceği görülmüştür. Çalışmada en yüksek korelasyon, S12 tüylülük sonuçları ile Prewitt kenar belirleme algoritmasının tercih edildiği algortmada doku özelliklerinden matris elemanlarının ortalaması (mean2) sonuçları arasında tespit edilmiştir. İstenmeyen tüylülüğü veren S3 tüylülüğünde ise, görüntü işleme sonuçları ile arasında önemli seviyede bir bağıntı bulunamamıştır. Bu nedenle mevcut tüylülük ölçüm sistemlerindeki tutarsızlıklara dikkat çekilerek, karşılaştırmaları gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: İplik tüylülüğü, Uster Zweigle HL400, görüntü işleme, algoritma

EVALUATION OF HAIRINESS RESULTS OF YARNS MEASURED ON USTER ZWEIGLE HL400 TESTER BY PROCESSING THE IMAGES TAKEN UNDER THE MICROSCOPE

ABSTRACT

In this study, hairiness of yarns having different structures and properties were measured on the Uster Zweigle HL400 tester. The images of the yarns taken under the microscope were processed by using the algorithms suggested in previous studies. The obtained results were compared with the hairiness results of the Uster Zweigle HL400 tester. Basically, it was possible to separate the hairs from the yarn body and its shortcomings were explained. It has been seen that more efficient results can be obtained with the improvements identified in this study and suggested in the literature. In the study, the highest correlation was found between the S12 hairiness results and the mean of the matrix elements (mean2) from the texture properties in the algorithm using the Prewitt edge detection. There was no significant correlation between the image processing results and S3 hairiness, which gives unwanted hairiness. For this reason, inconsistencies in the existing hairiness measurement systems were highlighted and it was emphasized that they should be compared.

Keywords: Yarn hairiness, Uster Zweigle HL400, image processing, algorithm

1. GİRİŞ

İplik tüylülüğü dokuma, örme, boya gibi üretim süreçlerinin performansını ve nihai kumaşın tutum, görünüm ve kalite özelliklerini etkileyen önemli bir parametredir. İplik tüylülüğünü etkileyen lif, iplik ve işlem parametreleri ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda maliyetlerin azaltılması, verimin artırılması, kalitenin optimize edilmesi vb. amaçlarla “H” ve “S3” olmak üzere iki temel tüylülük ölçüm prensibi kullanılmaktadır. Son 30 yıldır sektörde bu iki farklı yaklaşım tercih edilmektedir. “H”, 1 cm iplik için iplik gövdesinden çıkan liflerin toplam uzunluğuna karşılık gelmektedir. Genellikle periyodik hataların tespiti için kullanılır ve iplik fabrikaları ve iplik kullanıcıları arasında bir köprü vazifesi görmektedir. “S3” ise kumaş dayanıklılığı ve iplik mühendisliği için bir gösterge olarak kullanılmaktadır. “S3”, iplik gövdesinden çıkan 3 mm ve üzeri uzunluktaki tüy sayısının toplamıdır. Burada tüylerin sınıflandırılması daha ayrıntılı incelemelere fırsat sunmaktadır. Kullanım kolaylığı ve hızlı ölçümle öne çıkan her iki prensip ile ilgili daha önceki çalışmalarda sınırlamalar ve eksik yönler tartışılmıştır [1].

Son yıllarda görüntü yakalama ve bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte tekstil alanındaki araştırmacılar, bu eksiklerin giderilmesi amacıyla iplik tüylülüğünün belirlenmesi için görüntü işleme uygulamalarından yararlanmaya çalışmaktadırlar. Zang ve Xin (2016) çalışmalarında, iplik görünümünün değerlendirilmesi için literatürde önerilen yeni dijital görüntü işleme teknikleri ile geleneksel tespit yöntemlerini karşılaştırarak analiz etmişlerdir. Yeni tekniklerin önemli bir potansiyelinin olduğunu, objektiflik, hız ve doğruluk açısından bu alandaki gelişmelere bağlı olarak daha uygun sonuçlar verebileceklerini vurgulamışlardır [2]. Sun vd. (2017) iplik görüntülerini video mikroskop ile yakalayıp, bir dizi görüntü işleme adımlarını uygulamışlardır. Tüylerin bölütlenmesinde, rahatsız edici tüyleri sınıflandırmak için farklı ölçüm taban çizgisi ve adım değeri önermişler ve farklı tüylülük uzunlukları elde etmişlerdir [3]. Jing vd. (2018) iplik tüylülüğünü belirlemede, farklı algoritmalar ile yapılan iplik bölütleme sonuçlarını incelemişlerdir [4]. Wang vd. (2018) iki açılı ayna vasıtasıyla ipliğin beş farklı görüntüsünü alarak inceleme olanağını artırdıklarını ifade etmişlerdir. Yansıtılmış görüntülerin kullanımının bir ipliğin çok perspektifli görünümünün aynı anda tek bir anlık görüntüde yakalanması fırsatı sunduğu ve iki boyuta göre daha tutarlı sonuçlar alındığını belirtmişlerdir [5]. Xia (2019) vd. test hızındaki değişimlerin iplik tüylülük sonuçlarını etkilediğinden yola çıkarak, tüylerin daha düzgün bir ölçümü için, tüylülük test alanının dışına bir üfleme borusu yerleştirerek yeni bir test cihazı önermişlerdir [6]. Huang vd. (2021) çalışmalarında bağlı tüylülük indeksi önermişlerdir. Geliştirdikleri sistemin iplik eğirme prosesleri ve iplik kalite kontrolü için önemli bir referans olabileceği ve iplik üretimi sonrası işlemlerde tüy oluşturma potansiyeline sahip lifler hakkında da bilgi sağladığını belirtmişlerdir [7]. Wang vd. (2021) tarafından iplik kara tahtasını kullanılarak bir görüntü işleme yöntemi önerilmiştir. İplik karatahtasının görüntüsünden, algoritmalar ile iplik çapı belirlenerek iplik gövdesi ve tüyler bölümlere ayrılmıştır. Bu verilerden yola çıkarak tüylülük indeksinin hesaplanmış ve Uster H sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçların, iplik görünümünün, iplik karatahta görüntüleri kullanılarak objektif olarak değerlendirilebileceğini gösterdiği belirtilmiştir [8]. Telli (2021a) tarafından farklı eğirme sistemlerinde üretilmiş aynı numarada %100 pamuk ipliklerinin Zweigle G567 cihazında tüylülük ölçümleri gerçekleştirilmiş, ipliklerin mikroskop altındaki alınan görüntüleri MATLAB yazılımında işlenerek sonuçlar arasındaki ilişki irdelenmiştir. Çalışmada çeşitli algoritmalar

karşılaştırılmıştır. Önerilen algoritmada Sobel ve Prewitt kenar belirleme algoritması ve dört farklı dokusal parametrede daha uygun sonuçlar alındığı vurgulanmıştır [9]. Telli (2021b) tarafından yapılan çalışmada, %100 pamuk ipliği için önerilen algoritmanın farklı yapı ve özellikteki ipliklerde de benzer sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Sonraki çalışmalarda sektörde kullanılan Zweigle G567'nin üst versiyonları ve Uster H tüylülük değerleri için inceleme yapılması önerilmiştir [10].

Bu çalışmada, literatürden farklı olarak, farklı yapı ve özellikte ipliklerin Uster Zweigle HL400 cihazında ölçümü yapılan tüylülük sonuçları, mikroskop altında alınan ipliklerin görüntüleri işlenerek değerlendirilmiştir. Tüylülük sonuçları ile görüntü analiz sonuçları arasındaki ilişki korelasyon analizi ile incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada pamuk, viskon ve elastan içeren farklı yapı ve özellikte iplikler kullanılmıştır. Tercih edilen ipliklerin özellikleri Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Kullanılan ipliklerin özellikleri

İplik Tipi	İplik Özellikleri
01	Ekru Ne 36/1 CO/CV
02	Ekru Ne 40/1 CO/CV
03	Ekru Ne 28/2 CO/CV/78 dtex ELS
04	Ekru Ne 36/2 CO/CV/78 dtex ELS
05	Ekru Ne 40/2 CO/CV/78 dtex ELS
06	Ekru Ne 50/2 CO/CV
07	Siyah Boyalı Ne 28/1 CO/CV
08	Siyah Boyalı Ne 40/1 CO/CV
09	Siyah Boyalı Ne 28/2 CO/CV/78 dtex ELS
10	Siyah Boyalı Ne 36/2 CO/CV/78 dtex ELS
11	Siyah Boyalı Ne 40/2 CO/CV/78 dtex ELS
12	Siyah Boyalı Ne 50/2 CO/CV/78 dtex ELS
13	Siyah Boyalı Ne 60/2 CO/CV

On üç farklı ipliğin tüylülük özellikleri, Uster Zweigle HL400 cihazı ile 400 m/dak test hızında, her tipten beş numune ve numune başına 1 dakikalık süre ile 400 metre ölçüm olarak gerçekleştirilmiştir. Cihazdan elde edilen S12 (1 ve 2mm uzunluğundaki tüy sayılarının toplamı) ve S3 (3, 4, 6, 8, 10, 12 ve 15 mm uzunluğundaki tüy sayılarının toplamı) değerleri değerlendirmede kullanılmıştır. Ayrıca toplam tüy sayısı "S12 + S3" de değerlendirmelerde yer almaktadır.

İpliklerin görüntüleri Novel NSZ 808 marka stereomikroskop kullanılarak alınmıştır. Görüntü alma işlemi, 10x (10 kat) büyütme oranında, ipliğin tesadüfi olarak yirmi farklı bölgesinden alınarak gerçekleştirilmiştir. Görüntü işleme çalışmalarında MATLAB R2018a yazılımı kullanılmıştır. Görüntü işlemede sırasıyla aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

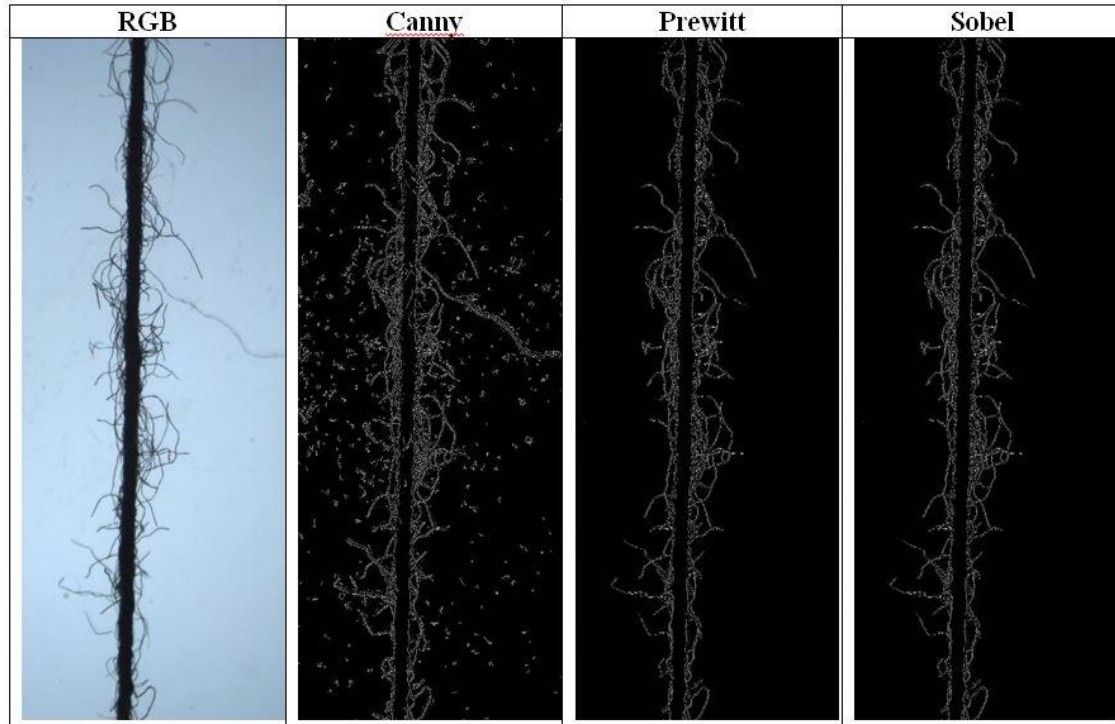
1. RGB formatında üç boyutlu matrise sahip olan resim, iki boyutlu matrislere dönüştürülmüştür.
2. Matrisler 0-1 arasında değer alacak şekilde "double" formata getirilmiştir.

3. Görüntüdeki gürültüyü azaltmak için filtre uygulanmıştır. Temel filtre temel tekniklerinden 2D medyan filtreleme tercih edilmiştir [9].
4. Histogram eşitleme tekniği ile görüntü giriş yoğunluğu değerleri yeni değerlere eşlenerek görüntünün kontrastı artırılmıştır [9].
5. Kenar belirleme algoritması ile iplik gövdesi ve tüyler birbirinden ayrılmıştır. Kenar belirleme algoritması olarak Sobel, Prewitt ve Canny metodları tercih edilmiştir [9-13].
6. Görüntü doku parametreleri hesaplanmıştır. Çalışmada matris elemanlarının ortalaması (mean2), matris elemanlarının standart sapması (std2) ve entropisi (entropy) olmak üzere üç farklı parametre araştırılmıştır [9].

Doku parametreleri ile S12, S3 ve S12+S3 arasındaki ilişki istatistiki olarak incelenmiştir. Elde edilen veriler normal dağılım gösterdiği için Pearson bağıntı (korelasyon) analizi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

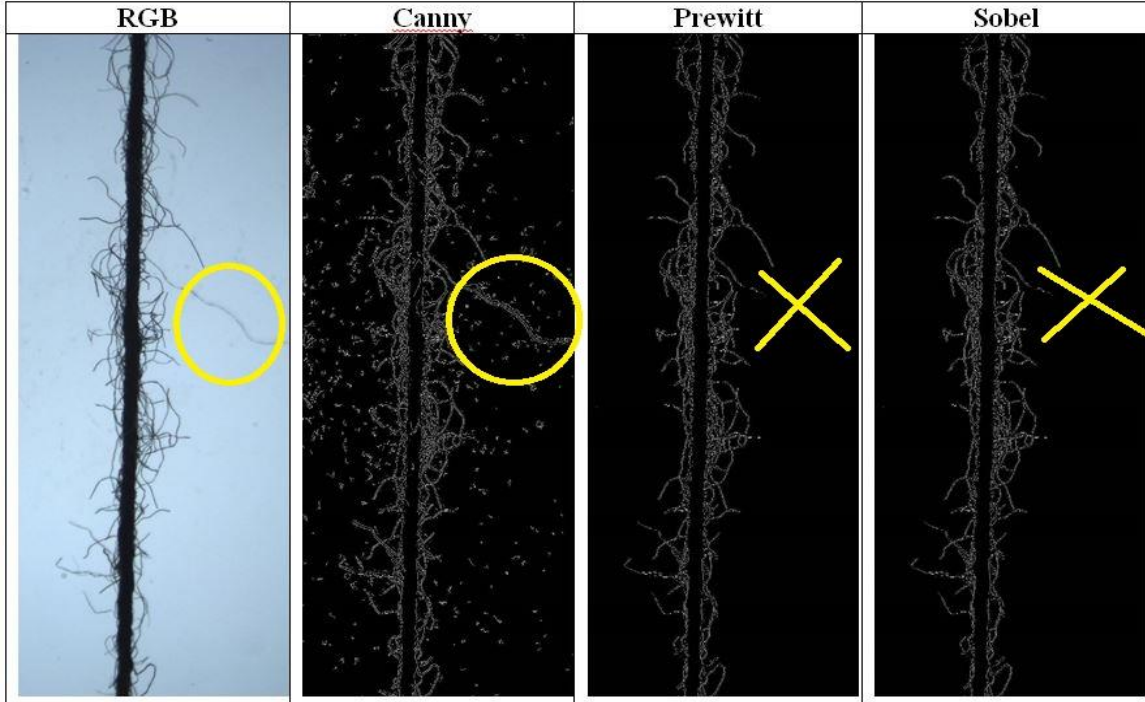
Şekil 1’de örnek teşkil etmesi açısından 10 numaralı ipliğe ait 10 kat büyütülmüş 10. alınan görüntünün üç boyutlu matrise sahip RGB formatındaki görüntüsü ve işleme sonrası durumu sunulmaktadır.



Şekil 1. 10 numaralı ipliğe ait onuncu olarak alınan RGB formatındaki görüntüsü ve işleme sonrası durumu

Şekil 1’de sağa doğru farklı kenar belirlemeler sonrası elde edilen görüntüler sunulmaktadır. Üç kenar belirleme tekniğinde de temel olarak iplik gövdesinden tüylerin açıkça ayrılabilirdiği görülmektedir. Canny tekniğinde diğerlerinden farklı olarak tüyler dışında arka plandan da

fazla sayıda yabancı nokta görüntüye dâhil olmaktadır. Bu durum Canny tekniğinin kullanılması konusunda önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Problemin çözümü için algoritmadaki filtreleme yönteminin değiştirilmesi veya görüntüdeki gürültüyü azaltmak için farklı bir tekniğin algoritmaya eklenmesi düşünülebilir.



Şekil 2. Prewitt ve Sobel tekniğinde değerlendirme dışında kalan uzun tüy örneği

Prewitt ve Sobel tekniğinde ise uzun bir tüyün değerlendirme dışında kaldığı görülmektedir. Bu tüyün uzunluğu, istenmeyen tüy olarak net bir şekilde ifade edilebilir. Canny metodunda ise bu tüyün belirlenebildiği Şekil 2'de açıkça görülmektedir. Prewitt ve Sobel'de belirlenememesinin sebebi, tüyün başlangıç noktasının ipliğin arkasında olması olarak söylenebilir. Bu konuya dikkat çeken Wang vd. (2018), bu problemin çözümü için, iki açılı ayna vasıtasıyla ipliğin beş farklı görüntüsünü alarak inceleme olanağını artırmayı önermişlerdir [5].

Elde edilen görüntülerin doku parametreleri matris elemanlarının ortalaması (mean2), matris elemanlarının standart sapması (std2) ve entropisi (entropy) sonuçları ve S12, S3 ve S12+S3 tüylülük sonuçlarının her bir iplik tipi için ortalama değerleri Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Her bir iplik tipi için tüylülük ve doku parametreleri sonuçlarının ortalama değerleri

İplik Tipi	S12	S3	S12 + S3	CANNY			PREWITT			SOBEL		
				mean2	std2	entropy	mean2	std2	entropy	mean2	std2	entropy
01	12024	599	12622	0,1639	0,3700	0,6433	0,0101	0,0997	0,0818	0,0102	0,1003	0,0820
02	20373	1452	21825	0,1598	0,3634	0,6284	0,0118	0,1079	0,0925	0,0120	0,1085	0,0934
03	24598	996	25593	0,1157	0,3194	0,5160	0,0149	0,1208	0,1114	0,0150	0,1213	0,1122
04	21383	1001	22384	0,1185	0,3228	0,5243	0,0143	0,1185	0,1079	0,0144	0,1189	0,1085
05	11633	356	11989	0,1284	0,3343	0,5526	0,0117	0,1073	0,0917	0,0118	0,1081	0,0924
06	14326	867	15192	0,1446	0,3512	0,5951	0,0120	0,1088	0,0939	0,0166	0,1092	0,0944
07	19604	1267	20871	0,0194	0,1378	0,1381	0,0113	0,1053	0,0891	0,0113	0,1055	0,0893
08	20673	785	21457	0,0233	0,1503	0,1592	0,0134	0,1146	0,1023	0,0135	0,1147	0,1025
09	12752	391	13143	0,0239	0,1525	0,1626	0,0110	0,1040	0,0871	0,0110	0,1042	0,0874
10	26039	761	26800	0,0282	0,1654	0,1852	0,0138	0,1161	0,1046	0,0138	0,1164	0,1049
11	12608	498	13106	0,0234	0,1508	0,1598	0,0101	0,0999	0,0814	0,0101	0,1001	0,0817
12	11934	354	12287	0,0217	0,1455	0,1507	0,0087	0,0928	0,0721	0,0088	0,0930	0,0724
13	16303	547	16849	0,0246	0,1545	0,1661	0,0107	0,1026	0,0852	0,0107	0,1027	0,0854

Tablo 2’de her bir parametre için en yüksek ve en düşük iki değer işaretlenmiştir. S12 tüylülüğünde en yüksek değerler 03 ve 10 nolu ipliklerde ölçülmüştür. 03 nolu iplik, Prewitt ve Sobel’deki tüm doku parametrelerinde de en yüksek iki değer arasındadır. S12 tüylülüğünde en düşük değerler 05 ve 12 nolu ipliklerde ölçülmüştür. 12 nolu iplik, Canny’deki tüm doku parametrelerinde en düşük iki değer arasındadır. Prewitt ve Sobel’de ise std2 ve entropy doku parametrelerinde en düşük değere sahiptir (Tablo 2). S3 tüylülüğünde en yüksek değerler 02 ve 07 nolu ipliklerde ölçülmüştür. 02 nolu iplik, Canny’deki tüm doku parametrelerinde de en yüksek iki değer arasındadır. S3 tüylülüğünde en düşük değerler 05 ve 12 nolu ipliklerde ölçülmüştür. S12’deki duruma benzer şekilde, 12 nolu iplik, Canny’deki tüm doku parametrelerinde en düşük iki değer arasındadır. Prewitt ve Sobel’de ise std2 ve entropy doku parametrelerinde en düşük değere sahiptir (Tablo 2). S12’ye benzer şekilde, S12+S3 tüylülüğünde en yüksek değerler 03 ve 10 nolu ipliklerde ölçülmüştür. 03 nolu iplik, Prewitt ve Sobel’deki tüm doku parametrelerinde de en yüksek iki değer arasındadır. S12+S3 tüylülüğünde en düşük değerler 05 ve 12 nolu ipliklerde ölçülmüştür. 12 nolu iplik, Canny’deki tüm doku parametrelerinde en düşük iki değer arasındadır. Prewitt ve Sobel’de ise std2 ve entropy doku parametrelerinde en düşük değere sahiptir (Tablo 2).

Normallik testinden elde edilen değişkenlerin anlamlılık düzeyi (p) Tablo 3’de sunulmaktadır.

Tablo 3. Normallik testinden elde edilen değişkenlerin anlamlılık düzeyi (p)

S12	S3	S12 + S3	CANNY			PREWITT			SOBEL		
			mean2	std2	entropy	mean2	std2	entropy	mean2	std2	entropy
0,705	0,964	0,657	0,131	0,170	0,149	0,947	0,973	0,957	0,898	0,980	0,969

Değişkenler normal dağıldığı için değişkenler arasındaki korelasyon derecesi Pearson korelasyon katsayısı (r) ile belirlenmiştir. Korelasyon katsayısı (r) değerinin 0.75 ile 1.00 arasında olması güçlü bir ilişkinin olduğu anlamına gelmektedir. Korelasyon analizi sonuçları Tablo 4’de sunulmaktadır. Tabloda önemlilik seviyesi (significant (2-tailed)) “Sig.”, bağıntı katsayısı ise “r” olarak kısaltılmıştır.

Tablo 4. Tercih edilen ipliklere ait bilgiler

Pearson Correlation	CANNY			PREWITT			SOBEL			
	mean2	std2	entropy	mean2	std2	entropy	mean2	std2	entropy	
S12	r	-0,038	-0,006	-0,016	0,829**	0,821**	0,825**	0,578*	0,814**	0,822**
	Sig.	0,902	0,985	0,958	0,000	0,001	0,001	0,039	0,001	0,000
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	13
S3	r	0,333	0,319	0,324	0,487	0,493	0,489	0,452	0,495	0,494
	Sig.	0,265	0,289	0,280	0,092	0,087	0,090	0,121	0,086	0,086
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	13
S12 + S3	r	-0,015	0,015	0,006	0,824**	0,817**	0,820**	0,582*	0,810**	0,817**
	Sig.	0,962	0,961	0,986	0,001	0,001	0,001	0,037	0,001	0,001
	N	13	13	13	13	13	13	13	13	13

**Korelasyon %99 güven aralığında önemli seviyede

*Korelasyon %95 güven aralığında önemli seviyede

Tablo 4 incelendiğinde, S12 tüylülüğünde Canny tekniğinde her üç doku parametre ile de aralarında önemli seviyede bir korelasyon görülmemektedir. Prewitt'teki tüm doku parametreleri ile arasında ise önemli seviyede korelasyon bulunmaktadır. Sobel tekniğinde ise matris elemanlarının standart sapması ($r=0,814$) ve entropisi ($r=0,822$) ile S12 tüylülüğü arasında önemli seviyede korelasyon bulunmaktadır. S12 tüylülüğü ile doku parametreleri arasındaki en yüksek korelasyon Prewitt'te matris elemanlarının ortalaması sonuçları arasında tespit edilmiştir ($r=0,829$). S12+S3 sonuçlarında da, S12 tüylülüğündeki sonuçlara benzer sonuçlar gözlemlenmektedir. Canny tekniğinde her üç doku parametre ile de aralarında önemli seviyede bir korelasyon bulunamamıştır. Prewitt'teki tüm doku parametreleri ile arasında ise önemli seviyede korelasyon bulunmaktadır. Sobel tekniğinde ise matris elemanlarının standart sapması ($r=0,810$) ve entropisi ($r=0,817$) ile S12+S3 tüylülüğü arasında önemli seviyede korelasyon bulunmaktadır. S12+S3 tüylülüğü ile doku parametreleri arasındaki en yüksek korelasyon Prewitt'te matris elemanlarının ortalaması sonuçları arasında tespit edilmiştir ($r=0,824$). S3 tüylülüğünde ise her üç teknikte de doku parametreleri ile arasında önemli seviyede bir korelasyon tespit edilememiştir. Çalışmada görüntü işleme çalışmalarının başarılı olmasına rağmen, S3 tüylülüğünde önemli seviyede bir korelasyon bulunamaması ilginç bulunmuştur. Ayrıca literatürde aynı ölçüm prensibi ile çalışan eski versiyonu Zweigle G567'da önemli seviyede korelasyon bulunduğu bildirilmiştir [10]. Buradan hareketle, Zweigle G567'ye göre hızda 8 kat artış olan Uster Zweigle HL400 ile Zweigle G567 arasında tutarsızlıklar olabileceği tahmin edilebilir. Literatürde eski versiyon cihazlardaki denemelerde test hızının sonuçları etkilediği bildirilmiştir [14]. Uster Tester 6 cihazında aynı prensip ile çalışan HL sensörünün ise 800 m/dak 'ya ulaştığı da bilinmektedir. Bu durum, tüylülük cihazlarının birbirleriyle karşılaştırılması ve sonuçlarının kontrol edilmesi gerektiğini göstermektedir.

4. SONUÇ

Çalışmada mikroskop altında alınan iplik görüntülerinin farklı teknikler ile işlenmesi sonucu, temel olarak iplik gövdesinden tüylerin ayrılması gerçekleştirilebilmiş ve eksikleri görülmüştür. Daha sonraki yapılacak çalışmalarda, bu çalışmada tespit edilen ve literatürde önerilen geliştirmelerle daha verimli sonuçların alınabileceği söylenebilir. Çalışmada en yüksek korelasyon, S12 tüylülük sonuçları ile Prewitt kenar belirleme algoritmasının tercih edildiği doku özelliklerinden matris elemanlarının ortalaması (mean2) sonuçları arasında

tespit edilmiştir ($r=0,829$). İstenmeyen tüylülüğü veren S3 tüylülüğünde ise, görüntü işleme sonuçları ile arasında önemli seviyede bir korelasyon bulunamamıştır. Çalışmada görüntü işleme çalışmalarının başarılı olması nedeniyle bu durum ilginç bulunmuştur. Literatürde aynı ölçüm prensibi ile çalışan eski versiyonu Zweigle G567’da önemli seviyede korelasyon bulunduğu bildirildiği için cihazların ölçümleri arasında tutarsızlıklar olabileceği tahmin edilmektedir. Daha sonraki çalışmalarda, Zweigle G567, Uster Zweigle HL400, Uster Tester 6 cihazının aynı prensip ile çalışan HL sensörü, Uster Tester 6 cihazının OH sensörü ve görüntü işleme sonuçlarının birlikte incelenmesi önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Haleem, N., & Wang, X. (2013). *A comparative study on yarn hairiness results from manual test and two commercial hairiness metres*. Journal of the Textile Institute, 104(5), 494-501.
- [2] Zhang, G., & Xin, B. (2016). *An overview of the application of image processing technology for yarn hairiness evaluation*. Research Journal of Textile and Apparel, 20(1), 24-36.
- [3] Sun, Y., Li, Z., Pan, R., Zhou, J., & Gao, W. (2017). *Measurement of long yarn hair based on hairiness segmentation and hairiness tracking*. The Journal of The Textile Institute, 108(7), 1271-1279.
- [4] Jing, J., Huang, M., Li, P., & Ning, X. (2018). *Automatic measurement of yarn hairiness based on the improved MRMR segmentation algorithm*. The Journal of the Textile Institute, 109(6), 740-749.
- [5] Wang, L., Xu, B., & Gao, W. (2018). *Multi-perspective measurement of yarn hairiness using mirrored images*. Textile Research Journal, 88(6), 621-629.
- [6] Xia, Z., Liu, X., Wang, K., Deng, B., & Xu, W. (2019). *A novel analysis of spun yarn hairiness inside limited two-dimensional space*. Textile Research Journal, 89(21-22), 4710-4716.
- [7] Huang, X., Tao, X., Yin, R., & Liu, S. (2021). *A relative hairiness index for evaluating the securities of fiber ends in staple yarns and its application*. Textile Research Journal, DOI: 10.1177/004051752111035136
- [8] Wang, L., Lu, Y., Pan, R., & Gao, W. (2021). *Evaluation of yarn appearance on a blackboard based on image processing*. Textile Research Journal, 91(19-20), 2263-2271.
- [9] Telli, A. (2021a). *The Comparison of the Edge Detection Methods in the Determination of Yarn Hairiness through Image Processing*. Textile and Apparel, 31(2), 91-98.
- [10] Telli, A. (2021b). *İplik Tüylülüğünün Belirlenmesi için bir Görüntü Analizi Yaklaşımı ve Zweigle Tüylülüğü ile Karşılaştırılması*, 9th International Fiber and Polymer Research Symposium, 19-20 November 2021, pp. 207-210.
- [11] Canny, J. (1986). *A computational approach to edge detection*. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, (6), 679-698.
- [12] Guha, A., Amarnath, C., Pateria, S., & Mittal, R. (2010). *Measurement of yarn hairiness by digital image processing*. The journal of the Textile Institute, 101(3), 214-222.
- [13] Roy, S., Sengupta, A., & Sengupta, S. (2014). *Yarn hairiness evaluation using image processing*. In Proceedings of The 2014 International Conference on Control, Instrumentation, Energy and Communication (CIEC) (pp. 588-592). IEEE.
- [14] Wang, X. (1997). *The effect of testing speed on the hairiness of ring-spun and sirospun yarns*. Journal of the Textile Institute, 88(2), 99-106.

DETERJANLARIN TEKSTİL MALZEMELERİ ÜZERİNDEKİ YENİLEME ETKİSİ

Hazal DOĞAN, Işıl KALAY, Taşkın BAYRAKTAR

ABC Deterjan SAN. TIC. A.Ş. AR-GE Bölümü, Osmaniye

hdogan@abcdeterjan.com.tr

ÖZET

Kıyafetlerimizin kumaş yapısı içindeki lifler aşınmanın etkisi ile kumaş yüzeyi üzerine yükselerek havları oluşturur. Bu havlar da bir araya gelip lif topçukları veya lif grupları oluşturur. Buna boncuklanma adı verilir. Kolun dirsek kısımlarının masa vb yüzeylere sürtünmesi, kol altı kısmının hareketimiz sonucu kumaşın kendisi ile sürtünmesi, yaka bölümünde baş hareketlerimizle kumaşın vücut ile sürtünmesi, pantolon, etek vb kıyafetlerimizin oturduğumuz yüzey ile sürtünmesi sonucu liflerin açığa çıkması ve kumaş yüzeyinde tüylenmiş görünüm oluşmasını görebiliriz.

Bu sebepler dışında makine içerisinde yıkama esnası sırasında mekanik etkiden kaynaklanan kumaşların birbirine sürtünmesi ve liflerin açığa çıkması şeklinde de gözlemlenebilir. Kumaş yüzeyinde oluşan bu tüylenme ve boncuklanma kıyafetlerin daha eski ve yıpranmış görünmesine sebep olur. Kumaşın görevini ve etkisini değiştirmez fakat görünümünün kötüleşmesine yol açar.

Leke çıkarma performansını arttırmak amacıyla kullanılan enzimlere ek olarak renk koruma, kumaş bakımı sağlama ve yüzeydeki tüylenme, boncuklanmayı giderici enzimler de vardır. Bu çalışmada kumaşa bakım yapan enzim kullanılmıştır. Kullanılan enzimin (Enzim-ABCZYM) içerdiği selülaz enzimi ile pamuklu kumaşlardan tüy ve havları etkili bir şekilde yok edilir, siyah renkli kumaşların griye dönmesini engellenir, renkli kumaşlarda renk netliğini ve renk kontrastını korumada yardımcı olunur. Ek olarak yüzeydeki tüylenme ve boncuklanmayı giderir. Bu çalışma ABC deterjan ARGE Merkezi tarafından enzim içeren deterjanların tekrarlı yıkamalar sonucunda tekstil ürünlerindeki renk koruma performansı ve yenilenme etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deterjan, Enzim Renk koruma, Boncuklanma, Kumaş yenilenme

RENOVATION EFFECT OF DETERGENTS ON TEXTILE MATERIALS

ABSTRACT

The fibers in the fabric structure of our clothes rise on the fabric surface with the effect of abrasion and form piles. These piles also come together to form fiber balls or fiber groups. This is called pilling. We can see the rubbing of the elbow parts of the arm on the table etc. surfaces, the friction of the underarm part with the fabric itself as a result of our movement, the friction of the fabric with the body with our head movements in the collar section, the rubbing of our trousers, skirts, etc.

Apart from these reasons, it can also be observed in the form of friction of the fabrics to each other and the emergence of fibers caused by the mechanical effect during washing in the machine. This fuzzing and pilling on the fabric surface causes the clothes to look older and worn. It does not change the function and effect of the fabric, but causes its appearance to deteriorate.

In addition to the enzymes used to increase the stain removal performance, there are also enzymes that protect color, provide fabric care and remove hairiness and pilling on the surface. In this study, the enzyme that cares for the fabric was used. The cellulase enzyme contained in the enzyme used (Enzyme-ABCZYM) effectively removes fluff and fluff from cotton fabrics, prevents black fabrics from turning gray, helps to maintain color clarity and color contrast in colored fabrics. In addition, it removes fuzz and pilling on the surface. In this study, the color protection performance and regeneration effect of detergents containing enzymes on textile products as a result of repeated washing were investigated by ABC detergent R&D Center.

Keywords: Detergent, Enzyme Color protection, Pilling, Fabric regeneration

1.GİRİŞ

Boncuklanma durumu, bir kumaşın yüzeyinde birbirine dolanmış lif topraklarının oluşmasıyla karakterize edilir. Bu durum, kumaş estetiğini ve konforunu etkilediği için tekstil ürününün servis verilebilirliğinde bir sorun teşkil etmektedir. Boncuklanma çirkin ve rahatsız olduklarında, bir ürünün kullanım ömrünü büyük ölçüde azaltabilirler. Kumaşın görevini ve etkisini değiştirmez fakat görünümünün kötüleşmesine yol açar [1].

Kolun dirsek kısımlarının masa gibi yüzeylere sürtünmesi, kol altı kısmının hareketimiz sonucu kumaşın kendisi ile sürtünmesi, yaka bölümünde baş hareketlerimizle kumaşın vücut ile sürtünmesi, pantolon, etek gibi kıyafetlerimizin oturduğumuz yüzey ile sürtünmesi sonucu liflerin açığa çıkması ve kumaş yüzeyinde tüylenmiş görünüm oluşmasını görebiliriz. Bu sebepler dışında makine içerisinde yıkama esnası sırasında mekanik etkiden kaynaklanan kumaşların birbirine sürtünmesi ve liflerin açığa çıkması şeklinde de gözlemlenebilir [2].

Boncuklanma sorunu özellikle pamuklu örme kumaşlarda yaygın olarak görülmektedir. Tüylenme, elyaf karışımları, uygun iplik ve/veya kumaş yapısı, uygun apre veya düşük tüylenmeli sentetik elyaflar kullanılarak önenebilir veya önemli ölçüde azaltılabilir. Kumaş aşamasında bu sorunu ortadan kaldırmak için pamuklu örme kumaşlara antipilling terbiye işlemleri uygulanabilir [3]. Boncuklanmanın kumaş yüzeyinde birikmesini önlemek için, polimerlerin dolgu ve kaplama teknikleri ile uygulanması, boncuklanmayı azaltmak için elyafın mukavemetinin azaltılması, boncukların oluşur oluşmaz malzemeden düşmesine neden olmak gibi farklı kimyasal terbiye yaklaşımları yapılır. Ayrıca ev tekstilinde boncuklanma eğilimini azaltmak ve kıyafetlerimize bakım yapabilmek için iplikteki gevşek liflerin giderilmesinde enzimlerin uygulanması da bir yöntemdir.

Tekstil ürünlerinin ıslak işlenmesi için temizlik hazırlıklarından terbiye işlemlerine kadar geniş bir yelpazede enzimatik işlemler geliştirilmiştir. Enzimler, peptit bağlarıyla bağlanan uzun doğrusal amino asit zincirleri tarafından oluşturulan proteinlerdir. Canlı organizmalarda meydana gelen kimyasal reaksiyonları önemli ölçüde hızlandırabilen biyolojik katalizörlerdir. Hücreler tarafından üretilirler, ancak virüs veya bakteri değildirler ve özerk olarak çoğalamazlar; bu nedenle biyolojik olarak aktif olmasalar bile, belirlenen pH, sıcaklık, likör bileşimi vb. koşullarında canlıdır [4].

Selülaz, istenilen pürüzsüz yüzey efektini elde etmek için selülozik kumaşların yüzeyini ve özelliklerini değiştirmek için kullanılır. Selülaz, kullanılan en büyük üçüncü enzim grubu haline gelmiştir ve pek çok avantajı, gelişmiş elastikiyet, hidrofiliklik ve boya afinitesini içerir [5].

Selülaz, selülozdaki β -1,4 glukosidik bağları hidrolize etmek için uyum içinde hareket eden bir enzim ailesi anlamına gelir. Ticari olarak temin edilebilen selülazlar, endoglukanazlar, eksoglukanazlar ve selobiaz olmak üzere üç enzimin bir karışımıdır. Endoglukanazlar, selülozun amorf bölgelerine etki ederek, uzunlukları boyunca rastgele selüloz zincirlerine saldırır. Eksoglukanazların, selülozun kristal bölgeleri üzerinde etki ederek, polimer zincir uçlarına saldırarak selobiyoz ürettikleri düşünülmektedir. Selobiaz ayrıca selobiaz tarafından glikoza hidrolize edilir. Genel reaksiyon hızı, bu enzimlerin her birinin aktivitesi üzerinde inhibe edici bir etkiye sahip olan hidroliz ürünleri tarafından kontrol edilir [6].



Şekil 12 Selüloz Enziminin Çalışma Prensibi

Selüloz havları yiyerek çamaşırların yeni doğal halinde görünmesini sağlar.

Leke çıkarma performansını arttırmak amacıyla kullanılan enzimlere ek olarak renk koruma, kumaş bakımı sağlama ve yüzeydeki tüylenme, boncuklanmayı giderici enzimler de vardır. Bu çalışmada kumaşa bakım yapan enzim kullanılmıştır. Kullanılan enzimin (Enzim-ABCZYM) içerdiği selüloz enzimi ile pamuklu kumaşlardan tüy ve havları etkili bir şekilde yok edilir, siyah renkli kumaşların griye dönmesini engellenir, renkli kumaşlarda renk netliğini ve renk kontrastını korumada yardımcı olunur.

Enzimler sayesinde, giysilerin renk solması, grileşme ve boncuklanma gibi kumaş aşınmalarına karşı korur, kumaşların yumuşak ve kabarık dokusunu korunur, pürüzsüz bir his ve temiz kumaşlar elde ederek; giysileri yeniden canlandırır ve aşınmış görünümü azaltır.

Çamaşır ve Bulaşık deterjanlarında enzimlerin kullanılması ile [7];

- Yıkama süresi kısalmır
- Düşük sıcaklıklarda bile etkili temizlik olanağı sağlandığından enerji ve su tasarrufu sağlanır

Tablo 8 Çamaşır Deterjanlarında Enzim Kullanımının Enerji ve Su Tasarrufuna Etkisinin Yıllara Göre İncelenmesi

Tüketim/kg kuru çamaşır	1943-44 (elde)	1965 (makine)	1975 (makine)	1985 (makine)	1990-95 (makine)
Su (L)	31	37	31	21	10-12
Enerji (Suyu ısıtmak için) (kWh)	1,45	0,6	0,4	0,25	0,2
Enerji (Motor ve pompalar için) (kWh)	0	0,4	0,2	0,15	0,1

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

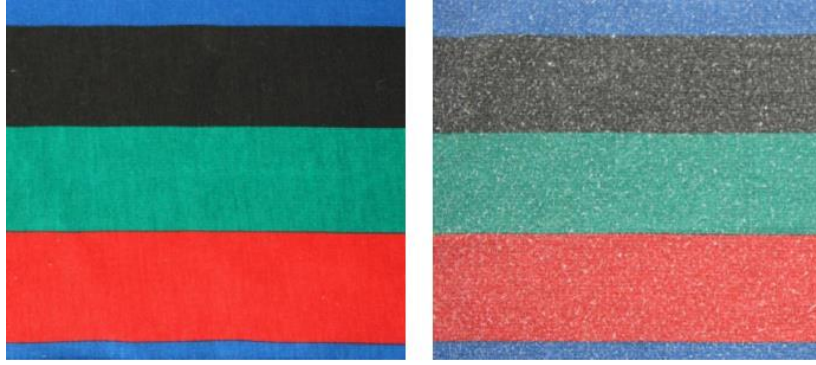
Çalışmada; yıkama işlemleri Arçelik çamaşır makinesi kullanılarak yapılmıştır. Yıkamalarda, 40°C pamuklu programı kullanılmıştır.

Renkli kumaş yıkamalarında, ABC Deterjan Sanayi ve Tic. A.Ş. nin temin ettiği A.I.S.E (International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products) tarafından önerilen, (14) Monitor Dye Set kullanılmıştır.

Tablo 9. A.I.S.E (International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products) tarafından önerilen, (14) Monitor Dye Set Boya Sınıfları

Kumaş Adı	Boya Sınıfı
A.I.S.E. 1	Kükürt Siyah
A.I.S.E. 3	Küp Yeşil
A.I.S.E. 5	Küp Mavi
A.I.S.E. 8	Direkt Sarı + Katyonik Son İşlem (Tinofix ECO)
A.I.S.E. 16	Reaktif Kırmızı
A.I.S.E. 20	Reaktif Siyah (Açık Ton)
A.I.S.E. 21	Reaktif Siyah (Koyu Ton)
A.I.S.E. 22	Reaktif Turuncu
A.I.S.E. 24	Reaktif Mavi
A.I.S.E. 26	Reaktif Viyole
A.I.S.E. 27	Reaktif Trikromatik Kombinasyonu
A.I.S.E. 29	Reaktif Trikromatik Kombinasyonu
A.I.S.E. 33	Dispers Lacivert + Termofiksaj
A.I.S.E. 39	Asit Kırmızı + Sintan

Boncuklanma monitör kumaşın yüzey görünümünün değerlendirilmesinde EMPA 253 kumaşı kullanılmıştır.



Şekil 13. a) Yeni EMPA 253 Kumaşı b) Yaşlandırılmış EMPA 253 Kumaşı

2.2. Metot

2.2.1. A.I.S.E (14) Dye Setinin Yıkaması

Deterjan, ana yıkama çekmecesine yerleştirilerek yıkamalar yapılmıştır. Yıkama suyunun sertliği 25° FH'dir. Yıkama işlemi sırasında 3 kg yıkama yükü (%100 polyester) kullanılmıştır.

Yıkama seti, 10 tekrar olarak yıkanmıştır. 1. ve 10. yıkama döngüsünden sonra, kumaşların (L*, a*, b*) renk koordinatı değerleri HunterLab UltraScan PRO spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür.

Tablo 10. Renkli Kumaş Yıkamasında Kullanılan Ürünler ve Dozaj Bilgileri

Deterjan Adı	Dozaj
ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Mevcut formül	60 ml
ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Revize formül - enzim ilaveli Enzim-ABCZYM	60 ml

2.2.2. Pilling Değerlendirme Yıkaması

Pilling değerlendirme yıkamaları Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Deney Laboratuvarları tarafından yapılmıştır. Değerlendirmede ASTM D 3512 2 [8] standardı kullanılmıştır

Üniversite laboratuvarı, ardışık yıkamalar ve yıkamalar sonrası değerlendirme için aşağıda belirtilen protokolü uygulamıştır.

1. Yıkamalarda, 40°C pamuklu programda yapılmalıdır.
2. Yıkamalarda kullanılan deterjanların adı, yıkama kodu ve dozajı aşağıdaki tabloda verilmiştir.
3. Deterjan, ana yıkama çekmecesine yerleştirerek yıkamalar yapılacaktır.
4. Yıkama suyunun sertliği 25° FH'dir.
5. Yıkama işlemi sırasında 3 kg yıkama yükü (%50 polyester + %50 pamuk) kullanılacaktır
6. Yıkamalarda, tarafımızca temin edilen 253 Kodlu Swisstat (Orijinal, Boncuklandırılmış) kumaşları kullanılmalıdır.
7. 253 Kodlu Swisstat (Orijinal, Boncuklandırılmış) kumaşları, yukarıda belirtilen yıkama koşullarında, 20 defa ardışık olarak yıkanmalıdır.
8. Her bir test kumaşının yıkama öncesi, 10. Ve 20. yıkama döngüsü sonrası yüzey görünümü panelistler ile görsel olarak değerlendirilmelidir.

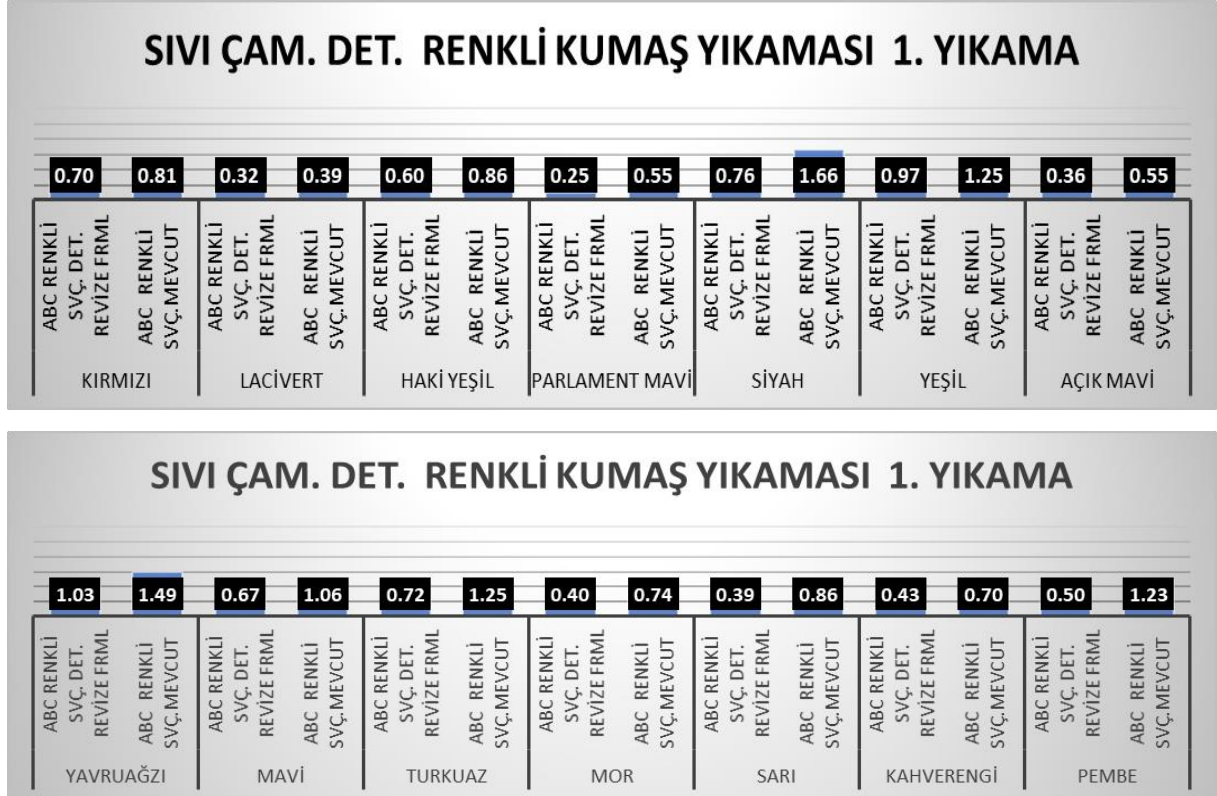
Tablo 11. Pilling Yıkamasında Kullanılan Ürünler ve Dozaj Bilgisi

Deterjan Adı	Dozaj
ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Mevcut formül	60 mL
ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Revize formül -enzim ilaveli Enzim-ABCZYM	60 mL

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Renkli Kumaş Yıkamasının Değerlendirilmesi

Yıkamaların sonunda, HunterLab spektrofotometre ile değerlendirmeler yapılmıştır. Referans kabul edilen daha önce yıkanmamış olan standart renkli kumaşlar ile yıkanmış numune arasındaki renk farkı (dE) hesaplanmıştır. Kumaşlar arasındaki fark ne kadar düşük olursa renk koruma performansı o kadar iyi olmaktadır.



Şekil 14. Renkli Kumaş Yıkaması 1. Yıkama dE Değerleri



Şekil 15. Renkli Kumaş Yıkaması 10. Yıkama dE değerleri

3.2. Pilling Yıkamasının Değerlendirilmesi

Yıkamalarda, ABC Deterjan Sanayi ve Tic. A.Ş. tarafından temin edilen 253 Kodlu Swisstat (Orijinal, Boncuklandırılmış) kumaşları kullanılmıştır. Test kumaşı olarak yıkanan bu kumaş, şerit halinde 4 renk (Mavi, Siyah, Yeşil, Kırmızı) baskıdan oluşmakta ve boncuklanma monitörü olarak tanımlanmaktadır.

Test edilen her bir yıkama ürünüyle 3'er tane 253 Kodlu Swisstat (Orijinal, Boncuklandırılmış) kumaşı, yukarıda belirtilen yıkama koşullarında, 20 defa ardışık olarak yıkanmıştır.

253 kodlu test kumaşının yıkama öncesi ve 20. yıkama döngüsü sonrası yüzey görünümü, kumaş tüylenmesi açısından Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi çalışanlarından oluşan, alanında uzman panelist grup tarafından, Empa standart fotoğrafları referans alınarak subjektif olarak değerlendirilmiştir. 3 kumaş için verilen değerlerin ortalaması alınmıştır.

Değerlendirme skalasında 1 (en kötü), 5 (en iyi) olarak değerlendirilmekte ve 1'den 5'e kadar her bir birim arasındaki fark, tüylülükte %25'lik iyileşmeyi ifade etmektedir.

Yukarıda belirtilen yıkama koşullarında test edilen sıvı deterjanlar ile 20 ardışık yıkama yapılmış 3'er adet 253 kodlu monitör kumaşının tüylenme derecesi görsel olarak değerlendirilmiştir.

Kumaş Numuneleri	Tüylene Derecesi
Yıkama Öncesi EMPA 253 Kumaşı	1,0
ABC Sıvı Çam. Det. Renkliler ile 20 Yıkama Sonrası	5.0
ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Revize formül -enzim ilaveli Enzim-ABCZYM	5.0

Tablo 13. Ege Üniversitesinde EMPA 253 Kumaşı ile Yapılan Yıkama Değerlendirmesi

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, 253 Kodlu Swisstat (Orijinal, Boncuklandırılmış) kumaşları kullanılmıştır, kumaşlarda kullanılan deterjanların enzim ilaveli ve enzim ilavesiz yıkamaları yapılarak yıkama tekrarının kumaşların boncuklanma özelliğine etkileri incelenmiştir. Genel olarak; enzim ilavesiz deterjanda yıkama tekrarı arttıkça standart 253 kodlu Swisstat kumaşların daha fazla boncuklandığı görülmüştür. Enzim ilaveli deterjanla yapılan yıkamalarda standart boncuklandırılmış kumaşların yıkama sayısı arttıkça boncuklanmanın ortadan kalktığı gözlemlenmiştir.

Aly ve Moustafa,da 2004 yılında yaptıkları çalışmada enzim ilaveli deterjanların tekstil malzemeleri üzerinde anti pilling özelliği gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kumaşlar ve tekstil mamulleri kullanımları süresinde defalarca kez yıkanır. Yıkama ve kurutma işlemleri maliyeti yüksek olan işlemdir. Bazı olumsuzluklardan etkilenirler ve bu olumsuzluklar; kumaş çekmesi, kumaşın deforme olması yani şekil bozukluğu, aşınma ve buruşma mukavemetlerinde azalma ve daha fazla boncuklanmasıdır.

Renkli kumaş yıkamalarında Şekil 3. ve Şekil 4. değerlendirildiğinde, 1.yıkama ve 10. yıkama sonuçlarına göre renk korumada enzim ilaveli Enzim-ABCZYM revize formül daha iyi sonuç vermektedir.

Pilling yıkamalarında Değerlendirilen kumaşlarda, ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Renkliler ve ABC Sıvı Çamaşır Deterjanı Revize formül -enzim ilaveli Enzim-ABCZYM ile 20 yıkama sonrası, 253 kodlu kumaşın tüylene derecesinde ortalama olarak, yıkama öncesine göre %100 iyileşme sağlanmıştır.

Enzim ilaveli deterjanların kullanılmasıyla tekstil malzemelerindeki yıpranmaların nispeten önüne geçilecek ve kumaşlar daha yeni görünecektir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Periyasamy, A.P. and Prince, D.B., 2012, "Effect of Fibrillation on Pilling Tendency of Lyocell Fiber", Indian Textile Journal, Vol.122, No.10, pp:49-54
- [2] Schindler, W.D. and Hauser, P.J., 2004, "Anti-Pilling Finishes, Chemical Finishing of Textiles", Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, pp:129-137.
- [3] Goyal, R. and Prabhu C.N., 2008, "Anti-Pilling Solutions", Colourage, Vol.55, No.9, pp:95-97.
- [4] Dixon, M., and Webb, E. C. : Enzymes, 1958
- [5] Aly, A.S., Moustafa, A.B., Hebeish, A., 2004, "Bio-Technological Treatment of Cellulosic Textiles", Journal of Cleaner Production, Vol.12, No.7, pp:697-705
- [6] Kanchagar, A.P., 2003, "Adsorption of Purified Cellulases on Cotton Fibers", Thesis of Doctor of Philosophy, Athens, Georgia, 2003, pp:1-3.

[7] Niyonzima F.N., More S.S., Detergent-Compatible Bacterial Amylases, 2014, Appl Biochem Biotechnol 174:1215-1232

[8] ASTM D 3512 Standard Test Method For Pilling Resistance And Other Related Surface Changes Of Textile Fabrics: Random Tumble Pilling Tester

DENİM KUMAŞLARDA DOKUMA HATALARININ İNCELENMESİ

Fehmi BAYLAK¹, Deniz Mutlu ALA²

¹Bossa Tekstil A.Ş., Adana, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı

²Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek
Yüksekokulu Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü
Fbaylak@bossa.com.tr

ÖZET

Bir işletmenin en düşük maliyetle en kaliteli ürünü üretmesi o işletmeyi farklı kılar. Denim kumaş üretiminde kalitesizliğin en önemli sebepleri dokuma kaynaklı kumaş hatalarıdır. Eğer kumaş hataları ortadan kaldırılmazsa, bu durum, müşteri memnuniyetinin azalmasına, maliyetin artmasına neden olur. Bu çalışmada denim kumaşlarda meydana gelen dokuma hataları 4 farklı kumaşta incelenmiş olup, dokuma hatalarının nedenleri istatistiksel analiz yardımı ile değerlendirilmiştir. Hataların analizinde istatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi kullanılmıştır. Beyin fırtınası ve balık kılçığı diyagramı ile hataların oluşmasına yol açan nedenler tespit edilmiştir. Daha sonrasında ise hata nedenlerini ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yapılmış ve takibi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dokuma kumaş hataları, Denim kumaşlarda kalite analizi, Denim kumaşlarda kaliteye etki eden faktörler

INVESTIGATION OF WEAVING DEFECTS IN DENIM FABRICS

ABSTRACT

The fact that an enterprise produces the highest quality product at the lowest cost makes that enterprise different. The most important reason for poor quality in denim fabric production is weaving. If fabric faults are not eliminated, this leads to a decrease in customer satisfaction and an increase in costs. In this study, weaving defects occurring in denim fabrics were examined in four different fabrics, and the causes of weaving defects were evaluated with the help of statistical analysis. Pareto analysis, one of the statistical process control techniques, was used in the analysis of errors. Causes of errors were determined by brainstorming and fishbone diagram. Afterwards, studies were carried out to eliminate the causes of error and follow-up was provided.

Keywords: Woven fabric defects, Quality analysis in denim fabrics, Factors affecting quality in denim fabrics

1.GİRİŞ

Geçmişte işçi kıyafeti olarak üretilmeye başlanan, günümüzde ise çanta, ceket, gömlek, elbise gibi farklı stillerde de karşımıza çıkan denim kumaşlarda rekabet gün geçtikçe artmaktadır.

Bu rekabette modaaya uygunluğun yanında müşteri memnuniyetini sağlamak için kalite çok önemli bir faktör olarak önümüze çıkmaktadır. Kalite müşterinin istek ve beklentileri arasındaki uyumdur[1]. Kumaş hatalarının büyük bir kısmını dokuma ve ihzar hataları oluşturmaktadır[2]. Müşteriye kumaşların sevk edilmeden önce bu hataların tespiti oldukça önem arz etmektedir.

Kumaş hatası İngiliz standartlarında “mamul kumaşın faydalı enindeki, son ürünün kalitesini düşürecek her tür özellik” olarak tanımlanmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü tarafından ise kumaş hataları, “kumaşlarda iplik, yardımcı madde, işçilik, makine, donanım ya da çalışma metodu yüzünden oluşan, gözle görülüp değerlendirilebilen ve kumaşın görünüşünü bozan kusurlar” şeklinde tanımlanmıştır[3]. Dokuma kumaş hatalarının tespiti dokuma esnasında, dokunmuş kumaşa ya da mamül kumaş halindeki bezlerin kontrol tezgahlarında kalite kontrol elamanların görsel olarak tayini ile gerçekleşmektedir.

Kumaş hatalarının belirlenmesi, sorunların ortaya konulması, çözüm geliştirilmesi ve bu çözümlerin sürekliliğinin sağlanması için istatistiksel proses kontrollerinin yapılması oldukça önemlidir[4]. Bu yüzden işletmelerde istatistiksel kalite kontrol teknikleri kullanılabilir. İstatistiksel kalite kontrol ile işletmeler bir ürünü önceden belirlenmiş kalite standartlarını hedef alarak en ekonomik şekilde hatalı üretimi en aza indirerek üretim elde edebilmektedir[5]. İyileştirme çalışmalarının prosese tamamen entegre olabilmesi ve bir disiplin haline gelebilmesi için kontrol adımı önemli bir adımdır. Uygulamanın başarılı olup olmadığı ve verilerin istenilen değerler arasında olup olmadığı izlenmelidir[6].

Pareto analizi, olayların en yüksek sıklıkta gerçekleşenden başlayarak en düşük sıklıkla gerçekleşenlere doğru sıralandığı bir kalite kontrol aracıdır [7]. Bir olayda meydana gelen sonuçların %80’inin, sebeplerin %20’sinden kaynaklandığını ifade eder. Dolayısıyla bir sorunun sadece %20’sini çözerek, tüm sorunun %80’lik kısmını çözebileceğimizi varsayar [8]. Balık kılıcı diyagramı, belirli bir problemin olası nedenlerini belirlemede kullanılmaktadır. İstatistiksel yöntemler kullanılarak sonuçlardan hareketle olayın sebeplerine ulaşabilmekte, çıkan sonuçlarla bunları doğuran sebepler arasındaki çapraz ilişki ortaya çıkarılabilmekte ve görsel olarak sunumu sağlanabilmektedir [9].

Kısaoğlu, 2010’ da yapmış olduğu çalışmada dokuma işlemi sırasında oluşan duruşları nedenleri ile birlikte incelemiş ve üretimi devam eden kumaş üzerindeki hataları tespit etmiştir. Dokuma kumaş kalitesi ile ilgili yapılan değerlendirmeler incelenen tüm kumaş tiplerinde iplikten gelen hata oranının, dokuma hazırlık/dokuma prosesinden kaynaklanan hata oranından çok daha yüksek olduğunu göstermiştir[10].

İkiz ve Ala, 2014’te bir dokuma işletmesinde, üç hafta boyunca dokuma sonrası ışıklı panoda yapılan ham kumaş kontrolü sonucu görülen kumaş hataları istatistiksel yöntemler kullanılarak incelemiştir. Çalışmada istatistiksel proses kontrol yöntemleri sayesinde belirli kumaş hatalarının tespit edilerek önlenmesi ile kalite seviyesinin %80 oranında yükseltilebileceği sonucuna varılmıştır[2].

Bu çalışmada ise denim kumaş üretimi yapan bir işletmede meydana gelen dokuma kumaş hataları tespit edilmiş, istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi ve balık

kılıcı diyagramı kullanılarak incelenmiş, hataların önlenmesine yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

2.MATERYAL VE METOD

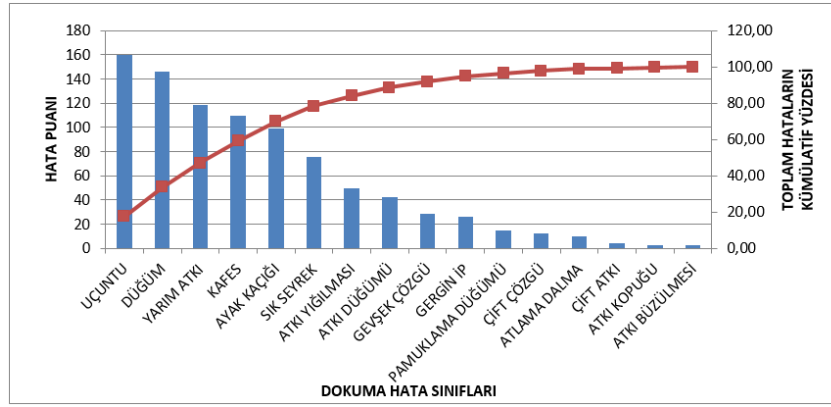
Çalışmada dört farklı konstrüksiyonda denim kumaşının kalite kontrolü ışıklı kontrol panolarında tecrübeli elemanlar tarafından yapılmış ve kumaş hataları tespit edilmiştir. Kumaşlar A, B, C, D olarak adlandırılmış ve terbiye işlemleri sonrasında kumaş kontrolü gerçekleştirilmiştir. A kumaşının içeriği %79 pamuk, %18 pes ve %3 ea'dır. B kumaşının içeriği %90 pamuk, %8 eco t-400, %2 ea'dır. C kumaşının içeriği %57 pamuk, %20 ecovero, %20 recycle pes, %3 ea'dır. D kumaşının içeriği ise %100 pamuktur. Kalite değerlendirmesinde hata puanlaması olarak 4 puan sistemi kullanılmıştır. Toplam hata puanlarının içerisinde en yüksek paya sahip olan dokuma ve ihzar kaynaklı hataların sayıları istatistiksel proses kontrol yöntemlerinden pareto analizi ile değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen pareto analizinde toplam hataların %80' ini oluşturan hataların oluşumuna yol açan nedenler işletme ekibi ile birlikte beyin fırtınası ve balık kılıcı teknikleri kullanılarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Çizelge 1' de terbiye işlemleri sonrasında A kumaşının kontrolü sonucunda tespit edilen hata sayıları ve toplam hata puanları verilmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde, Dokuma ve ihzar kaynaklı hataların puanları toplamının, toplam hata puanının %72,66' sını oluşturduğu ve kumaş hatalarının büyük kısmını dokuma ve ihzar kaynaklı hataların oluşturduğu görülmektedir. A kumaşı için tespit edilen dokuma ve ihzar hatalarının %80' ini oluşturan hataların belirlenmesi amacıyla oluşturulan pareto analizi Şekil 1' de verilmektedir. Pareto Analizi çalışmasına göre, hataların %80' ini uçuntu, düğüm, yarım atkı, kafes, ayak kaçı ve sık seyrek hataları oluşturmaktadır.

Çizelge 1. A kumaşının hata puanları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzdesi (%)	Hata Puanı	Hata Puanı (%)
İplik Hataları Toplamı	57	9,42	74	5,94
Dokuma Hataları Toplamı	336	55,53	666	53,53
İhzar Hataları Toplamı	119	19,66	238	19,13
Terbiye Hataları Toplamı	93	15,37	266	21,38

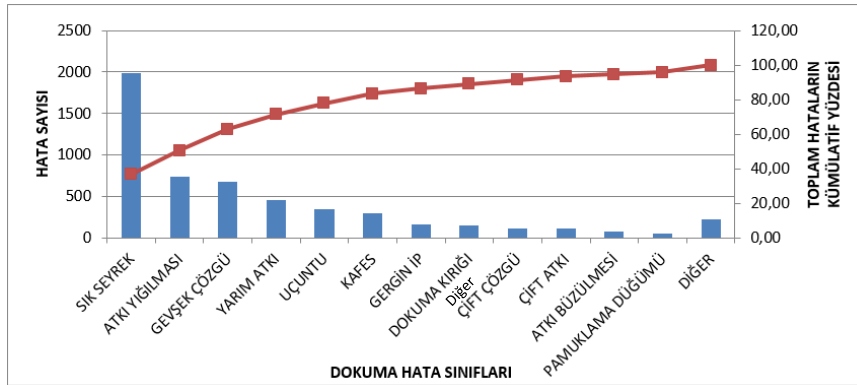


Şekil 1. A kumaşı için dokuma ve ihzar hataları pareto analizi

Çizelge 2' de terbiye işlemleri sonrasında B kumaşının kontrolü sonucunda tespit edilen hata sayıları ve toplam hata puanları verilmektedir. Çizelge 2 incelendiğinde, Dokuma ve ihzar kaynaklı hataların puanları toplamının, toplam hata puanının %68,86'sını oluşturduğu ve kumaş hatalarının büyük kısmını dokuma ve ihzar kaynaklı hataların oluşturduğu görülmektedir. B kumaşı için tespit edilen dokuma ve ihzar hatalarının %80' ini oluşturan hataların belirlenmesi amacıyla oluşturulan pareto analizi Şekil 2' de verilmektedir. En kritik kumaş hatası 1982 hata puanı ile sık seyrek hatası olarak tespit edilmiştir. Pareto Analizi çalışmasına göre, hataların %80'ini sık seyrek, atkı yığılması, gevşek çözgü, yarım atkı ve uçuntu hataları oluşturmaktadır.

Çizelge 2. B kumaşı hata puanları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzdesi (%)	Hata Puanı	Hata Puanı (%)
İplik Hataları Toplamı	259	11,18	398	5,08
Dokuma Hataları Toplamı	1560	67,35	4298	54,96
İhzar Hataları Toplamı	203	8,76	1087	13,90
Terbiye Hataları Toplamı	288	12,43	1975	25,25



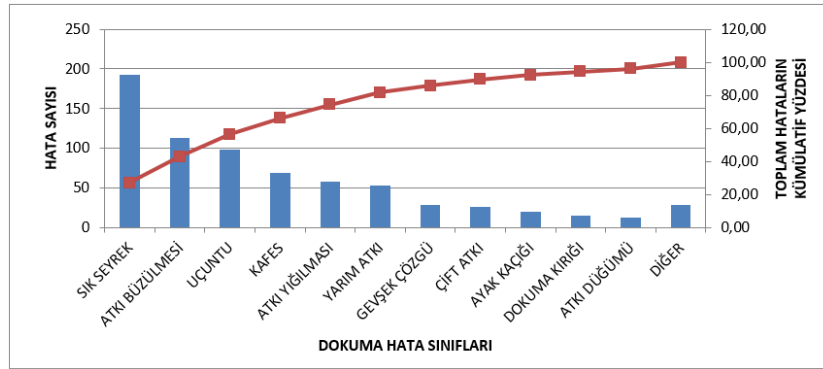
Şekil 2. B kumaşı için dokuma ve ihzar hataları Pareto Analizi

Çizelge 3' te terbiye işlemleri sonrasında C kumaşının kontrolü sonucunda tespit edilen hata sayıları ve toplam hata puanları verilmektedir. Çizelge 3 incelendiğinde, Dokuma ve ihzar kaynaklı hataların puanları toplamının, toplam hata puanının %67,2' sini oluşturduğu ve kumaş hatalarının büyük kısmını dokuma ve ihzar kaynaklı hataların oluşturduğu görülmektedir. C kumaşı için tespit edilen dokuma ve ihzar hatalarının %80' ini oluşturan

hataların belirlenmesi amacıyla oluşturulan pareto analizi Şekil 3’ te verilmektedir Pareto Analizi çalışmasına göre, hataların %80’ini sık seyrek, atkı büzülmesi, uçuntu, kafes ve atkı yığılması hataları oluşturmaktadır.

Çizelge 3. C Kumaşı Hata Puanları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzdesi (%)	Hata Puanı	Hata Puanı (%)
İplik Hataları Toplamı	52	13,64	78	7,35
Dokuma Hataları Toplamı	287	75,32	673	63,43
İhzar Hataları Toplamı	16	4,19	40	3,77
Terbiye Hataları Toplamı	26	6,68	270	25,44

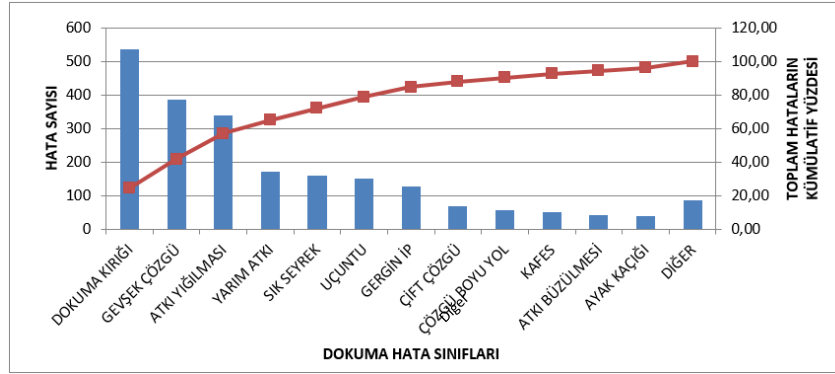


Şekil 3. C kumaşı için dokuma ve ihzar hataları Pareto Analizi

Çizelge 4’ te terbiye işlemleri sonrasında D kumaşının kontrolü sonucunda tespit edilen hata sayıları ve toplam hata puanları verilmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde, dokuma ve ihzar kaynaklı hataların puanları toplamının, toplam hata puanının %76,08’ini oluşturduğu ve kumaş hatalarının büyük kısmını dokuma ve ihzar kaynaklı hataların oluşturduğu görülmektedir. D kumaşı için tespit edilen dokuma ve ihzar hatalarının %80’ ini oluşturan hataların belirlenmesi amacıyla oluşturulan pareto analizi Şekil 4’ te verilmektedir. Pareto Analizi çalışmasına göre, hataların %80’ini dokuma kırığı, gevşek çözgü, atkı yığılması, yarım atkı, sık seyrek ve uçuntu hataları oluşturmaktadır.

Çizelge 4. D Kumaşı Hata Puanları

Hata Tanımı	Hata Adeti	Hata Yüzdesi (%)	Hata Puanı	Hata Puanı (%)
İplik Hataları Toplamı	100	14,70	171	5,97
Dokuma Hataları Toplamı	461	67,79	1555	54,31
İhzar Hataları Toplamı	80	11,76	652	21,77
Terbiye Hataları Toplamı	38	5,58	477	16,66

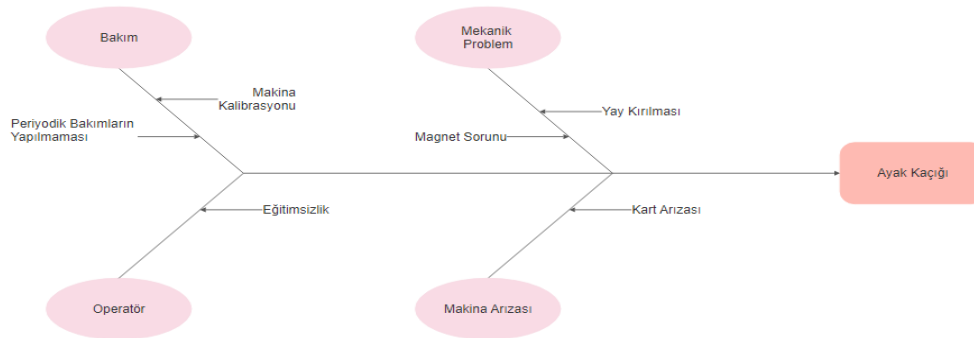


Şekil 4. D kumaşı için dokuma ve ihzar hataları Pareto Analizi

Farklı konstrüksiyonlardaki A, B, C ve D kumaşlarının kalite kontrolü sonrasında oluşturulan pareto diyagramlarında ortadan kaldırılması gereken kritik kumaş hataları ayak kaçığı, gevşek çözgü, gergin ip, sık-seyrek, atkı yığılması, düğüm, kafes, yarım atkı, uçuntu, pamuklama düğümü, atkı büzülmesi ve dokuma kırığı olarak tespit edilmiştir.

Dokuma hatalarının nedenlerinin belirlenmesi için balık kılıcı diyagramı uygulanmış ve tespit edilen sorunlara yönelik iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan iyileştirme çalışmasına yönelik kontrol kartları oluşturulmuş ve haftalık olarak kontrol kartları ile yapılan iyileştirmenin sonuçları ölçülmüştür.

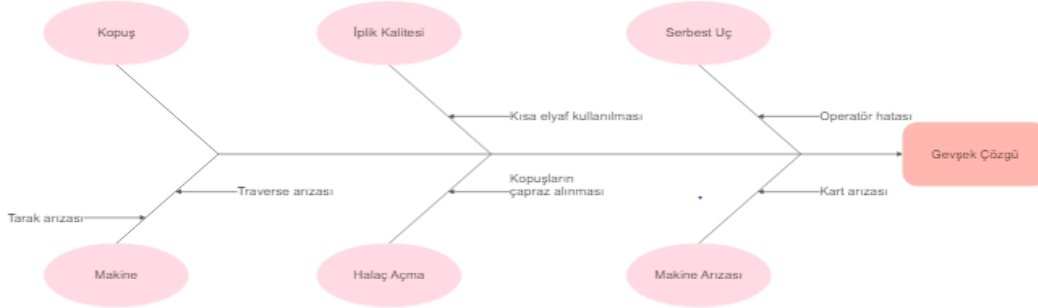
Ayak kaçığı hatası için oluşturulan diyagram Şekil 5’ te verilmektedir. Hata kaynaklarının incelenmesi için bakım, mekanik problemler, operatör ve arıza olmak üzere dört ana başlık belirlenmiştir. Şekil 5’ te verilen diyagram incelendiğinde makine periyodik bakımlarının tam olarak yapıldığı görülmüştür. Kalitenin dokunması sırasında dokuma işletmesi tutanaklarında mekanik bir probleme rastlanmamıştır. Yine aynı şekilde makinede dokuma esnasında kart arızası gibi bir sorunla karşılaşmamıştır. Ayak kaçığı hatasının en önemli sebebinin operatör kaynaklı olduğu, atkı ipliğinin çekilmesi ve sonucunda da örgü atlanması sonucunda oluştuğu görülmüştür. Hata oluşumunun önlenmesi için operatöre eğitim verilmesi gerektiği anlaşılmıştır ve operatör eğitime alınmıştır.



Şekil 5. Ayak Kaçığı Balık Kılıcı Diyagramı

Gevşek çözgü hatası için oluşturulan balık kılıcı diyagramı Şekil 6’ da verilmektedir. Hata kaynaklarının incelenmesi için kopuş, iplik, serbest uç, makine, halat açma ve arıza olmak üzere altı ana başlık belirlenmiştir. Gevşek çözgü hatasının en önemli sebebi serbest uç olarak

belirlenmiştir. Hata oluşumunun önlenmesi için, kopan ipliklerin ihzarda bağlanmış olması ve dokuma işletmesine serbest şekilde gelmemesi gerekmektedir.



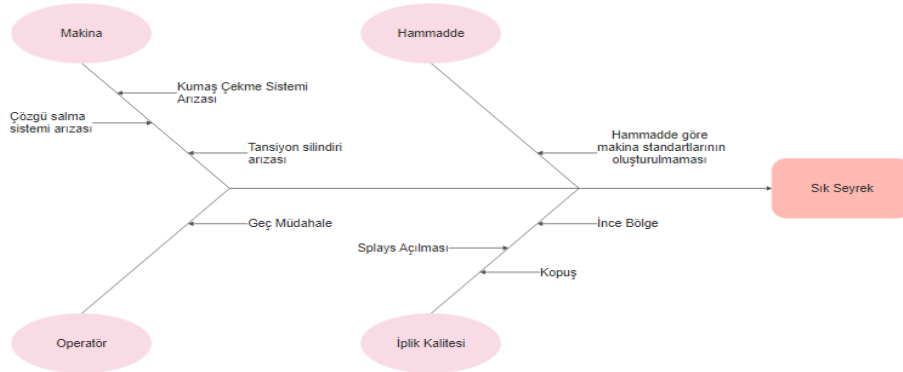
Şekil 6. Gevşek Çözgü Balık Kılıçığı Diyagramı

Şekil 7'de gergin iplik hatası için oluşturulan balık kılıçığı diyagramı verilmektedir. Gergin iplik hatası için oluşturulan diyagramda hata nedenleri operatör, makine ve haşıl olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir. Sorunun makine kaynaklı çözgünün çapraz gelmesi olarak tespit edilmiştir.



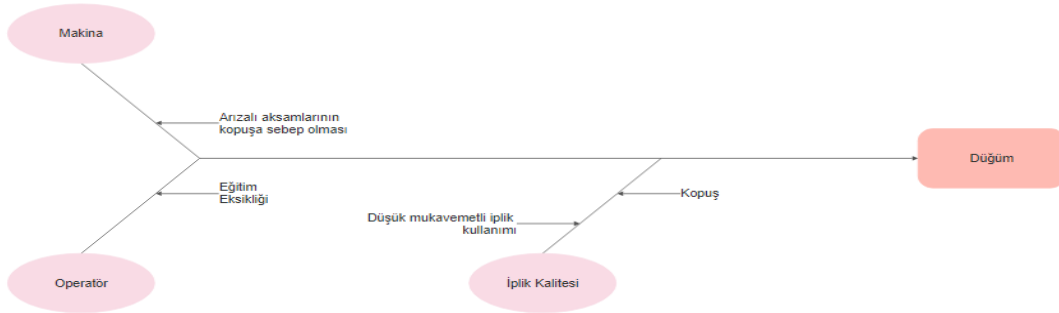
Şekil 7. Gergin İplik Balık Kılıçığı Diyagramı

Şekil 8'de sık seyrek hatası için oluşturulan balık kılıçığı diyagramı verilmektedir. Sık seyrek dokuma esnasında karşımıza en fazla çıkan dokuma hatalarından birisidir. Sık seyrek hatasının incelenmesi için makine, hammadde, operatör, iplik kalitesi olmak üzere 4 ana başlık belirlenmiştir. Hata analizi için oluşturulan balık kılıçığı diyagramı incelendiğinde makine kaynaklı nedenler ele alınmış herhangi bir arıza olmadığı görülmüştür. Tezgaha bakan operatör eğitilmiş olup müdahalesinde gecikmediği zaman etüdü ile anlaşılmıştır. Sık seyrek hatasının iplik kalitesinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. İplik incelendiğinde atkı ipliği ince bölge kopuşunun fazla olduğu bu yüzden tezgahın sürekli durup tekrar çalıştırılması gerektiği ve bunun da sık seyrek hatasına neden olduğu anlaşılmıştır.



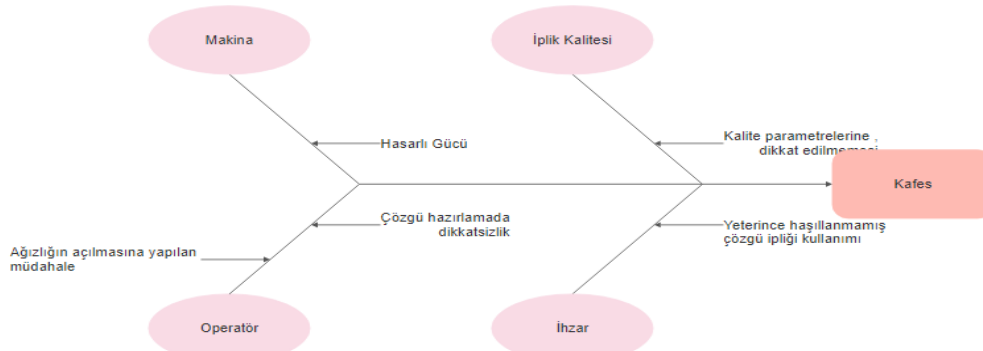
Şekil 8. Sık Seyrek Balık Kılıçığı Diyagramı

Şekil 9' da düğüm hatası için oluşturulan balık kılıçığı diyagramı verilmiştir. Hata kaynaklarının incelenmesi için makina, iplik ve operatör olmak üzere üç ana başlık belirlenmiştir. Düğüm hatası için en temel etkenin eğitimsiz operatör olduğu tespit edilmiş ve operatörün eğitime alınmasına karar verilmiştir.



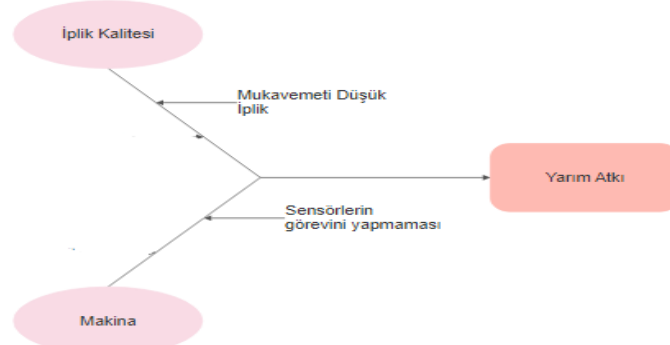
Şekil 9. Düğüm Hatası Balık Kılıçığı Diyagramı

Şekil 10' da kafes hatası için oluşturulan balık kılıçığı diyagramı verilmektedir. Hata kaynaklarının incelenmesi için makina, iplik, operatör ve ihzar olmak üzere dört ana başlık belirlenmiştir. Kafes hatasına operatör, makine, iplik kalitesi veya ihzarda gerçekleşen hatalar neden olabilir. Tüm bu etkenlerin içerisinde ana nedenin kopuşun operatör tarafından hatalı alınması olduğu tespit edilmiştir.



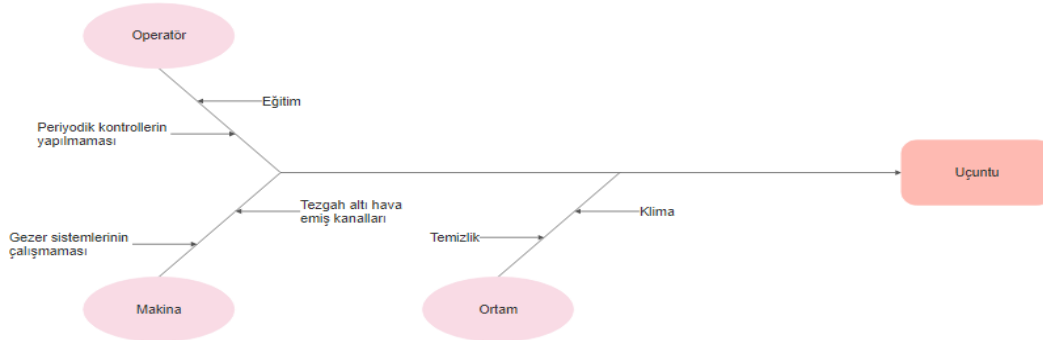
Şekil 10. Kafes Hatası Balık Kılıçığı Diyagramı

Şekil 11’ de yarım atkı için çizilen balık kılıcı diyagramı verilmiştir. Yarım atkı hatasının nedenlerinin belirlenmesi için iplik kalitesi ve makine olarak iki ana neden ele alınmıştır. Hatanın ise her iki nedenden dolayı kaynaklandığı görülmüştür.



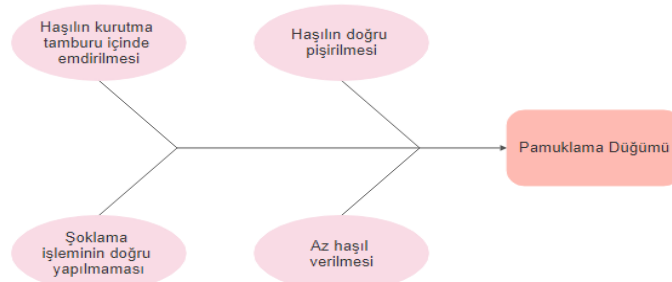
Şekil 11. Yarım Atkı Hatası Balık Kılıcı Diyagramı

Şekil 12’ de uçuntu hatası için oluşturulan balık kılıcı diyagramı verilmiştir. Hata kaynaklarının incelenmesi için operatör, makine ve ortam olmak üzere üç ana başlık belirlenmiştir. Uçuntu hatasının oluşmasında en önemli etkenin ortamın temizliği olduğu ve uçuntu hatasının ortamın kirli olmasından kaynaklandığı görülmüştür.



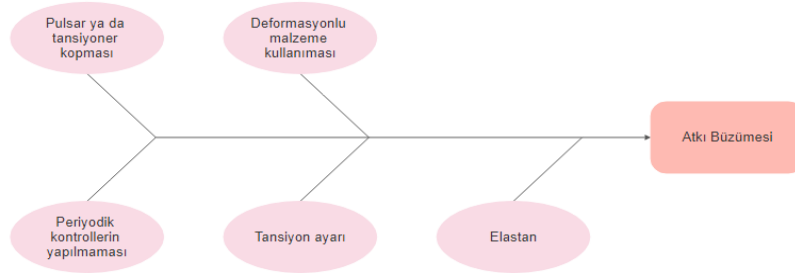
Şekil 12. Uçuntu Problemi Balık Kılıcı Diyagramı

Şekil 13’ te pamuklama düğümü hatası için oluşturulan balık kılıcı diyagramı verilmiştir. Hata kaynaklarının incelenmesi için haşılın kurutma tamburu içinde emdirilmesi, haşılın doğru pişirilmesi, şoklama işleminin doğru yapılmaması ve az haşıl verilmesi olmak üzere dört ana başlık belirlenmiştir. Pamuklama düğümü hatasının nedeninin genelde haşıl kaynaklı olduğu ipliğe haşılın az verilmesinden dolayı olduğu görülmüştür.



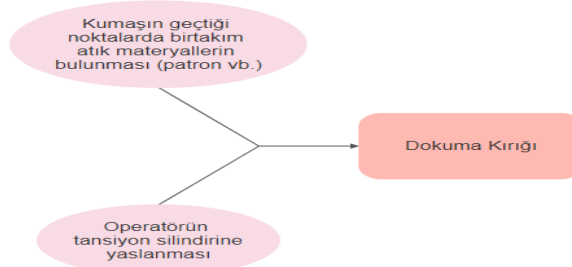
Şekil 13. Pamuklama Düğümü Hatası Balık Kılıcı Diyagramı

Şekil 14’ te atkı büzülmesi hatası için oluşturulan balık kılçığı diyagramı verilmiştir. Hata kaynaklarının incelenmesi için pulsar ya da tansiyoner kopması, deformasyonlu malzeme kullanılması, periyodik kontrollerin yapılmaması, tansiyon ayarı ve elastan olmak üzere beş ana başlık belirlenmiştir. Yapılan incelemelerde atkı büzülmesi hatasına neden olan faktörün tansiyon ayarı olduğu görülmüştür.



Şekil 14. Atkı İpliği Büzülmesi Balık Kılçığı Diyagramı

Şekil 15’ te dokuma kırığı hatası için oluşturulan balık kılçığı diyagramı verilmiştir. Dokuma kırığı hatası genel olarak ortamda meydana gelen olumsuzluklardan dolayı gerçekleşmektedir. Balık kılçığı diyagramına göre hareket edilmiş ve hatanın operatörün tansiyon silindirin yaslansması sonucu oluştuğu bulunmuştur.



Şekil 15. Dokuma Kırığı Hatası Balık Kılçığı Diyagramı

4.SONUÇ

Analizi yapılan kumaşlar için çözgü köprüsü açıklığı, çerçeve yüksekliği, çözgü tansiyonu, SCO (çözgü tansiyonunun kaç atkıda istenilen tansiyona geleceği) ve FRS (makinede duruş olduğunda kumaşı istenilen atkı kadar geri verme) bilgilerini içeren Tıpe Göre Makine Standartnamesi oluşturulmuştur (Çizelge 5). Oluşturulan bu standartname düğüm ve takımları kontrol eden ustalara verilmiş ve işletmede bu ayarlara göre çalışılmaya başlanmıştır.

Çizelge 5. Makine Standartları Çizelgesi

Tip Bazında Makine Standardı	Çözgü Köprüsü (cm)	Çerçeve Yüksekliği (mm)	Çözgü Tansiyonu (kN)	SCO	FRS
A Kalitesi	8	90	4	Kapalı	0,3
B Kalitesi	8	90	5	50	0,5
C Kalitesi	8	90	4,5	30	0,3
D kalitesi	12	85	5,5	Kapalı	0,5

Bu değerlerin kullanımının sürekliliğini sağlamak için tipler üretildikçe kontrolleri sağlanması gerekmektedir.

Tiplerimizde çoğu hatanın aslında genel bakımların aksatılması kaynaklı olduğunu görmekteyiz. Örneğin tansiyon sistemi ayarlarının yapılmasının aksatılması sonucu gergin ip, sık seyrek, dokuma kırığı ve atkı büzülmesi meydana gelmektedir. Bundan dolayı Genel Bakım Kontrol Çizelgesi oluşturulmuştur. Makine bazlı kontroller yapıp, genel bakım kontrol çizelgesine işlenmeye başlanmıştır.

Pamuklama düğümü ve kafes hatalarının nedeni haşıl kaynaklıdır. Haşılın çözgünün üzerini film şeridi gibi kaplamaması, haşılın az veya fazla verilmesi bu hataların alt nedenleri arasındadır. Bu durumu önlemek için Haşıl Takip Çizelgesi oluşturulmuştur. Sonucunda iyileştirme sağlanmış ve hatalar ortadan kaldırılmıştır.

Uçuntu hatasının en önemli nedeni temizliktir. Bunun için Temizlik Takip Formu oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Atakan, T., Oraman Y., (2006) Trakya Bölgesinde Tekstil İşletmelerinde Kalite Yaklaşımı Ve Müşteri Memnuniyeti Analizi, Trakya Üniversitesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Doktora Tezi
- [2] Ala, D, M., İkiz, Y., (2014), Dokuma Üretimi Süresince Oluşan Kumaş Hatalarının Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Bir Araştırma, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 21, 282-287
- [3] Ala, D, M., İkiz, Y., (2013), Ham Bornozluk Havlu Kumaşlarda Dokuma Üretimi Süresince Oluşan Kumaş Hatalarının Belirlenmesine Yönelik İstatistiksel Bir Araştırma, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 244-252
- [4] Kısaoğlu Dülgeroğlu, Ö., (2010), Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 16, Sayı 3, 291-301
- [5] Çolak A., Kalite Kontrolde İstatistiksel Teknikler, 31
- [6] Snee, R. & Hoerl, R. (2002). Leading Six Sigma. Wisconsin: ASQ Quality Press
- [7] Çakırkaya, M., Acar Ö.E.,(2016), Bir Üretim Hattında Meydana Gelen Hataların Önem Derecelerinin İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi İle Belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 36, 272-288
- [8] <https://www.ofmark.com/blog/amp/pareto-analizi-nedir-neden-onemlidir/>

- [9] Atalay, O., Kılıç Ö., Balık Kılığı Yöntemi ile Mobil Vinç Kazası Olası Nedenlerinin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Faköltesi Dergisi, 30 (1), 73-78
- [10] Kısaoglu Dölgeroğlu, Ö., Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi: I. Kumaş Hatalarının Kontrolü, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 16, Sayı 3, 2010, Sayfa 291-301

PAMUK POLİESTER KARIŞIMLI ÖRME KUMAŞLARDA POLİESTER LİF İNCELİĞİ, İPLİK BÜKÜMÜ VE KARIŞIM ORANININ KUMAŞ PERFORMANSINA ETKİLERİ

¹Fatma DEMİRCİ, ¹Ahmet ORUÇ, ¹Kübra ÖZŞAHİN, ¹Gözde ÖZŞAHAN,
²Hatice Kübra KAYNAK
¹MEM Tekstil San. Ve Tic. A.Ş. Kahramanmaraş/TÜRKİYE
²Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep/TÜRKİYE
fatmademirci@memtextile.com

ÖZET

Bu çalışmada, pamuk poliester karışımli ipliklerden üretilen örme kumaşlar için poliester lif inceliği, karışım oranı ve büküm katsayısının örme kumaş performans özelliklerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 1,3 dtex ve 1,6 dtex inceliğine sahip poliester lifleri kullanılarak, %60-40 pamuk-poliester ve %50-50 pamuk-poliester karışımli ring iplikler 3,6 ve 4,4 büküm katsayısında ve Ne 30/1 iplik numarasında üretilmiştir. Üretilen ipliklerden süprem örme kumaşlar üretilmiş ve kumaşlara ön terbiye ve boyama işlemleri uygulanmıştır. Elde edilen 8 adet kumaş numunesinin, ev tipi yıkamaya karşı boyutsal dayanım, patlama mukavemeti ve boncuklanma dayanımı performansları test edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan poliester lifleri için, lif inceliğinin, büküm katsayısının ve karışım oranının, üretilen örme kumaşların boncuklanma direncine önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Diğer yandan, boyutsal dayanım ve patlama mukavemeti açısından lif inceliği, karışım oranı ve büküm katsayısı parametrelerinin önemli derecede etkileşime girdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boncuklanma, Boyutsal Dayanım, Lif inceliği, Örme Kumaş, Patlama Mukavemeti

EFFECTS OF POLYESTER FIBER FINENESS, YARN TWIST AND BLEND RATIO ON PERFORMANCE OF COTTON POLYESTER BLENDED KNITTED FABRICS

ABSTRACT

In this study, it is aimed to investigate the effects of polyester fiber fineness, blend ratio and twist coefficient on knitted fabric performance properties for knitted fabrics produced from cotton-polyester blended yarns. In this context, 60-40% cotton-polyester and 50-50% cotton-polyester blended ring yarns with 3.6 and 4.4 twist coefficients and 1.3 dtex and 1.6 dtex fiber fineness were produced as Ne 30/1 yarn count. Single jersey knitted fabrics were produced from these yarns and pre-treatment and dyeing processes were applied to the fabrics. Dimensional stability after home laundering, bursting strength and pilling resistance performances of 8 fabric samples were tested. In the study, it was observed that fiber fineness, twist coefficient and blend ratio did not have a significant effect on the pilling resistance of the knitted fabrics. On the other hand, it was determined that fiber fineness,

blend ratio and twist coefficient parameters interacted significantly in terms of dimensional strength and burst strength.

Keywords: Pilling, Dimensional Stability, Fiber fineness, Knitted Fabric, Bursting Strength

1.Giriş

Yüksek elastikiyet, yumuşaklık, konfor gibi özelliklerinden dolayı tercih edilen ve yumuşak ipliklerle ilmekli bir yapıda üretilen örme kumaşlarda kullanıcı memnuniyetinin sağlanması için boncuklanma dayanımı, yıkama sonrası çekmezlik ve mukavemet gibi performans özellikleri önem arz etmektedir. Boncuklanma esasen kumaşın kullanımını engelleyecek bir etki olmayıp, kötü bir görünüm oluşturması sebebiyle kullanıcıyı rahatsız etmektedir. Boncuklanma, kumaşlarda lif uçlarının kumaşın içinden dışarı çıkıp birbirleri ile tutunarak kumaş yüzeyinde oluşan boncuk şeklindeki elyaf düğümlenmeleridir. Örme kumaşların esnek ve gevşek yapısı nedeniyle, kullanım esnasındaki mekanik etkiler ve sürtünme sebebiyle dışarı çıkan lif uçları dokuma kumaşlara göre oldukça fazladır. Boncuklanma eğilimini etkileyen faktörler lif, iplik ve kumaş özellikleri ile kumaşa uygulanan bitim işlemleridir. Lif özellikleri ile ilgili olarak ham madde cinsi, lif uzunluğu, inceliği, eğilme direnci, lifler arası sürtünme etkileri yer almaktadır. Karışım ipliklerden (sentetik-doğal) üretilen kumaşlarda boncuklanma problemleri daha fazladır. Poliester pamuk karışımlı kumaşlarda boncuklanma eğilimi diğer karışımlara nazaran belirgin olup, literatürde sıklıkla incelenen bir konudur. Bu durum, poliester ve pamuk liflerinin mukavemet ve elyaf uzunluklarının farklı olması ve statik elektrikleme vb. gibi çok sayıda durum ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca karışım kumaşlarda, kullanılan liflerin sahip oldukları özelliklerin farklılık derecesiyle orantılı olarak boncuklanma derecesi de artmaktadır.

Ala ve arkadaşları [1] yaptıkları çalışmada; %100 pamuk, Ne 12/1, Ne 16/1 ve Ne 20/1 numaralarındaki iplikler ile süprem kumaşlar üretmişler ve bu kumaşlara kasar ve boya işlemleri uygulamışlardır. Kumaşlara 60 °C sıcaklıkta, pH 4,5 ve pH 6 olmak üzere iki farklı pH ortamında boncuklanma önleyici enzim uygulayarak pH derecesinin enzimli kumaşlarda boncuklanma dayanımı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, ICI Kutulu Boncuklanma test cihazı ile 16000 devirde boncuklanma dayanımı testi yapılmıştır. Test sonucunda ışıklı kabinde boncuklanma dereceleri göz ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; Ne 20/1 ipliklerle üretilmiş olan kumaşların boncuklanma eğilimlerinin diğerlerine göre daha düşük olduğu ve boncuklanma önleyici enzim uygulamasında flottenin pH değerinin çalışma kapsamında üretilmiş olan kumaşların boncuklanma dayanımı değerleri üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. pH 6'da boncuklanma önleyici enzim uygulanmış olan kumaşlar için enzim uygulanmamış veya pH 4,5'te enzim uygulanmış kumaşlara göre genelde daha iyi boncuklanma değerlerinin elde edildiği belirtilmiştir. Kılıç ve Okur [2] çalışmalarında; lif tipi ve lif inceliğinin kumaş yüzey özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. İpliklerin tüylülük ve sürtünme özellikleri ile bu ipliklerden üretilen süprem ve interlok örme kumaşların yüzey sürtünme özellikleri ve aşınma direnci arasındaki ilişkileri incelemiştir. Aynı lif inceliğine sahip ipliklerden üretilen kumaşlarda boncuklanmaya karşı en yüksek direnci süprem kumaşlarda akrilik ve modal numunelerin, interlok kumaşlarda ise poliester numunelerin gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca 1,3 dtex ve 1,6 dtex inceliğinde poliester ipliklerinden üretilen süprem kumaşlarda boncuklanma direncinin aynı olduğu, interlok kumaşlarda ise 1,3 dtex inceliğindeki numunelerin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Özçelik Kayseri ve Kırtay [3] yaptıkları çalışmada, farklı ölçüm yöntemleriyle kumaşlardaki boncuklanma eğilimlerini değerlendirmek için 3 farklı iplik numarası, 3 farklı büküm katsayısı ve 2 farklı kumaş sıklığında kumaş numuneleri üretmişlerdir. Elde edilen kumaş numunelerinin boncuklanma özelliklerini Martindale, ICI ve taklalı serbest düşme (RTP) test cihazları olmak üzere 3 farklı boncuklanma test cihazında test etmişler ve boncuklanma derecesi açısından test cihazlarını değerlendirmişlerdir. Test yöntemleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak değerlendirdiğinde, ICI boncuklanma kutusu yönteminin diğer iki yöntemden oldukça farklı sonuçlar verdiği belirtmiştir. En yoğun boncuklanma, kumaş yüzeyleri arasında oluşan direkt sürtünme kuvvetleri nedeniyle Martindale yönteminde gerçekleşmiştir. En düşük boncuklanma ise mantar yüzeyle kaplı test kutusunda, numunenin serbest olarak hareket ettiği ICI boncuklanma test yönteminde elde etmiştir. Kaynak ve Uyanık [4] elastansız ve elastanlı süprem kumaşların boncuklanma ve giysi konforu (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği) özelliklerini karşılaştırılmışlardır. Çalışmada, Ne 30/1 penye ring ve 40 denye elastan kullanılarak farklı elastan oranlarına sahip süprem ve elastansız süprem kumaşlar üretilmiştir. Kumaşlara boyahanede ön terbiye kasar işlemleri uygulanmıştır. En yüksek hava geçirgenliği elastansız numunede, en düşük hava geçirgenliği ise tam dolu elastanlı numunede gözlemlenmiştir. Su buharı geçirgenliği sonuçları ile hava geçirgenliği sonuçları benzer görülmüştür. Kumaşların elastan oranının artmasıyla kumaşın kalınlık, sıklık ve gramajında artış gözlemlenmiş ve bu artışa bağlı olarak su buharı ve hava geçirgenliğinin azaldığı bildirilmiştir. Boncuklanma dayanımı TS EN ISO 12945-2 standardına göre Martindale test cihazının 8 farklı devrinde değerlendirilmiştir. Çalışmada elastan oranı fazla olan süpremden boncuklanma direnci en fazla gözlemlenmiştir ve kumaştaki elastan oranının azalmasıyla da boncuklanma direncinin azaldığı görülmüştür. Doba Kadem ve Oğulata [5] çalışmalarında %100 pamuklu ipliklerle bezayağı, dimi ve panama olmak üzere üç farklı dokuma kumaş konstrüksiyonlarının boncuklanma ve aşınma dayanımına etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda boncuklanma dayanımının; bağlantı sayısı fazla olan bezayağı dokuma da az olduğu; diğer dokuma konstrüksiyonlarından dimi ve panama daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Aşınma ile kütle kaybı değerlerinin de en fazla dimi ve panama dokuma yapılarında görüldüğü ve bez ayağı doku tipinin sık yapısından dolayı ipliklerin birbirinden ayrılması zor olduğundan aşınma ile kütle kaybının en az olduğunu gözlemlenmişlerdir. Telli [6] çalışmasında, iplik özelliklerinin, iplik numarasının, kumaş konstrüksiyonunun örme kumaşlarda boncuklanma direnci üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma kapsamında %100 pamuk ipliklerden Ne 16/1, Ne 20/1 ve Ne 30/1 iplik numaralarında, 50/50 pamuk/viskon ipliklerinden Ne 13/1 ve Ne 20/1 iplik numaralarında ve 50/50 viskon/poliester karışımı Ne 28/1 numaralarda ipliklerden iki iplik ve üç iplik örme kumaşlar üretilmiştir. Çalışma sonucunda, kumaş konstrüksiyonlarının, iplik inceliğinin, iplik özelliklerinin boncuklanma değeri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu bildirmiştir. İki iplik örme kumaşların üç iplik örme kumaşlara kıyasla boncuklanma değerleri %100 pamuklu kumaşlarda daha düşük olduğu belirtilmiştir. Ayrıca %100 pamuklu kumaşlarda Ne 16/1 ipliklerin Ne 30/1'e göre boncuklanma değerinin 1 puan kadar daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. 50/50 pamuk viskon karışımı kumaşlarda iplik inceliği arttıkça boncuklanma değerinin arttığını bildirmiştir.

Literatürdeki çalışmalar değerlendirildiğinde daha ince ipliklerin kullanılmasıyla kalın numara ipliklere nazaran boncuklanma değerlerinin düşük olduğu ve farklı incelikteki poliester liflerinden elde edilen ipliklerin boncuklanmaya anlamlı etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmaların birçoğunda, boncuklanma probleminin pamuk poliester

karışımında karşılaştığı ve üretilen iplik incelikleri üzerine yoğunlaştığı ve az sayıda çalışmada farklı boncuklanma test yöntemlerinin karşılaştırılması üzerinde durulduğu görülmektedir. Literatürdeki önceki çalışmalardan farklı olarak bu çalışma kapsamında, farklı oranlardaki pamuk poliester karışımlı süprem kumaşlarda, farklı incelikteki poliester liflerinin boncuklanmaya etkisinin incelenmesinin yanı sıra, farklı büküm katsayıları uygulanarak iplik yapısından dışarı doğru çıkan lif uçlarının iplik gövdesine daha kuvvetli bir şekilde bağlanması sağlanmıştır. Böylelikle farklı lif inceliklerinde poliester kullanımında uygulanan büküm farklılığının boyalı haldeki bitmiş kumaşlarda kumaş performansına etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda, kumaşların yıkama sonrası boyutsal dayanım, patlama mukavemeti ve boncuklanma dayanımı özellikleri karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, 1,3 dtex ve 1,6 dtex inceliğindeki poliester lifi kullanılarak, Ne 30/1 iplik numarasında %50-%50 pamuk-poliester ve %60-%40 pamuk-poliester oranlarında iplikler üretilmiştir. Ring iplik eğirme teknolojisinde her bir iplik numunesi $\alpha=3,6$ ile $\alpha=4,4$ olmak üzere farklı büküm katsayılarında üretilmiştir. Çalışmada kullanılan poliester ve pamuk lif özellikleri sırasıyla, Tablo 1 ve Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan poliester lif özellikleri

	1,3 dtex	1,6 dtex
Lif uzunluğu, mm	38	38
Lif mukavemeti, g/d	6,84	4,82

Tablo 2. Çalışmada kullanılan pamuk lifi özellikleri

Lif inceliği, mic.	4,01
Lif uzunluğu, mm	31,57
Lif mukavemeti, g/tex	31,8

Bu çalışmada elde edilen ipliklerin düzgünsüzlük, ince yer, kalın yer, neps, tüylülük gibi kalite parametreleri USTER Tester ile 5 bobinden numune alınarak test edilmiş ve Tablo 3'te verilmiştir. Daha sonra, elde edilen iplik numunelerinin mukavemet ve kopma uzaması özellikleri USTER Tensojet ile test edilmiş ve Tablo 4'te verilmiştir.

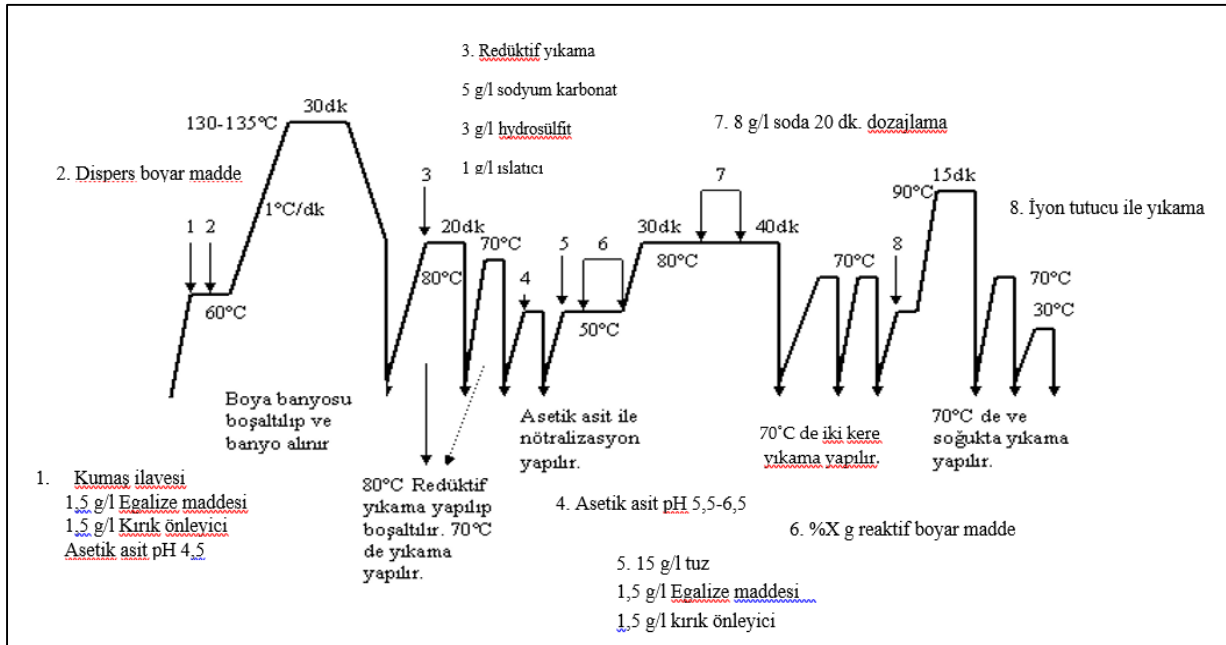
Tablo 3. Numune ipliklerin kalite parametreleri

		α_e (büküm katsayısı)	U%	CVm	İnce -50%/Km	Kalın +50%/Km	Neps +200%/km	H
50-50 Pam/PES	1,3 dtex	3,6	9,57	12,07	0,5	14	20	6,17
		4,4	9,51	12	0	9	20	4,79
	1,6 dtex	3,6	9,73	12,31	3,5	15,5	18,5	6,14
		4,4	9,47	11,97	0	15,5	17,5	4,77
60-40 Pam/PES	1,3 dtex	3,6	10	12,64	1	22,5	37	6,34
		4,4	10,2	12,89	0	32	37,5	5,25
	1,6 dtex	3,6	9,67	12,19	0	12,5	50,0	6,43
		4,4	9,87	12,48	1	26,5	25	5,23

Tablo 4. Numune ipliklerin mukavemet ve uzama değerleri

	%50-50 pam/PES				%60-40 pam/PES			
	$\alpha = 3,6$		$\alpha = 4,4$		$\alpha = 3,6$		$\alpha = 4,4$	
	Mukavemet cN/tex	Uzama %	Mukavemet cN/tex	Uzama %	Mukavemet cN/tex	Uzama %	Mukavemet cN/tex	Uzama %
1,3 dtex	20,18	7,62	23,23	8,56	18,67	6,94	21,7	7,64
1,6 dtex	19,05	7,09	22,42	7,73	17,66	6,6	19,62	7,18

Elde edilen ipliklerden daha sonra, 30 pus ve 28 fein yuvarlak örme makinesi ile süprem örme kumaş numuneleri üretilmiştir. Daha sonra elde edilen kumaş numunelerine, Şekil 1’de verilen işlem aşamalarına uygun olarak, ağartma, boyama ve yıkama uygulanmıştır.



Şekil 1. Numunelere uygulanan ağartma, boyama ve yıkama işlemleri

Test ve ölçümlerden önce tüm kumaş numuneleri TS EN ISO 139’a [7] göre şartlandırılmıştır. Testler, 20±2°C sıcaklık ve %65±4 bağıl nem standart atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Kumaş yapısal parametreleri olarak; kumaş gramajı, ilmek yoğunluğu ve ilmek uzunluğu özellikleri sırasıyla TS EN 12127 [8], TS EN 14971 [9] ve TS EN 14970 [10] standartlarına göre belirlenmiş ve Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Kumaş numunelerinin yapısal parametreleri

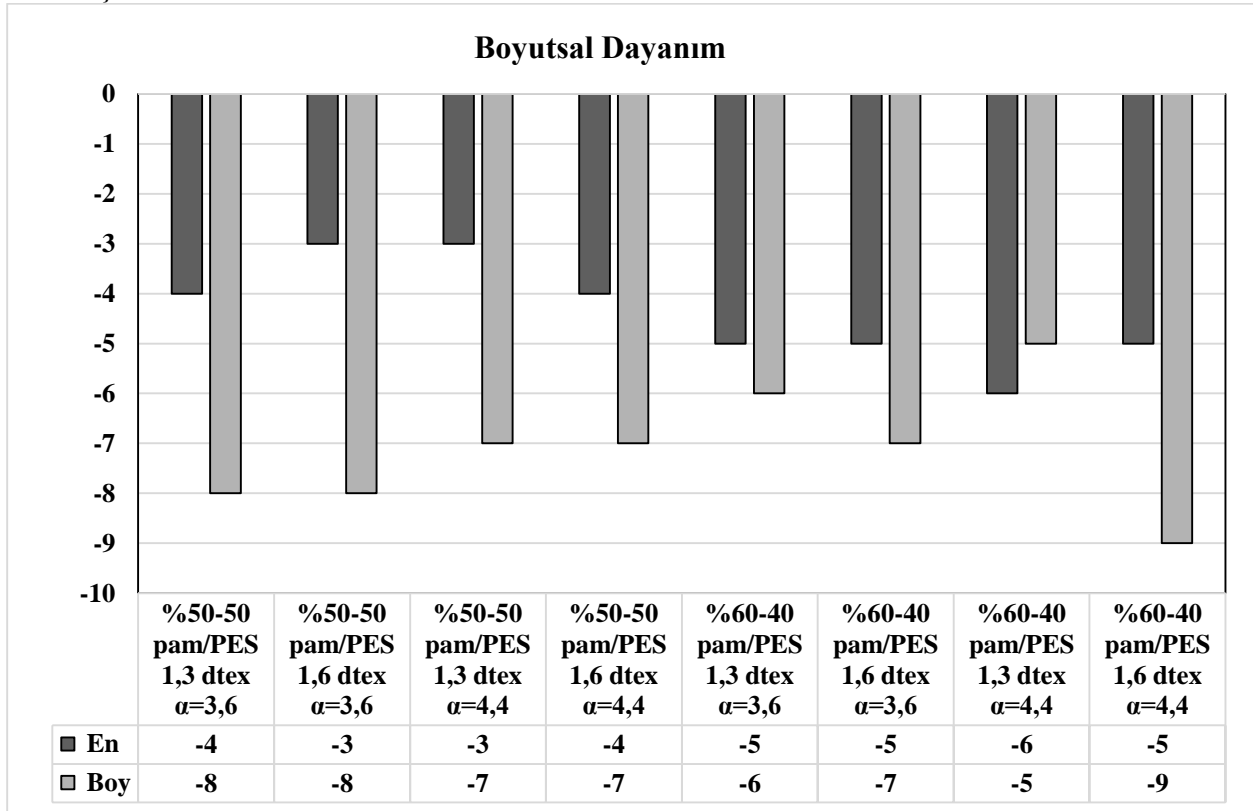
Numune	%50-50 pam/PES				%60-40 pam/PES			
	$\alpha=3,6$		$\alpha=4,4$		$\alpha=3,6$		$\alpha=4,4$	
	1,3 dtex	1,6 dtex	1,3 dtex	1,6 dtex	1,3 dtex	1,6 dtex	1,3 dtex	1,6 dtex
Kumaş gramajı (g/m²)	158	156	156	170	170	166	166	169
Çubuk sayısı (adet/cm)	16	16	16	16	16	16	17	17
İmek sayısı (adet/cm)	22	22	21	21	21	21	22	22
LFA (cm)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

Kumaş numunelerinin ev tipi yıkama sonrası boyutsal dayanım performansı TS EN ISO 6330 [11] standardına göre ve çarpılma performansı AATCC 179 [12] standardına göre belirlenmiştir. Numunelerin patlama mukavemeti ve boncuklanma direnci performansları TS EN ISO 13938-2 [13] ve TS EN ISO 12945-2 [14] standartlarına göre test edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yıkama Sonrası Boyutsal Dayanım

Kumaş numunelerinin ev tipi yıkama sonrası boyutsal dayanım testi sonuçları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kumaş numunelerinin boyutsal dayanım testi sonuçları

Şekil 2’de görüldüğü gibi tüm numunelerde görülen boyutsal değişim çekme şeklindedir. Diğer yandan, %60-40 pam-PES karışımı, 1,3 dtex lif inceliği ve $\alpha=4,4$ ile elde edilen numunede boy yönündeki çekme en yönündeki çekmeden düşük iken diğer tüm numunelerde en yönündeki çekme, boy yönündeki çekmeden düşüktür. %50-50 pam-PES karışımı numunelerde, farklı incelikteki poliester lifinin kullanılmasına bağlı olarak boyutsal dayanım değerlerinde önemli bir değişiklik görülmezken, %60-40 pam-PES karışımı numunelerde daha kalın lif kullanımı boyutsal dayanımın artmasına neden olmuştur. Bu sonuç, iplik yapısındaki poliester oranının artmasına bağlı olarak lif inceliğinin etkisinin belirginleştiği şeklinde yorumlanabilir. Daha kalın poliester lifinin kullanılması karışımdaki poliester lif sayısının ve toplam poliester lif yüzey alanının azalmasına neden olmuştur. Bu durumun lifler arasındaki toplam yüzey sürtünmesini düşürdüğü ve liflerin birbiri üzerinden kaymasının kolaylaşması sonucunda boyutsal çekmenin arttığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer yandan, %50-50 pam-PES karışımı numunelerde büküm katsayısının artması boyutsal dayanımı iyileştirirken, %60-40 pam-PES karışımı ve 1,6 dtex lif inceliğine sahip numunelerde belirgin bir kötüleşme görülmüştür. Büküm katsayısının artması ipliğe büküm verilirken lifler üzerindeki gerilmeleri arttırmış ve daha kalın liflerin bu iç gerilmelerin ortadan kalkması için gösterdiği tepki daha belirgin olmuştur.

Kumaş numunelerinin çarpılma testi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

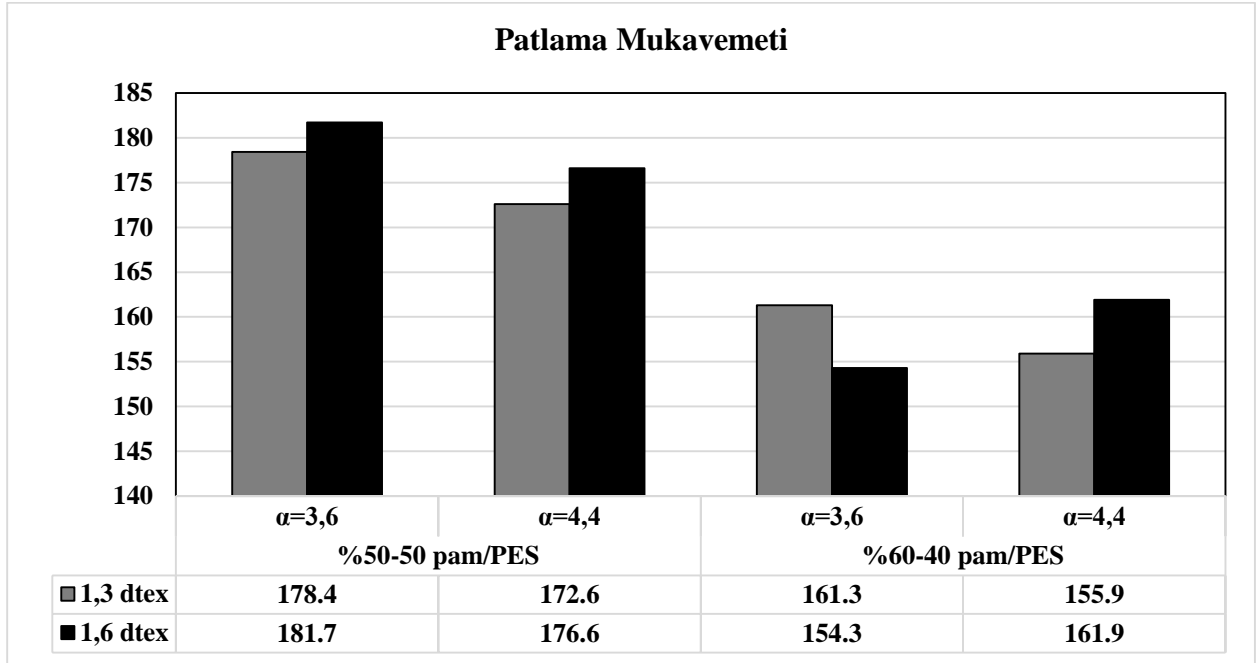
Tablo 6. Kumaş numunelerinin çarpılma testi sonuçları

	%50-50 pam/PES		%60-40 pam/PES	
	$\alpha =3,6$	$\alpha =4,4$	$\alpha =3,6$	$\alpha =4,4$
1,3 dtex	-2	-2	2	-1
1,6 dtex	-1	-2	3	3

Boyutsal dayanım numuneleri üzerinde yapılan çarpılma testi sonucunda, lif inceliğinin etkisi belirgin bir şekilde sadece %60-40 pam-PES karışımı ve $\alpha =4,4$ büküm katsayısına sahip numunelerde görülmüş, daha kalın lif kullanılmasıyla çarpılma ekseninin tersi yönde belirgin bir şekilde değiştiği saptanmıştır. Bu değişimin, daha kalın liflerde yüksek büküm etkisiyle burulma neticesinde meydana gelen iç gerilmenin ince liflere nazaran fazla olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Diğer yandan, 1,6 dtex lif inceliğine sahip numunelerde her iki büküm katsayısında karışımdaki poliester miktarının azalmasıyla çarpılma eksenini tersi yönde değişerek belirgin bir şekilde artış göstermiştir.

3.2. Patlama Mukavemeti

Kumaş numunelerine ait patlama mukavemeti testi sonuçları Şekil 3’te verilmiştir.











Şekil 3. Kumaş numunelerine ait patlama mukavemeti testi sonuçları

Şekil 3'te verilen patlama mukavemeti değerleri incelendiğinde, numunelerde karışım oranında poliester oranının azalmasıyla patlama mukavemeti azaldığı görülmüştür. Bu durum poliester lif mukavemetinin pamuktan daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. %50-50 pam-PES karışımli numunelerde daha kalın liflerin kullanılmasıyla patlama mukavemeti artarken, büküm katsayısının artmasıyla patlama mukavemetinde az miktarda düşüş saptanmıştır. Bu durum arttırılan büküm katsayısı değeriyle kritik büküm noktasının aşıldığı ve ipliğin artan bükümü neticesinde rijitliğinin artması ve kumaş mukavemetinin düşmesi şeklinde yorumlanabilir. %60-40 pam-PES karışımli numunelerde ise 1,3 dtex lif inceliğinde büküm artmasıyla patlama mukavemeti düşerken, 1,6 dtex numunelerde durum tam tersi bir yönelimdedir.

3.3. Boncuklanma Dayanımı

Boncuklanma dayanımı, numunelerin Martindale test cihazının 2000 devri sonrasındaki görünümlerinin, ASTM standart görünümleri ile karşılaştırılması suretiyle değerlendirilmiştir. Numunelerin boncuklanma dayanımı değerleri ve fotoğraflanan görünümleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Kumaş numunelerinin boncuklanma dayanımı değerleri ve görünüşleri

	%50-50 pam/PES		%60-40 pam/PES	
	$\alpha=3,6$	$\alpha=4,4$	$\alpha=3,6$	$\alpha=4,4$
1,3 dtex	2/3 	2/3 	3 	2/3 
	3 	2/3 	3 	3 

Numune kumaşlara uygulanan boncuklanma dayanımı testi sonucunda tüm numunelerde orta seviyeye yakın boncuklanma dayanımı saptanmıştır. Lif inceliği, büküm katsayısı ve karışım oranının kumaş numunelerinin boncuklanma dayanımı üzerine belirgin bir etkisine rastlanmamıştır.

4. Değerlendirme

Bu çalışmada, pamuk poliester karışımı örme kumaşlarda poliester lif inceliği, büküm katsayısı ve karışım oranının kumaş performans özelliklerinden boyutsal dayanım, patlama mukavemeti ve boncuklanma dayanımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, büküm katsayısının artmasıyla, iplik gövdesindeki burulma etkisinin artmasına bağlı olarak lifler arasındaki sürtünme kuvveti artmış ve tüm numunelerde iplik mukavemetinde artış gözlemlenmiştir. Daha kalın poliester liflerin kullanılması iplik yapısındaki lif sayısını düşürdüğünden, toplam lif yüzey alanında ve dolayısıyla lifler arasındaki sürtünme kuvvetinde azalmaya sebep olarak iplik mukavemetinde düşüşe sebep olmuştur. İlave tüm numuneler için poliester oranının fazla olması, poliester lif mukavemetinin pamuğa göre yüksek olması sebebiyle iplik mukavemetinde artış ile sonuçlanmıştır.

Kumaş performans özellikleri göz önüne alındığında kumaş numunelerinde boncuklanma dayanımı açısından; bu çalışma kapsamında uygulanan lif inceliği, karışım oranı ve büküm katsayısının önemli bir etkisine rastlanmamıştır. Ancak boyutsal dayanım ve patlama

mukavemeti performansları düşünüldüğünde, büküm katsayısı, karışım oranı ve lif inceliği parametrelerinin önemli ölçüde etkileşimde olduğu saptanmıştır. Bu çalışma kapsamında tespit edilen etkileşimlerin daha detaylı incelenmesinin ürün performanslarının iyileştirilebilmesi açısından etkili olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, sonraki çalışmalarda, farklı incelikteki poliester lifleriyle ve büküm katsayısı değerlerinde üretilen örme kumaşlarda performans özelliklerinin detaylı bir şekilde araştırılarak, incelenmesinin faydalı olacağı kanaati oluşmuştur.

Kaynaklar

- [1] Ala ve Arkadaşları (2017), “Süprem Örme Kumaşlarda Kalınlık, Hava Geçirgenliği ve Boncuklanma Özelliklerinin İncelenmesi” Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3), Ss. 103-109
- [2] Kılıç ve Okur (2018), “Effect Of Yarn Characteristics On Surface Properties Of Knitted Fabrics” Textile Research Journal 2019, Vol. 89(12) 2476–2489
- [3] Özçelik Kayseri ve Kırtay (2018), “Farklı Ölçüm Yöntemleri İle Kumaş Boncuklanma Eğiliminin Değerlendirilmesi” The Journal Of Textiles And Engineers Sayı 84
- [4] Kaynak ve Uyanık (2019), “Pamuklu Elastan Süprem Kumaşlarda Konfor ve Boncuklanma Özellikleri” Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(1), ss.
- [5] Doba Kadem ve Oğulata (2010), “İpliği Boyalı Pamuklu Dokuma Kumaşlarda Fiziksel Özelliklerin Regresyon Analizi” Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt.25 Sayı.1-2
- [6] Abdurrahman Telli (2019), “The Relationship between Yarn Properties and Pilling Resistance in Knitted Fabrics” SETSCI Conference Proceedings, 4 (1): 238-240
- [7] TS EN ISO 139: 2008 Textiles-Standard atmospheres for conditioning and testing.
- [8] TS EN 12127: 1999 Textiles- Fabrics - Determination of mass per unit area using small samples.
- [9] TS EN 14971:2006 Textiles - Knitted fabrics - Determination of number of stitches per unit length and unit area.
- [10] TS EN 14970:2006 Textiles – Knitted fabrics - Determination of stitch length and yarn linear density in weft knitted fabrics.
- [11] TS EN ISO 6330 Tekstil- Tekstil deneyleri için- Ev tipi çamaşır makinesi ile yıkama ve kurutma işlemleri
- [12] AATCC 179 Skewness Change in Fabric and Garment Twist Resulting from Automatic Home Laundering
- [13] TS EN ISO 13938-2:2003 Textiles- Bursting properties of fabrics- Part 2: Pneumatic method for determination of bursting strength and bursting distension.
- [14] TS EN ISO 12945-2 Tekstil - Kumaşlarda yüzey boncuklanması, tüylenmesi ve matlaşması yatkınlığının tayini - Bölüm 2: Geliştirilmiş Martindale metodu

DENİM MAMULLERE UYGULANAN HİPOKLORİT AĞARTMASI ÜZERİNE İŞLEM KOŞULLARININ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Öner GÜNDÜZ¹, Gizem ÇAKAN¹, Hasan H. KUTLU¹, Sercan YAZ¹, Bahadırhan SEVGİLİ¹, Yavuz SEVİM¹, Rıza ATAV²

¹ Erak Giyim, Tekirdağ, Türkiye

² Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye
oner.gunduz@erak.com

ÖZET

Bilindiği gibi denim mamullerde renk açma/soldurma işlemlerinde en çok kullanılan kimyasallardan birisi hipoklorittir. Bu çalışmada hipoklorit ile yapılan denim yıkamalarda renk açma derecesi üzerine işlem koşullarının etkisini saptamak amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında hipoklorit ağartması sonucunda elde edilecek renk açma değerlerini etkileyebilecek 5 faktör (sıcaklık, süre, konsantrasyon, flotte oranı ve pH) 3'er seviye olacak şekilde değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Hipoklorit ile işlem sırasında sıcaklık, süre, konsantrasyon ve flotte oranı arttıkça renk açma oranının arttığı söylenebilir. Öte yandan pH azaldıkça (yani asidik ortama gidildikçe) renk açma oranının arttığı, ancak pH 7 ile 11 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Her ne kadar asidik ortamda daha yüksek renk açma performansı sağlanmış olsa da kumaş mukavemeti üzerine etkisi kritik öneme sahiptir. Gerek kopma gerekse yırtılma mukavemeti açısından pH 4'te yapılan yıkamaların en düşük değerlere sahip olduğu, bu nedenle hipoklorit ağartmasının asidik pH'da yapılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Hipoklorit, denim, renk açma, mukavemet

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PROCESSING CONDITIONS ON HYPOCHLORITE BLEACHING APPLIED TO DENIM PRODUCTS

ABSTRACT

As it is known, hypochlorite is one of the most commonly used chemicals in denim products for lightening/fading processes. In this study, it was aimed to determine the effect of processing conditions on the degree of lightening in denim washings made with hypochlorite. Within the scope of the study, 5 factors (temperature, time, concentration, liquor ratio and pH) that may affect the color fading values obtained as a result of hypochlorite bleaching were changed to 3 levels and experiments were carried out. It can be said that the rate of fading increases as the temperature, time, concentration and liquor ratio increase during the treatment with hypochlorite. On the other hand, it was observed that the rate of fading increased with decreasing pH (ie, through the acidic environment), but there was no statistically significant difference between pH 7 and 11. Although higher fading performance is achieved in acidic medium, its effect on fabric strength is critical. It has been concluded that washings made at

pH 4 have the lowest values in terms of both tensile and tear strength, therefore, hypochlorite bleaching should not be carried out at acidic pH.

Keywords: Hypochlorite, denim, bleaching, strength

1. GİRİŞ

Denim kumaşlar klasik tiplerde atkı ipliği boyasız ve çözgü ipliği indigo boya ile boyanmış dokuma kumaş formunda üretilirler. Özellikle 2/1, 3/1 gibi çözgü yüzeyli dimi yapılar olmak üzere geniş bir desen yelpazesine sahiptirler ve çeşitli gramajlarda dokunabilirler [1]. Denim veya yaygın olarak "Blue-Jean" olarak bilinen, Amerika'da köylüler ve işçiler tarafından giyilen bir pantolon türü, ilk olarak 19. yüzyılın ortalarında bulunmuştur [2].

Denim kumaş ürünleri için önemli işlemlerden biri de yıkamadır. Denim yıkama teknolojisi, tüketici taleplerini ve modayı dikkate alarak yeni renk tonları ve efektleri yaratmayı hedeflemektedir [3]. Yıkama işlemi, dikilmiş denim giysinin, özel yıkama makinelerinde belirli reçete ve tekniklere göre yıkanarak üzerinde bulunan haşılın sökülmesi, değişik renk ve tuşe kazandırılması işlemidir [4].

Ağartma, denim kumaşlarda indigo boya ile yapılan boyamaların rengini açmak için uygulanan bir yıkama işlemidir. Ağartma işleminin amacı denim ürünlere sık giyilen, çok kullanılan ve dolayısıyla solmuş etkisi vermektir. Ağartma işleminde temel prensip, kumaşa yapışan boyaların yok edilmesi veya suda çözünür forma dönüştürülerek kumaştan uzaklaştırılması, böylece denim kumaşın renk tonunun istenilen seviyeye açılmasıdır [1].

Ağartmada kullanılan geleneksel ağartma kimyasalları sodyum hipoklorit, potasyum permanganat ve hidrojen peroksittir. Bunlar arasında sodyum hipoklorit yaygın olarak kullanılmaktadır [5]. Sodyum hipoklorit liflere nüfuz ettiğinden ağartma kontrollü yapılmalıdır [6]. Uzun süreli işlemlerde selüloz liflerine zarar vererek paça, cep, kemer gibi dikişin sert olduğu bölgelerde yırtılmalara ve patlamalara neden olabilir [7].

Bu çalışmada hipoklorit ile yapılan denim yıkamalarda renk açma derecesi üzerine işlem koşullarının etkisini saptamak amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında hipoklorit ağartması sonucunda elde edilecek renk açma değerlerini etkileyebilecek 5 faktör (sıcaklık, süre, konsantrasyon, flotte oranı ve pH) 3'er seviye olacak şekilde değiştirilerek denemeler yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde OE iplikten üretilmiş 3/1 Z konstrüksiyonunda çözgüsü indigo boyalı atkısı boyasız denim kumaş (çözgü sıklığı: 24 tel/cm, atkı sıklığı: 18 tel/cm, gramaj 364 g/m²) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında hipoklorit ağartması sonucunda elde edilecek renk açma değerlerini etkileyebilecek 5 faktör (sıcaklık, süre, konsantrasyon, flotte oranı ve pH) 3'er seviye olacak şekilde değiştirilerek denemeler yapılmıştır. Deneme planı Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Hipoklorit ağartmasına ilişkin deney planı

Sıcaklık (°C)	Süre (dk.)	Konsantrasyon (g/L)	Flotte Oranı	pH
50	5	15	1:10	7
20	5	15	1:10	7
60	5	15	1:10	7
50	2	15	1:10	7
50	10	15	1:10	7
50	5	10	1:10	7
50	5	20	1:10	7
50	5	15	1:5	7
50	5	15	1:20	7
50	5	15	1:10	4
50	5	15	1:10	11

Denemeler sonrası numunelerin D65 ışığı altında spektrofotometre (X-RİTE NIST TRACEABLE, Model: COLOR i 5DV) ile L* (açıklık-koyuluk) değerleri ölçülmüştür. L* değeri ideal beyaz için 100, ideal siyah için 0 arasında değişmektedir. L* değerleri üzerinden Minitab 19 programı kullanılarak verilerin istatistiksel değerlendirilmesi yapılmıştır. Kumaş numunelerine ayrıca Elmatear Digital Tear Tester kullanılarak BS EN ISO 13937-1 standardına göre yırtılma ve James H. Heal Model 510 titan cihazı kullanılarak BS EN ISO ASTM D-5034 standardına göre kopma mukavemeti testleri yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Denim pantolon kumaş numunelerine uygulanan farklı koşullardaki hipo yıkama işlemleri sonrası kumaş renginde meydana gelen açılmanın bir derecesi olarak L* (açıklık-koyuluk) değerleri ölçülmüş ve bu değerler üzerinden varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Hipo yıkamasına ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	DF	Adj SS	Adj MS	F-Değeri	P- Değeri
Sıcaklık (°C)	2	15,590	7,7951	28,97	0,000
Süre (dk.)	2	17,317	8,6583	32,17	0,000
Konsantrasyon (g/L)	2	2,825	1,4126	5,25	0,014
Flotte Oranı	2	4,664	2,3320	8,67	0,002
pH	2	10,531	5,2655	19,57	0,000
Error	22	5,920	0,2691		
Total	32	63,692			

Tablo 2 incelendiğinde sıcaklık, süre, konsantrasyon, flotte oranı ve pH faktörlerinin hepsinin de hipo yıkamada elde edilen renk açma üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Her bir faktör için farkın kaynağını görmek amacıyla Tukey testleri de yapılmış olup sonuçlar Tablo 3-7’de verilmektedir.

Tablo 3. Sıcaklığın etkisine ilişkin Tukey testi sonuçları

Sıcaklık (°C)	N	Ortalama	Grup
60	3	24,3656	A
50	27	23,2889	B
20	3	21,1956	C

Tablo 4. Sürenin etkisine ilişkin Tukey testi sonuçları

Süre(dk.)	N	Ortalama	Grup
10	3	24,90	A
5	27	22,16	B
2	3	21,79	B

Tablo 5. Konsantrasyonun etkisine ilişkin Tukey testi sonuçları

Konsantrasyon(g/L)	N	Ortalama	Grup
20	3	23,7056	A
15	27	22,7789	A B
10	3	22,3656	B

Tablo 6. Flotte oranının etkisine ilişkin Tukey testi sonuçları

Flotte Oranı	N	Ortalama	Grup
1:20	3	23,8300	A
1:10	27	22,9533	A B
1:5	3	22,0667	B

Tablo 7. pH'nin etkisine ilişkin Tukey testi sonuçları

pH	N	Ortalama	Grup
4	3	24,4756	A
7	27	22,2856	B
11	3	22,0889	B

Tablo 3 incelendiğinde hipo ile işlem sırasında sıcaklık arttıkça renk açma oranının arttığı ve her 3 sıcaklığın da farklı grupta yer aldığı, yani hepsi arasındaki farkların önemli olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi sıcaklık arttıkça ortamdaki kinetik enerji artmakta olup bu da hipoklorit ağartmasında elde edilen renk açma performansını doğal olarak artırmaktadır.

Tablo 4 incelendiğinde hipo ile işlem sırasında süre arttıkça renk açma oranının arttığı, ancak 2 ile 5 dakika arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı, 10 dakika işlemin ise bunlardan ayrı bir grupta olduğu ve dolayısı ile bunlardan önemli farka sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 5 incelendiğinde hipo ile işlem sırasında konsantrasyon arttıkça renk açma oranının arttığı, ancak 10 ile 15 g/L arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı, 20 g/L konsantrasyonda işlemin ise bunlardan ayrı bir grupta olduğu ve dolayısı ile bunlardan önemli farka sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 6 incelendiğinde hipo ile işlem sırasında flotte oranı arttıkça renk açma oranının arttığı, ancak 1:5 ile 1:10 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı, 1:20 flotte oranında işlemin ise bunlardan ayrı bir grupta olduğu ve dolayısı ile bunlardan önemli farka sahip olduğu söylenebilir.

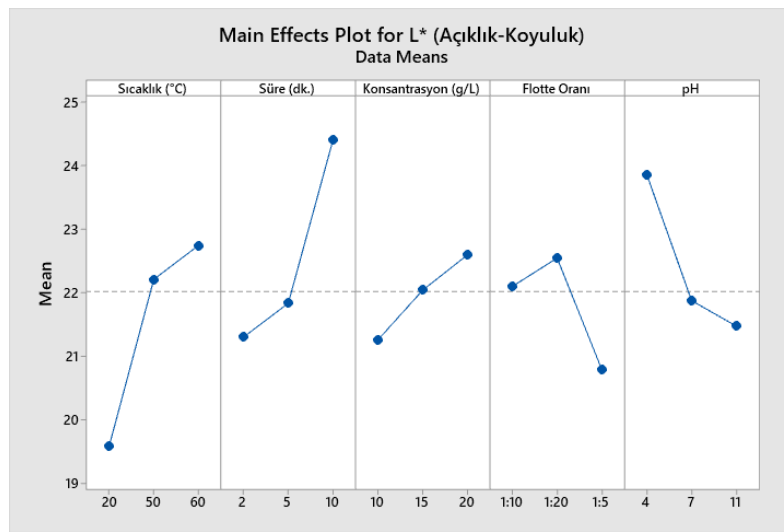
Tablo 7 incelendiğinde hipo ile işlem sırasında pH azaldıkça (yani asidik ortama gidildikçe) renk açma oranının arttığı, ancak pH 7 ile 11 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı, pH 4'te ise bunlardan ayrı bir grupta olduğu ve dolayısı ile bunlardan önemli farka sahip olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi hipoklorit suda çözündüğünde sodyum hidroksit ve hipokloröz asit verecek şekilde parçalanmaktadır. Asıl ağartma etkisini sağlayan hipokloröz asittir. Ortama alkali koyulunca denge Le chatelier prensibi gereği girenler yönüne kaymakta ve hipokloröz asit oluşumu azalmaktadır. Bu nedenle alkali ortamda renk açma anlamında daha düşük performans göstermiş olması normaldir. Her ne kadar asidik ortamda daha yüksek renk açma performansı sağlanmış olsa da kumaş mukavemeti üzerine etkisi kritik öneme sahiptir. Sonuçlar Tablo 8'de verilmektedir.

Tablo 8. İşlemsiz ve 3 farklı pH'da hipo ile yıkama işlemi görmüş kumaşların çözgü yönündeki kopma ve yırtılma mukavemeti değerleri

İşlem	Kopma mukavemeti (kgf)	Yırtılma mukavemeti (gf)
İşlemsiz	67,54	4283
pH 4	51,26	4198
pH 7	66,97	4241
pH 11	59,23	Yırtılma olmadı

Tablo 8 incelendiğinde gerek kopma gerekse yırtılma mukavemeti açısından pH 4'te yapılan yıkamaların en düşük değerlere sahip olduğu, bu nedenle hipoklorit ağartmasında asidik pH'de çalışılmaması gerektiği söylenebilir.

Sözü edilen tüm bulgular Şekil 1'de verilen ana etki plotlarından açıkça görülmektedir.



Şekil 1. L* değerleri için ana etkiler

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar sonucunda hipoklorit ile işlem sırasında sıcaklık, süre, konsantrasyon ve flotite oranı arttıkça renk açma oranının arttığı görülmüştür. Öte yandan pH azaldıkça (yani asidik ortama gidildikçe) renk açma oranının arttığı, ancak pH 7 ile 11 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı saptanmıştır. Her ne kadar asidik ortamda daha yüksek renk açma performansı sağlanmış olsa da kumaş mukavemeti üzerine etkisi kritik öneme sahiptir. Gerek kopma gerekse yırtılma mukavemeti açısından pH 4'te yapılan yıkamaların en düşük değerlere sahip olduğu, bu nedenle hipoklorit ağartmasında asidik pH'da çalışılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışmalar işletmede partiler arasında tekrarlanabilirlik eldesinde işlem koşullarının dikkatli ayarlanması gerektiğini, sıcaklık, süre gibi parametrelerdeki küçük salınımların bile büyük farklara yol açabileceğini ortaya koymuştur.

5. KAYNAKÇA

- [1] Bağırın, İ.C. (2011). Denim Yıkamada Karşılaşılan Sorunlar ve Bunlara Yönelik Çözüm Önerileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), İzmir.
- [2] Toksöz, M., Mezarıcıöz, S. (2013). Denim Kumaşlara Uygulanan Özel Yıkama Uygulamaları. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28, 2, 141-147.
- [3] Oğulata, R.T., Nergis, A. (2016). Rins Yıkamanın Denim Kumaş Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31, 2, 421-435.
- [4] Oğulata, R.T., Nergis, A. (2017). Farklı Yıkamaların Denim Kumaş Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32, 4, 87-98.
- [5] Hamano, A. (1997). The formation and decomposition of sodium hypochlorite anhydrous salt and its pentahydrate, Kayaku Gakkaishi, 58, 4, 152-156.
- [6] Nergis, A., Oğulata, R.T. (2017). Taş Yıkamanın Denim Kumaş Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Tekstil ve Mühendis, 24, 107, 160-171.
- [7] Duran, K., Özdemir, D. (2005). Denim Mamullerin Yıkama İşlemlerindeki Yenilikler, Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 105-107.

İPLİK NUMARASI, AÇICI SİLİNDİR DEVRİ, ROTOR TİPİ VE ROTOR DEVRİNİN AÇIK-UÇ ROTOR EĞİRME PAMUK İPLİK KALİTESİNE ETKİSİ

Elif Şebnem ÖZTÜRK¹, **Mehmet Erdem İNCE**²

¹Akcanlar Tekstil Sanayi A.Ş., 5. Organize Sanayi Bölgesi, Gaziantep

²Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

²ince@gantep.edu.tr; meince@ncsu.edu

ÖZET

Bu çalışmada pamuk elyafından açık-uç rotor eğirme ile üretilen ipliklerde; iplik numarası, açıcı silindir devri, rotor tipi ve rotor devrinin iplik kalitesine etkisini inceledik. Alt seviyeler; iplik numarası için: Ne 20 ve 30; açıcı silindir devri için: 9.000 ve 9.600 dev/dak; rotor devri için: 120.000 ve 130.000 dev/dak ve rotor tipi için: G628 ($\phi=28\text{mm}$) ve T633 ($\phi=33\text{mm}$) olarak seçilmiştir. İplik düzgünlüğü USTER[®] TESTER 6 cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Açıcı silindir devri ve rotor tipi iplik düzgünlüğünü etkilemez iken, rotor devri iplik düzgünlüğünü istatistiksel olarak anlamlı seviyede ($\alpha=0,05$) artırmıştır.

Anahtar kelimeler: kısa lif iplik eğirme; pamuk ipliği; açık-uç rotor eğirme iplik; iplik kalitesi, iplik düzgünlüğü.

THE EFFECT OF YARN COUNT, OPENER CYLINDER SPEED, ROTOR TYPE AND ROTOR SPEED ON THE QUALITY OPEN-END ROTOR SPUN COTTON YARN

ABSTRACT

In this work, we studied the effects of yarn count, opener cylinder speed, rotor type, and rotor speed on the quality of open-end rotor spun yarn from cotton fiber. The sublevels were selected as; Ne 20 and 30 for yarn count; 9000 and 9600 rpm for opener cylinder speed; G628 ($\phi=28\text{mm}$) and T633 ($\phi=33\text{mm}$) for rotor type; and 120.000 and 130.000 rpm for rotor speed. The yarn unevenness was measured using USTER[®] TESTER 6. While the opener cylinder speed and the rotor type did not affect the yarn unevenness, the rotor speed increased it at statistically significant level ($\alpha=0,05$).

Keywords: short staple yarn spinning; cotton yarn; open-end rotor spun yarn; yarn quality; yarn unevenness.

1. GİRİŞ

Açık-uç rotor eğirme iplik üretim sisteminin hem yüksek hıza, hem de otomasyona uygun bir tasarıma sahip olması bu sistemin yaygınlığını artırmıştır. Bu yaygınlaşma beraberinde kullanım alanlarında genişlemeyi de getirmiştir. Rotor ipliği her ne kadar ring ipliğinden farklı bir yapıya sahip olsa da, günümüzde rotor ipliğinin ring ipliğinin birtakım kullanım

alanlarına müdahil olduğu gözlemlenmektedir. Hatta bazı kullanım alanlarında ring ipliklerine nazaran önemli avantajlar sağladığı da söylenebilir.

Bu sistemde; kullanılan elyafın özellikleri, şerit hazırlama adımlarının performansı ve rotor eğirme makine parametreleri iplik özelliklerini ve üretim verimliliğini etkileyen ana girdiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, bu eğirme sisteminde hem iplik kalitesini hem de üretim miktarını yükseltmek için girdi parametrelerinin dikkatli seçilmesi gerekmektedir.

2. ARAŞTIRMA VE KAYNAKÇA

Kadoğlu [1] rotor çapının açık-uç rotor iplik özelliklerine olan etkilerini incelediği çalışmada, rotor çapının artırılmasıyla iplik düzgünsüzlüğü, ince yer hatası, ince ipliklerde kalın yer hatası, neps, mukavemet ve kopma uzaması değerlerinde olumlu değişimler gözlediğini belirtmiştir. Babaarslan ve Duru [2] open-end rotor iplik makinesinde dört farklı rotor kullanarak, % 100 Amerikan pamuğu iplikler üretmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, open-end rotor iplikçiliğinde düze değişiminden çok, rotor değişiminin iplik kalite parametreleri üzerinde önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Ömeroğlu ve Ülkü [3] açık-uç rotor eğirmede iplik özelliklerini etkileyen üç ana rotor parametresini; rotorun tipi, çapı ve devri olarak sıralamıştır. Rotor tipinin detayını ise yüzey kaplaması ve rotor yivinin (kanalının) kesit şekli olarak ifade etmişlerdir. Arıkan [4] düşük çaplı rotorların avantajlarını; yüksek rotor hızı, yüksek iplik mukavemeti, yüksek iplik uzaması, düşük iplik düzgünsüzlüğü, daha az ince/kalın yer ve neps sayısı, daha az enerji kullanımı olarak saymıştır. Diğer yandan büyük çaplı rotorların avantajlarını ise; daha az büküm verebilme ve daha az kuşak lif oluşumu olarak sıralamıştır. Nawaz ve arkadaşları [5], open-end rotor iplik eğirmede rotor çapının ve iplik numarasının iplik düzgünsüzlüğüne önemli seviyede etkilediğini ifade etmiştir.

Gemci ve Kapuçam [6] rotor çapının kullanılacak elyafa ve üretilecek iplik numarasına bağlı olarak belirleneceğini ifade etmiş ve rotorun diğer boyutlarıyla birlikte bir bütün olarak iplik kalitesine yön verdiğini söylemiştir. Kabaca elyaf uzunluğunun rotor çapının en fazla 1,25 katı olabileceği ifade edilmiştir. Kalın numara ipliklerde büyük çaplı rotor kullanılması önerilmiştir. Diğer yandan düşük çaplı rotorlarda yabancı lifler ve telef parçacıklarının sorun teşkil ettiği ve bunun da iplik kopuşlarına ve verimlilik kayıplarına neden olduğu not edilmiştir. Gemci ve Kapuçam [6] 31 ve 36 mm çapında rotorlar kullanarak Ne 20 ve 30 numara açık-uç rotor eğirme iplikler üretmiştir. Ne 30 numara iplikte rotor çapı azaldıkça ince yer sayısı azalırken, kalın yer sayısı ise artmıştır; ancak rotor çapı iplik düzgünsüzlüğünü önemli seviyede etkilememiştir. Numaranın kalınlaşması (Ne biriminde numara değerinin düşmesi) ile birlikte ince ve kalın yer sayılarında azalma gözlemlenmiştir.

Erbil [7] açık-uç rotor iplik eğirme sisteminde rotoru temel eğirme elemanı olarak tanımlayarak ipliğin kalitesinin, ipliğin karakterinin, ipliğin müteakip süreçlerde çalışma performansının, üretim verimliliğinin, iplik maliyetinin vb. çıktıların rotor tarafından dikte edildiğini ifade etmiştir. Babaarslan [8] açık-uç rotor iplik eğirme sisteminde rotor ile ilgili parametreleri: form, yiv geometrisi, çap, hız, yataklanma, yiv ve duvar pürüzlülüğü, duvar

eğimi ve duvar yüzey kalitesi, lif besleme koşulları, oluşan hava akımı ortamı ve kirlenmeye olan eğilim olarak sıralamıştır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde; iplik numarası, açıcı silindir devri, rotor tipi (çap ve yiv geometrisi) ve rotor hızı değişkenlerini göz önüne alarak ve örnekleme sayısını yüksek tutarak açık-uç rotor iplik kalitesini kapsamlı bir şekilde karakterize eden bir çalışmaya denk gelinmemiştir. Bu çalışmada yukarıda bahsi geçen girdiler göz önüne alınarak açık-ıç rotor eğirme pamuk iplik kalitesi masaya yatırılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

İplik hammaddesi olarak Amerika bölgesinde yetiştirilmiş Brezilya menşeli pamuk kullanılmıştır. Pamuk elyafının fiziksel özellikleri ve USTER® HVI 1000 test sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan pamuk liflerinin HVI test sonuçları.

SCI	MIC	MAT [mat1]	Mukavemet [g/tex]	Uzunluk [mm]	Elastikiyet [%]	SFI	+B
129	3,65	0,86	28,30	28,30	4,9	12,3	9,1

Bu çalışmada açık-uç rotor eğirme iplik makinesi olarak Schlafhorst firmasının 2018 yapımı, AUTOCORO® 9 ticari isimli ve 720 iğ kapasiteli makinesi kullanılmıştır. Belcoro firmasının üretmiş olduğu KSK 4A naveli (düzesi) kullanılmıştır. Büküm alfası olarak örme ipliğine uygun $\alpha_e=3,8$ seçilmiştir. Rotor tipine uygun olarak G628 BD rotor için A28SL adaptörü, T633 BD rotor için de A31 adaptörü kullanılmıştır. Açıcı silindir olarak B174 kullanılmıştır. Klips seçiminde ise trikoya uygun olan ve beyaz klips olarak da adlandırılan, yüzeyinde üç çentiği olan klips çeşidi kullanılmıştır. Rotor tipleri olarak G628 BD ve T633 BD kullanılmıştır. Rotor tipinin isimlendirilmesinde kullanılan harf ve rakamların anlamları aşağıdaki gibidir;

G/T: rotor yiv formunu,

6 rakamı: rotorun manyetik olarak yataklandığını,

28/33: mm cinsinden rotor çapını,

B: rotor yüzeyindeki bronize işlemini,

D: rotorun elmas kaplı olduğunu belirtmek için kullanılmaktadır.

3.2. Metot

Bu çalışmada iplik numarası, açıcı silindir devri, rotor tipi ve rotor devri parametrelerinin açık-uç rotor eğirme iplik (α_e , büküm = 3,8) kalitesine etkisi Çizelge 2’de verilen deneysel çalışma planı kapsamında masaya yatırılmıştır. Her bir girdi parametresi için iki adet alt seviye seçilmiştir. Alt seviyeler; iplik numarası için: Ne 20 ve 30; açıcı silindir devri için: 9.000 ve 9.600 dev/dak; rotor tipi için: G628 ($\phi = 28$ mm) ve T633 ($\phi = 33$ mm) (Not: G tipi rotorun yiv açısı T tipi rotordan daha geniştir); ve rotor devri için: 120.000 ve 130.000 dev/dak olarak seçilmiştir. Dolayısıyla 4 adet değişken ve her bir değişkenin 2 adet alt

seviyesi dikkate alınmış ve tam faktöriyel deneysel çalışma prensibi kapsamında toplam 16 (2^4) adet farklı iplik numunesi üretilmiştir. Üretilen bu ipliklere iplik çıkırığı kullanılarak ve her bir test numunesi 120 yarda uzunluğunda sarılacak şekilde numara testi uygulanmıştır. Daha sonra iplikler USTER® TESTER 6 cihazında, 400 metre uzunlukta düzgünsüzlük testine tabi tutulmuştur. Bu test cihazında ipliklerin düzgünsüzlüğü (U_m [%]), kütle varyasyon katsayısı (CV_m [%]), 1 km uzunluğunda ince yer (% -40, -50, -60), kalın yer (% 35, 50, 70) ve neps (% 140, 200, 280) sayıları ve tüylülük değerleri ölçülmüştür. Her bir test, her bir farklı numune için, 25 defa tekrarlanmıştır. Dolayısıyla 400 (16x25) satırlık bir veri matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar JUMP® istatistiksel veri analiz yazılımı kullanılarak ($\alpha = 0.05$ önem seviyesine göre) detaylı veri analizlerine tabi tutulup sonuçlar açıklayıcı ve görsel grafiklerle gözler önüne serilmiştir.

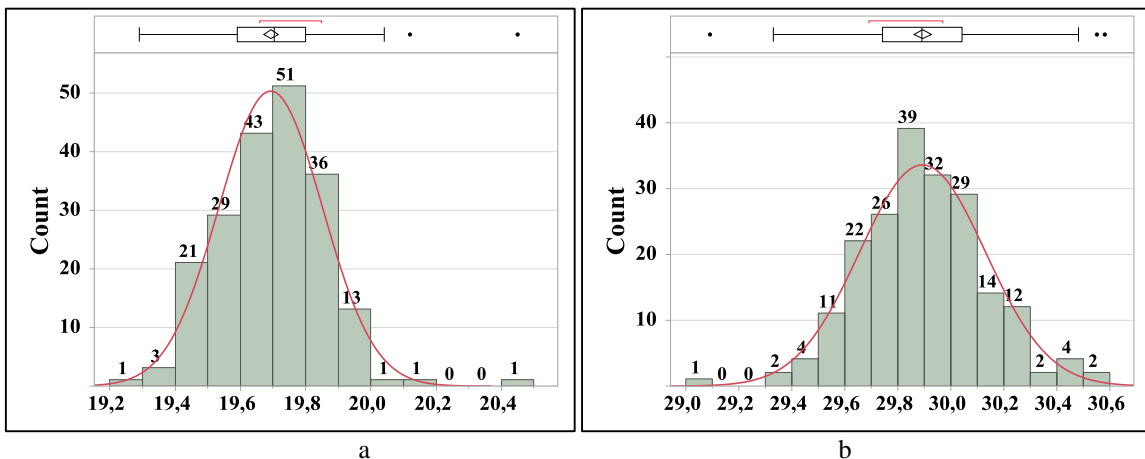
Çizelge 2. Open-end rotor eğirme iplik üretimi deneysel çalışma planı

Değişkenin ismi:	İplik numarası [Ne]	Açııcı silindir devri [dev/dak]	Rotor tipi	Rotor devri [dev/dak]
Değişkenin seviyeleri:	20	9.000	G628	120.000
	30	9.600	T633	130.000

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İplik numara ölçümlerinin analiz edilmesi

Daha önce ifade edildiği üzere bu çalışma kapsamında girdi parametrelerinden biri olarak iplik numarası seçilmiş ve Ne 20 ve Ne 30 olmak üzere iki farklı numarada iplikler üretilmiştir. Üretilen bütün iplikler çevresi 1 yarda olan çıkırığa 120 tur sarılmış ve bu uzunluğun ağırlığı hassas terazide ölçülmek suretiyle iplik numarası hesaplanmıştır. Şekil 1 Ne 20 ve Ne 30 numara ipliklerin numara dağılımlarını gösterirken, Çizelge 3 ise bu dağılımların özet istatistik verilerini göstermektedir.



Şekil 1. İplik numarası ölçümlerinin dağılımları: Ne 20 (a) ve Ne 30 (b)

Çizelge 3. İplik numarası ölçümlerinin dağılımlarının özet istatistiği

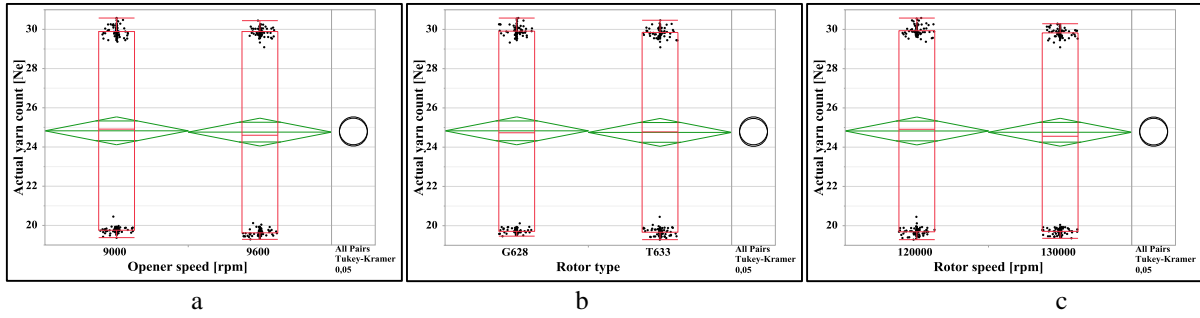
İplik numarası [Ne]	Ne 20	Ne 30
Toplam ölçüm sayısı:	200	200
Ortalama:	19,69	29,89
Standart sapma:	0,16	0,24
% 95'lik güven aralığı	19,67 - 19,72	29,86 - 29,92
Maksimum gözlem:	20,45	30,58
Minimum gözlem:	19,29	29,09
p-değeri*:	0,0008	0,3760

Not: *0,05 den küçük gözlemlenen p-değeri dağılımın normal dağılım sergilemediğini göstermektedir ve kırmızı renkle yazılmıştır.

Her iki iplik numarasında da hedeflenen Ne 20 ve Ne 30 numara değerlerine ulaşamadığı gözlemlenmektedir. İplikler hedeflenen numaradan daha düşük bir numarada (Ne 19,69 ve Ne 29,86 olmak üzere daha kalın) üretilmiştir. Ne 30 iplik numara ölçümleri Ne 20 iplik numara ölçümlerine nazaran daha fazla varyasyon (standart sapma) göstermiş ve bu fark istatistiki olarak anlamlı bir seviyede gerçekleşmiştir. Bir başka deyişle ipliğin incelenmesiyle birlikte iplik numara varyasyonu da istatistiki olarak anlamlı seviyede artmıştır. Diğer taraftan Ne 20 iplik numara ölçümleri normal bir dağılım göstermez iken (p-değeri: **0,0008**), Ne 30 iplik numara ölçümleri normal bir dağılım sergilemiştir (p-değeri: 0,3760).

Deneysel çalışma planı çerçevesinde etkisi incelenen girdi parametreleri; iplik numarası, açıcı silindir devri, rotor tipi ve rotor devridir. Bu bağlamda üretilen ipliklere ilk uygulanan test, çıkırık ve hassas terazi kullanarak ölçülen iplik numarası testidir. Ölçülen iplik numaralarının açıcı silindir devri, rotor tipi ve rotor devrinden etkilenmemesi beklenir. Çünkü bu girdi parametreleri (açıcı silindir devri, rotor tipi veya rotor devri) değiştiğinde makinenin otomatik olarak kendisini istenilen iplik numarasına göre güncellenmesi beklenir. Ancak emin olmak adına iplik numarası dışındaki diğer girdi parametrelerinin iplik numarasını etkileyip etkilemediği kontrol edilmiştir. Bu minvalde açıcı silindir devrinin iplik numarasına etkisi Şekil 2-a ve Çizelge 4'de verilmektedir. Beklenildiği üzere açıcı silindir devrinin değişmesi iplik numarasını değiştirmemiştir. Açıcı silindir devrinin arttırılması ile birlikte makine bu değişime göre kendisi güncellenmiş ve aynı numara iplik üretmeye devam etmiştir.

Benzer şekilde rotor tipinin değiştirilmesi de iplik numarasını değiştirmemiştir (Şekil 2-b ve Çizelge 4). Paralel olarak rotor devrinin de iplik numarası üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etki göstermediği tespit edilmiştir (Şekil 2-c ve Çizelge 4). Bu analizler bir bakıma açık uç rotor iplik eğirme makinemizin tutarlı bir üretim yaptığının göstergesidir. Bir başka deyişle; açıcı silindir devri, rotor tipi veya rotor devri değiştirilse bile makine ekranına girilen (istenilen) iplik numarasının istikrarlı bir şekilde makine tarafından her daim üretildiği gözlemlenmektedir. Bu analizler sonucunda elde edilen p-değerlerinin 0,9'a çok yakın çıkması, makinenin üretim tutarlılığının sayısal olarak % 90 civarında olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Açıcı silindir devrinin (a), rotor tipinin (b) ve rotor devrinin iplik numarasına etkisi

Not: Yeşil elmasların alt ve üst köşeleri arasındaki mesafe % 95 güven aralığını temsil etmektedir. Her bir açıcı silindir devri seviyesi için hesaplanan ortalama iplik numarası değeri için bir adet karşılaştırma dairesi sağ taraftaki sütunda verilmektedir. Önemli seviyede birbirinden farklı olan ortalamaları temsil eden daireler ya kesişmemekte ya da hafifçe kesişmektedir.

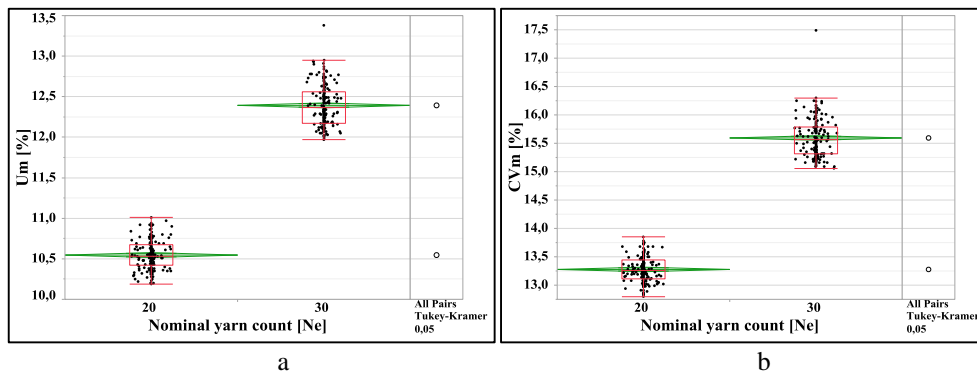
Çizelge 4. Açıcı silindir devrinin, rotor tipinin ve rotor devrinin iplik numarasına etkisi

Değişken	Seviyesi	n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri	
Açıcı silindir devri [rpm]	9000	A	200	24,83	5,09	24,11	25,54	0,8969
	9600	A	200	24,76	5,14	24,05	25,47	
Rotor tipi	G628	A	200	24,83	5,12	24,12	25,54	0,8754
	T633	A	200	24,75	5,11	24,04	25,46	
Rotor devri [rpm]	120.000	A	200	24,82	5,16	24,11	25,54	0,8989
	130.000	A	200	24,76	5,08	24,05	25,47	

Not: Aynı alfabetik büyük harfle birleştirilmeyen seviyeler birbirlerinden önemli seviyede farklıdır ($\alpha = 0,05$). n: ölçüm sayısı, ort: ortalama, ss: standart sapma, AL: alt limit, ÜL: üst limit. Limitler % 95 güven seviyesine göre tesis edilmiştir. 0,05'den küçük olan p-değeri iki seviye arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu bir ifadesi olup kırmızıya boyanmıştır.

4.2. İplik kütle düzgünsüzlüğü (U_m [%]) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m [%]) sonuçlarının analiz edilmesi

Beklenildiği üzere Ne biriminde iplik numarasının artması (ipliğin incilmesi) ile birlikte hem kütle düzgünsüzlüğü (U_m) hem de kütle varyasyon katsayısı (CV_m) istatistiki olarak anlamlı seviyede artmıştır (Şekil 3 ve Çizelge 5). Üretilen ipliğin incilmesi ile birlikte bahsi geçen özelliklerde gözlemlenen varyasyon (standart sapma) da istatistiki olarak anlamlı seviyede artmıştır. İplik incelidikçe kesitte yer alan toplam lif miktarını sabit (üniform) tutmak zorlaşmaktadır. Kesitteki toplam lif miktarında meydana gelen dalgalanma artışı da U_m ve CV_m özelliklerinin ve bu özelliklerin varyasyonlarının artışında kendini göstermektedir.

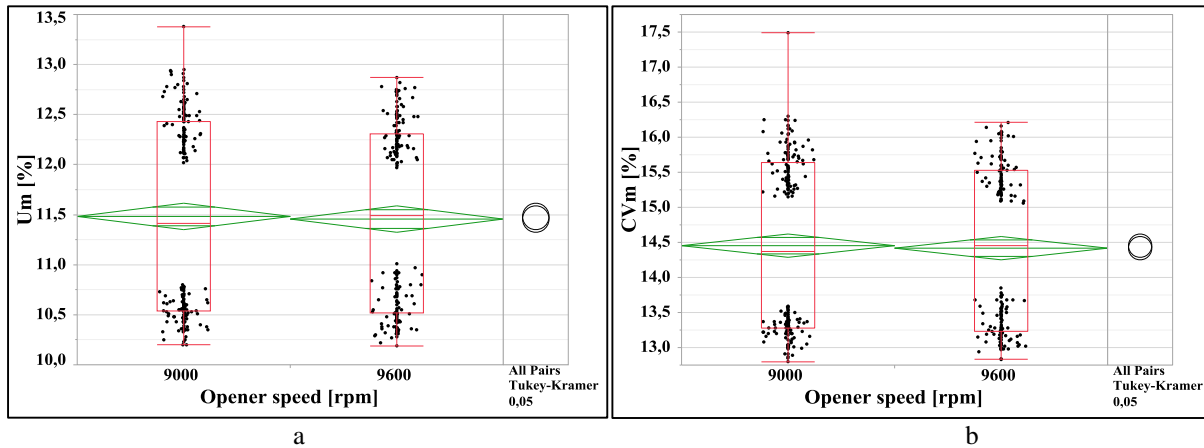


Şekil 3. İplik numarasının kütle düzgünsüzlüğü (U_m) (a) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) (b) üzerine etkisi

Çizelge 5. İplik numarasının kütle düzgünsüzlüğü (U_m) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) üzerine etkisi

Özellik	İplik numarası [Ne]		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
U_m [%]	30	A	200	12,39	0,25	12,36	12,42	<0,0001
	20	B	200	10,55	0,18	10,52	10,58	
CV_m [%]	30	A	200	15,59	0,34	15,55	15,63	<0,0001
	20	B	200	13,28	0,22	13,24	13,32	

Açıcı silindir devrinin 9000 dev/dak değerinden 9600 dev/dak değerine çıkarılması hem kütle düzgünsüzlüğü (U_m) hem de kütle varyasyon kat sayısı (CV_m) üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etki göstermemiştir. (Şekil 4 ve Çizelge 6). Açıcı silindir devrinin 600 dev/dak kadar artırılması U_m ve CV_m değerini ortalama 0,25 birim düşürmüştür ancak bu düşüş ihmal edilebilecek seviyede azdır ve istatistiki olarak da anlamlı değildir ($\alpha = 0,05$). Bu bağlamda açıcı silindir devrinin etkisini tam olarak gözlemlemek için açıcı silindir devrinin 600 dev/dak değerinden daha fazla bir değerde değiştirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

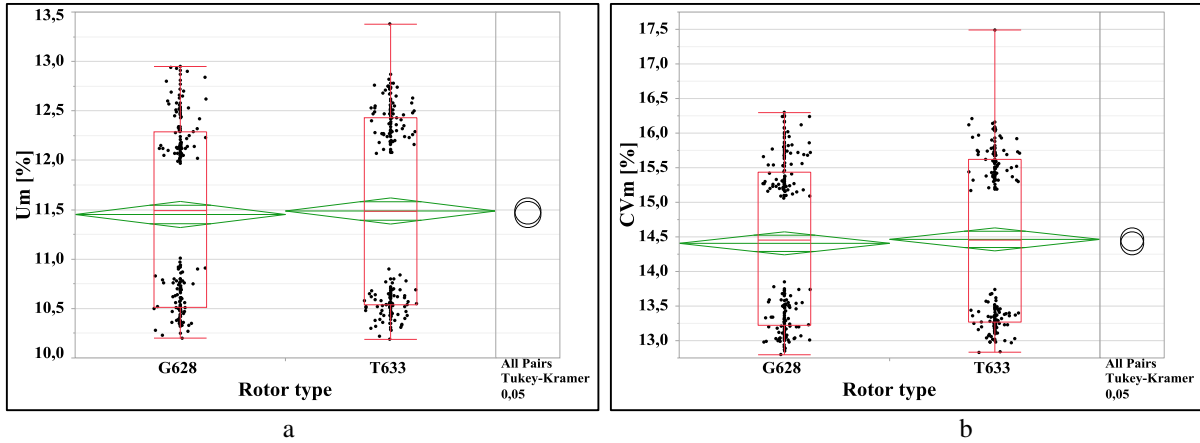


Şekil 4. Açıcı silindir devrinin kütle düzgünsüzlüğü (U_m) (a) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) (b) üzerine etkisi

Çizelge 6. Açıcı silindir devrinin kütle düzgünsüzlüğü (U_m) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) üzerine etkisi

Özellik	Açıcı silindir devri [dev/dak]		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
U_m [%]	9000	A	200	11,48	0,98	11,35	11,62	0,7818
	9600	A	200	11,46	0,92	11,32	11,59	
CV_m [%]	9000	A	200	14,45	1,24	14,29	14,62	0,7659
	9600	A	200	14,42	1,15	14,25	14,58	

Rotor çapının 28 mm'den 33 mm'ye çıkarılması ve yiv açısının daraltılması hem U_m hem de CV_m değerini arttırmıştır. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bir seviyeye ulaşamamıştır ($\alpha = 0,05$) (Şekil 5 ve Çizelge 7). Daha düşük çapa ve daha geniş yiv açısına sahip olan G628 tipi rotor, T633 tipi rotora nazaran daha düşük U_m ve CV_m değeri sergilemiştir.

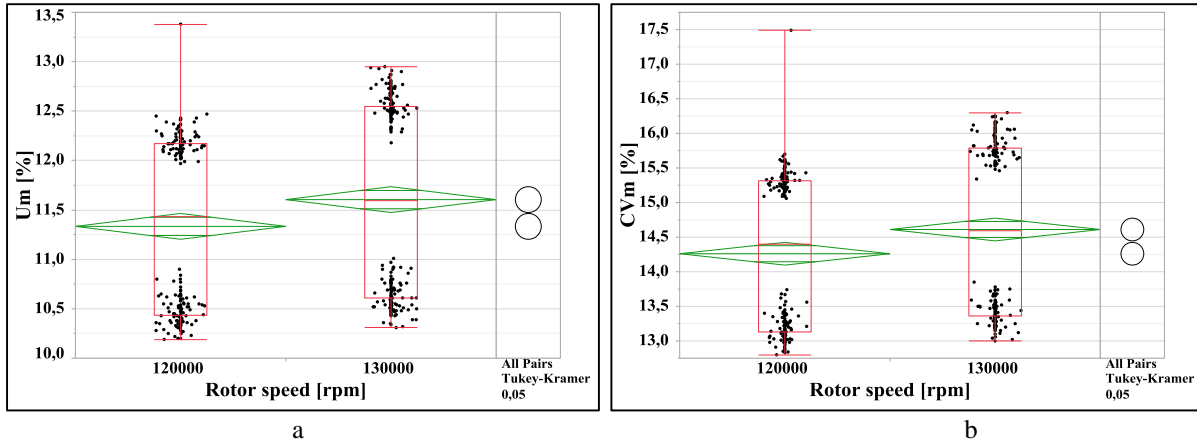


Şekil 5. Rotor tipinin kütle düzensizliği (U_m) (a) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) (b) üzerine etkisi

Çizelge 7. Rotor tipinin kütle düzensizliği (U_m) (a) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) (b) üzerine etkisi

Özellik	Rotor tipi	n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri	
U_m [%]	T633	A	200	11,49	0,97	11,36	11,62	0,7094
	G628	A	200	11,45	0,93	11,32	11,58	
CV_m [%]	T633	A	200	14,46	1,22	14,30	14,63	0,6337
	G628	A	200	14,41	1,17	14,24	14,57	

Rotor devrinin 10000 dev/dak artırılması hem U_m hem de CV_m değerini istatistiki olarak anlamlı seviyede (p -değeri $< \alpha = 0,05$) arttırmıştır (Şekil 6 ve Çizelge 8). Rotor devrinin artmasıyla birlikte artan merkezkaç kuvvetinin etkisiyle rotor yivinde daha düzensiz pozisyon alan lifler ipliğin hem kütle düzensizliğini hem de kütle varyasyon katsayısını arttırmıştır.



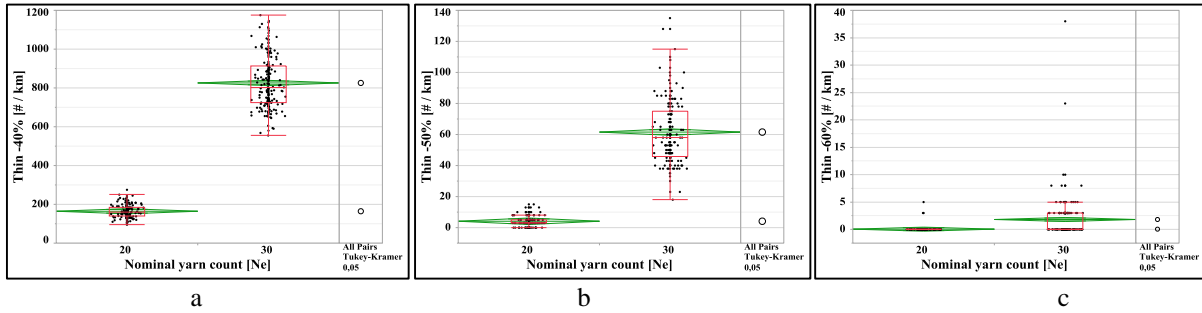
Şekil 6. Rotor devrinin kütle düzensizliği (U_m) (a) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) (b) üzerine etkisi

Çizelge 8. Rotor devrinin kütle düzensizliği (U_m) (a) ve kütle varyasyon katsayısı (CV_m) (b) üzerine etkisi

Özellik	Rotor devri [dev/dak]	n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri	
U_m [%]	130000	A	200	11,60	0,99	11,47	11,74	0,0042
	120000	B	200	11,33	0,89	11,20	11,46	
CV_m [%]	130000	A	200	14,61	1,24	14,45	14,78	0,0033
	120000	B	200	14,26	1,12	14,10	14,42	

4.3. İplikteki farklı seviyelerde (% - 40, % - 50, % - 60) ince yer sayısı [# /km] ölçümlerinin analiz edilmesi

İpliğin incelenmesi (Ne cinsinden iplik numarasının artması) ile birlikte tüm seviyelerde hem ince yer sayısı hem de ince yer sayısı varyasyonu (standart sapması) istatistiki olarak anlamlı seviyede artmıştır (Şekil 7 ve Çizelge 9). İplik incelidikçe kesitte yer alan lif miktarını kontrol etmek güçleşmektedir ve kütledeki en ufak bir sapma ince yer olarak kendini göstermektedir. Diğer yandan, beklenildiği üzere en fazla ince yer sayısı % - 40'da gözlemlenirken, en az ince yer sayısı % - 60'da gözlemlenmiştir. Düşük boyutlu (% - 40) ince yer görülme sıklığının yüksek çıkması beklenen bir durumdur.



Şekil 7. İplik numarasının farklı seviyelerde ince yer sayısı [# /km] üzerine etkileri

Çizelge 9. İplik numarasının farklı seviyelerde ince yer sayısı [# /km] üzerine etkisi

İnce yer seviyesi	İplik numarası [Ne]	n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri	
% - 40	30	A	200	825,83	132,18	812,46	839,20	<0,0001
	20	B	200	164,45	32,10	151,08	177,82	
% - 50	30	A	200	61,57	21,04	59,47	63,66	<0,0001
	20	B	200	4,12	3,40	2,02	6,22	
% - 60	30	A	200	1,82	3,72	1,45	2,19	<0,0001
	20	B	200	0,06	0,46	-0,31	0,42	

Not: Bildiri sayfa sınır nedeni analizlere devam edilememiştir. Sunum esnasında sürenin elverdiği ölçüde kalan analizlerde sunulmaya çalışılacaktır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada %100 pamuk elyafı kullanılarak açık-uç rotor iplik eğirme yöntemiyle iplik numuneleri üretilmiştir. İplikler; iplik numarası (Ne 20 ve Ne 30), açıcı silindir devri (9000 ve 9600 dev/dak), rotor tipi (G628 ve T633) ve rotor devri (120000 ve 130000 dev/dak) değiştirilerek yapılmıştır. İpliklerin numarası çıkırğa sarma yoluyla ölçülürken, kütle düzgünsüzlüğü USTER TESTER® 6 cihazı kullanılarak yapılmıştır. Numara ölçümleri hedef iplik numarasından daha kalın iplikler üretildiğine işaret ederken, iplik numarasının artması ile birlikte numara varyasyonunun da arttığını göstermiştir. Ne 30 numara ipliklerin numara ölçümleri normale yakın bir dağılım sergilerken, Ne 20 numara ipliklerinki normalden uzak bir dağılım sergilemiştir. Ölçülen iplik numaralarının açıcı silindir devri, rotor tipi ve rotor

devri değişimlerinden etkilenmemesi açık-uç rotor iplik eğirme makinesinin istikrarlı bir üretim yaptığını göstermiştir.

İplik numarasını artması ile birlikte hem kütle düzgünsüzlüğü (U_m) hem de kütle varyasyon kat sayısı (CV_m) istatistiki olarak anlamlı seviyede artmıştır. Bu sonuç incelen iplikte kesitteki lif miktarını sabit tutmanın daha da zor hale gelmesi ile açıklanmıştır. Açıcı silindir hızı ve rotor tipi U_m ve CV_m değerlerini istatistiki olarak anlamlı bir seviyede değiştirmezken, rotor hızı U_m ve CV_m değerlerini istatistiki olarak anlamlı seviyede arttırmıştır ($\alpha=0,05$).

İplik numarasının artması ile birlikte ince yer seviyelerinin hepsinde birim uzunlukta gözlemlenen ince yer sayısı istatistiki olarak anlamlı seviyede artmıştır. Diğer yandan ince yer seviyesinin düşmesi ile birlikte ince yer sayısı (görülme sıklığı) da düşmüştür.

6. KAYNAKLAR

1. Kadoğlu, H. (1995). Elmas kaplı rotorların iplik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 3, 220-228.
2. Babaarslan, O., Duru, P. (1997). Open-end rotor sisteminde farklı rotor ve düze çeşitlerinin iplik yapı ve özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, *Tekstil Teknik Dergisi*, 66.
3. Ömeroğlu, S., Ülkü, Ş. (1998). Bazı makine parametrelerinin rotor iplik özelliklerine etkisi. *Tekstil & Teknik Dergisi*, 165: 91-95, 166: 59-65.
4. Arıkan, C.O. (1999). Pamuk open-end ipliği için rotorda yapılan fiziksel değişimlerin eğrilen iplik üzerindeki etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
5. Nawaz, M., Jamil, N.A., Iftikhar, M., Farooqi, B. (2002). Effect of multiple open end processing variables upon yarn quality, *International Journal of Agriculture & Biology*, 256-258.
6. Gemci, R., Kapuçam, A. (2004). Open-end iplikçiliğinde farklı çapta rotor kullanımının iplik kalitesine etkilerinin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:9, Sayı:1.
7. Erbil, Y. (2005). Karışım open-end rotor ipliği üretiminde eğirme elemanlarından düzenin iplik kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
8. Babaarslan, O. (2006). İplik Üretim Yöntem ve Makineleri, Ring İplik Eğirme Teknolojisi Ders Notları, Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana.

İPEKSİ TUŞESİYLE SÜRDÜRÜLEBİLİR ASETAT LİFİNİN FARKLI ORANLARDA KULLANIMIYLA GELİŞTİRİLEN YUVARLAK ÖRME KUMAŞLARIN İPLİK VE KUMAŞ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Neslihan OKYAY¹, Fatih IŞIK²
Karacasu Tekstil Ar-Ge Departmanı, Kahramanmaraş / Türkiye
nes@karacasutekstil.com.tr

ÖZET

Asetat ipeği odun ve pamuk liflerden elde edilen selüloz hammaddesinin asitlendirilerek, asetil selülozun çözündürülmesi ve çözeltinin püskürtülmesi ile elde edilen ve suni ipek olarak da anılan bu sürdürülebilir hammadde, günümüzde tekstil sektöründe moda ve tasarımcıların gözde elyafı haline gelmiştir. Çalışma kapsamında; pürüzsüz ve ipeğe yakın parlaklık, iyi nem tutumu ve antipilling gibi üstün özelliklere sahip asetat lifinin, kısa lif teknolojisiyle tekstil sektörüne kazandırılması hedeflenmektedir. Bu çalışmada, kısa elyaf teknolojisi kullanılarak, asetat lifinin modal lifi ile farklı karışım oranlarında eğrilme prosesleri belirlenerek elde edilen ipliklerin mukavemet ve düzgünsüzlük testleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen ipliklerden yuvarlak örme kumaşlar yapılmış ve iplik ve kumaş performans değerleri mukayeseli olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asetat, Yuvarlak Örme Kumaş, Antipilling, İpeksi tuşe, Sürdürülebilirlik.

INVESTIGATION OF YARN AND FABRIC PERFORMANCE PROPERTIES OF CIRCULAR KNITTED FABRICS DEVELOPED BY USING DIFFERENT PROPORTIONS OF SUSTAINABLE ACETATE FIBER WITH ITS SILK-TOUCH

ABSTRACT

This sustainable raw material, also known as artificial silk, obtained by acidifying the cellulose extracted from wood and cotton fibers, by dissolving the acetyl cellulose and spraying the solution, has become the favorite fiber of fashion and designers in the textile sector today. Within the scope of the study, it is aimed to bring acetate fiber having superior properties such as smooth and silky shine, good moisture retention and antipilling to the textile industry with short fiber technology. In this study, with using short fiber technology, the spinning processes of acetate fiber and modal fiber at different mixing ratios were determined and the strength and unevenness tests of the yarns obtained were investigated. Circular knitted fabrics were made from the yarns developed within the scope of the study and the yarn and fabric performance values were evaluated comparatively.

Key Words: Acetate, Circular Knitted Fabric, Antipilling, Silky Hand, Sustainability.

1.GİRİŞ

Asetat olarak bilinen ilk selüloz asetat lifi 1918 yılında Avrupa’ da üretilmiş ve 1924 yılında ABD’ de büyük ölçüde üretilen ikinci rejenere lif olmuştur. 1970’li yılların başında asetat tüketimi dünya genelinde yaklaşık olarak 400 kilotona ulaşmıştır. Kumaş üreticilerinin polyester gibi daha düşük maliyetli sentetik liflere yönelmesi nedeniyle asetat kullanımı son otuz yılda düşmüştür.[1] Asetat liflerinin tekstil alanında kullanılmaya başlaması çok eskilere kadar uzanmamakla birlikte tekstil alanında kullanılmaya başlanmasına ancak birinci dünya savaşından sonra geçilmiştir. Dünya asetat üretiminin büyük bir kısmı (yaklaşık 1/4’ü) sigara filtreleri üretiminde kullanılmaktadır.[2] Ayrıca asetatın etkileyici özelliklerinin yanı sıra yaş ve kuru mukavemet değerlerinin düşük olması (1,5-2 gr/denye) bu elyafın daha çok textürize olarak kullanılmasını gerektirmiştir. Tekstil sektöründe kullanılan asetat lifi pürüzsüz ve ipeğe yakın bir görünüme sahiptir. Bu sebeple çok yumuşak bir tutumu vardır. Nem tutumu oldukça düşük olduğundan çabuk kuruma özelliğine sahiptir. Küfe, güvelere ve böceklere karşı oldukça dayanıklı olan selüloz asetat lifinin statik elektriklenme derecesi düşüktür. Pilling özelliği olmadığından boncuklanmaz.[3] Asetat elyafının düşük (1,5-2 gr/denye) mukavemet değerinden dolayı kısa elyaf teknolojisinde eğrilme performansının düşük olması kullanım alanlarını ve ürün gamını da sınırlı hale getirmiştir. Selüloz asetatın konfor, dökümlülük ve boyanabilirlik özellikleri takım elbise, etek ve pantolon astarlarında kullanımını arttırmıştır fakat kuru temizleme ile temizlenmesi gerektiği için bazı alanlarda kullanımı kısıtlanmıştır. Bu çalışmayla, asetat lifinin üstün özelliklerinden yararlanılarak modal lifi ile farklı oranlarda karıştırılarak ipeksi dokunuş ve görünüşe sahip sürdürülebilir kumaşların geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2.MATERYAL VE METOD

2.1.Materyal

İplik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden biri kullanılan hammaddenin özellikleridir. Çalışmada kullanılan hammaddeler; modal lifleri 1,33 dtex incelik, 38 mm uzunluğa sahiptir. Şekil 1’de mikroskop boyuna kesit görüntüsü verilen asetat lifinin inceliği 1,33 dtex incelik, 38 mm uzunluğa mm’dir.



Şekil 1. Asetat lifi boyuna yüzey görüntüsü

2.2.Metod

Bu çalışmada, %35/65 asetat/modal ve %50/50 asetat/modal olmak üzere 28/1 Ne inceliğinde ring ipliği eğrilmiştir ve bu iplikler 20+/-2 °C sıcaklık 65+/-5⁰C rutubet laboratuvar şartlarında 24 saat kondüsyonlandıktan sonra iplik mukavemet değerleri TS 245 EN ISO 2062 standartlarında Uster Tensojet-4 cihazında, düzgünsüzlük (%Cvm) ve iplik hataları (ince yer

(-50%/km), kalın yer (+50%/km) ve neps (+200%/km) ise TS 628 standardı kullanılarak Uster Tester-6 cihazında yapılmıştır.

Daha sonra bu ipliklerden 30 pus 27 fayn yuvarlak örme makinesinde suprem kumaşlar geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen örme kumaşlar, UV dayanım, martindale boncuklanma, nem iletimi ve hava geçirgenlik testlerine tabi tutulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Asetat/Modal %50/50 ve Asetat/Modal %35/65 karışımından ring hattında üretilen ipliğin düzgünsüzlük ve iplik hata değeri sırasıyla, 11,59 CV% ve 10,65 CV% olarak ölçülmüştür. Mukavemeti ise sırasıyla 12,29 Rkm, 14,68 Rkm , Uzama değeri 9,93 % ve 9,87% , B-Work değeri 7,96 N.cm ve 9,06 N.cm olarak ölçülmüştür.

Tablo 1. 28/1 Ne Asetat/Modal %50/50 ve Asetat/Modal %35/65 İplik Düzgünsüzlük ve Mukavemet Değerleri

Hammadde	Asetat/Modal %50/50	Asetat/Modal %35/65
%CVm	11,59	10,65
-50%	0	0
50%	25	26
200% NEPS	49	57
Hairness	5,87	3,95
Rkm (kgf.Ne)	12,29	14,68
%CV Rkm	7,46	8,1
% Uzama	9,93	9,87
B.Work (N.cm)	7,96	9,06

Kumaş performans özelliklerin incelenmesi için asetat/modal ipliklerden örme makinesinde suprem kumaş numuneleri yapılmıştır.

Tablo 2. Asetat/Modal %50/50 ve Asetat/Modal %35/65 Kumaş Numunelerinin Boncuklanma Test Sonucu

Devir	Derecelendirme	
	Asetat/Modal %50/50	Asetat/Modal %35/65
125	5	5
500	5	5
1000	5	4
2000	4	4
3000	4	3
4000	4	3
5000	3	2

Tablo 2' den de görüldüğü gibi EN ISO 12945-2 standardı ile martindale cihazında yapılan boncuklanma test sonuçlarına göre, 1000 devre kadar iki farklı karışımın kullanıldığı yuvarlak örme kumaş numunelerinde yüzeyde tüylenme olmadığı ve boncuklanmaya yatkınlığı olmadığı, 2000 devirde ise her iki çalışmada da hafif tüylenme olduğu görülmüştür. %50/50

Asetat/Modal çalışmasında 3000 devre kadar hafif tüylenmenin olduğu görülmüştür. Asetatın %50 oranında kullanıldığı modal çalışmasında 4000 devre kadar hafif tüylenme devam ederek 5000 devirde orta derecede tüylenme ve boncuklanma olduğu görülmüştür. %35/65 Asetat/Modal çalışmasında 4000 devre kadar orta derecede tüylenme ve boncuklanma görülürken 5000 devirde belirgin tüylenme ve boncuklanma olduğu görülmüştür.(Şekil 2)



Şekil 2. %50/50 Asetat/Modal ve %35/65 Asetat/Modal Kumaşların Boncuklanma Testi Sonrasına Ait Kumaş Görünümleri

Çalışma kapsamında Ne 28/1 asetat/modal karışımli ipliklerden yapılan yuvarlak örme kumaş numuneleri 80 saat boyunca UV dayanım testine tabi tutulmuştur. Test sonrasında numune kumaşların test öncesi ve sonrası renk ölçümleri spektrofotometre cihazında yapılmış olup sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. %50/50 Asetat/Modal ve %35/65 Asetat/Modal Kumaşların UV Dayanım Test Sonuçları

	Test Öncesi L*	Test Sonrası L*	Test Öncesi a*	Test Sonrası a*	Test Öncesi b*	Test Sonrası b*
Asetat/Modal %50/50	79,7	80,81	0,13	0,27	0,62	1,5
Asetat/Modal %35/65	78,7	78,9	0,6	0,3	0,35	2,45

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi, UV dayanım testi öncesi ve sonrasında spektrofotometrede yapılan CIELAB renk ölçüm sonuçları incelendiğinde asetat ile yapılan iki farklı karışımın yuvarlak örme kumaş çalışmalarında test öncesinde ölçülen L* değerinin test sonrasında da aynı skalada olduğu ve parlaklığın değişmediği görülmüştür. %50/50 Asetat/Modal çalışmasında, test öncesinde 0,13 olarak ölçülen a* değerinde 0,14 birim kırmızıya doğru kayma ile 0,27 olduğu görülmüştür. %35/65 Asetat/Modal çalışmasında, test öncesinde 0,6 olarak ölçülen a* değerinde 0,3 birim maviye doğru kayma ile 0,3 olduğu görülmüştür. %50/50 Asetat/Modal çalışmasında, test öncesinde 0,62 olarak ölçülen b* değerinde ise 0,88 birim sararma ile 1,5 olduğu görülmüştür. %35/65 Asetat/Modal çalışmasında, test öncesinde 0,35 olarak ölçülen b* değerinde 2,1 birim sararma ile 2,45 olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında Ne 28/1 asetat/modal karışımli ipliklerden yapılan yuvarlak örme kumaş numuneleri MMT test cihazında teste tabi tutulmuştur.

Tablo 4. %50/50 Asetat/Modal ve %35/65 Asetat/Modal Kumaşların MMT Test Sonuçları

	Gramaj (gr/m ²)	OMMC Değeri
Ne 28/1 Asetat/Modal %50/50	150	0,75
Ne 28/1 Asetat/Modal %35/65	150	0,508

Test sonuçlarından da görüldüğü gibi; her iki kumaşa ait MMT testlerinde nem iletim değerlerinin 0,5 OMMC değerinin üzerinde olduğu ve çok iyi olduğu görülmektedir. Asetat oranının %50 olduğu çalışmanın nem iletim değerinin asetatın %35 oranında kullanıldığı çalışmaya göre yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışma kapsamında Ne 28/1 asetat/modal karışimli ipliklerden yapılan yuvarlak örme kumaş numuneleri 20 cm² 'lik test başlığı kullanılarak 200 kPa basınç altında 60 sn teste tabi tutulmuştur. Test sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 5. %50/50 Asetat/Modal ve %35/65 Asetat/Modal Kumaşların Hava Geçirgenliği Test Sonuçları

	Gramaj (gr/m ²)	Hava Geçirgenlik Ölçüm Değeri(dm ³)
Ne 28/1 Asetat/Modal %50/50	150	210 dm ³
Ne 28/1 Asetat/Modal %35/65	150	210 dm ³

Test sonuçlarından da görüldüğü gibi, yuvarlak örme kumaşların hava geçirgenlik testlerinde kumaşların aynı skalada olduğu görülmüştür.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, yapılan iplik mukavemet sonuçlarının %50 asetatın kullanıldığı çalışmada daha düşük olduğu ancak B-Work değerleri tezgah performansları için problem olmayacağını göstermiştir. Yine tüylülük değerinin %50 asetatın olduğu çalışmada daha yüksek olduğu ve bunun sebebinin de asetat lifinin soft yapısından dolayı gövdeden sarkan liflerin sebep olduğu öngörülmektedir. Kumaş kontrüksiyonunda %15 asetat oranı artışının bile pilling ve nem iletimi değerlerinde olumlu yönde iyileştiği görülmüştür. Çalışma kapsamında yapılan yuvarlak örme asetat/modal karışimli ipliklerden örülen kumaş numunelerinin içinde %50/50 asetat/modal en iyi boncuklanma performansına sahip olduğu ve kumaş yüzeyinde orta derecede tüylenme olduğu görülmüştür. Yuvarlak örme kumaş çalışmalarında asetat oranının %50 olduğu çalışmanın boncuklanmanın asetatın %35 olduğu çalışmaya göre daha az olması asetat lifinin düşük lif mukavemetinden dolayı boncuklanmaların yüzeyden kolayca koparak ayrılmasından kaynaklanmaktadır. UV dayanım test öncesi ve sonrasında Spektrofotometre'de yapılan ölçümlerde elde edilen CIELAB sonuçlarında her iki asetatlı kumaşta da test sonrası parlaklığın değişmediği ve L* değerinin genel olarak aynı skalada olduğu görülmüştür. Her iki kumaş numunesinin "a" değerinin test öncesi ve sonrasındaki farkın 0-0,8 ile toleransların arasında olduğu görülmektedir. Her iki çalışmada genelde "b" değerinde sarıya doğru kayma olduğu görülmektedir. Ayrıca, yuvarlak örme kumaşlarda en

iyi nem iletim değerinin 0,75 OMMC değeriyle %50/50 asetat/modal çalışmasında olduğu görülmektedir. Asetatın %50 oranında kullanıldığı çalışmada nem iletim değerinin, asetatın %35 oranında kullanıldığı çalışmaya göre yaklaşık %30 oranında daha yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında yapılan yuvarlak örme kumaşların hava geçirgenlik testlerinde kumaşların aynı skalada olduğu görülmüştür. Her iki çalışmadan üstün özelliklere sahip bu lifin kullanılacağı sektörlerde yüksek hava geçirgenliği ve nem iletimi değerleriyle termal konfor şartlarının sağlanacağı görülmektedir. Bu sayede küresel kaygıların arttığı günümüz teknolojisine, rejenere selülozik bir lifin kazandırılması ile petrol türevi sentetik liflerin kullanımının azalması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- 1.Rachel C.Law, 2004, Applications of Cellulose Acetate, Macromol Symp. 208, 255-265. <https://doi.org/10.1002/masy.200450410>
 - 2.Aysu Tarhan,2016, Asetat ve triasetat liflerinin boyanması, <https://silo.tips/download/asetat-ve-trasetat-liflernn-boyanmasi> ,Son erişim tarihi:25 Mayıs 2022.
 - 3.Pocienė R. , Žemaitaitienė R. , Vitkauskas A., 2004, Mechanical Properties and a Physical-Chemical Analysis of Acetate Yarns ISSN 1392–1320 Materials Science (Medziagotyra). Vol. 10, No. 1.
- İplik Düzgünlük Ölçümü Test Standardı: TS 628
İplik Mukavemet Ölçümü Test Standardı: TS 245 EN ISO 2062
UV Dayanım Test Standardı: TS EN ISO 4892-2
Martindale Bocuklanma Test Standardı: EN ISO 12945-2
Nem İletimi Test Standardı: AATCC 195
Hava Geçirgenliği Test Standardı: TS 391 EN ISO 9237

FARKLI HAMMADDELERDEN KONVANSİYONEL VE ÖZLÜ İPLİKLERİN HAVLU KUMAŞLARDA TEKRARLI YIKAMA SONRASI PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ

Sait YILÖNÜ, Belkıs ZERVENT ÜNAL
Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
syilonu@cu.edu.tr

ÖZET

Ev tekstilinin önemli bir parçası olan havlu kumaşların sahip olması beklenen en belirgin özellikler arasında hidrofilitenin iyi olması ve yumuşak bir yapıda olması sayılabilmektedir. Bu çalışmada numune havluların üretiminde, 5 farklı hammadde ile (modal, pamuk, polyester, bambu, viskon) Ne 14/1 konvansiyonel ve özlü 10 farklı iplik kullanılmıştır. Numunelere tekrarlı yıkama işlemi uygulanmış sonrasında eğilme dayanımı ve hidrofilitite testleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Kumaşların atkı yönündeki eğilme dayanımı sonuçlarına göre, 1 yıkama sonrası atkı eğilme dayanımı değerleri 5 ve 10 yıkama sonrasına göre yüksek çıkmıştır. Hidrofilitite değerlerinde ilk yıkamadan sonra numunelerin hidrofilitite derecelerinin düştüğü, 1 yıkama sonrasına göre beş ve on yıkama sonrasında numunelerin hidrofilitelerinin iyileştiği yönündedir.

Anahtar Kelimeler: Havlu kumaş, Yumuşaklık, Hidrofilitite, Tekrarlı yıkama, Özlü iplik

INVESTIGATION OF PERFORMANCE WITH CONVENTIONAL AND CORE YARNS FROM DIFFERENT RAW MATERIALS ON TOWEL FABRICS AFTER REPEATED WASHING

ABSTRACT

Towels are important part of home textiles and among the most prominent characteristic expected to have good hydrophilicity and a soft structure. In this study, 10 types of yarn has Ne 14/1 number with 5 different raw materials (modal, cotton, polyester, bamboo, viscose) and and structure (conventional and core) were used in the production of sample towels. After the repeated washing process, softness, bending strength and hydrophilicity tests were performed the samples and the results were evaluated.

According to the results of the bending strength of the fabrics in the weft direction, the weft bending strength values after 1 wash were higher than after 5 and 10 washings. In the hydrophilicity values, the hydrophilicity of the samples decreased after the first wash, and the hydrophilicity of the samples improved after five and ten washes compared to after 1 wash.

Keywords: Towel, Softness, Hydrophilicity, Repeated washing, Core yarn

1.GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile insanların tekstil ürünlerinden beklentileri de artmıştır. Bu sebeple bütün ürünler sahip oldukları özelliklerini geliştirip insanların daha çok ihtiyaçlarını karşılamak zorundadır. Tekstil endüstrisinin temel taşı ve ev tekstillerinin en önemli ürün çeşidi, insanların en çok kullandığı havlu ürünlerde bunlardan birisidir[1].

Havlu kumaşlarda müşteri memnuniyeti açısından bulunması gereken en önemli özellikler yumuşaklık, hidrofilite, çabuk kuruma, antibakteriyellik gibi katma değer sağlayan parametrelerdir. Çalışma kapsamında havlu kumaşların yumuşaklık, hidrofilite, gibi spesifik özellikleri incelenmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda yapılan geniş kapsamlı literatür taraması sonucu seçilmiş olan yayınlar (tez, makale vb.) aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Yılönü 2016 yılında yaptığı tez çalışmasında havlu kumaşların çabuk kuruma özelliği üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bunun yanında ürettiği havlu kumaşlara seçilmiş farklı performans testleri uygulamış ve sonuçları irdelemiştir. Sonuç olarak havlu kumaşlarda özlü iplik kullanımının havlu kuruma özelliklerini iyileştirdiğini savunmuştur[1].

Bozok ve Oğulata 2012 yılında pamuk ve pamuk karışımı içeren süprem örme kumaşlara ev tipi tekrarlı yıkama yaparak kumaşların yapısal değişim, aşınma dayanımı ve renk değişimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; farklı deterjan içeriğinin ve yıkama tekrar sayısının, kumaş renk değişiminde belirgin farklılık yarattığı, boyutsal değişime, kumaş sıklığına ve aşındırma dayanımına belirgin bir etkisinin olmadığı, elyaf cinsinin ise yıkama sonrasında kumaş performansında önemli bir yere sahip olduğunu tespit etmişlerdir[2].

Cengiz ve arkadaşları bor içerikli deterjan ile havlu kumaş ve peştamallara yumuşatıcılı ve yumuşatıcısız olarak tekrarlı yıkama yapmışlardır. İki farklı şekilde (10 ve 20 tekrarlı) yıkanan kumaşlara yıkama öncesi ve sonrası gramaj ve sıklık değişimleri, sıvı emme ve sıvı transfer özellikleri, yırtılma mukavemetleri ve beyazlık indekslerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak bor içerikli deterjanın havlu ve peştamal yıkamalarında kullanılabilmesi, yıkama işlemlerinde deterjan ile birlikte yumuşatıcı kullanılmasının daha uygun olduğu ve havsız peştamal ürününün su emicilik ve kuruma hızı dikkate alındığında diğerlerine göre daha kullanışlı olduğu sonucuna varmışlardır[3].

Uyanık ve arkadaşlarının 2013 yılında gerçekleştirmiş oldukları çalışmada farklı büküm tiplerine sahip hav ipliklerinin havlu performans özelliklerine etkisi ele alınmıştır. Farklı büküm tiplerine sahip, %100 pamuk hav çözümlerinden buklet tipi havlu dokuma kumaşlara su emicilik (hidrofilite), yumuşaklık ve mukavemet testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, zero twist hav ipliğinin havluda hidrofiliteyi kısmen, yumuşaklığı ise önemli ölçüde artırdığını, çözümler kopma mukavemetini düşürdüğünü ortaya koymuşlardır[4].

Mangut doktora tezinde %100 polyester ve %100 pamuklu dokuma kumaşlarına tekrarlı yıkama ve ütöleme işlemleri yapmıştır. Sonuç olarak tekrarlı yıkamaların renk değerlerinde önemli değişikliklere neden olduğu vurgulanmıştır. Standartta göre yapılan ütöleme ile ev tipi ütölemenin modellenmesi arasında, polyester kumaşlarda, renk özelliklerindeki değişimler nedeniyle, farklılık görülmesine rağmen pamuk kumaşlarda anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir[5].

Petrulyte ve Baltaktye'nin 2009 yılında yaptıkları çalışmada, farklı hav boylarındaki havlu kumaşların statik su emme özelliklerini araştırmışlardır. Yapılan testler sonucunda hav yüksekliğindeki artışın statik su emmeyi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır[6].

Yapılan literatür taraması sonucunda özlü iplik kullanılmış havlu kumaşlara tekrarlı yıkama işlemi uygulanması, sonrasında yumuşaklık özelliklerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmada özlü iplik kullanılan havlu kumaşların tekrarlı yıkama sonrası yumuşaklık, hidrofilite özelliklerindeki değişim araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında numune havluların üretiminde, atkı ipliği olarak 5 farklı hammaddede (modal, pamuk, polyester, bambu, viskon) ile Ne 14/1 konvansiyonel iplikler ve 75 denye polyester öze sahip aynı numarada 5 farklı core spun iplik kullanılmıştır. Özlü ipliklerin manto kısmında konvansiyonel ipliklerle aynı hammaddeler kullanılmıştır. Söz konusu iplikler atkı doğrultusunda atılarak aynı konstrüksiyon özelliklerine sahip 10 farklı havlu kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu numunelere 1 defa, 5 defa ve 10 defa tekrarlı yıkama işlemi uygulanmıştır. Yıkama işlemleri sonrası havlu kumaşlara TS 1409 Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini testi ve TS EN 14697 Havlular ve Havlu Kumaşlar standardına göre hidrofilite testi uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL METOT

2.1. Materyal

Çalışmada, farklı hammaddelerden (modal, pamuk, polyester, bambu, viskon) Ne 14/1 numarada üretilmiş konvansiyonel ring iplikler ile özünde 75 denye polyester kullanılmış, mantosunda yine bu liflerin kullanıldığı 5 farklı özlü ipliğin atkı ipliği olarak kullanılmasıyla 10 farklı tipte havlu kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Özlü ipliklerin üretiminde öz olarak, yaygın kullanılan PES filament iplik tipi tercih edilmiştir. 10 farklı özlü ve konvansiyonel ring ipliğin üretimi ring iplik eğirme makinesinde gerçekleştirilmiştir.

Bu iplikler Gaziantep'te faaliyet gösteren Sanko Tekstil İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş'de atkıda kullanılarak 550 g/m² (66 hav boyunda) havlu kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Havlu kumaşlarda zemin çözgü ipliği ve hav çözgü ipliği olarak firmanın havlu üretiminde kullandığı Ne 20/2, konvansiyonel % 100 pamuk iplikler tercih edilmiştir. Üretilen havlu kumaşlara ait üretim parametreleri ise Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Havlu kumaş üretim parametreleri

Parametre	Değer
Atkı iplik numarası	Ne 14/1
Çözgü iplik numarası	Ne 20/2
Hav iplik numarası	Ne 12/1
Atkı sıklığı	18 tel/cm
Çözgü sıklığı	22 tel/cm
Hav yüksekliği	66
Gramaj	550 g/m ²
Numune eni	70 cm

Dokuma işleminden sonra elde edilen ham havlu kumaşa standart terbiye prosesleri sırasıyla; kuru açma, ağartmalı pişirme, boyama, yıkama, kurutma ve egalize işlemleri uygulanmıştır.

2.2. Metot

Çalışmada havlu kumaşlara tekrarlı yıkama işlemleri uygulanmış olup bu numunelere yumuşaklık (eğilme dayanımı) ve hidrofilitate testleri uygulanmıştır.

2.2.1. Tekrarlı Yıkama

Üretilmiş olan 10 farklı havlu numunesinden tekrarlı yıkama işlemi uygulamak amacıyla, üçer adet 70x70 cm boyutlarında alt numuneler alınmış ve kenarlarının dağılmasını önlemek için overlok dikişi yapılmıştır. Kumaş numunelerine “Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarlarında” ev tipi çamaşır makinesinde her numuneye 1defa, 5 defa, 10 defa tekrarlı yıkama işlemi uygulanmıştır. Yıkama işleminde Tablo 2’de gösterilen yıkama parametreleri kullanılmıştır. Numunelerin yıkama sonrası kurutma işlemleri, her yıkama sonrasında birbirlerinden etkilenmeyecek şekilde serbest gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Havlu kumaş yıkama parametreleri

Program türü	Program değeri
Devir Sayısı	800 devir
Sıcaklık	60 °C
Süre	65 dk
Deterjan Miktarı	20 g

2.2.2. Yumuşaklık Derecesinin Tespiti

Numunelerin yumuşaklık derecelerinin tespiti için en çok kullanılan ve TS 1409 Dokunmuş tekstil mamullerinin eğilme dayanımı tayini tercih edilmiştir[7].

Eğilme dayanımı testi, 25x150 mm ebatlarında dikdörtgen şeklinde kesilmiş tekstil numunesinin kendi ağırlığı altında eğilmeye karşı göstermiş olduğu dayanım olarak adlandırılmaktadır. TS 1409 Dokunmuş tekstil mamullerinin eğilme dayanımı tayini standardına göre testler gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1. Eğilme dayanımı test cihazı

2.2.3. Hidrofilitate Tayini (Batma Testi)

Tekstil mamullerinin hidrofilitate derecesinin tespiti amacıyla TS EN 14697’ya göre, 10x10 cm boyutlarındaki numunelerin kap (en az 15 cm çap, 10 cm derinlik) içerisindeki damıtık suya yatay bir şekilde bırakıldıktan sonra tamamen batana kadar geçen sürenin kronometre ile

belirlenmesi esasına dayanır. En 5 adet numune test edilir. Hidrofil bir havlunun en fazla 50 sn'de suya batması gerekmektedir. Buna göre 50 sn'ye kadar olan batma süreleri iyi hidrofilite derecesini, 50-100 sn arası orta ve 100 saniyenin üstü ise kötü hidrofilite derecesini ifade etmektedir[8].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

1 defa, 5 defa ve 10 defa tekrarlı yıkama işlemi uygulanmış olan ve yıkanmamış havlulara TS 1409 Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini testi ve TS EN 14697 Havlular ve Havlu Kumaşlar standardına göre hidrofilite testi uygulanmıştır. Sonraki bölümlerde test sonuçlarının daha rahat değerlendirilebilmesi amacıyla numuneler Tablo 3'deki gibi kodlanmıştır.

Tablo 3. Numune Kodları

Kod	Hammadde	Atkı İpliği Türü	Numara (Ne)	Öz Numara
V	VİSKON	Konvansiyonel	14/1	-
VC		Özlü	14/1	75 denye (PES)
Pa	PAMUK	Konvansiyonel	14/1	-
PaC		Özlü	14/1	75 denye (PES)
B	BAMBU	Konvansiyonel	14/1	-
BC		Özlü	14/1	75 denye (PES)
M	MODAL	Konvansiyonel	14/1	-
MC		Özlü	14/1	75 denye (PES)
P	POLYESTER	Konvansiyonel	14/1	-
PC		Özlü	14/1	75 denye (PES)

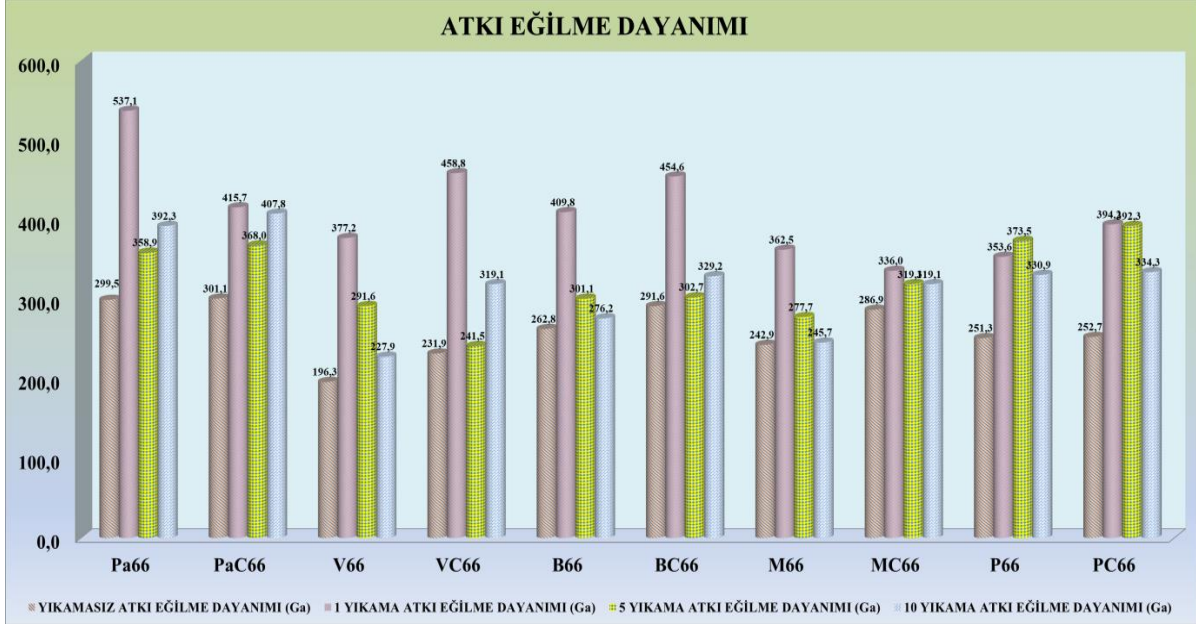
3.1. Eğilme Dayanımı Testi Ölçüm Sonuçları

“TS 1409 Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini”ne göre yapılan test sonucunda elde edilen veriler Şekil 2 ve Şekil 3’de grafiksel olarak verilmiştir. Tablo 4’te tüm kumaş tiplerini yıkamasız, 1 yıkama, 5 yıkama, 10 yıkama sonrası atkı eğilme dayanımı, çözgü eğilme dayanımı, kumaş eğilme değerleri verilmiştir.

Tablo 4. Eğilme Dayanımı Testi Sonuçları

YIKAMA SAYISI	YIKAMASIZ			1 YIKAMA			5 YIKAMA			10 YIKAMA		
	ATKI (Ga)	ÇÖZGÜ (Gç)	KUMAŞ (Go)	ATKI (Ga)	ÇÖZGÜ (Gç)	KUMAŞ (Go)	ATKI (Ga)	ÇÖZGÜ (Gç)	KUMAŞ (Go)	ATKI (Ga)	ÇÖZGÜ (Gç)	KUMAŞ (Go)
Pa66	299,5	611,0	427,8	537,1	654,0	592,7	358,9	647,6	482,1	392,3	590,6	481,4
PaC66	301,1	588,1	420,8	415,7	622,8	508,8	368,0	742,6	522,8	407,8	778,3	563,4
V66	196,3	568,3	334,0	377,2	565,9	462,0	291,6	680,2	445,4	227,9	578,2	363,0
VC66	231,9	603,3	374,1	458,8	674,1	556,1	241,5	644,9	394,6	319,1	713,8	477,2
B66	262,8	677,4	422,0	409,8	566,4	481,8	301,1	663,7	447,1	276,2	611,0	410,8
BC66	291,6	647,6	434,6	454,6	636,5	537,9	302,7	769,3	482,6	329,2	728,1	489,6
M66	242,9	573,3	373,1	362,5	550,4	446,7	277,7	705,3	442,6	245,7	618,7	389,9
MC66	286,9	629,1	424,9	336,0	652,4	468,2	319,1	751,4	489,7	319,1	751,4	489,7
P66	251,3	541,9	369,0	353,6	553,8	442,5	373,5	669,2	500,0	330,9	605,8	447,7
PC66	252,7	588,1	385,5	394,2	641,7	503,0	392,3	728,1	534,5	334,3	742,6	498,3

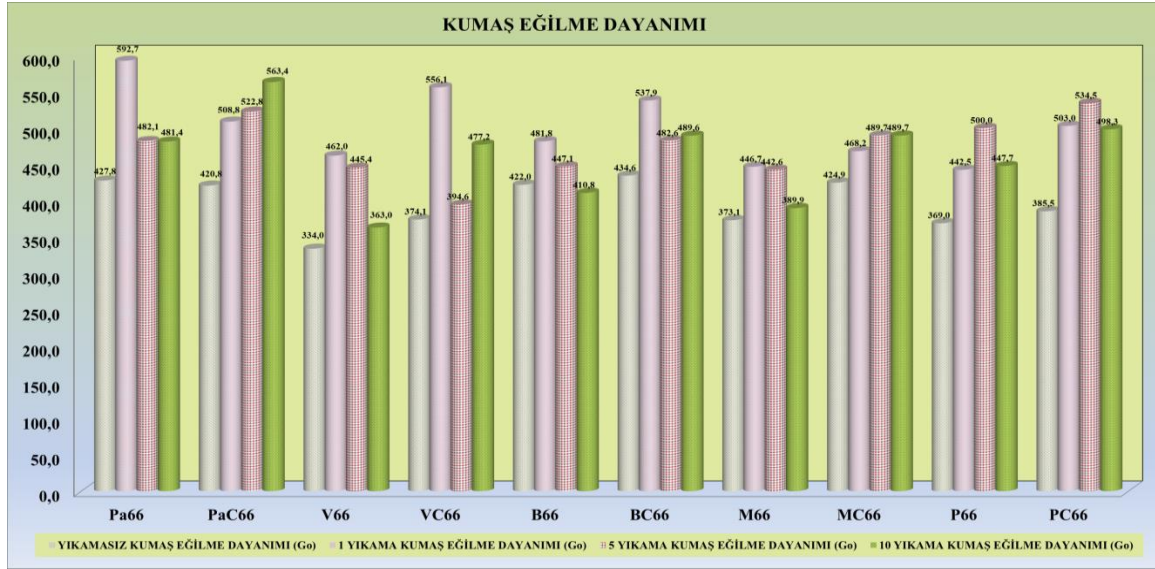
Farklı özelliklerdeki ipliklerin numune havlu kumaşlarda atkı yönünde kullanılması nedeniyle çalışmada atkı eğilme dayanımı test sonuçları irdelenmiş ve grafiksel olarak Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Atkı eğilme dayanımı sonuçları

Şekil 2 ye göre 1 yıkama sonrası atkı eğilme dayanımı değerleri 5 ve 10 yıkama sonrasına göre yüksek çıkmıştır. 1 yıkamaya göre 10 yıkama sonrasında tüm kumaş tiplerinde atkı yönünde yumuşaklığın arttığı söylenebilir. 5 yıkama sonrası eğilme dayanımı değerleri 10 yıkama sonrası ile kıyaslandığında viskon ve modalda özlü iplik kullanımı çok düşük oranlarda sertliği artırırken pamuk bambu ve polyesterde önemli bir fark gözlenmemiştir.

Atkı yönünde yapılan eğilme dayanımlarının 1 yıkamadan sonra azalmasının nedeni devam eden yıkamalar sonucunda yıkama, sıkma, kurutma işlemlerinde mekanik etkilere maruz kalan zemin ipliklerin yapısında meydana gelen deformasyonlara bağlı olarak daha dayanımsız hale gelmekte ve havların ağırlığında etkisiyle daha çabuk eğildiği düşünülmektedir.



Şekil 3. Kumaş eğilme dayanımı sonuçları

Genel olarak yıkamasız numunelere göre özlü iplik kullanımı modal hariç, havlu kumaşların eğilme dayanımını önemli derece etkilemediği söylenebilir. Bir yıkama sonrası kumaş eğilme dayanımı değerlerine göre; özlü iplik kullanımının yumuşaklığa etkisinde pamuk hammaddeli iplik kullanılan kumaşta yumuşaklığın iyileştiği sonucuna varılabilir.

Beklenen bir durum olan 5 yıkama sonrası değerlere göre özlü iplik kullanımının viskonun yumuşaklığını iyileştirdiği diğer numunelerin yumuşaklığını küçük oranlarda azalttığı söylenebilir. 10 yıkama sonrası değerlere göre özlü iplik kullanımı havlu kumaşların yumuşaklığını düşük oranlarda arttırdığı söylenebilir.

Şekil 3 e göre V66, B66, M66 da havlu kumaşların yıkanmadan önceki ve 10 yıkama sonrası eğilme dayanımı değerleri birbirine yakın çıkmış, aynı numunelerin özlü olanları ise 10 yıkama sonrası bir miktar yumuşaklığı azalmıştır. Tüm kumaş türlerinde yumuşaklık değerleri yıkama öncesine göre farklı oranlarda artış göstermiştir.

Kumaş eğilme dayanımına hesaplanmasında atkı ve çözgü eğilme dayanımları beraber kullanıldığı, atkı eğilme dayanımının ilk yıkamadan sonra azaldığı (yumuşaklıklarının arttığı) gözlemlenmiştir. Bu yumuşaklık etkisinin kumaş eğilme dayanımını da iyileştirdiği düşünülmektedir.

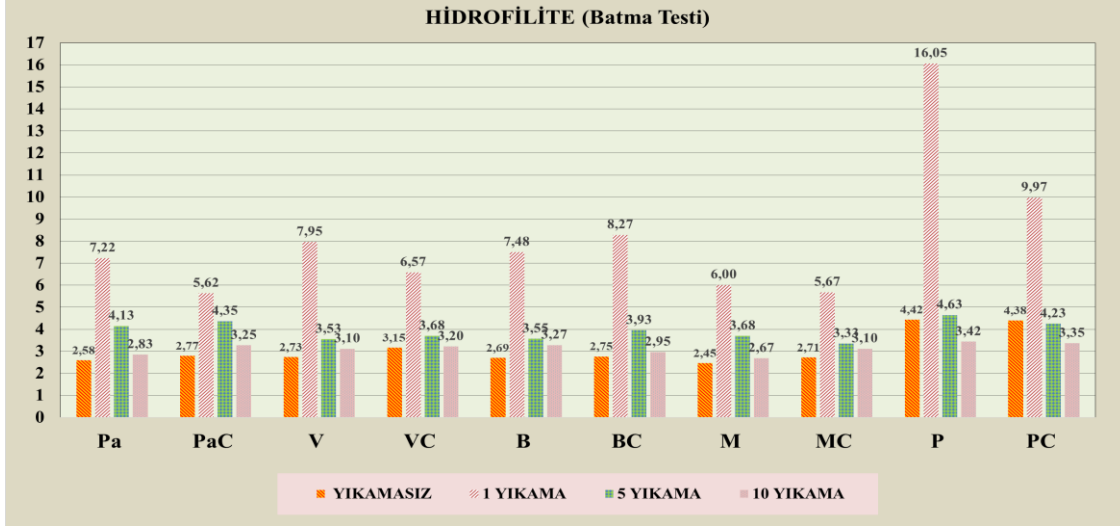
3.2. Hidrofilite Batma Testi

TS EN 14697 Tekstil - Havlular ve havlu kumaşlar - Özellikler ve deney metotları standardına göre hidrofilite (batma testi) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5 te verilmiş, Şekil 4 te grafiksel olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 5. Hidrofilite Testi Sonuçları

	YIKAMASIZ	1 YIKAMA	5 YIKAMA	10 YIKAMA
V	2,73	7,95	3,53	3,10
VC	3,15	6,57	3,68	3,20
Pa	2,58	7,22	4,13	2,83
PaC	2,77	5,62	4,35	3,25
B	2,69	7,48	3,55	3,27
BC	2,75	8,27	3,93	2,95
M	2,45	6,00	3,68	2,67
MC	2,71	5,67	3,33	3,10
P	4,42	16,05	4,63	3,42
PC	4,38	9,97	4,23	3,35

Tablo 5 teki veriler dikkate alındığında havlu kumaşların yıkamasız ve tüm yıkamalar (1, 5, 10) sonrası hidrofilite değerleri TS EN 14697'ye göre 50sn altında olduğu için iyi derecede olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4. Hidrofilite (Batma Testi) Sonuçları

Şekil 4 e göre genel olarak ilk yıkamadan sonra hidrofilite derecelerinin düştüğü, 1 yıkama sonrasına göre beş ve on yıkama sonrasındaki değerler numunelerin hidrofilite değerlerinin giderek iyileştiği yönündedir. İlk yıkama işlemi sonrasında kumaşın hidrofilitesinin azaldığı görülmektedir.

Yıkama işlemi sonrası üretimden kaynaklanan gerilimin azalması, kumaş çekmesine bağlı boyut değişimi ile kumaşın daha sıkı bir yapıya sahip olması gibi sebeplerle suyun kumaşta yayılımının zorlaşması kaynaklı ilk yıkama sonucunda tüm kumaş türlerinde hidrofilitenin azaldığı düşünülmektedir.

Devam eden yıkamalarda kumaş üzerindeki safsızlıkların uzaklaşması, yıkama ve sıkma işlemleri sırasında mekanik etkiye maruz kalan ipliklerin yapısının deformasyonu ile suyun ipliğe kolay nüfuzu gibi sebeplerle tüm kumaş türlerinde hidrofilitenin tekrar iyileştiği düşünülmektedir. Beklenildiği üzere hidrofilitesi en düşük numune özlü ve konvansiyonel polyester ipliklerin kullanıldığı P ve PC numuneleridir. Diğer numunelerin aksine polyester ipliklerin kullanıldığı numunelerde hidrofilite yıkamasız numuneye göre dahi iyi çıkmıştır.

4. SONUÇLAR

Tekrarlı yıkamalar sonucunda havlu kumaşların polyester iplik kullanılan numune hariç tüm türlerinde 1 yıkama 5 yıkama ve 10 yıkama sonrasında yıkamasız numuneye göre hidrofilite değerlerinin azaldığı görülmektedir. Havlu kumaşların 5 yıkama ve 10 yıkama sonrasındaki hidrofilite değerleri 1 yıkama sonrasına göre daha iyidir.

Kumaşların atkı yönündeki eğilme dayanımı sonuçlarına göre, 1 yıkama sonrası atkı eğilme dayanımı değerleri 5 ve 10 yıkama sonrasına göre yüksek çıkmıştır. 10 yıkama sonrasında tüm kumaş tiplerinde atkı yönünde yumuşaklığın arttığı söylenebilir.

Kumaş eğilme dayanımına hesaplanmasında atkı ve çözgü eğilme dayanımları beraber kullanıldığı, atkı eğilme dayanımının ilk yıkamadan sonra azaldığı (yumuşaklıklarının arttığı) gözlemlenmiştir. Bu yumuşaklık etkisinin kumaş eğilme dayanımını da iyileştirdiği düşünülmektedir.

Havluların yıkamasız ve tüm yıkamalar (1, 5, 10) sonrası hidrofiliteler değeri 50sn altında olduğu için iyi derecede olduğu görülmüştür. Genel olarak ilk yıkamadan sonra hidrofiliteler derecelerinin düştüğü, 1 yıkama sonrasına göre beş ve on yıkama sonrasındaki değerler numunelerin hidrofilitelerinin giderek iyileştiği yönündedir.

TEŞEKKÜR

Bu Çalışmayı Proje No: FYL-2016-5459 kodu ile destekleyen Ç. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz. Ayrıca iplik üretimlerinin gerçekleştirildiği KARACASU Tekstil İşletmelerine, havlu kumaş üretimlerinin gerçekleştirildiği SANKO HAVLU Tekstil İşletmelerine de teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

- [1] Yılönü, S., (2016). “Havlularda Özlü İplik (Corespun) Kullanımının Ürün Performans Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi,” Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- [2] Sezgin Bozok, S., Oğulata, R.T., (2012). Ev Tipi Tekrarlı Yıkamaların Pamuk ve Pamuk Karışımı İçeren Süprem Örmeye Kumaşların Bazı Performans Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 19: 86, 34-40.
- [3] Cengiz, A. A., Arık, B., ve Palamutçu S., (2021). Havlu ve Peştamalların Tekrarlı Yıkamalarında Bor İçerikli Deterjanın Yumuşatıcılık ve Yumuşatıcısız Kullanımının Etkilerinin Araştırılması. Bor Dergisi, 6(4), 370-378.
- [4] Uyanık, S., Ünal, B. Z., ve Çelik, N., (2013). “Farklı Büküm Tiplerine Sahip Hav İpliklerinin Havlu Performans Özelliklerine Etkisi”. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1), 101-110.
- [5] Mangut, M., (2006). %100 Polyester ve %100 Pamuklu Dokuma Kumaşların Tekrarlı Yıkama ve Ütüleme İşlemleri Sonrasında Yüzey Renk Özelliklerinde Ortaya Çıkan Değişmelerin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi.
- [6] Petruyte, S. ve Baltakyte, R., (2009). Static Water Absorption in Fabrics of Different Pile Height. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 17, 60 –65.
- [7] TS 1409 (1973) Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- [8] TS EN 14697, (2007). Tekstil - Havlular ve havlu kumaşlar - Özellikler ve deney metodları standardı, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

TEKSTİLDE BOYAMA REÇETELERİNİN HASLIK VE BONCUKLANMA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Edanur TURGUT¹, Muhammed İdris AKTAŞ², Züleyha DEĞİRMENÇİ³

^{1,2} Boyar Kimya San. ve Tic. A. Ş. Gaziantep/Türkiye

³ Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep/Türkiye
edanur.turgut@boyar.com.tr

ÖZET

Tekstil sektöründe boyama ve bitim işlemleri büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada tekstil sektöründe yaygın olarak kullanılan boyama reçeteleri ve bunların kumaş üzerinde oluşturduğu etkiler ele alınmaktadır. Boya kazanlarının çıktığı sıcaklıklar, kimyasalların değişkenliği kumaş üzerinde etki oluşturabilmektedir. Elyaf boyama metodu ele alındığı zaman açık ve orta renkli elyaf boyamalar koyu veya süper koyu elyaf boyamalara göre boyayı daha düşük sıcaklıklarda çekebilmektedir fakat koyu ve süper koyu elyaf boyamalarda çok yüksek sıcaklıklarda boyanarak boyanın elyafın içerisine nüfuz etmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Elyaf boyamada çıkılan yüksek sıcaklıkla ve boyama esnasında verilen yardımcı kimyasalların kalite, haslık ve elyafın kimyasal yapısı üzerinde önemli rol oynadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akrilik, boyama sıcaklığı, boya reçetesi, haslık, boncuklanma.

THE EFFECTS OF TEXTILE DYEING RECIPE ON FASTNESS AND PILLING

ABSTRACT

Dyeing and finishing processes are of great importance in the textile sector. In this study, dyeing recipes that are widely used in the textile industry and their effects on the fabric are discussed. The temperatures at which the dye boilers come out and the variability of chemicals can have an effect on the fabric. When the fiber dyeing method is considered, light and medium fiber dyeing can absorb the dye at lower temperatures than dark or super dark fiber dyeing, but in dark and super dark fiber dyeings, dyeing is done at very high temperatures and the dye is penetrated into the fiber. It has been observed that the high temperature in fiber dyeing and the auxiliary chemicals given during dyeing play an important role on the quality, fastness and chemical structure of the fiber.

Keywords: Acrylic, dyeing temperature, dye recipe, fastness, pilling.

1. GİRİŞ

Tekstil sektörü çok geniş yelpazeye sahip olan bir sektördür. Çok çeşitli alanları olan bu sektörde dokusuz yüzeyler, iplik, dokuma, örme, hazır giyim, boya ve bitim işlemleri başlıca temel alanları olmakla beraber bunun gibi pek çok alanı kapsamaktadır. Boya ve bitim işlemleride diğer işlemler gibi büyük bir önem arz eden alanlardan birisidir. Boyama işlemleri çok farklı şekillerde gerçekleştirilmektedir. Elyaf, iplik, baskılı boyamalarda çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında tow (elyaf) boyama, bobin boyama, çile boyama, vigore boyama ve bunun gibi pek çok yöntem yer almaktadır. Her bir boyama metodunda işleyişler farklılık gösterebilmektedir. Boyama yöntemleri değiştikçe süre, kimyasallar ve işleyiş değişebilmektedir. Bakıldığı zaman reçeteler bu işlemlerde tamamen farklılık göstermektedir.

Elyaf (tow) boyamalar ele alındığı zaman her boyamanın reçetesi farklılık göstermektedir. Buna örnek verecek olursak açık ve orta renkli elyaf boyamalar koyu veya süper koyu elyaf boyamalara göre boyayı daha düşük sıcaklıklarda çekebilmektedirler fakat koyu ve süper koyu elyaf boyamalarda elyafın cinsine ve yapısına bağlı olarak çok yüksek sıcaklıklarda boyama işlemi görerek boyanın elyafın içerisine çektirilmesi işlemi yapılmaktadır. Elyaf boyamada çıkılan bu yüksek sıcaklıklar ve boyama esnasında verilen yardımcı kimyasalların kalite, haslık ve elyafın kimyasal yapısı üzerinde önemli rol oynadığı gözlemlenebilmektedir.

Akrilik elyaf (tow) boyamalara bakıldığı zaman, akrilik liflerin %80-85' i katyonik (bazik) boyalarla boyanabilmektedir ve açık tondaki boyamaların bazılarında dispers boyalarda yer alabilmektedir. Akrilik lifleri üretim olarak üçüncü sırada yer alan liflerdir ve yanı sıra en çok kullanılan liflerdir. Dünya üzerinde üretilen liflerin %20-25' ini kapsayan akrilik lifi, yün hissi vermesinin yanı sıra hacim olarak, buruşmazlık ve yumuşak tutumu ile beraber hava geçirgenliği ve bunun gibi birçok özelliklerinden dolayı tercih edilen lifler arasındadır. [1]

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada 4 farklı renk tonunda boyanmış 35/2, %100 akrilik ipliklerinden elde edilen düz örme kumaşların boncuklanma davranışı, yıkama haslığı, su haslığı, çapraz lekeleme, kuru sürtme haslığı ve pH test sonuçları kıyaslanmaktadır. Bu amaçla her farklı ton için 2 farklı renk tercih edilmiş ve toplam 8 numune iplik üretilmiştir.

Numuneler içerik olarak [%40 Akrilik (2,75 dtex unrelax), %60 Akrilik (2,2 dtex relax pilling)] karışım oranlarından oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan ipliklerin elyaf boyamaları şu şekilde gerçekleştirilmiştir; 2 grup oluşturularak bu gruplarda 2 adet açık renkli boyamaya tabi tutulan elyaf, 2 adet orta renkli boyamaya tabi tutulan elyaf, 2 adet koyu renkli boyamaya tabi tutulan elyaf ve 2 adet süper koyu renkli boyamaya tabi tutulan elyaflardan oluşmaktadır.

Akrilik boyamadaki boya oranları renk tonlarına göre değişkenlik gösterebilmektedir ve yardımcı kimyasallar, yumuşatma kimyasalları yüksek oranda sabit tutulmaktadır. Akrilik ürünlerinin açık, orta, koyu ve süper koyu boyamalarına standart olarak bu reçeteler uygulanmıştır. Üretilen ipliklerin boyama yardımcı kimyasalları Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1.Boya Yardımcı Kimyasalları.

Boya Yardımcı Madde

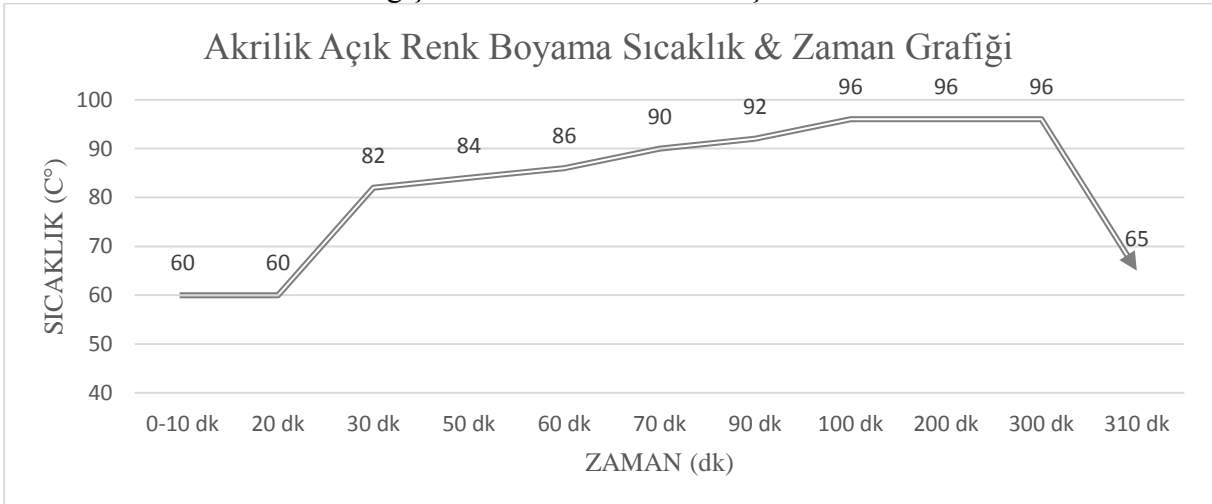
<i>Asetik Asit</i>	Gr/lt	0,8
<i>Egalizasyon (Sasol HK-250)</i>	Gr/lt	0,5
<i>Elyaf Koruyucu (Migrasit ACM)</i>	Gr/lt	0,3
<i>Retarder</i>	%	(Boya oranına göre verilmektedir.)

Tablo 2.Boyamadaki Yumuşatma Kimyasalları.

Yumuşatma Kimyasalları

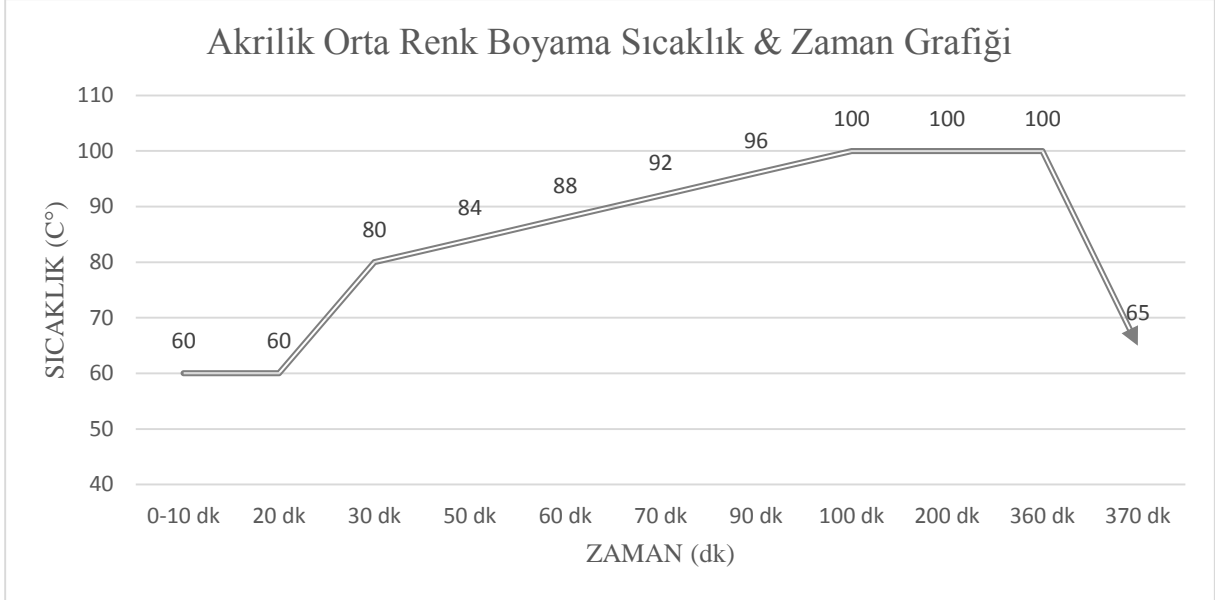
<i>Asetik Asit</i>	Gr/lt	0,8
<i>İmidazolin (Ak Soft sd-16)</i>	%	1,5
<i>Polietilen Dispersiyonu (Akpil A4)</i>	%	0,2

Akrilik boyamadaki yardımcı kimyasallar ve yumuşatma kimyasalları Tablo 1 ve Tablo 2’de belirtildiği gibidir. Boyama da değişken olan ise boyama sıcaklıkları ve boyama süreleridir. Rengin açıklık koyuluğuna göre çıkılan boyama sıcaklıkları ve boyama süresi değişiklik göstermektedir. Rengin açıklık veya koyuluğunun yanı sıra farklı boyama metodları vardır bu metodlarda çıkılan sıcaklıklar değişirse de süreler değişebilmektedir. Örneğin akrilik açık renk bobin boyamada süre 3 ile 4 saat arası sürebiliyorken tow boyama metodunda açık renk akrilik boyama ortalama 5 saat sürmektedir. Bunun sebeplerinden birisi boyanacak olan elyafın veya ipliğin miktarına göre sürenin değişkenlik göstermesidir. Bu durumda 100 kg ürünü boyamayla 1000 kg ürünü aynı renge boyamanın aynı sürede boyanamayacağı açıkça öngörülmektedir. Bu çalışmada esas alınan durum boyama miktarları, elyaf cinsi sabit tutularak farklı renklerdeki değişimlerin etkileri incelenmiştir.



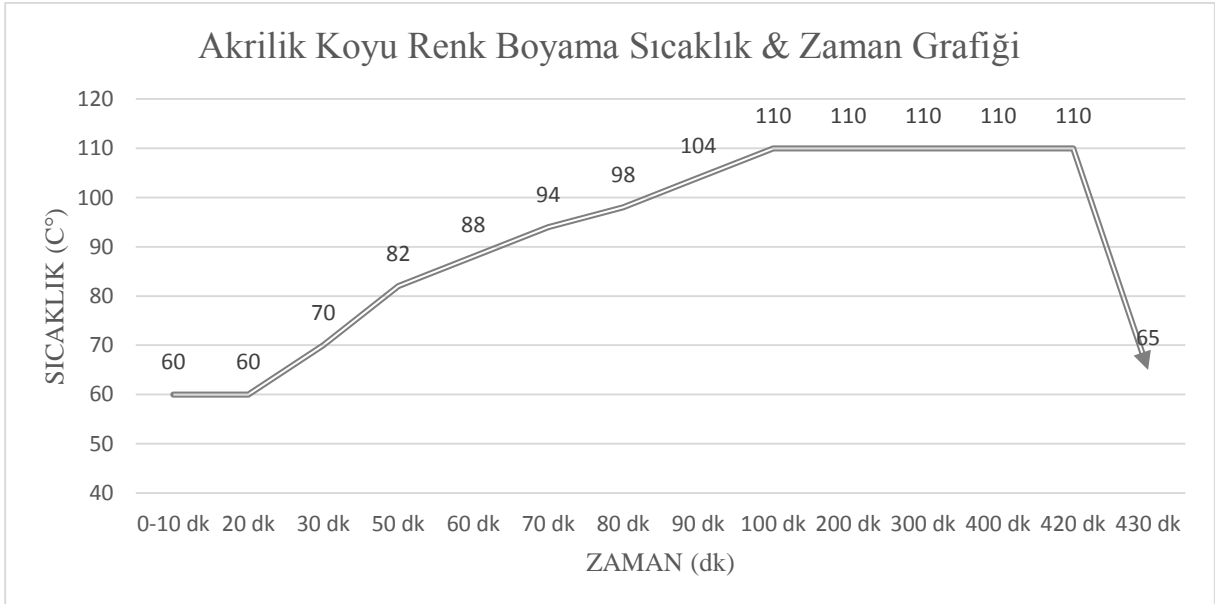
Şekil 16.Akrilik Açık Renk Boyama Sıcaklık & Zaman Grafiği.

Akrilik açık renk tow boyamalarda ortalama sıcaklık 95 C° ve ortalama 5 saat sürmektedir. Akrilik açık renk boyamalarda sıcaklık zaman grafiği Şekil 1’de gösterilmektedir. Akrilik boyamaların tamamında boyama başlangıç sıcaklıkları her zaman 60 C° olarak gerçekleşmektedir.



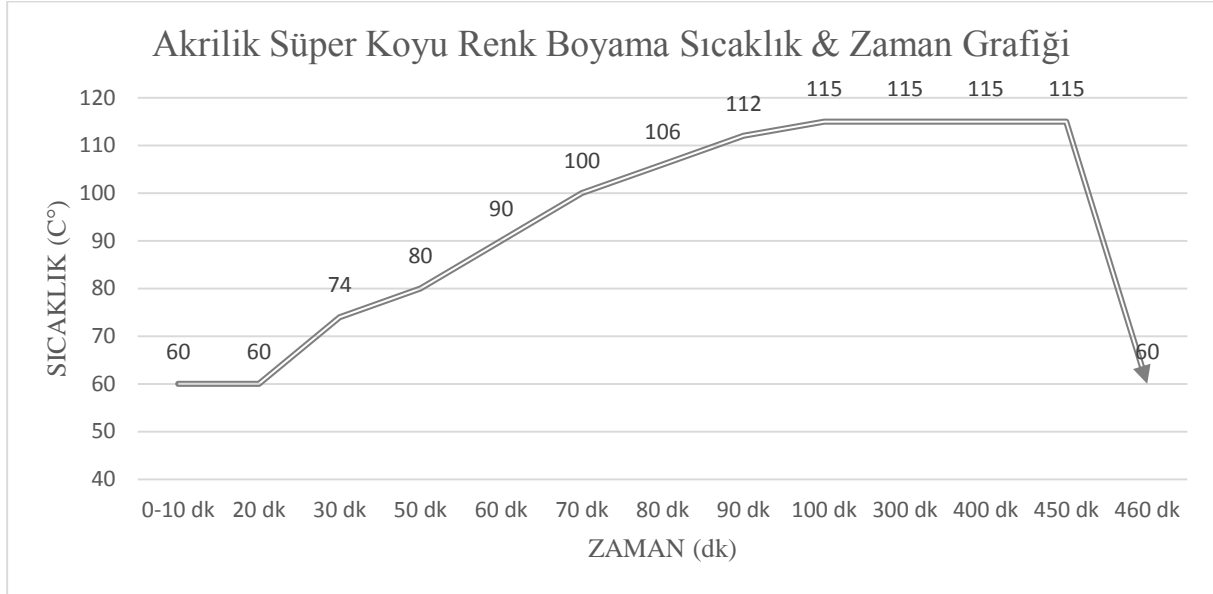
Şekil 17. Akrilik Orta Renk Boyama Sıcaklık & Zaman Grafiği.

Akrilik orta renk tow boyamalarda açık renk boyamalardan farklı olarak sıcaklık ve zaman değişkenlik göstermektedir. Akrilik orta renk boyamalarda sıcaklık zaman grafiği Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 18. Akrilik Koyu Renk Boyama Sıcaklık & Zaman Grafiği.

Akrilik koyu renk boyamalarda sıcaklık zaman grafiği Şekil 3’de gösterilmektedir. Bu boyamalarda çıkılan sıcaklık ve zaman açık ve orta renk boyamalara göre daha yüksektir.



Şekil 19.Akrilik Süper Koyu Renk Boyama Sıcaklık & Zaman Grafiği.

Süper koyu renk tow boyamalarda sıcaklık ve zaman diğer tüm renklerin boyama sıcaklıklarına göre en yüksek sıcaklığa ve süreye sahip reçetelerdir. Akrilik süper koyu renk boyama sıcaklık zaman grafiği Şekil 4’ de gözlemlenebilmektedir.

Süper koyu renkler çoğunlukla siyah ve lacivert tonları oldukları için boyayı çekmeleri diğer renklere göre daha zor olduğu için yüksek sıcaklıklarda ve uzun sürelerde boyamalar gerektirebilmektedir. [3]

2.2. Metot

Örme kumaşlar için veya diğer kumaş çeşitleri için renk haslığı ve boncuklanma önemli olduğu dikkate alınarak 35/2 NM %100 akrilik örme kumaşlara belirtildiği üzere boyama reçeteleri uygulanmıştır ve bu sayede 2 grup oluşturularak bu gruplarda 2 adet açık renkli boyamaya tabi tutulan elyaf, 2 adet orta renkli boyamaya tabi tutulan elyaf, 2 adet koyu renkli boyamaya tabi tutulan elyaf ve 2 adet süper koyu renkli boyamaya tabi tutulan elyaflardan iplik üretilerek toplamda 8 adet boyalı iplik elde edilmiştir. Elde edilen iplere düz örgüler yapılarak teste hazır bir hale getirilmiştir.

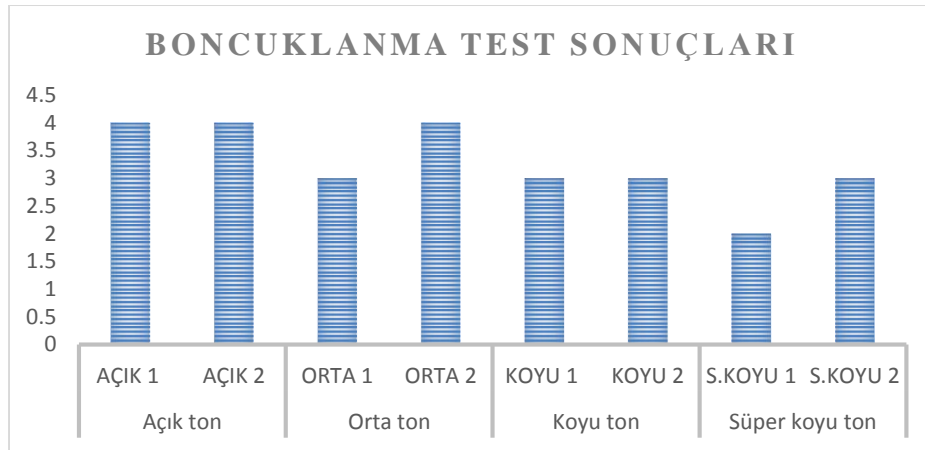
Testler yapılırken sürtme haslığı için Krokometre Test Cihazı TS EN ISO 105X12 standartlarına uygun bir şekilde test gerçekleştirilmiştir. pH testi yapılırken pH Ölçüm Cihazı kullanılarak ISO 3071 standartlarına uygun olarak testleri yapılmıştır. Boncuklanma testi için ISO 12945-1 standartlarına uygun bir şekilde Prowhite Test Equipment cihazında test edilmiştir. Yıkama (TS EN ISO 105 C06), su haslık (TS EN ISO 105 E01) testleri yapılırken standartlara uygun bir şekilde testleri gerçekleştirilmiş olup yıkama haslık yapılırken Yıkama Haslık Test Cihazı kullanılmıştır. Su haslık testleri için ise ETÜV cihazı kullanılarak 37 C°’den başlayarak 60 C°’yi geçmeyecek şekilde 4 saat süre ile ürünler bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Testler yapılırken standartlara uygun bir şekilde testler gerçekleştirilmiştir. Haslık sonuçları gri skala ile kıyaslanarak 1 ile 5 arasında 3 farklı

operatör tarafından numaralandırılmıştır (1 en kötü 5 değişim yok). Ürünlerin boyaması flotte oranına ve elyafların miktarlarına bağlı olarak tow boya kazanlarında boyamaları gerçekleştirilmiştir.

Akrilik elyaflarına ön yıkama işlemi yapılmıştır, yıkama işlemleri asidik ortamlarda da yapılabilmektedir bazik ortamlarda da fakat boyama işlemine hazır olması için öncelikle bazik bir yıkama yapılarak sonrasında asit ile nötrleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir [2].

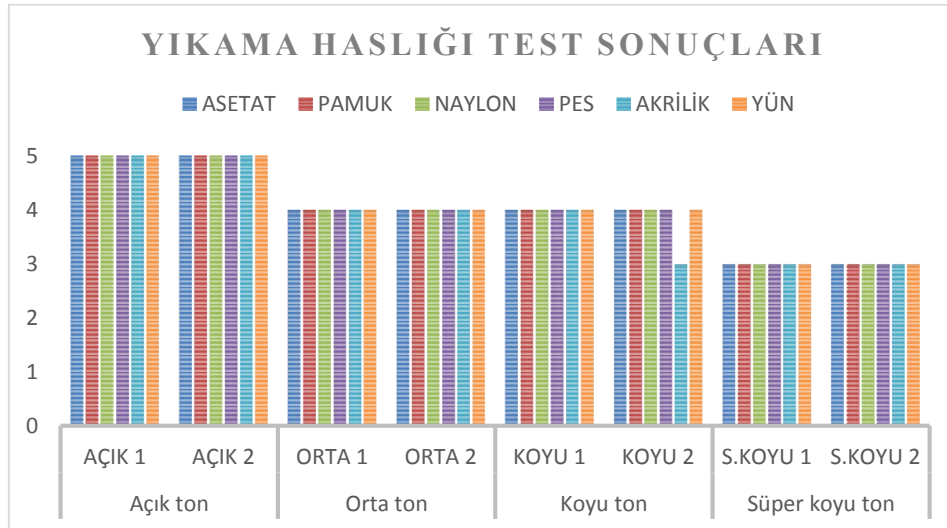
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Numunelerin düz örme kumaş haline dönüştürülerek üzerinde uygulanmış olan testlerin sonuçları sırasıyla verilmektedir.



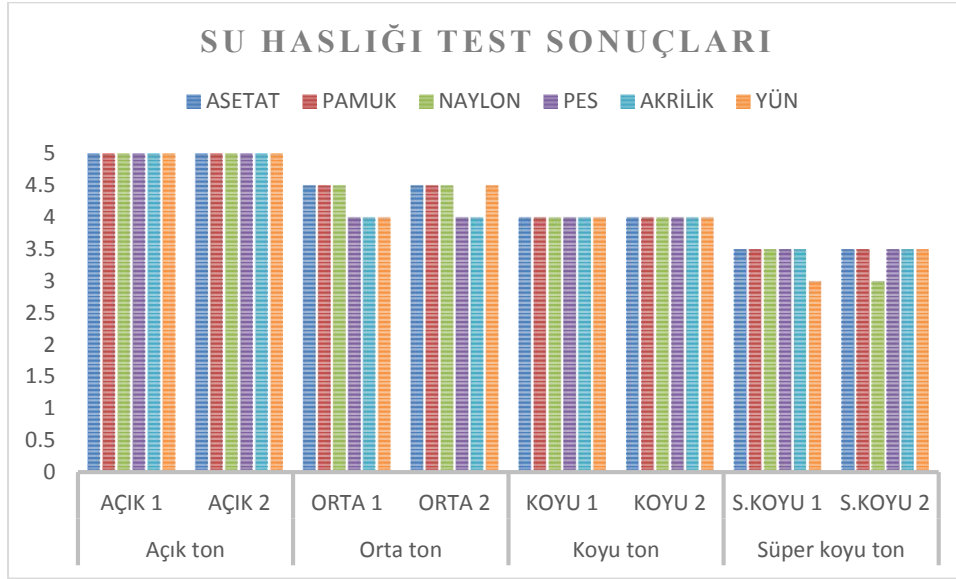
Şekil 20. Boncuklanma Test Sonuçları.

Şekil 5’de ürünlere uygulanmış boncuklanma test sonuçları açık ton, orta ton, koyu ton ve süper koyu tonları gözlemlenebilmektedir. Boncuklanma değerleri süper koyu ton 1 dışında diğer numunelerde ortalama değerler sergilediği gözlemlenmektedir.



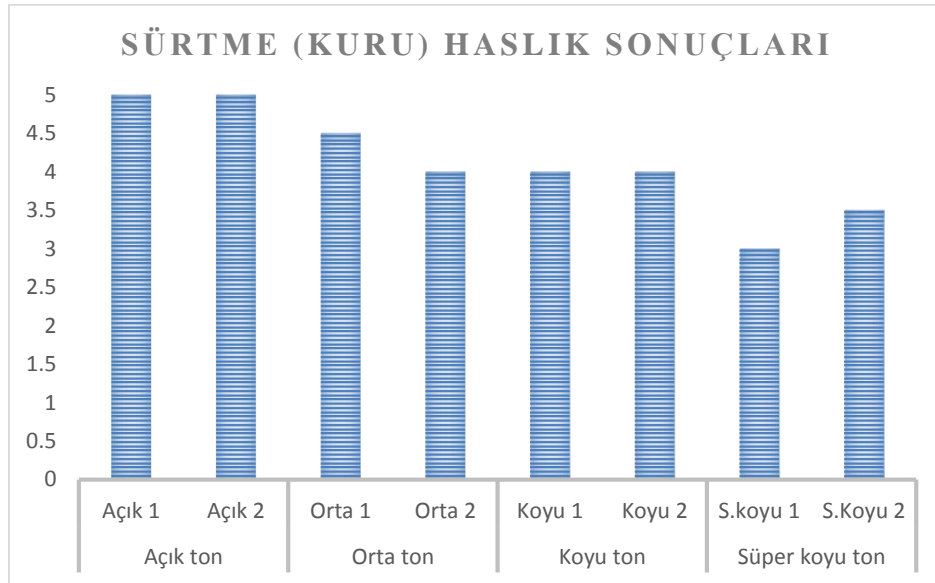
Şekil 21. Yıkama Haslığı Test Sonuçları.

Şekil 6'da ürünlere uygulanmış olan yıkama haslığı test sonuçları ve test sonucu değerleri verilmektedir. Yıkama haslığı test sonuçlarında rengin koyulaştıkça sonuçların kötüye gittiği gözlemlenmektedir.



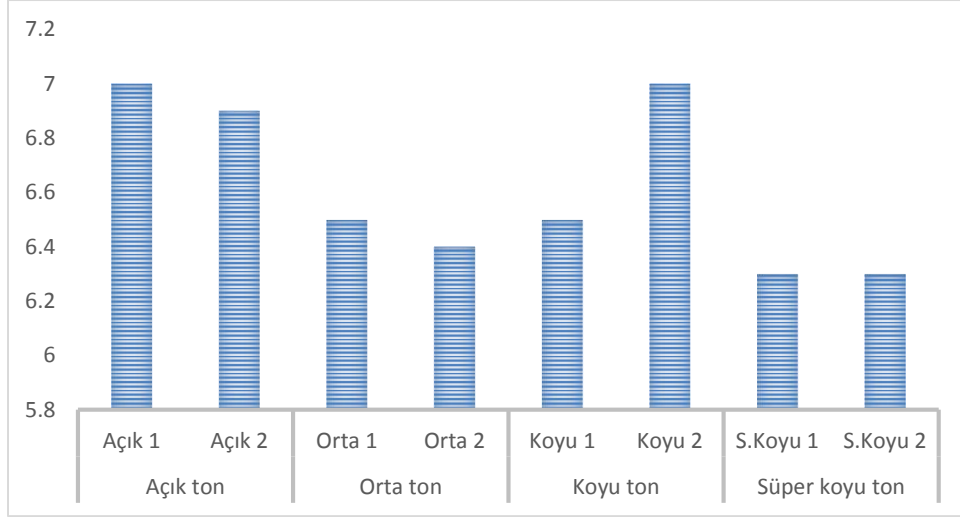
Şekil 22. Su Haslığı Test Sonuçları.

Şekil 7'de ürünlere uygulanmış olan su haslığı sonuçları ve test sonucu değerleri gözlemlenebilmektedir. Yıkama haslığında olduğu gibi su haslık testinde de aynı durum söz konusudur. En iyi su haslığı test sonuçlarının açık tonlarda verdiği gözlemlenmektedir.



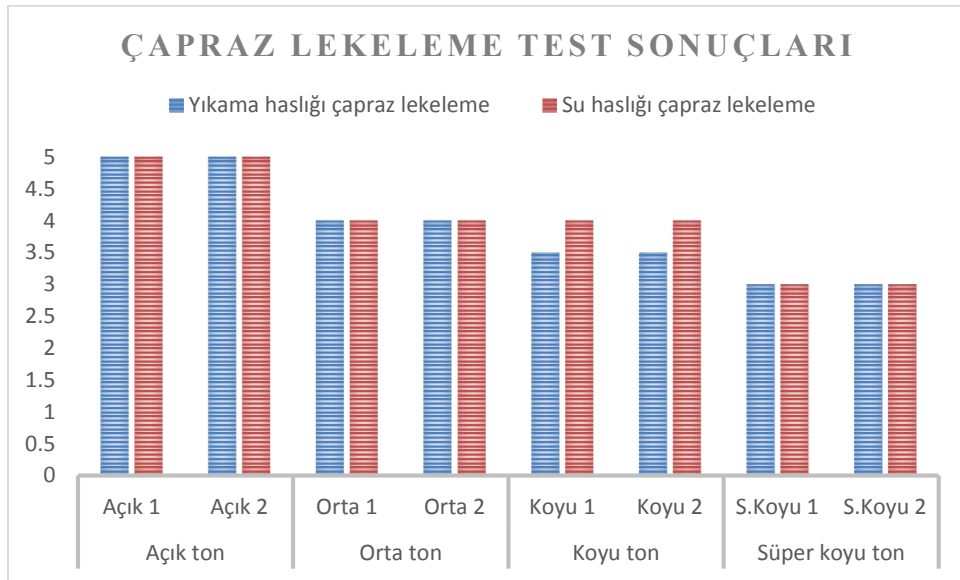
Şekil 23. Sürtme (Kuru) Haslığı Test Sonuçları.

Şekil 8'de kuru sürtme haslığı sonuçları verilmektedir. Sürtme haslıkları diğer tonlara oranla sadece süper koyu tonlarda daha kötü sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 24. pH testi ortalama değeri tablosu.

pH testi ortalama değeri Şekil 9’da belirtilmektedir.



Şekil 25.Çapraz Lekeleme Testi Sonuçları.

Çapraz lekeleme test sonuçları su haslığı ve yıkama sonrası haslığı olarak iki şekilde Şekil 10’da gözlemlenebilmektedir. Sonuçlara göre renk koyulaştıkça çapraz lekemenin arttığı gözlemlenmektedir. Bunun sebebi olarak ise koyu tonlarda boyanın elyafın içerisine nüfuz etmesinin güçleşmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.SONUÇ

Yapılan çalışmalarda tekstil sektöründe boyama reçetelerinin haslık ve boncuklanma üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak boncuklanma testinde boya reçetelerinin boncuklanma üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı gözlemlenmektedir. Yıkama ve su haslığı sonuçlarına bakacak olursak her iki test içinde koyu tondaki renklerden elde edilmiş olan sonuçların diğer renklere göre daha kötü sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Yıkama ve su haslığı testlerinde her iki test için açık tondaki renkler oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Burdan renk tonu koyulaştıkça numunelerin yıkama ve su haslığının kötüleştiği yorumunu yapabilmekteyiz. Bunun sebebi açık tondaki numunelerin haslıkları kötü çıkabilecek kadar boya oranları olmaması bu yüzden boyanın elyafa kolayca tutunabilmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kuru sürtme haslığı testinde koyu 1 renkli boyamada sonuçlar diğer renklere göre daha kötü olduğu gözlemlenebiliyorken açık ton ve orta 1 renkleri çok daha iyi sonuçlar vermektedir. Çapraz lekeleme testinde ise yıkama ve su haslığı testlerindeki gibi açık tondaki renkler diğer renklere oranla iyi sonuçlar vermiştir. pH test sonuçlarına bakacak olursak açık 1 ve koyu 2 renklerinde pH değeri nötr olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak; yapılan testlerin neticesinde boya reçetelerinin boncuklanma, yıkama ve su haslıklarına anlamlı bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Boyar Kimya AR-GE departmanı tarafından yapılmıştır.
(PROJE NO: BSET003)

REFERANSLAR

- [1] KUMBASAR E, YURDAKUL A, Yıl: 2013, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası UCTEA, The Journal of Textiles and Engineer, Sayı: 62-63.
- [2] Tarakçıoğlu I, 1987, Tekstil Boyacılığı II, Ege Üniversitesi Yayınları.
- [3] Milli Eğitim Bakanlığı, 2011, T.C. Elyaf, Tops ve İplik Boyama (542TGD569), Tekstil Teknolojisi, Ankara.
- [4] Yang Y, Ladisch C, 1993, Hydrophobic interaction and its effect on cationic dyeing of acrylic fabric, Textile Research Journal, 63 (5), 283-289,
- [5] Yurdakul A, Atav R, Arabacı A, 2005, Tekstil boyacılığında kullanılan sodyumklorür ve sodyum sülfat tuzlarının performanslarının karşılaştırılması, Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmeler Sempozyumu X, 59-74, Haziran 2005, Bursa.
- [6] TURAN Ö, 2002, İstanbul Teknik Üniversitesi, Pamuk ve Pamuk Akrilik Karışım İpliklerin Boyanması, Haziran 2002, İstanbul.

SELÜLOZİK ESASLI KARIŞIM KUMAŞLARIN SAFRANLA BOYANMASINDA BİYOMORDANLARIN ETKİSİ

İpek YILDIRAN¹, **Buğçe SEVİNC**¹, Esra MERT¹, Ahmet ERGÜN¹, Mehmet KILINÇ²
,Burcu YILMAZ³, Dilek KUT⁴, Hatice SALAR¹

¹SYK Tekstil AR-GE Merkezi, Bursa

²Giresun Üniversitesi Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü,
Giresun

³Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul

⁴Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa

bugcesevinc@sykteks.com,

ÖZET

Son yıllarda bilinçli tüketicilerin artmasıyla doğal boyamacılık yeniden önem kazanmıştır. Doğal boyamacılıkta kullanılan kaynaklardan biri de safran bitkisidir. Geçmişten günümüze bu bitkiyle özellikle parlak ve ışıltılı sarı renkli tekstiller elde edilmiştir. Tamamen ekolojik ve sürdürülebilir bir yaklaşım sağlanabilmesi için doğal boyamada metal tuzları yerine biyomordanların kullanımı kaçınılmazdır. Bu çalışmada, %44/39/17 lyocell/viskon/keten karışımı kumaşların safranla boyanmasında biyomordanların etkisi araştırılmıştır. Boyanan kumaşların renk verimi ile yıkamaya, sürtmeye, tere ve ışığa karşı renk haslık özellikleri incelenmiştir. Doğal boyamacılıkta son mordanlamanın renk verimini artırdığı, biyomordan kullanımının ise alternatif çevre dostu bir yöntem olarak tercih edilebileceği açıkça görülmüştür. Tüm renk haslık sonuçları ise kabul edilebilir (4+) değerlerde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: doğal boyama, biyomordan, kaya tuzu, sürdürülebilirlik

EFFECT OF BIOMORDANS ON DYEING OF CELLULOSIC-BASED BLEND FABRICS WITH SAFFRON

ABSTRACT

In recent years, natural dyeing has gained importance again with the increase of conscious consumers. One of the sources used in natural dyeing is the saffron plant. From the past to the present, especially bright and shiny yellow textiles have been obtained with this plant. In order to provide a fully ecological and sustainable approach, it is inevitable to use biomordants instead of metal salts in natural dyeing. In this study, the effect of biomordants on the dyeing of 44/39/17% lyocell/viscose/linen blend fabrics with saffron was investigated. The color yield of the dyed fabrics and their color fastness to washing, rubbing, perspiration and light were determined. It has been clearly seen that the post-mordanting in natural dyeing increases the color yield, and the use of biomordant can be preferred as an alternative environmentally friendly method. All color fastness results were adequate (4+).

Keywords: natural dyeing, biomordant, rock salt, sustainability

1.GİRİŞ

Boyarmadde elde edilmesinde bitkilerin kullanılması eski çağlardan beri var olan bir yöntemdir. Çinlilerin M.Ö 2000’li yıllarda ipek dokumaları renklendirmede kullandığı indigo ve çin yeşili boyarmaddeleri, mısırdaki yapılan mumya kazıları sonucu karşılaşılan bitkisel ve madensel boyamalar bunu destekler niteliktedir. Çeşitli kültür alışverişleri neticesinde, Anadolu’daki boyamacılık kavramı doğu ülkelerinden sağlanan bilgilerin senteziyle gelişim göstermiş ve doğal boyarmadde elde edilecek bitkiler yetiştirilmiştir [1]. Söz konusu bitkilerin büyük bir kısmı kendi ortamlarında doğal olarak yetişirken bir kısmı da tarımının yapılmasını gerektirmektedir [2]. Anadolu’da yıllar boyunca tarımı yapılan kök boya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisi, Türk kırmızı olarak ünlenmiştir. Kök boya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinin tarımı, boyarmaddeye rengini veren ana bileşen maddenin sentetik olarak elde edilmesiyle birlikte önemini yitirmiştir. 19. yüzyıl sonlarına doğru ucuz, boyamada standardı sağlayan ve az emek gerektiren sentetik boyarmaddelerin üretilmesiyle uzun süren, zahmetli ve pahalı bir yöntem olan bitkisel boyamacılık tercih edilmemeye başlanmıştır [1].

Oysa ki doğal boyarmadde elde edilmesi için yetiştirilen bu bitkilerin, havadaki karbondioksiti kullanarak fotosentez gerçekleştirilmesi sonucu açığa çıkardığı oksijen ekolojik açıdan oldukça önemlidir. Atmosferdeki karbondioksit gazının fotosentezde kullanılması küresel ısınmayı azaltan bir etki yaratmaktadır [2].

Günümüzde küresel ısınma, hava ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi zararlı çevresel etkilerin ortaya çıkmasıyla üretim ve araştırmaların ekolojik boyutu dikkat çeken bir konu olmuştur. Azalan su kaynakları ve kimyasal atık sorunları ekolojik kısıtlamaları da beraberinde getirmiş, tekstil sektörünü güneş enerjisi kullanımı, organik lif seçimi, çevre dostu üretim yöntemlerinden, geri dönüşümle kazanılan lif, su, boyarmadde, kumaş ve doğal boyarmaddelere kadar uzanan çevreci alternatifler aramak zorunda bırakmıştır. Eczacılık, kozmetik, gıda gibi birçok alanda kullanılan doğal boyarmaddeler tekstil ürünlerinin renklendirilmesinde de sürdürülebilir bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilebilmeleri, doğaya uyumlu olmaları, UV ışınlardan koruma ve antibakteriyel özellikleri gibi avantajlarının olması sürdürülebilir üretim yapabilmek için doğal boyarmaddelerin kullanımını cazip hale getirmektedir. Fakat hammaddelerinin büyük miktarda elde edilememesi ve bu nedenle ortaya çıkan standardizasyon zorlukları, doğal boyarmadde kaynağına bağlı olarak değişen yüksek boyama maliyetleri ve sınırlı renk skalasına sahip olması gibi dezavantajlı durumlar mevcuttur. Yapılan bilimsel araştırmalar ve modern teknikler kullanılarak kumaşın haslıklarının arttırılarak istenen renk veriminin elde edilmesiyle doğal boyarmaddelerle renklendirme sonuçlarının iyileştirilebildiği görülmektedir [3].

Sürdürülebilirliğin önem kazanmasıyla doğal boyamacılığın günümüz teknolojisiyle ve farklı boyama yöntemleriyle yeniden değerlendirilmesi birçok araştırmaya konu olmuştur. Protein esaslı kumaşların koşinil ve mazı meşesinden ekstrakte edilen doğal boyarmaddelerle boyanması koşullarının optimizasyonu için şap ile ön mordanlama ve demir sülfat ile son mordanlamanın etkileri araştırılmıştır. Doğal boyarmadde kombinasyonunun ve mordanlama işleminin çift adımda yapılmasının renk verimi ve haslık sonuçları üzerinde önemli etkileri olduğu ortaya koyulmuştur [4].

İpek esaslı kumaşların kök boya ile boyanmasında aynı boyama banyosunda mazı meşesinin varlığının yıkamaya karşı renk haslığı sonuçlarını geliştirdiği görülmüştür. Işığa ve sürtmeye karşı renk haslık sonuçları da mordanlama işlemine gerek duyulmaksızın 4 gri skala değerinin üzerinde bulunmuştur [5].

Safran çiçeğinin atığıyla yünün boyanabilirliğinin araştırıldığı çalışmada boyama esnasında metal tuzlarıyla mordanlama yapılmış, asidik pH'da parlak sarı ve yeşil renkler elde edilmiştir. Boyamaların ışık haslıkları kabul edilebilir değerlerde bulunmuştur. Aynı zamanda kumaşların antibakteriyel özellik kazanmış oldukları tespit edilmiştir [6].

Pamuğun boyanmasında tarla yan ürünü olan Safran yapraklarının kullanımıyla sarıdan kahverengiye kadar değişen renklere kumaşlar elde edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda metal tuzlarının boyama öncesi, boyama esnasında ve boyama sonrasında mordan olarak kullanılması sonrası en yüksek renk veriminin boyama esnasında mordanlamadan elde edildiği görülmüştür [7].

Bu çalışmada ise safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinden elde edilen doğal boyarmadde ile renklendirilmiş selülozik esaslı %44/39/17 lyocell/viskon/keten içeriğine sahip kumaşa, nar kabuğu (*Punica granatum* L.), meşe palamudu (*Quercus ithaburensis* Decaisne), kaya tuzu, demir sülfat ve bakır sülfat olmak üzere 5 farklı mordan kullanarak son mordanlama işleminin yapılmasının renk verimi ve haslık sonuçlarına etkisinin araştırılması hedeflenmektedir.

2.MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışmada, çözgü ipliği Ne 30/1 Lyocell, atkı iplikleri Ne 20/1 Viskon Ring ve 26,5 Nm Keten Kasarlı olan D 3/1 (Z) örgüde %44/39/17 lyocell/viskon/keten içerikli dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Kumaş gramajı 170 g/m² (çözgü sıklığı 36 tel/cm, atkı sıklığı 28 atkı/cm)'dir.

2.1. Boyarmadde ve Yardımcı Kimyasallar

Boyama işlemleri safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinden elde edilen doğal boyarmadde ile gerçekleştirilmiştir. Boyamalarda biyomordan olarak nar kabuğu (*Punica granatum* L.), meşe palamudu (*Quercus ithaburensis* Decaisne) ve kaya tuzu, metal mordan olarak ise demir sülfat ve bakır sülfat uygulanmıştır. Tüm mordan maddeleri Şekil 1'de görülmektedir.

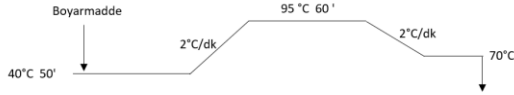


Şekil 1: a) Safran (*Crocus sativus* L.) doğal boyarmadde, b) nar kabuğu (*Punica granatum* L.), c) meşe palamudu (*Quercus ithaburensis* Decaisne), d) kaya tuzu, e) demir sülfat, f) bakır sülfat

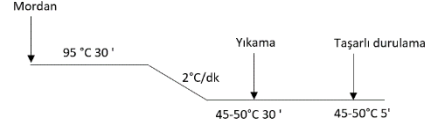
2.3. Metot

Boyama: Safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinden elde edilen toz formundaki doğal boyarmadde kaynar suda çözülerek bir saat boyunca demlenmiş ve süzölmüştür. Boyamalar laboratuvar ortamında Datacolour Ahiba Nuance numune boyama makinasında 5 g'lık kumaş numuneleri ile gerçekleştirilmiştir. Boyamaya 40°C'de başlanıp 50 dk sonra boyama banyosu sıcaklığı 2°C/dk artışla 95°C'ye yükseltilip 60 dk işleme devam edilmiştir. Ardından sıcaklık 70°C'ye düşürülüp kumaşlar 5 dk boyunca taşarlı durulanmıştır. Boyama diyagramı Şekil 2'deki gibidir.

Mordanlama: Tüm kumaşlara boyama sonrası mordanlama işlemi yapılmıştır. Kumaşlar farklı mordanlarla 95 °C'de 30 dk işleme tabii tutulmuştur. Mordanlama işleminin ardından 40-50°C'de 1 g/L noniyonik sabunla 30 dk yıkama ve 5 dk taşarlı durulama yapılmıştır. Mordanlama diyagramı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2: Boyama Diyagramı



Şekil 3: Mordanlama Diyagramı

Mordansız, 3 farklı biyomordanlı ve 2 farklı metal mordanlı olmak üzere aşağıda özetlenmiş olan kombinasyonlarda toplam 10 yöntemle çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar esnasında boyarmadde (%0,5 ve %0,75) ve mordan (%5 ve %7,5) 2 farklı konsantrasyonda uygulanmıştır.

Yöntem 1: Boyama (Kör Deneme)

Yöntem 2: Boyama → Biyomordanlama (Kaya Tuzu)

Yöntem 3: Boyama → Biyomordanlama (*Punica granatum* L.) Yöntem 4: Boyama → Biyomordanlama (*Quercus ithaburensis* Decaisne)

Yöntem 5: Boyama → Biyomordanlama (*Punica granatum* L. → Kaya Tuzu)

Yöntem 6: Boyama → Biyomordanlama (*Quercus ithaburensis* Decaisne → Kaya Tuzu)

Yöntem 7: Boyama → Biyomordanlama (*Punica granatum* L. → *Quercus ithaburensis* Decaisne → Kaya Tuzu)

Yöntem 8: Boyama → Biyomordanlama (*Quercus ithaburensis* Decaisne → *Punica granatum* L. → Kaya Tuzu)

Yöntem 9: Boyama → Metal mordanlama (Demir Sülfat)

Yöntem 10: Boyama → Metal mordanlama (Bakır Sülfat)

Çizelge 1'de 1:10 banyo oranında %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.), %5 mordan kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar özetlenmiştir.

Çizelge 1: %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %5 mordan kullanılarak yapılan çalışmalar

No	Mordan (% 5)	Banyo Oranı	Boyarmadde Miktarı
1	Kör Deneme	1/10	5 g/L
2	Kaya Tuzu		
3	Nar Kabuğu		
4	Meşe Palamudu		
5	Nar Kabuğu + Kaya Tuzu		
6	Meşe Palamudu + Kaya Tuzu		
7	Nar Kabuğu + Meşe Palamudu+ Kaya Tuzu		
8	Meşe Palamudu+ Nar Kabuğu+ Kaya Tuzu		
9	Demir Sülfat		
10	Bakır Sülfat		

1:10 banyo oranında %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.), %7,5 mordan kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2: %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %7,5 mordan kullanılarak yapılan çalışmalar

No	Mordan (% 7,5)	Banyo Oranı	Boyarmadde Miktarı
1	Kör Deneme	1/10	7,5 g/L
2	Kaya Tuzu		
3	Nar Kabuğu		
4	Meşe Palamudu		
10	Bakır Sülfat		

Boyama banyosu pH değerleri Çizelge 3’de sunulmuştur.

Boyamalar pH 7’de gerçekleştirilmiştir. Son mordanlama için hazırlanan banyoların mordan ilavesi sonrasındaki pH değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3: Mordanlama banyosu pH değerleri

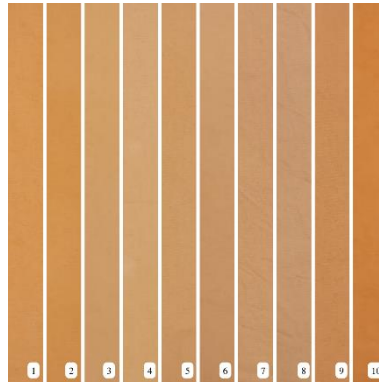
Mordan	pH
Safran (<i>Crocus sativus</i> L.)	7,17
Kaya Tuzu	8,03
Nar kabuğu (<i>Punica granatum</i> L.),	5,97
Meşe palamudu (<i>Quercus ithaburensis</i> Decaisne)	7,32
Bakır sülfat	5,37
Demir sülfat	5,11

Boyanmış kumaşların reflektans ölçümleri Datacolour SF600 Plus-CT ile SI modunda ve LAV (6,6 mm) gözlem plakası ile gerçekleştirilmiştir. Renk koordinatları, D65 illüminantı ve 10° Standart Gözlemci değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Renk farklılıkları ise CMC_{2:1} renk farklılığı formülü yardımıyla hesaplanmıştır. ΔL açıklık- koyuluk, Δa kırmızı-yeşil, Δb mavi-sarı ve ΔE toplam renk farklılığı olarak ifade edilmektedir. Tüm ölçümlerde Yöntem 1 standart olarak kabul edilmiştir.

Numunelerin yıkamaya karşı renk haslığı TS EN ISO 105-C06 (A1S), sürtmeye karşı renk haslığı TS EN ISO 105 X12, tere karşı renk haslığı TS EN ISO 105 E04, suya karşı renk haslığı TS EN ISO 105 E01, ışığa karşı renk haslığı TS EN ISO 105-B02:2014 (4 mavi yün standardında 4’e eşit solma olduğunda) standardına göre test edilmiştir.

3.SONUÇ

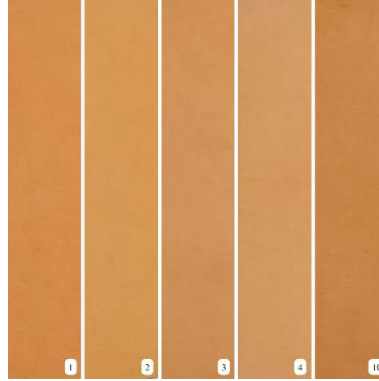
Laboratuvar şartlarında gerçekleştirilen boyamalara ait kumaşların görselleri, bunlara ait renk farklılığı ve haslık test sonuçları Şekil 4-5 ve Çizelge 4-10’da özetlenmiştir.



Şekil 4: %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %5 mordan kullanılarak boyanan kumaş görselleri

Şekil 4’de %0,5 boyarmadde ve %5 mordan konsantrasyonunda boyanan kumaşlara ait ışık kabinde D65 gün ışığında elde edilen görseller sunulmuştur.

%0,75 boyarmadde ve %7,5 mordan konsantrasyonunda boyanan kumaşların ışık kabinde D65 gün ışığında elde edilen görselleri ise Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5: %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %7,5 mordan kullanılarak boyanan kumaş görselleri

Boyamalara ait spektrofotometrik olarak ölçülen CIELab değerleri yardımıyla hesaplanan renk farklılıkları Çizelge 4’de yer almaktadır. Renk farklılıkları hesaplanırken kör boyamalar “standart” olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4: %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %5 mordan kullanılan çalışmaların renk farklılıkları

No	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	CMC ΔE
2	-0.77	0.13	4.93	4.15	2.66	3.62
3	3.07	-5.44	-6.70	-8.61	0.53	3.95
4	1.60	-3.55	-1.57	-3.30	2.04	2.87
5	1.95	-4.05	-3.93	-5.55	1.04	2.80
6	1.91	-3.74	-4.46	-5.80	0.44	2.67
7	2.85	-6.12	-8.43	-10.41	0	4.64
8	3.22	-7.78	-9.53	-12.27	0.84	5.54
9	-0.55	0.02	-3.52	-2.78	-2.16	2.83
10	-5.00	1.81	6.51	6.39	2.19	4.23

Çizelge 4’deki renk farklılığı sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde mordan olarak bakır sülfat ve kaya tuzu kullanılan boyamaların daha koyu, daha kırmızı ve daha sarı olduğu görülmektedir. Bu durumda kaya tuzu bakır sülfata alternatif bir biyomordan olarak değerlendirilmiştir. Meşe palamudu, nar kabuğu ve kaya tuzunun biyomordan olarak beraberce kullanıldığı boyamalarda C^* değerlerindeki azalmadan da anlaşılacağı gibi daha mat renkler elde edilmiştir. Demir sülfatın mordan olarak kullanıldığı boyamalardaki renk farklılıkları ise bu metal mordanın kullanılmasıyla daha mavi renklerin elde edilebileceğini ortaya koymuştur.

Yıkamaya, suya, tere, sürtmeye ve ışığa karşı renk haslıklarına mordanların etkisi incelenmiş ve Çizelge 5-7’de tüm sonuçlar sunulmuştur.

Çizelge 5: %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %5 mordan kullanılarak boyanan kumaşların yıkamaya ve suya karşı renk haslık değerleri

Mordansız ve Son Mordanlama	Safran (<i>Crocus sativus</i> L.) Bitkisinden Elde Edilmiş Doğal Boyarmadde											
	Yıkama Renk Haslığı (TS EN ISO 105 C06)						Su Renk Haslığı (TS EN ISO 105 E01)					
	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
Mordansız	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	4-5	4-5	4-5
Kaya Tuzu	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu + Meşe Palamudu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu + Nar Kabuğu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Demir Sülfat	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4	4-5	4-5	4-5
Bakır Sülfat	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	4-5	4-5	4-5

Yıkamaya karşı renk haslığı testi sonrası düşük olan pamuk lekeleme değerinin (3-4) üçlü biyomordan kombinasyonu ve demir sülfat kullanımıyla aynı oranda iyileşme (4-5) gösterdiği tespit edilmiştir.

Pamuğa ve naylona karşı 3 olan su haslığı değeri biyomordan kombinasyonlu boyamalarda 4-5'e kadar yükselmiştir.

Tere karşı renk haslığı (asit ve alkali) sonuçları değerlendirildiğinde mordanlamanın herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Çizelge 6: %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %5 mordan kullanılarak boyanan kumaşların tere karşı renk haslık (asit ve alkali) değerleri

Mordansız ve Son Mordanlama	Safran (<i>Crocus sativus</i> L.) Bitkisinden Elde Edilmiş Doğal Boyarmadde											
	Ter Renk Haslığı (Asit) (TS EN ISO 105 E04)						Ter Renk Haslığı (Alkali) (TS EN ISO 105 E04)					
	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
Mordansız	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu + Meşe Palamudu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu + Nar Kabuğu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Demir Sülfat	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Bakır Sülfat	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5

Sürtmeye karşı renk haslığı (kuru ve yaş) sonuçları incelendiğinde tüm değerlerin 4-5 olduğu görülmüştür. Bu durum biyomordan ve metal mordan kullanımının sürtmeye karşı renk haslığına bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Nar kabuğunun biyomordan olarak kullanıldığı boyamaların ışık haslığı test sonuçları 3 değerini geçmezken nar kabuğuyla kaya tuzunun beraberce kullanıldığı boyamaların ışık haslık sonuçları iyileşmiştir. Kaya tuzunun biyomordan olarak tek başına kullanıldığı boyamalarda ise metal mordanlara en yakın ışık haslığı test sonuçları elde edilmiştir.

Çizelge 7: %0,5 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %5 mordan kullanılarak boyanan kumaşların sürtmeye ve ışığa karşı renk haslık değerleri

Mordansız ve Son Mordanlama	Safran (<i>Crocus sativus</i> L.) Bitkisinden Elde Edilmiş Doğal Boyarmadde			
	Sürtme Renk Haslığı (TS EN ISO 105 X12)		Işık Haslığı (TS EN ISO 105-B02:2014)	
	Yaş	Kuru		
Mordansız	4-5	4-5	3-4	
Kaya Tuzu	4-5	4-5	4	
Nar Kabuğu	4-5	4-5	3	
Meşe Palamudu	4-5	4-5	3-4	
Nar Kabuğu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	3-4	
Meşe Palamudu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	3-4	
Nar Kabuğu + Meşe Palamudu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	3	
Meşe Palamudu + Nar Kabuğu + Kaya Tuzu	4-5	4-5	3	
Demir Sülfat	4-5	4-5	4-5	
Bakır Sülfat	4	4-5	4-5	

Çizelge 8: %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %7,5 mordan kullanılarak yapılan çalışmaların renk farklılıkları

No	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	CMC ΔE
2	2.43	-2.86	3.06	0.88	4.09	4.66
3	1.43	-3.32	-2.99	-4.39	0.85	2.14
4	2.19	-4.08	-3.15	-4.97	1.39	2.73
10	-1.74	-1.82	1.58	0.21	2.40	2.75

Doğal boyarmadde ve mordan konsantrasyonunun arttırılmasıyla renk haslık sonuçlarında genel bir değişim meydana gelmezken, nar kabuğu ve meşe palamudunun biyomordan olarak kullanıldığı boyamalarda yıkamaya ve suya karşı renk haslık sonuçlarında pamuk ve naylona karşı lekeleme değeri azalmıştır. Bu durum konsantrasyondaki değişimle haslık sonuçları arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Çizelge 9: %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %7,5 mordan kullanılarak boyanan kumaşların yıkamaya ve suya karşı renk haslık değerleri

Mordansız ve Son Mordanlama	Safran (<i>Crocus sativus</i> L.) Bitkisinden Elde Edilmiş Doğal Boyarmadde											
	Yıkama Renk Haslığı (TS EN ISO 105 C06)						Su Renk Haslığı (TS EN ISO 105 E01)					
	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
Mordansız	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	4-5	4-5	4-5
Kaya Tuzu	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3	3	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5
Bakır Sülfat	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4	3-4	4-5	4-5	4-5

Çizelge 10: %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %7,5 mordan kullanılarak boyanan kumaşların tere karşı renk haslık (asit ve alkali) değerleri

Mordansız ve Son Mordanlama	Safran (<i>Crocus sativus</i> L.) Bitkisinden Elde Edilmiş Doğal Boyarmadde											
	Ter Renk Haslığı (Asit) (TS EN ISO 105 E04)						Ter Renk Haslığı (Alkali) (TS EN ISO 105 E04)					
	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün	Asetat	Pamuk	Naylon	Polyester	Akrilik	Yün
Mordansız	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Kaya Tuzu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Nar Kabuğu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Meşe Palamudu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Bakır Sülfat	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5

Biyomordan olarak nar kabuğunun kullanıldığı boyamalarda biyomordan konsantrasyonunun artması ışık haslığını geliştirmiştir.

Çizelge 11: %0,75 Safran (*Crocus sativus* L.) ile 1:10 banyo oranında, %7,5 mordan kullanılarak banyo kumaşların sürtmeye ve ışığa karşı renk haslık değerleri

Mordansız ve Son Mordanlama	Safran (<i>Crocus sativus</i> L.) Bitkisinden Elde Edilmiş Doğal Boyarmadde			
	Sürtme Renk Haslığı (TS EN ISO 105 X12)		Işık Haslığı (TS EN ISO 105-B02:2014)	
	Yaş	Kuru		
Mordansız	4-5	4-5	3	
Kaya Tuzu	4	4-5	3	
Nar Kabuğu	4-5	4-5	4	
Meşe Palamudu	4-5	4-5	3-4	
Bakır Sülfat	4	4	4	

4. GENEL DEĞERLENDİRME

%44/39/17 lyocell/viskon/keten içerikli kumaşlar Safran (*Crocus sativus* L.) doğal boyarmaddesi ile biyo ve metal mordanlarla boyanmıştır. Boyanmış kumaşlar biyo mordanlar ve metal tuzlarıyla son mordanlama işlemine tabii tutulduğunda iyi renk özellikleri ve yeterli renk

haslık sonuçları elde edilmiştir. Biyomordanların performansları tek tek ve kombinasyon olarak, metal mordanlarla karşılaştırıldığında özellikle kombinasyon biyomordanlamanın önemli bir alternatif olduğu ortaya koyulmuştur. Doğal boyamaların yüksek haslıklarda biyomordanlarla gerçekleştirilebiliyor olması sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Boyarmadde ve biyomordan konsantrasyonlarının artırılmasıyla renk verimi ve haslık özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi konusundaki çalışmalara devam edilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma SYK TEKSTİL Ar-Ge Merkezi bünyesinde Üniversite-Sanayi iş birliği kapsamında gerçekleştirilmiştir (Proje no: PG-01-21-SYK-00).

KAYNAKLAR

- [1] DEMİR, M., ÇELİK, S., NOYAN, Ö.F., (2010), Türkiye’de Yetişen Bazı Önemli Boya Bitkilerinin Üretim Teknikleri ve Elde Edilen Renklerin Haslık Dereceleri, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. Sayfa 1187-1196, 20-22 Mayıs 2010, KTÜ Orman Fakültesi.
- [2] UYGUR, A., (2017), Günümüzde Tekstil Üretiminde Doğal Boyarmaddelerin Sürdürülebilirliği, II. Uluslararası Akdeniz Sanat Sempozyumu. Sayfa 45-51, 10-12 Mayıs 2017, Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi.
- [3] ERDEM İŞMAL, Ö., (2019), Doğal Boya Uygulamalarının Değişen Yüzü ve Yenilikçi Yaklaşımlar, Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi, Sayı 22, Sayfa 41-58.
- [4] KARADAĞ R., YILMAZ ŞAHİNBAŞKAN B., TORGAN E., (2018), Dyeing of Silk Fabric with Natural Dye Extracted From Cochineal (*Dactylopius coccus* Costa) and Gall Oak (*Quercus infectoria* Olivier)”, *Journal of Natural Fibers*, 15 (4), 559-574. (<http://dx.doi.org/10.1080/15440478.2017.1349708>).
- [5] DEVEOĞLU O., YILMAZ ŞAHİNBAŞKAN B., Torgan E., KARADAĞ R., (2012), Investigation on Colour, Fastness Properties and HPLC-DAD Analysis of Silk Fibers Dyed with *Rubia tinctorium* L. and *Quercus ithaburensis* Decaisne. *Coloration Technology*, 128 (5), 364-370
- [6] A. S. M. RAJA, P. K. PAREEK, D. B. SHAKYAWAR, SARFARAZ. A. WANI, F. A. NEHVI and ASIF H. SOFL., (2012), Extraction of Natural Dye From Saffron Flower Waste and Its Application on Pashmina Fabric, *Advances in Applied Science Research*, 2012, 3 (1):156-161
- [7] S. VISHKULLI, M. HYLLI, I. KAZANI, S. DRUSHKU., (2016), Cotton Dyeing With Natural Dye Extracted From *Crocus Sativus* (Saffron), 7 th INTERNATIONAL CONFERENCE OF TEXTILE 10-11 November 2016, Tirana, ALBANIA

FARKLI REAKTİF BOYA REÇETELERİNİN EMDİRME YÖNTEMİYLE UYGULANMASINDA LABORATUVAR – İŞLETME UYUMUNUN YORUMLANMASI

Abdulkadir ERÇAKALLI¹, Belkıs ZERVENT ÜNAL²

¹Kıvanç Tekstil, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,
kadir.ercakalli@kivanc.com

ÖZET

Çalışma kapsamında, laboratuvarda başlayan ve işletmede sona eren renk oluşum serüveninde, işletmedeki en büyük problemlerden birisi olan laboratuvar – işletme uyumunu incelemek ve laboratuvar tarafından hazırlanan reçetelerin, işletme kısmında uygulanması esnasında yapılan denemeleri ve bu süreçte kaybedilen zaman, işgücü, boya/kimyasal tüketimini önlemek amacıyla gerekli düzeltmeleri yaparak aradaki farkı minimize etmek amaçlanmıştır. Bu amaçla %93 Pamuk, %7 Elastan içerikli dokuma kumaşa farklı reçetelerle laboratuvar ortamında ve işletme ortamında boyamave kurutma işlemi uygulanmış ve renk değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan denemelerle, laboratuvar reçetesinin hiçbir değişiklik yapılmadan işletmede uygulanması sonucunda %20 ile %45 arasında değişen koyuluk saptanmıştır. Bu değer renk ve trikromi bazında değişiklik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Boyama, laboratuvar tipi boyama, spektrofotometre, renk farkı

INTERPRETATION OF LABORATORY –MİLL HARMONY IN APPLICATION OF DIFFERENT REACTIVE PAINT RECIPES BY THE EXHAUST METHOD

ABSTRACT

Within the scope of the study, in order to examine the laboratory-business harmony, which is one of the biggest problems in the business, in the color formation adventure that starts in the laboratory and ends in the business, and to prevent the trials made during the application of the recipes prepared by the laboratory in the business section and to prevent the consumption of time, labor, dye/chemicals lost in this process. It is aimed to minimize the difference by making the necessary corrections. For this purpose, the woven fabric with 93% Cotton and 7% Elastane content was dyed with different prescriptions in the laboratory environment and in the operating environment, and the evaluations were made by comparing the color values. As a result of the experimentation, the application of the laboratory recipe in the enterprise without any changes has been found to vary between 20% and 45%. This value varies on the basis of color and trichromia.

Keywords: Dyeing, laboratory dyeing, spectrophotometer, color difference

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyadaki rekabet ortamının varlığı tekstil işletmelerinin yüksek kalitede ve düşük maliyette ürün veya hizmet üretimi gerçekleştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda müşterilerde gün geçtikçe artan beklentiler, kalite kavramındaki algının yükselmesine sebep olmuştur. Bu algının karşılanabilmesine yönelik kalite özelliklerinin incelenerek geliştirilebilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Günümüzde gerçekleştirilen çalışmalara göre kalitenin üretim aşamasında sağlanabilmesi ve üretim sonrasında kontrol edilmesi yetersiz olduğu için tasarım sürecinde kalitenin sağlanabilmesi ve kontrol edilmesi zorunluluğu oluşmuştur. Yüksek kaliteli ürün üretimi ve ürün kalitesinin geliştirilmesi sağlanırken, tekstil işletmelerinin ürün tasarım aşamasından itibaren ürün kalitesine etki eden parametreleri iyi analiz etmesi ve bu parametrelerin optimum düzeylerde gerçekleştirebilmesi önemlidir [1].

Tekstil sektöründeki boyahane işletmelerinde reaktif boyamalarının tek seferde doğru yapılabilmesi ve aynı renk uygulamalarında tekrarlanabilirliğin sağlanması oldukça önemlidir. Reaktif boyama çalışmaları müşterilerin isteğine göre laboratuvar ortamında gerçekleştirildikten sonra müşteri onayı doğrultusunda işletme uygulamalarına geçilmektedir. Ancak numune boyama sonuçlarının esas üretime aktarılmasında renk farklılığı sorunu ile karşılaşılmaktadır. Klasik boyama reçeteleri Kubelka-Munk teorisine (Beer yasası) göre çalışan bilgisayarlı renk ölçüm makinalarında tahminlenmekte ve bu reçetelerle işletme ortamında boyama gerçekleştiğinde renkte sapmalar olmaktadır. Kubelka-Munk teorisine dayanan sistemlerde konsantrasyon-absorbsiyon arasındaki ilişkide doğrusallığı bozan pek çok faktör göz ardı edilmekte, bu ise reçete hesabında hata payını arttırmaktadır [2]. Kullanılan laboratuvar tipi boyama cihazı ve işletme tipi boyama makinelerinde renk farkı ihtimali özellikle IR ısıtma sistemli cihazlarda görülmektedir [3].

Bu doğrultuda renk farklılığının iyileştirilebilmesi için renk farkına neden olabilecek tüm kalite parametrelerinin her bir seviye için incelenmesi gerekliliği oluşmaktadır. Bu durum da uygulama sayısı ve buna bağlı olarak boyahane işletmelerinde maliyet artışına neden olmakla birlikte zaman kaybı yaşanmasına ve fazla kaynak kullanımına sebep olmaktadır. Bu nedenle günümüzde kalite karakteristiklerin aynı anda analiz edilmesi ile üründen veya süreçten beklenen kalite etkilerinin ve optimum koşulların belirlenmesini sağlayan yöntemler önem kazanmıştır [1].

1970'lerde ortaya çıkan tekstil boyamasında "İlk Seferde Doğru Üretim (Right First Time; RFT)" felsefesi uzun yıllardır uygulanan boyama işlemlerinde çok fazla kullanılmamış olsa da aslında bu rekabet ortamında bu felsefeye olan ihtiyacın çok fazla olduğu görülmektedir. İlk seferde doğru üretimin anlamı her bir boyamada amaçlanan renge tek seferde ulaşılması böylece yeniden boyama veya ek işlem gerektirmemesidir. Böylece üretimdeki maliyetler azalmakta, zaman, boyarmadde, kimyasal ve su tasarrufu ile aynı zamanda çevreye atılan yükün azalması söz konusu olmaktadır [4].

İlk seferde doğru üretime yönelik olarak üç temel nokta bulunmaktadır. Bunlar; laboratuvar çalışmalarındaki tekrarlanabilirlik ve hassaslık, laboratuvardan işletmeye hassas ve ölçeklenmiş bir transfer ve aynı rengin işletmedeki üretimler arasındaki tekrarlanabilirliğidir.

Ayrıca literatürdeki çalışmalarda tekrarlanabilir boyamaların elde edilebilmesi için yaklaşık 15 faktör bulunduğu ve bu faktörlerin kontrol edilmesiyle tekrarlanabilirliğin önemli derecede iyileştirileceği belirtilmiştir. Tekrarlanabilir sonuçların elde edilememesindeki en önemli faktör, laboratuvar boyamalarında hassas davranılmaması olarak da gösterilmektedir. Boyarmadde ve boyama metotlarındaki gelişmeler, tekrarlanabilirliğin artırılmasına destek olmaktadır. Hem laboratuvar hem de işletmede kullanılan otomasyon sistemlerinin çalışma hassasiyetini artırması neticesinde, tekrarlanabilirlik arttırılabilmektedir. Ayrıca boyarmadde seçimi de bu noktada oldukça önemli olup, numune jet veya bobin boyama makinalarının, laboratuvar ve işletme arasında ara basamak olarak kullanılmasının önemli derecede yararlı olacağı da söylenebilmektedir [5].

Bu çalışmada, işletmedeki en büyük problemlerden birisi olan renk açısından laboratuvar – işletme uyumunu incelemek ve bu konuda azami düzeltmeleri ve uygulamaları yapıp aradaki farkı minimize etmek amaçlanmıştır. Laboratuvar tarafından hazırlanan reçetelerin üretime aktarılması esnasında, işletme kısmında tekrar denemeler yapılması sonucu oluşabilecek zaman, işgücü ve boya/kimyasal kaybının önlenmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Yapılan deneysel çalışmada materyal olarak; %93 Pamuk, %7 Elastan içerikli dokuma kumaş (Çizelge-1) kullanılmış, 3 farklı boyama reçetesinde (Çizelge-2, 3, 4) emdirme yöntemine göre boyama işlemi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Numune Kumaşın Genel Özellikleri

ÖRGÜ TİPİ	3/1 S DİMİ
ATKI SIKLIĞI	30
ÇÖZGÜ SIKLIĞI	45,2
ATKI İPLİK NUMARASI	20/1 Penye + 78 dtex Elastan
ÇÖZGÜ İPLİK NUMARASI	20/1 Penye + 78 dtex Elastan
GRAMAJ	275 gr/m ²

Çizelge 2. A Reçetesinin Laboratuvar ve İşletme Boya/Kimyasal İsimleri ve Miktarları

BOYA VE KİMYASAL ADI	LABORATUVAR (g/L)	İŞLETME (g/L)
A GOLDEN YELLOW C-NC	2,74	2,37
A BROWN EC-NC	1,36	1,5
A OLİVE EC-NC	3,6	3,5
X CAS (Islatıcı)	2	
Y MIP-02 (Migrasyon Önleyici)	10	
Z MLU (Oksidasyon Önleyici)	5	

Çizelge 3. B Reçetesinin Laboratuvar ve İşletme Boya/Kimyasal İsimleri ve Miktarları

BOYA VE KİMYASAL ADI	LABORATUVAR (g/L)	İŞLETME (g/L)
B GOLDEN YELLOW NG CONZ	12,8	5,44
B RED NG CONZ	9,8	4,75
B BLUE PLF	0,064	0,03
X CAS (Islatıcı)	2	
Y MIP-02 (Migrasyon Önleyici)	10	
Z MLU (Oksidasyon Önleyici)	5	

Çizelge .4 C Reçetesinin Laboratuvar ve İşletme Boya/Kimyasal İsimleri ve Miktarları

BOYA VE KİMYASAL ADI	LABORATUVAR (g/L)	İŞLETME (g/L)
C ULTRA YELLOW RGBN	9,8	9,6
C ULTRA RED RGB	6,6	6,5
C NAVY RGB %150	64	59
X CAS (Islatıcı)	2	
Y MIP-02 (Migrasyon Önleyici)	10	
Z MLU (Oksidasyon Önleyici)	5	

Cihazlar

DeneySEL çalışmalar KIVANÇ Tekstil A.Ş'nin kimya laboratuvarında yapılmıştır. Emdirme yöntemi için ATAÇ yatay fulard (Resim 1) kullanılmıştır. Yükleme ayarı pnömomatik olup, kumaş geçiş hızı 10 m/dk'ya kadar arttırılabilmektedir. Silindir baskı değeri 10 bara kadar çıkarılabilmektedir. Boyama sonrası fiske işlemleri ATAÇ firmasının GK 40E modelinde yapılmıştır (Resim 2). 139 °C sıcaklıkta 7 dakika makine içerisinde bırakılarak işleme tabi tutulmuştur.



Resim 1. Yatay Fulard (ATAÇ)



Resim 2. Fiske Makinesi (ATAÇ GK 40E)

Kurutma işlemleri için MATHİS firmasının bir kurutma makinesi kullanılmıştır. Kurutma sıcaklığı maksimum 250 °C ye kadar çıkabilen ve içerisinde bekletme süresi ayarlanabilen kurutucu Resim 3'te verilmiştir.



Resim 3. Kurutma Makinesi (MATHİS LABDRYER)

Ayrıca tartımlar için Resim 4'teki hassas terazi ve Resim 5'teki mikser kullanılmıştır.



Resim 4. Hassas Teraziler



Resim 5. Mikser



Resim 6 Spektrofotometre

Çalışma kapsamında boyanan kumaşların renk ölçümleri Resim 6'da verilen spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır. Spektrofotometre ışığın spektrum analizini yani dalga boyu ve yoğunluklarını temel almaktadır. Spektrofotometreler içinde bulundukları ışık kaynağı ile numuneye bir ışık gönderir ve yansıyan ışığa ait 380-40 nm arasında rengin yansımaya enerji grafiğini ölçer. Bu grafik matematiksel dönüşüm ile renk iletişiminde daha kolay anlaşılır ve kullanılabilir olan L, a*,b* koordinat sistemine dönüştürülür.

L* değeri: 0 ile 100 arasında değişen rengin aydınlık ve karanlık değerini belirtir.

A* değeri: Kırmızı ve yeşil arasında değişen koordinattır. 0'dan küçük değerlere doğru ilerledikçe renk yeşerir, 0'dan büyük değerlere doğru gidildikçe renk kızarır.

B* değeri: Sarı ve mavi arasında değişen koordinattır. b* değeri 0'dan küçük değerlere doğru ilerledikçe renk mavileşir. 0'dan büyük değerlere doğru ilerledikçe renk sararır [2].

3. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında, Çizelge 2, 3 ve 4'te verilen reaktif boya reçeteleri kullanılarak laboratuvar ve işletme şartlarında yapılan çeşitli denemelerin gözle muayene ve spektrofotometrik ölçümler sonrasında ortaya çıkan sonuçları Çizelge-5, 6 ve 7'de sırasıyla verilmiş ve toplu olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 5'te, A reçetesi (bej renk) için laboratuvar ve işletme şartlarında uygulanan boyama sonuçlarının orijinal renk ile spektrofotometre okuması sonucu yapılan karşılaştırmaları görülmektedir. B reçetesi ile yapılan denemelerin renk karşılaştırmaları Çizelge 6'da, C reçetesi

sonuçları ise Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelgelerde “Reçete” olarak ifade edilen sütunda yer alan laboratuvar ve işletme reçetelerinin ne anlama geldiği aşağıda açıklanmıştır.

Laboratuvar Reçetesi; müşteri tarafından gönderilen numune baz alınarak laboratuvar şartlarında oluşturulan reçeteyi ifade etmektedir.

İşletme Reçetesi; laboratuvarda oluşturulup işletmeye verilen laboratuvar reçetesinin, işletme şartlarında yapılan denemeler sonucu laboratuvar rengine en yakın rengine göre revize edilmiş halini (revize reçeteyi) ifade etmektedir.

1 nolu olarak belirtilen boyamanın elde edildiği işlem şartları (laboratuvar reçetesi ile laboratuvar şartlarında boyanıp kurutulan numune) referans numune olarak kabul edilmiş ve “orijinal renk” olarak ifade edilmiştir. Yapılan diğer denemelerin renk değerleri bu referans numune ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5. A Reçetesi ile Laboratuvar ve İşletme Şartlarında Yapılan Denemelerin Orijinal Renk ile Spektrofotometre Sonuçlarının Karşılaştırılması

S.NO	REÇETE	BOYAMA YERİ	KURUTMA YERİ	DL	Da	Db	DC	DH	Dcmc
1 (orijinal)	Laboratuvar	Laboratuvar	Laboratuvar						
2	Laboratuvar	İşletme	Laboratuvar	-1,11 koyu	0,24 kırmızı	0,37 sarı	0,43 Parlak	-0,12 kırmızı	0,59 Başarısız
3	Laboratuvar	İşletme	İşletme	-2,41 koyu	0,00	0,13 sarı	0,13 Parlak	0,03 Yeşil	1,09 Başarısız
4 (pH=10)	Laboratuvar	Laboratuvar	Laboratuvar	0,14 açık	0,28 kırmızı	1,23 sarı	1,26 Parlak	0,07 Yeşil	0,82 Başarısız
5	İşletme	İşletme	İşletme	-2,63 Koyu	0,61 kırmızı	-1,19 mavi	-0,93 Mat	-0,96 kırmızı	1,82 Başarısız
6	İşletme	İşletme	Laboratuvar	-1,47 Koyu	0,57 kırmızı	-1,16 mavi	-0,91 Mat	-0,91 kırmızı	1,48 Başarısız
7	İşletme	Laboratuvar	İşletme	-1,31 Koyu	0,46 kırmızı	-1,28 mavi	-1,07 Mat	-0,85 kırmızı	1,43 Başarısız
8	İşletme	Laboratuvar	Laboratuvar	1,50 Açık	0,29 kırmızı	-1,35 mavi	-1,20 Mat	-0,68 kırmızı	1,35 Başarısız

Çizelge.6 B Reçetesi ile Laboratuvar ve İşletme Şartlarında Yapılan Denemelerin Orijinal Renk ile Spektrofotometre Sonuçlarının Karşılaştırılması

S.NO	REÇETE	BOYAMA YERİ	KURUTMA YERİ	DL	Da	Db	DC	DH	Dcmc
1 (orijinal)	Laboratuvar	Laboratuvar	Laboratuvar						
2	Laboratuvar	İşletme	Laboratuvar	-3,89 koyu	-0,26 yeşil	-1,23 mavi	-0,87 mat	-0,90 Kırmızı	2,00 Başarısız
3	Laboratuvar	İşletme	İşletme	-4,46 koyu	-0,29 yeşil	-0,96 mavi	-0,76 mat	-0,66 kırmızı	2,21 Başarısız
4 (pH=10)	Laboratuvar	Laboratuvar	Laboratuvar	-2,32 koyu	2,19 kırmızı	0,89 Sarı	2,32 parlak	-0,42 kırmızı	1,43 Başarısız
5	İşletme	İşletme	İşletme	5,56 açık	-0,45 yeşil	-1,60 mavi	-1,19 mat	-1,15 kırmızı	2,91 Başarısız
6	İşletme	İşletme	Laboratuvar	5,83 açık	-1,28 yeşil	-2,32 mavi	-2,28 mat	-1,37 kırmızı	3,16 Başarısız
7	İşletme	Laboratuvar	İşletme	6,87 açık	-3,97 yeşil	-3,89 mavi	-5,39 mat	-1,37 kırmızı	4,07 Başarısız
8	İşletme	Laboratuvar	Laboratuvar	5,25	-3,19	-5,18	-5,40	-2,80	3,76

				açık	yeşil	mavi	mat	kırmızı	Başarısız
--	--	--	--	------	-------	------	-----	---------	-----------

Çizelge .7 C Reçetesinin Laboratuvar ve İşletme Şartlarında Yapılan Denemelerin Orijinal Renk ile Spektrofotometre Sonuçlarının Karşılaştırılması

S.NO	REÇETE	BOYAMA YERİ	KURUTMA YERİ	DL	Da	Db	DC	DH	Dcmc
1 (orijinal)	Laboratuvar	Laboratuvar	Laboratuvar						
2	Laboratuvar	İşletme	Laboratuvar	-0,67 koyu	0,54 kırmızı	0,68 sarı	-0,72 mat	0,48 Kırmızı	1,14 Başarısız
3	Laboratuvar	İşletme	İşletme	-1,56 koyu	0,49 kırmızı	0,59 sarı	-0,63 mat	0,43 Kırmızı	1,66 Başarısız
4 (pH=10)	Laboratuvar	Laboratuvar	Laboratuvar	-0,91 koyu	-0,26 yeşil	0,33 sarı	-0,29 mat	-0,31 Yeşil	0,98 Başarısız
5	İşletme	İşletme	İşletme	-0,93 koyu	0,08 kırmızı	0,33 sarı	-0,34 mat	0,04 Kırmızı	0,92 Sınır geçer
6	İşletme	İşletme	Laboratuvar	-0,88 koyu	0,21 kırmızı	0,39 sarı	-0,41 mat	0,17 kırmızı	0,93 Sınır geçer
7	İşletme	Laboratuvar	İşletme	0,15 açık	-0,34 yeşil	0,04 sarı	0,01	-0,35 Yeşil	0,48 Geçer
8	İşletme	Laboratuvar	Laboratuvar	0,85 açık	-0,34 yeşil	-0,33 mavi	0,37 parlak	-0,28 Yeşil	0,94 Sınır geçer

Çizelgelerden görüldüğü gibi laboratuvar reçetesi ile direkt olarak işletmede boyama ve/veya kurutma yapıldığında (2 ve 3 nolu numuneler) rengin koyulaştığı görülmüştür. Ancak işletmede boyanıp laboratuvar ortamında kurutulan numunenin (3 nolu) orijinal numuneye nispeten daha yakın olduğu belirlenmiştir. Laboratuvardaki reçetenin işletmede farklı çıkmasının; işletmedeki makineye sevk roliklerinin altında ve üstünde yer alan kanallı sistemdeki üfleçlerden direkt buhar verilmesi, makine boyu, flotte gibi sebeplerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı durum B ve C reçeteleri ile yapılan denemelerde de görülmüştür. Ancak genel olarak orijinal numuneye göre en fazla renk farkının B reçetesi ile yapılan denemelerde olduğu tespit edilmiştir. B reçetesindeki trikromideki boya renklerinin kovalent bağ yapma yeteneğinin ve boya molekül büyüklüğünün bu duruma olanak sağlayabileceği kanısına varılmıştır.

Boyama çözeltisinin pH değişiminin renge etkisini görmek amacıyla yapılan 4 nolu denemelerin sonucuna göre A reçetesi ile boyamada orijinal renge çok yakın bir renk (% 1,5 luk açıklık) elde edilirken, diğer reçetelerde rengin bir miktar koyulaştığı, B reçetesinde koyulaşma oranının daha fazla olduğu (%23 daha koyu) görülmüştür.

İşletme için revize edilen reçeteler kullanılarak işletmede boyama ve/veya kurutma yapılan denemelerde (5 ve 6 nolu numuneler) A ve C reçetelerinde orijinal numuneden daha koyu bir renk, B reçetesinde ise daha açık bir renk elde edilmiştir. Genel olarak işletmede kurutulan numunelerin aynı reçete ile aynı şartlarda boyanan ve laboratuvarda kurutulan numunelerden daha koyu olduğu görülmüştür. İşletmede kurutma fanlı sistemle serbest şekilde yapıldığından enden ve boydan maksimum çekmeye maruz kalmaktadır. Laboratuvardaki kurutma işlemi 125 °C de gergili şekilde yapılmaktadır. Numune kumaş bi-strech olduğu için serbest kurutma

şartlarında atkı ve çözgü yönünde çekme gerçekleşmekte ve bu durumda rengin daha koyu görünmesine yol açmaktadır.

İşletme reçeteleri ile laboratuvar ortamında boyama ve kurutmanın uygulandığı 8 nolu denemelerin orijinal numuneye göre daha açık olduğu belirlenmiştir. Laboratuvar reçetesi işletme reçetesine dönüştürülürken boya ve kimyasal miktarları g/l olarak azaltıldığı için orijinal renge göre açık olması beklenen bir durumdur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletme-Laboratuvar işbirliği içerisinde yapılan bu çalışmada, 3 farklı reaktif boya grubuna ait reçete ile pamuk/elastan kumaşta yapılan denemelerin sonuçları incelenmiştir. Bu amaçla hazırlanan deney planına göre boyanan kumaşların spektrofotometrik renk ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlardan seçilmiş olanlar aşağıda özetlenmiştir.

- Yapılan denemeler kapsamında laboratuvar reçetesinin hiçbir değişiklik yapılmadan işletmede uygulanması sonucunda %20 ile %45 arasında değişen koyuluk saptanmıştır. Bu değer, renk ve trikromi bazında değişiklik göstermektedir.
- A ve C reçetesine nazaran B reçetesindeki renk farkının daha fazla olduğu, referans numuneye göre en düşük renk farkının ise C reçetesi ile yapılan denemelerde tespit edildiği görülmüştür.
- pH değişikliği yapılarak ortam alkaliliğinin renge etkisinin görülmesi amaçlanmış ve 4 nolu denemeler yapılmıştır. Kostik ilavesi olmadan, sadece soda ile sağlanan pH=10 değerinde renklerin doygunluğunun yapılan denemelerde daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak A reçetesinde bu yükselmenin diğer 2 renge göre daha az olduğu tespit edilmiş olup, bu durumun A reçetesinin açık renk olarak kabul edilen (bej renk) bir grup olmasından ve zaten renk oluşturulurken kostik kullanımı gerçekleşmediği için ekstra bir doygunluk görülmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- İşletme reçeteleri ile laboratuvar ortamında boyama ve kurutmanın uygulandığı denemelerin orijinal numuneye göre daha açık olduğu belirlenmiştir.
- Genel olarak işletmede kurutulan numunelerin aynı reçete ile aynı şartlarda boyanan ve laboratuvarda kurutulan numunelerden daha koyu olduğu görülmüştür.
- DL olarak ifade edilen değerler spektrofotometre ölçümünde kumaşın koyuluk – açıklık durumunu belirtmektedir. Uygulamada laboratuvar şartlarında mutlak değer olarak “0,8”, işletme şartlarında “1” değeri sınır kabul edilmektedir. Buna göre sadece C reçetesi ile yapılan denemelerde, orijinal numuneye göre L değeri farkları kabul edilebilir düzeyde çıkmıştır.

Bu çalışma sonucunda, laboratuvar – işletme uyumunun ciddi anlamda değerli bir ilişki olduğu görülmüştür. Aradaki farkın minimize edilmesi işletmenin her anlamda daha rahat çalışmasını ve emek-zaman kaybının aşağıya çekilmesini sağlayacaktır. Bu kapsamda farkı minimize etmeye yönelik bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- Laboratuvardaki fiske makinesine işletme buharı çekilmelidir.
- İşletme ve laboratuvar ortamındaki kurutma şartları dengelenmelidir.
- Flotte oranı, pH, baskı valisi, baskı valisi basıncı, kumaş fulardlama şekilleri kontrol edilmeli ve stabilize edilmelidir.
- Yıkama şartları kontrol edilmelidir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Ercan E, (2019) Reaktif Boyamada Laboratuvar ve İşletme Renk Farkının Azaltılması:Taguchi Yaklaşımına Dayalı Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı.
- [2] Sarıdereli A., (2010), Boyahanelerde Laboratuvar ile İşletme Arasındaki Renk Değişimlerinden Kaynaklanan Hataların Azaltılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı.
- [3] Kiroğlu M., Fettahov R., Kaplan M., (2017), Reaktif Boyama İşleminde Sonra İşletme ve Laboratuvar Yıkama Uygulamalarının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi, Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 5 Sayı 1, 35-39.
- [4] Köken, A. (2012). Gerçek Zamanlı Spektrofotometrik Analiz Teknolojisi Yardımıyla Dispers Boyama Proseslerinin Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5] Acar K, (1999) Laboratuvar ve İşletme Şartlarındaki Boyamalarda Tekrarlanabilirlik, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

SEÇİLMİŞ YÜNLÜ KUMAŞIN OKALİPTUS YAPRAĞI EKSTRAKSİYONU İLE ÇEKTİRME METODU UYGULANARAK RENKLENDİRİLMESİ

Sabiha SEZGİN BOZOK, Mehmet BEBEKLİ, R. Tuğrul OĞULATA
Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
sbozok@cu.edu.tr

ÖZET

Okalıptüs ağacı, hızlı büyüeyebilen ve fakir topraklarda bile yetişebilen bir ağaç cinsi olup, içinde bulunan bazı bileşenleri sayesinde bir doğal boya hammadde kaynağı olarak kullanılabilir. Bu çalışmada %100 yünlü kumaşları boyamak için taze okalıptüs yaprakları ve laboratuvar şartlarında kurutulmuş okalıptüs yapraklarından (*Eucalyptus globulus*) ekstraksiyonlar elde edilmiştir. Kuru ve yaş okalıptüs yaprakları ile ayrı ayrı boyanan yünlü numunelerin renk farklılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Boyamalar sırasında mordan madde olarak demir(II) sulfat heptahidrat, bakır(II) sulfat pentahidrat ve alüminyum sulfat oktadekahidrat kullanılmış ayrıca kumaşlar mordansız olarak da renklendirilmiştir. Kumaşlar 1:15 flote oranında, HT çektirme metodu uygulanarak boyanmıştır. Boyamalardan sonra spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlarda en yüksek renk kuvveti mordan madde içermeyen okalıptüs yaprağı ekstraksiyonu ile boyanan numunelerde görülmüştür. Mordansız ve alüminyum sulfat ile demir sulfat mordanlarının kullanıldığı boyamalarda kullanılan okalıptüs yaprağının yaş veya kurutulmuş olması boyama kuvveti açısından büyük farklılıklara neden olmamıştır.

Anahtar kelimeler: Okalıptüs yaprağı, doğal boya, mordan madde, yünlü kumaş, spektrofotometre

DYEING SELECTED WOOL FABRIC WITH EUCALYPTUS LEAF EXTRACTION BY USING EXHAUSTION METHOD

ABSTRACT

Eucalyptus tree is a type of tree that can grow fast and can grow even in poor soils, and it can be used as a natural dye raw material source thanks to some of its components. In this study, extractions were obtained from fresh eucalyptus leaves and dried eucalyptus leaves (*Eucalyptus globulus*) under laboratory conditions for dyeing 100% wool fabrics. It is aimed to examine the color differences of woolen samples dyed separately with dry and wet eucalyptus leaves. During dyeing, iron(II) sulfate heptahydrate, copper(II) sulfate pentahydrate and aluminum sulfate octadecahydrate were used as mordant materials, and the fabrics were also colored without mordant. The fabrics were dyed at 1:15 liquor ratio by applying HT exhaustion method. After dyeing, color measurements were made with a spectrophotometer. In the results, the highest color strength was seen in the samples stained with eucalyptus leaf extraction without mordant material. The wet or dried eucalyptus leaf used in dyeings without mordant and using aluminum sulfate or iron sulfate mordants did not cause great differences in color strength.

Key words: Eucalyptus leaf, natural dye, woollen fabric, spectrophotometer

1. GİRİŞ

Doğal boyalar; tekstil ürünlerini renklendirmek için kullanılan, bitkilerden, hayvanlardan ve minerallerden elde edilebilen, eski zamanlardan beri kullanılan boyalardır. Doğal boyalar, zehirli olmamaları, genel olarak alerjik etkiye sahip olmamaları, renk haslıklarının geliştirilebilir olması ve çevre dostu olması gibi birçok avantaja sahiptir. Tekstil ürünlerini doğal boya renklendirmede genel işlem basamakları sırasıyla; ekstraksiyon hazırlama, boyayı ayırma, boyama ve boyanın ürüne fiksajı şeklindedir [1]. Ekstraksiyon hazırlama aşamasında genel olarak hammaddeye ya yapay ortamda ya da güneş altı veya gölgede bir kurutma işlemi uygulanmaktadır. Tekstilde doğal boyama yapılırken boyanın life bağlanabilmesi için mordan maddeler kullanılabilir. Mordan maddeler lif ile kimyasal bağ kurarak boyanın life fiksajını sağlamaktadır. En önemli mordan maddeler alüminyum, potasyum dikromat, demir sülfat, bakır sülfat, çinko sülfat, tannin, tanik asit şeklinde sıralanabilmektedir [2].

Okalıptüsler; zengin olmayan topraklarda bile yetişebilen, hızlı büyüeyebilen, genel olarak ince ve uzun yapraklara sahip ağaç türleridir. Çok kurak iklim şartları hariç genel olarak yaprakları yeşildir [3]. Okalıptüs ağaçlarının hem kabuğundan hem de yapraklarından doğal boya elde edilebilmektedir. Okalıptüs yapraklarının yapısında bulunan kuersetin, gallik asit, ellagik asit, hidrolize olabilen taninler, fenolik gruplar gibi bileşenler sayesinde tekstil ürünleri renklendirilebilmektedir [4] [5].

Daha önce yapılmış bir çalışmada okalıptüs yapraklarından elde edilen boyalarla yün kumaşlar emdirme yöntemi uygulanarak boyanmıştır. Kumaşlarda sarımsı-kahverengi tonlar elde edilmiştir [4]. Başka bir çalışmada ipek ve yün içerikli kumaşlar, okalıptüs yaprağı ekstraksiyonları ile farklı mordan maddeler (alüminyum, çinko, demir ve bakır bazlı mordanlar) kullanarak renklendirilmiştir [6]. Demir sülfat mordanları ile koyu tonlar elde edilirken, diğer mordanlarla yapılan boyamalarda sarımsı-kahverengi tonlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada kuru ve yaş okalıptüs yapraklarından elde edilen farklı ekstraksiyonların mordanlı ve mordansız boyamalar sonucu yünlü kumaşların renk verimine etkisi incelenmiştir. Kuru ve yaş okalıptüs yaprakları ile ayrı ayrı boyanan kumaşın renk farklılıklarının incelenmesi amaçlanmıştır.

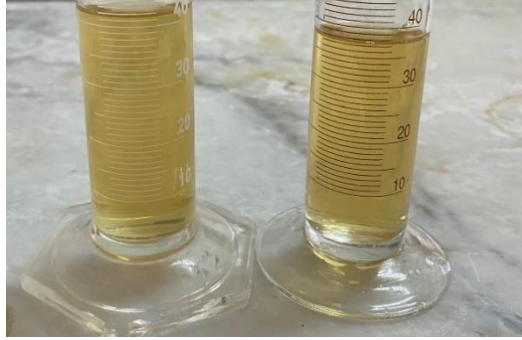
2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada %100 yün içeren dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaş özellikleri Çizelge 1’de sunulmuştur. Boyanmamış olan yünlü numuneler, boyama öncesinde 1 gr/L noniyonik sürfaktan (Span® 80, CAS No :1338-43-8, $\geq 60\%$) ile çektirme metodu (1:15, 50°C, 30 dk) uygulanarak yıkanmıştır.

Çizelge 1. Yün kumaşın özelliklerine ait değerler

Özellik	Değer
Çözümlü İpliği İnceliği	63 tex
Atkı İpliği İnceliği	74 tex
Çözümlü İplik Sıklığı	17 tel/cm
Atkı İplik Sıklığı	13 tel/cm
Gramaj	215 g/m ²

Okalıptüs yaprakları Çukurova Üniversitesi (Adana/Türkiye) yerleşkesinde bulunan *Eucalyptus globulus* cinsi ağaçtan Mayıs ayında toplanmıştır. Toplanan yapraklar tartıldıktan sonra (20 gr) bir kısmı etüv içerisinde 50°C'yi geçmeyecek şekilde yaklaşık 20 dk kurutulmuştur. Daha sonra taze ve kurutulmuş yapraklar 1 L distile su ile ayrı ayrı karıştırılmıştır. Ekstraksiyonlar su kaynadıktan sonra 30 dk boyunca manyetik karıştırıcı ile sürekli karıştırılarak hazırlanmış ve ardından filtre kağıdı ile süzölmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Taze (Sağda) ve Kurutulmuş (Solda) Okalıptüs yaprağı ekstraksiyonları

Hazırlanan ekstraksiyonlar kesilmiş yün numuneleri ile birlikte ayrı ayrı tüplere konulmuştur (1:15). Mordan maddeler %1 oranda boya banyosuna karıştırılmıştır. Ayrıca referans olması açısından mordansız boyama da gerçekleştirilmiştir. Boyamalar 2 tekrarlı olarak yapılmıştır. Kullanılan mordan maddeler; Demir(II) sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CAS No :7782-63-0, $\geq 99.5\%$), Bakır(II) sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CAS No: 7758-99-8, $\geq 99.0\%$ ve Alüminyum sülfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, CAS No: 10043-01-3, 98%) şeklindedir. Yün kumaşları hazırlanan doğal boya ile renklendirmek için Şekil 2'deki boyama programı uygulanmıştır. Boyama makinesi 20 d/dk hızda çalıştırılmıştır.



Şekil 2. Çalışmada uygulanan boyama programı

Çizelge 2. Yünlü numunelerin boyama bilgileri ve numune kodları

Numune No	Mordan	Ekstraksiyon için kullanılan okalıptüs yaprağı	pH
N1	-	Yaş	3.4
N2	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	Yaş	1.8
N3	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Yaş	2.5
N4	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Yaş	1.8
N5	-	Kurutulmuş	3.5
N6	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	Kurutulmuş	1.7
N7	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Kurutulmuş	2.4
N8	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Kurutulmuş	1.9

2.1. Spektrofotometre ile Renk Ölçümü

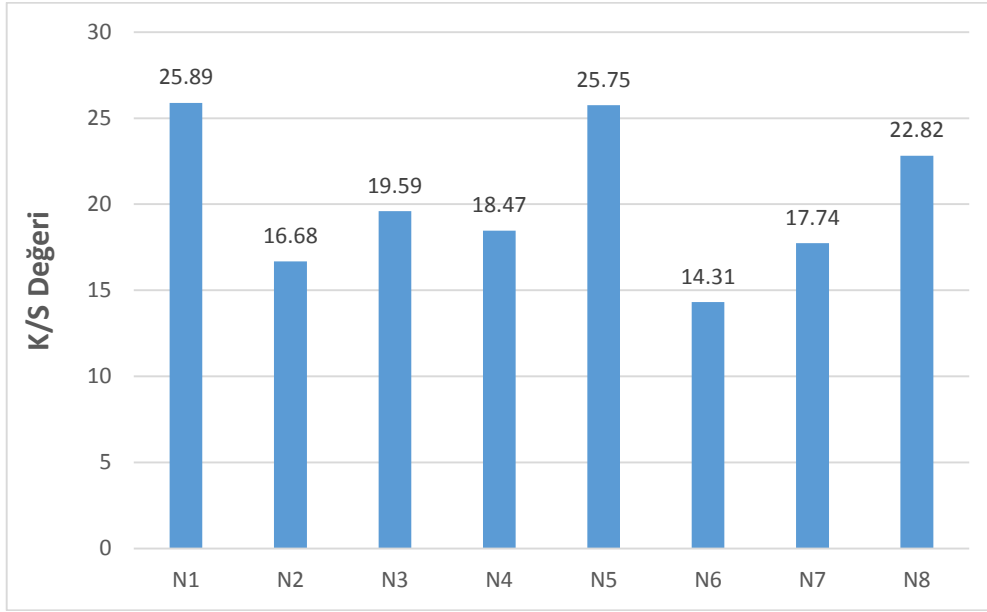
Boyanan numunelerin renk ölçümü için Minolta CM 3600 model spektrofotometre cihazı (D65 ışığı altında, 10°'lik gözlemci açısı) kullanılmıştır. Ölçümler yapılırken reflektansa parlaklık bileşeni (Specular component included, SCI) dahil edilmiştir. RealColor 1.3® yazılımı kullanılarak numunelerin renk değerleri tespit edilmiştir. Bu doğrultuda L*(açık-koyuluk), C (doygunluk değeri), H* (renk tonu) değerleri elde edilip karşılaştırılmıştır.

Ayrıca numunelerin renk kuvvetini belirleyebilmek için 400 nm – 700 nm görünür spektrum dalga boyları arasında ölçülüp Kubelka-Munk formülü ile hesaplanan K/S değerleri elde edilmiştir (Eşitlik 2). Eşitlikte yer alan R numunelerin reflektans değerini temsil etmektedir. Numunelerin maksimum absorpsiyon dalga boyu olan 400 nm'deki K/S değerleri esas alınmıştır.

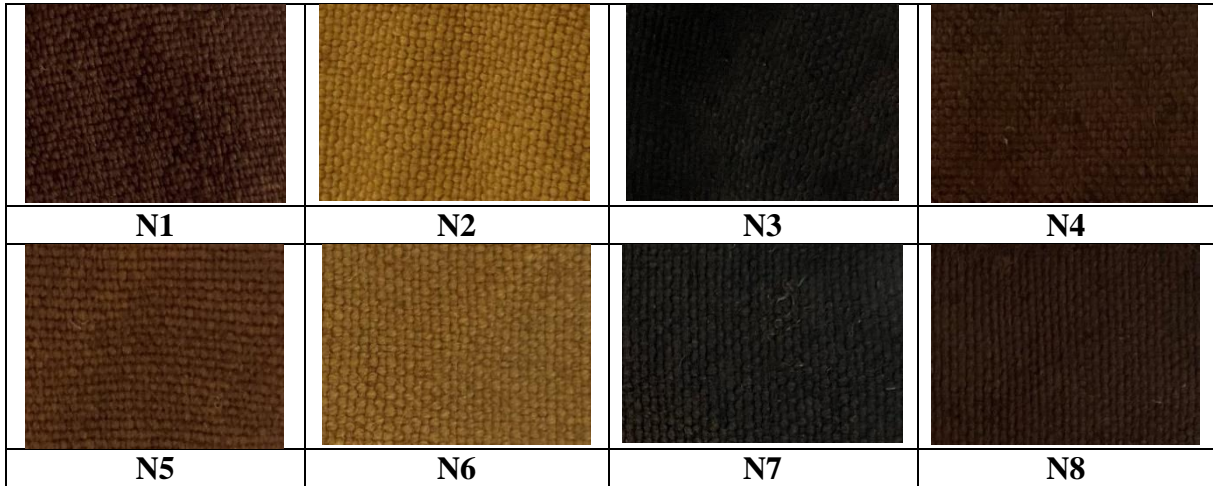
$$K/S = (1 - R)^2 / (2R) \quad (1)$$

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Okalıptüs yaprağı ekstraksiyonu ile renklendirilen numunelerin boyama kuvveti (K/S) değerleri Şekil 3'de; boyanan numunelerin görüntüleri Şekil 4'de sunulmuştur. Hem yaş yapraklardan elde edilmiş ekstraksiyon grupları arasında (N1, N2, N3, N4) hem de kuru yapraklardan elde edilmiş ekstraksiyon grupları arasında en yüksek renk verimi beklenmedik şekilde mordansız boyanan numunelerde (N1 ve N5) görülmüştür. Elde edilen bu sonuç daha önce yapılmış benzer çalışmaların sonucu ile kıyaslandığında farklılık göstermiştir [7], [4]. Bu durumun yaprağı kullanılan okalıptüs ağacının cinsinin farklı olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Okalıptüs yaprağı yapısında bolca bulunan fenolik gruplardan olan tannin, yün yapısındaki karboksil grupları ile hidrojen bağı kurabildiği için yüksek boyama verimi elde edilmiştir [7], [8]. Boya banyosuna mordan ilave edilmeyen bu numunelerde (N1, N5) kahverengi tonlar elde edilmiştir. K/S değerleri arasında da dikkate değer bir farklılık görülmemiştir. Okalıptüs ekstraksiyonuna alüminyum bazlı mordan madde ilave edilen numunelerde (N2, N6) sarımsı-kahverengi tonlar elde edilmiştir. K/S değerleri kıyaslandığında; yaş okalıptüs yaprağından elde edilen ekstraksiyon ile boyanan numunenin, kuru yapraktan edilen ekstraksiyon ile boyanan numuneye göre bir miktar daha yüksek çıkmıştır. Demir bazlı mordan madde ile boyanan yünlü numunelerde ise siyah tonlar elde edilmiştir. Alüminyum sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda olduğu gibi demir sülfat kullanıldığında yaş yapraklardan elde edilen boya ile elde edilen renk kuvveti kuru yapraklardan elde edilen boyaya göre daha yüksektir (N3>N7). Okalıptüs ekstraksiyonu içeren boya banyosuna bakır sülfat ilave edilen numunelerde (N4, N8) kahverengi tonlar elde edilmiştir. Renk kuvveti kuru yapraklardan elde edilen ekstraksiyonlarda yaş yaprak ekstraksiyonuna göre daha yüksek çıkmıştır (N8>N4).



Şekil 3. Doğal boyanan yünlü numunelerin K/S değerleri

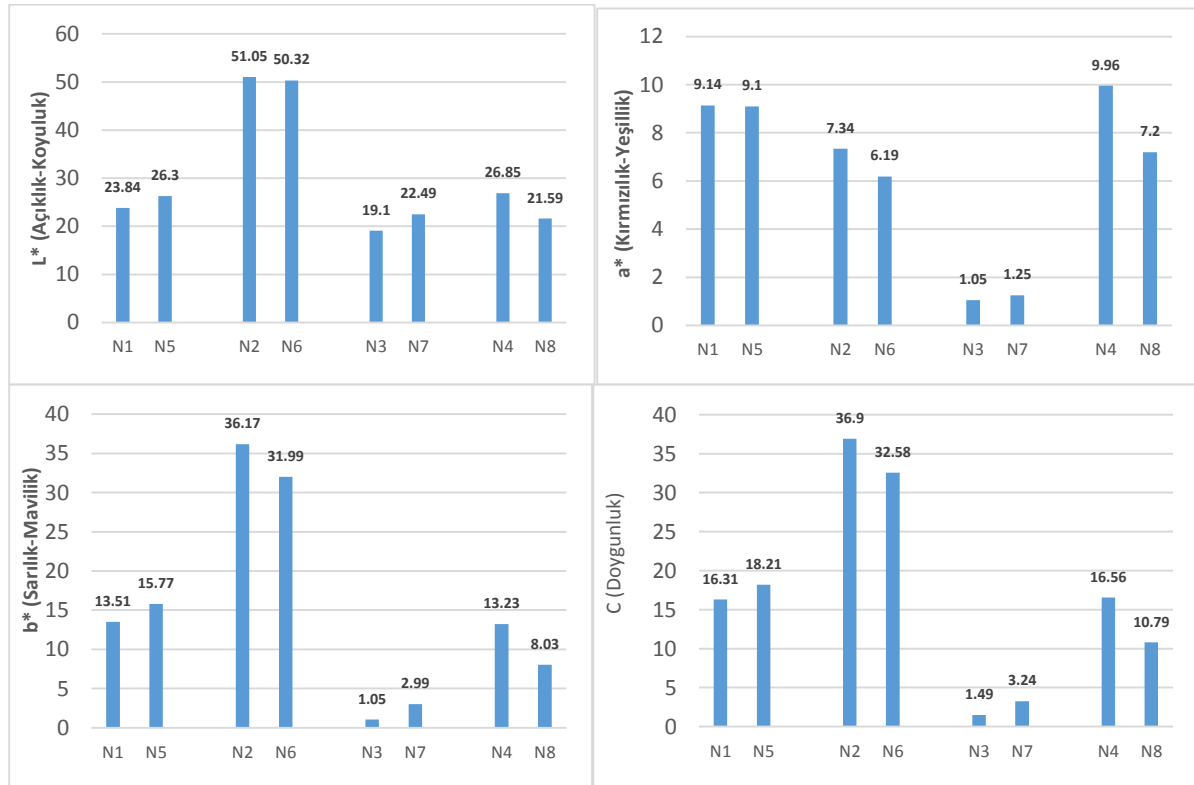


Şekil 4. Okaliptüs yaprağı ekstraksiyonu ile boyanan yünlü numuneler

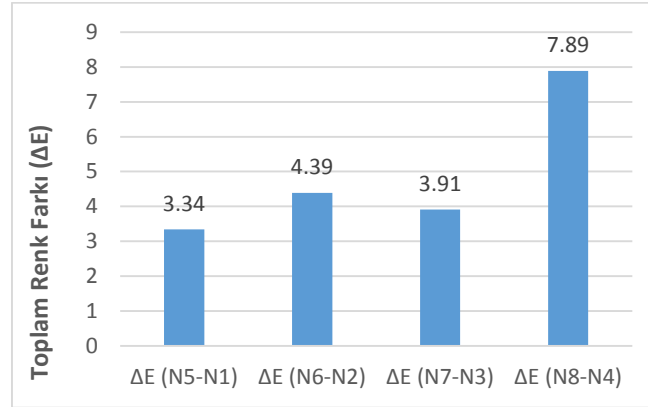
Okaliptüs yaprağı ekstraksiyonu ile renklendirilen numunelerin CIELAB renk değerleri grafik üzerinde Şekil 5'te verilmiştir. Açıklık-koyuluk (L^*) değeri arttıkça numunelerin rengindeki açıklık değeri artmakta, azaldıkça koyuluk artmaktadır. Kırmızılık-yeşillik (a^*) değerinin artmasıyla renk kırmızıya, azalmasıyla renk yeşil tona yaklaşmaktadır. Sarılık-mavilik (b^*) değerinin artmasıyla renk sarı tona, azalmasıyla mavi tona yaklaşmaktadır. Doygunluk değeri (C) arttıkça rengin daha canlı/parlak, azaldıkça rengin daha mat olduğu ifade edilmektedir. Numuneleri renklendirmek için yapılan mordansız ve farklı mordan içeren boyamalar sonucu her birinde farklı renk gölgeleri elde edildiği için değerlendirme kapsamında yapılan karşılaştırmalar, boya ekstraksiyonların kuru veya yaş yapraklardan elde edilmesi durumu esas alınarak yapılmıştır. Bu kapsamda L^* değerleri incelendiğinde $N5 > N1$; $N2 > N6$; $N7 > N3$; $N4 > N8$ şeklinde bir sonuç elde edilmiştir. Ancak kuru veya taze yapraklardan elde edilen

ekstraksiyonlarla boyanan numunelerde renk koyuluğu farklılıkları neredeyse gözle görülmeyecek kadar düşük çıkmıştır. Alüminyum esaslı mordan kullanımı diğer numunelere göre daha açık tonlar elde edilirken; diğer numunelerde renk daha koyu çıkmıştır. Boyanan yünlü numunelerin a* değerlerine göre; mordansız boyamalarda, demir esaslı mordanlı ve alüminyum esaslı mordanlı boyamalarda kuru ve yaş yaprak ekstraksiyonlarının kullanımı bir farklılığa neden olmamıştır. Ancak bakır esaslı mordan kullanımında yaş yapraklardan elde edilen ekstraksiyonlar numunelerde kuru yapraklara göre daha kırmızı tonlar elde edilmiştir. Mordan kullanılmayan ve demir sülfat mordan içeren boyamalarda kuru okaliptüs yaprağı ekstraksiyonlarında renk tonları yaş yaprak ekstraksiyonuna göre daha sarı tonlarda renk elde edilmiştir. Alüminyum sülfat ve bakır sülfat içeren boyamalarda ise tam tersi bir durum söz konusu olmuştur. Doygunluk (C) değerlerine göre mordan kullanılmayan ve demir sülfat mordan içeren boyamalarda kuru okaliptüs yaprağı ekstraksiyonlarında renkler yaş yaprak ekstraksiyonuna göre daha parlak renkler elde edilmiştir. Ancak bu farklılıklar oldukça düşüktür. Alüminyum sülfat ve bakır sülfat içeren boyamalarda ise kuru ekstraksiyonların numunelere kazandırdığı renk yaş ekstraksiyona göre daha mat çıkmıştır.

Genel değerlendirme yapıldığında; mordansız ve bakır sülfat mordanının kullanıldığı boyamalar sonucu renk açısından birbirine yakın tonlar elde edildiği görülmektedir. Şekil 6'daki toplam renk farkı değerleri incelendiğinde kuru/taze yaprak ekstraksiyonun renk değerlerine etkileri mordansız, alüminyum esaslı mordanlı ve demir esaslı mordanlı boyamalarda (N1 ve N5; N2 ve N6; N3 ve N7) çok dikkat çekmemekle beraber; bakır esaslı mordanlı boyamalarda (N4 ve N8) bu farklılık daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 5. Yünlü numunelerin boyama sonrası renk değerleri



Şekil 6. Numuneler arasındaki toplam renk farkı değerlerinin karşılaştırılması

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında taze ve kurutulmuş okaliptüs yapraklarının (*Eucalyptus globulus*) ekstraksiyonları ile mordan kullanılmadan ve farklı mordan maddeler (Alüminyum sülfat; Demir(II) sülfat heptahidrat ve Bakır(II) sülfat pentahidrat) kullanılarak yapılan boyamalar sonucu yünlü kumaşların renk değerlerine etkisi tespit edilmek istenmiştir. Kumaşlarda benzer çalışmalarda olduğu gibi kullanılan mordan madde ve mordansız boyanmasına bağlı olarak sarımsı-kahverengi, kahverengi, siyah tonlar elde edilmiştir. Hem yaş hem de kuru okaliptüs yapraklarından elde edilen ekstraksiyonla yapılan boyamalarda, mordan kullanılmadığında en yüksek boyama kuvveti değeri elde edilmiştir. Okaliptüs yaprağında bulunan renk verici bileşenler ile herhangi bir bağlayıcı madde olmadan yünlü kumaşlar boyanabilmiştir. Hem mordansız hem de farklı mordan içerikli boyamalarda kurutulmuş ya da taze okaliptüs yaprağı ekstraksiyonlarının K/S değerlerine belirgin bir etkisi görülmemiştir. Bu doğrultuda yün içerikli kumaşları doğal boyamada okaliptüs yaprağının kurutulması için zaman veya enerji harcanmasının gerekli olmadığı sonucuna varılmıştır. Mordansız boyama ve bakır sülfat içerikli boyamalar sonucu yünlü kumaşların renk değerleri ve tonları birbirine yakın çıkmıştır. Bu durum çevreye zararlı olduğu bilinen bakır sülfat mordanı kullanımının okaliptüs yaprağı ekstraksiyonu ile yapılan boyamalarda gerekli olmaması sonucu ile bir avantaj sağlamıştır. İleride yapılacak çalışmalarda yapılabilecek farklı renk haslığı testleri ile taze ve kurutulmuş okaliptüs yaprağı ekstraksiyonlarının numunelere kazandırdığı rengin kalıcılığının incelenmesi ön görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Vankar, P.S., Shukla, D., (2019), New trends in natural dyes for textiles. Duxford: Woodhead Publishing, An Imprint of Elsevier; p.1-25.
- [2] Bhute, A., (2012), Plant based natural dyes and mordants: A Review, J. Nat. Prod. Plant Resour., 2 (6):649-664.
- [3] Hiwale, S., (2015), Eucalyptus (*Eucalyptus* sp.) Sustainable horticulture in semiarid dry lands. India: Springer; p. 301-309.
- [4] Mongkhlorattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J., Studničková, J., (2011), Natural dye from eucalyptus leaves and application for wool fabric dyeing by using padding techniques. In: Akcakoca Kumbasar E, editor. Natural Dyes, Intech Open;; p. 57-78.

- [5] Elansary, H.O., Samelm, M.Z.M., Ashmawy, N.A., Yessoufou, K., El-Settawy, A.A.A., (2017), In vitro antibacterial, antifungal and antioxidant activities of Eucalyptus spp. leaf extracts related to phenolic composition, *Natural product research.*; 31: 2927-2930.
- [6] Mongkholrattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J., Viková, M., (2011), Dyeing, fastness, and uv protection properties of silk and wool fabrics dyed with eucalyptus leaf extract by the exhaustion process, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 19: 94-99.
- [7] Rungruangkitkrai, N., Mongkholrattanasit, R., Wongphakdee, W., Studničková, J. (2013), Eco-friendly Dyeing and UV Protection Properties of Wool Fabric Using Natural Dye from Eucalyptus, *Research Journal of Textile and Apparel*, 17,3: 29-37.
- [8] Conde, E., Cadahia, E., Garcia-Vallejo, M.C., Fernandez de Simon, B., (1997), 'High pressure liquid chromatographic analysis of polyphenols in leaves of eucalyptus camadulensis. E. globules and E. rudis: proanthocyanidins, ellagitannins and flavonol glycosides', *Phytochemical Analysis* 8, 2: 78-8.

FARKLI HAMMADEDEDEN ÜRETİLMİŞ DİJİTAL BASKILI ÖRME KUMAŞLARIN ÜTÜ HASLIĞI VE SPEKTROFOTOMETRİK RENK DEĞERLENDİRMESİ

Sehpal ÖZDEMİR¹, Füsun DOBA KADEM¹

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye
stolek@cu.edu.tr

ÖZET

Tekstil ürünleri üzerinde renkli desenler elde etmek amacıyla yapılan bölgesel boyamalara baskı denilmektedir. Baskı işlemi çok çeşitli yöntemlerle uygulanabilmektedir. Rotasyon, filmdruck, transfer, rulo baskı gibi çeşitli konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra son yıllarda makine üreticilerinin de odaklandığı dijital (ink-jet) baskı yöntemi geniş kullanım alanı bulmaktadır. Dijital baskı ile tekstil yüzeyleri üzerinde kaliteli, net kontürlü ve renk verimi yüksek baskılar elde edilebilmektedir. Dijital baskı teknolojisi, diğer tekstil boyama teknolojilerine nazaran dikkate değer şekilde daha temizdir, üretimlerin her aşamasında konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha az sera gazı üretmekte ve karbon ayak izi daha düşük olmaktadır. Bu özellikleri de dijital baskıyı sürdürülebilirlik sürecinde etkili bir metot haline getirmektedir. Dijital baskı birçok yönden konvansiyonel baskı yöntemlerine göre avantajlara sahiptir. Bu çalışmada pamuk ve kenevir karışımı hammaddelerden elde edilen 3 farklı kumaş kullanılmıştır. Dijital baskı prosesi sonrasında yapılan fikse işleminin süresi değiştirilerek kumaşın renk ve performans özelliklerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kumaşlara fiziksel testlerin yanı sıra spektrofotometrik renk analizi, ütü haslığı, Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görsel tayin gibi analizler yapılmış, hammadde ve fikse süresi değişiminin bu özellikler üzerindeki etkisini tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dijital baskı, kenevir, ütü haslığı, fikse.

EVALUATION OF IRON FASTNESS AND SPECTROPHOTOMETRIC COLOR PERFORMANCE OF DIGITAL PRINTED KNITTED FABRICS MADE FROM DIFFERENT RAW MATERIAL

ABSTRACT

Printing is regional dyeing made to obtain colorful patterns on textile products. The printing process can be applied in a variety of ways. In addition to various conventional methods such as rotation, filmdruck, transfer, roll printing, digital (ink-jet) printing method, which machine manufacturers have focused on in recent years, finds wide use. With digital printing, high-quality prints with clear contours and high color efficiency can be obtained on textile surfaces. Compared to other textile dyeing technologies, digital printing technology is noticeably cleaner, produces fewer greenhouse gases than conventional methods at every stage of production, and has a lower carbon footprint. These features make digital printing an effective method in the sustainability process. Digital printing has many advantages over conventional printing

methods. In this study, 3 different fabrics obtained from cotton and hemp blended raw materials were used. It is aimed to analyze the color and performance characteristics of the fabric by changing the fixation time after the digital printing process. In this direction, besides physical tests, analyses such as spectrophotometric color analysis, ironing fastness, and visual determination by scanning electron microscope (SEM) were made on the fabrics, and the effect of the change in raw material and fixation time on these properties were determined.

Keywords: Digital printing, hemp, ironing fastness, fixed.

1.GİRİŞ

Sürdürülebilirlik; çeşitlilik ve üretkenliğin devamlılığı sağlanırken, daimi olabilme yeteneğini korumak olarak tanımlanmaktadır [1]. Tekstil endüstrisi ve giyinme alışkanlıkları da sürekli bir yenilenme ve değişim içerisinde olup, yapılan çeşitli uygulamalarla sürdürülebilirlik sürecinde etkili gelişmeler gösterebilmektedir. Tekstil sektörü özellikle son yıllarda çevresel zararlar, atıkların minimize edilmesi ve geri dönüşüm çalışmaları üzerine daha sürdürülebilir bir yaklaşım olan dijital baskı uygulamaları ile de yeni olanaklar sağlanmaktadır. Dijital baskı, kısa metraj üretime uygun, baskı kalitesi yüksek ve çevreci bir baskı çeşididir. Atık su ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Makine parkı için daha az alan gerekmektedir. Ayrıca baskı işlemi talep üzerine yapılabildiğinden stoklanma gereksinimi ortadan kalkar. Böylece stok alanına da ihtiyaç duyulmaz. Konvansiyonel sistemlerle kıyaslandığında, mürekkep tam olarak gerektiği kadar tüketilir, atık ve/veya fazla ürün sorunu oluşmaz ve mürekkep tüketimi önemli ölçüde düşüktür. Bu da kurutma işlemi için daha düşük enerji ve atık suda daha az kirlilik anlamına gelmektedir. Desen, renk ve tasarım çeşitliliği sınırsızdır [2,3].

Renk haslığı, boyalı veya baskılı bir tekstil materyalinin üretim aşamalarında ve kullanımı sırasında karşılaştığı çeşitli etkenlere karşı içerdiği boyarmaddeyi vermeme, koruma direncidir. Boyarmaddenin haslıkları, esas olarak iki açıdan incelenir:

- a. Fabrikasyon haslıkları
- b. Kullanım haslıkları

Fabrikasyon haslıkları; boyamadan sonra karbonize, merserize, yıkama gibi terbiye işlemlerine tabi tutulacak mamullerin boyanmasında aranılmaktadır.

Kullanım haslıkları; tekstil mamulünün kullanımı sırasında gerekli haslıklardır. Örneğin; döşemelik kumaşlarda sürtünme haslığı, perdede ışık haslığı, ütüleme haslığı, mayoda deniz suyu haslığı, yazlık kumaşlarda ter haslığı, yıkama haslığı vb. dir [4].

Dijital baskı ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları özetlenmiştir. 2009 yılında yayınlanan Selçuk'un yüksek lisans tez çalışmasında, dijital baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada %100 pamuk kullanılarak bezayağı kumaşlar elde edilmiştir. Farklı oranlarda soda, sodyum bikarbonat, üre, alginat kullanılarak farklı ön işlem reçeteleri hazırlanmış, kumaşlara uygulanmış ve belirlenen desen 4 renkte (CMYK) basılmıştır. Baskı işlemi sonrası kumaşlar 103 °C de 10 dakika fikse edilmiş, yıkanmış ve kurutulmuştur. Görsel ölçümler, yıkama haslığı, yağ ve kuru sürtme haslıkları % Penetrasyon ve çözeltilerin viskoziteleri test edilerek bu parametrelerin baskı kalitesi üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Bulgular değerlendirildiğinde alkalinin 20 g/l oranında kullanılmasının en iyi renk ve haslık

sonucunu verdiği görülmüştür. Üre miktarı arttıkça renk verimi de artmıştır. Ancak optimum değer üre için 100 g/l olarak verilmiştir. Kıvamlaştırıcı miktarının artması renk verimini ciddi derecede arttırmıştır. Kıvamlaştırıcı kimyasalı için optimum değer ise 100-125 g/l arasında değişmektedir [5]. Şahin ve Açıkgöz Tufan 2018 yılında binder çözeltilerinin pamuklu kumaşa uygulanan dijital baskı işleminin renk haslığı değerleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. %100 pamuktan Ne 46 ring iplik kullanılarak 30 atkı/cm atkı sıklığında, 56 tel/cm çözgü sıklığında dimi dokuma yapılmıştır. En iyi haslık sonuçları %25 binder ve %12 katalizör kullanılarak hazırlanan reçete ile muamele edilen kumaşlarda ortaya çıkmıştır [6].

2.MATERYAL VE METOT

2.1.Materyal

Çalışmada kullanılan iplikler Ring iplik makinesinde harmandan karıştırılarak üretilmiştir. İpliklere ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. İplik Özellikleri

Numune Kodu	Hammadde Karışım Oranı	İplik Numarası (Ne)
P30	% 100 Pamuk	30/1
P12	% 100 Pamuk	12/1
PK	% 70 Pamuk+ % 30 Kenevir	12/1

Üretilen ipliklere USTER TESTER-4 cihazında iplik kalite testleri yapılmıştır. Yapılan testlerinin sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İplik Test Sonuçları

Test Edilen İplik özellikleri	P30	P12	PK
U-Düzensüzlük(%)	9,33	10,25	19,61
CV- %	11,78	13	25,37
İnce Yer -40%	16,5	40,5	3987
İnce yer -50%	0	0	70
Kalın Yer +35%	187	618	5076
Kalın Yer +50%	14	86	2652
Neps +200%	15	46,5	3912
Neps +280%	3	6,5	1296
Tüylülük H	4,67	7,44	9,35
B-Force (gF)	408,6	8,04	595,5
Uzama- El. (%)	5,63	6,94	6,53
Rkm	20,76	16,11	11,61
B-Work (N.cm)	6,137	13,802	9,44

Ne 30/1 inceliğindeki iplikler MAYER Relanit 3,2 model tek plaka süprem örme makinesi, Ne 12/1 inceliğindeki iplikler ise MONARCH VX- SD3BY model tek plaka süprem örme makinesi kullanılarak örme kumaşlar elde edilmiştir. Makine özellikleri Çizelge 3’de, kumaş konstrüksiyon özellikleri de Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Örme Makineleri Özellikleri

Makine Özellikleri	Makine Türü	
Marka/Model	MAYER Relanit 3,2 30/1	MONARCH VX- SD3BY 12/1
Makine İnceliği (E)	28	12
Toplam İğne Sayısı	2640	1128
Toplam Platin Sayısı	2640	1128
Makine Çapı (inç)	30	30
Sistem Sayısı	96	48
İplik Sevk Türü	Pozitif Kayış	Çift Sıralı Kayış
Makine Hızı (d/dk)	20	20

Çizelge 4. Örme Kumaş Konstrüksiyon Özellikleri

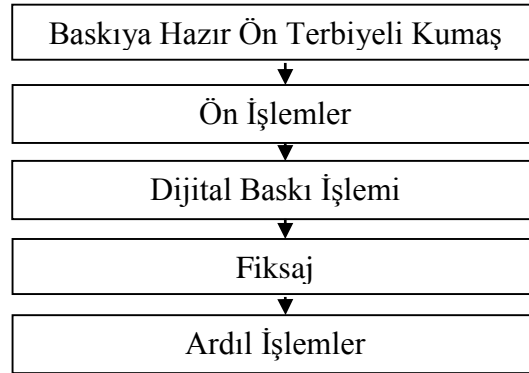
Hammadde/ Konstrüksiyon özellikleri	İplik Numarası (Ne)	Örgü Tipi	Makine İnceliği	Makine Çapı (inç)	Toplam İğne Sayısı
P30	30/1	Süprem	28	30	2640
P12	12/1	Süprem	12	30	1128
PK	12/1	Süprem	12	30	1128

Örülmüş kumaşlara gazeleme işlemi yapılmıştır. Gazeleme(yakma) işleminde amaç, kumaşı oluşturan ipliklerden çıkan lif uçlarını uzaklaştırarak kumaş yüzeyini daha düzgün hale getirmektir. Gazeleme işleminde kumaşlar 10 barlık alev basıncına sahip beklere dik pozisyonda 80 m/dk hızda geçmiştir. Bek mesafesi 8-10 mm arasındadır. Ön terbiye işlemlerine ait reçeteler Çizelge 5’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Kumaşların Ön Terbiye İşlem Reçeteleri

Kullanılan Kimyasal	Kullanım Oranı	Kullanılan Miktar
İyon tutucu	1,25 g/L	627,5 g
Islatıcı	2 g/L	1004 g
Kostik (48-49 Be)	4mL/L	3220 mL
Stabilize Peroksit	%4 /Kumaş ağırlığı	2440 g
Asetik Asit	1 mL/L	805 mL
Anti-peroksit	0,7 mL/L	563,5 mL

Şekil 1’de reaktif mürekkeplerle yapılan dijital baskı işlemi iş akış şeması verilmiştir.



Şekil 1. Dijital Baskı işlem aşamaları

Dijital baskı mürekkepleri düşük viskoziteli olduklarından kumaş üzerine püskürtüldükleri zaman çözgü ve atkı yönünde iplikler boyunca emilerek yayılırlar. Böylece mürekkep damlaları dairesel olmak yerine yıldız şeklini alır ki, bu şekilde keskin kontürlü net baskılar elde edilemez. Bu nedenle, dijital baskı yapılacak kumaşların normal ön terbiye işlemleri yapıldıktan sonra, mürekkep yayılmasını önlemek amacıyla uygun bir kıvamlaştırıcı içeren fular banyosu ile emdirilip kurutulması gerekir. Ayrıca, bu fular banyosuna, boyarmaddenin fiksajı için gerekli olan alkali, asit, üre, zayıf oksidasyon maddesi v.b. maddeler de ilave edilerek baskıdan önce kumaş hazırlanmaktadır (Selçuk, 2009). Reaktif ön işlem pat reçetesi ramöz girişinde fularlarda kumaşlara aktarılmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Ön işlem patı reçetesi

Kimyasal Adı	Kimyasal Miktarları (g/L)
Kıvamlaştırıcı	150
Setaprint NDG	25
Sodyum bikarbonat	25
Setaprint AP	3
Soda	5
Üre	100
Su	692
Toplam	1000

Daha sonra kumaşların ramöz makinesinde 25 m/dk hızda ve 125 °C'de geçirilerek kurutmaları sağlanmıştır. Belirlenmiş desen NASSINGER Pro 60 dijital baskı makinesinde ön pat işlemi görmüş kumaşlara basılmıştır. Reaktif boyarmadde ile dijital baskı yapılan kumaşlara renk verimini artırmak ve haslıkları iyileştirmek amacıyla bir fikse işlemi uygulanmıştır. Fikse işlemi 108 °C doymuş buhar kullanılarak 6 ve 10 dakika sürede yapılmıştır. Fiksajdan sonra kumaş üzerinde bulunan yabancı maddeler ve fikse olmamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması için bir yıkama işlemi yapılmıştır.

2.2. Metot

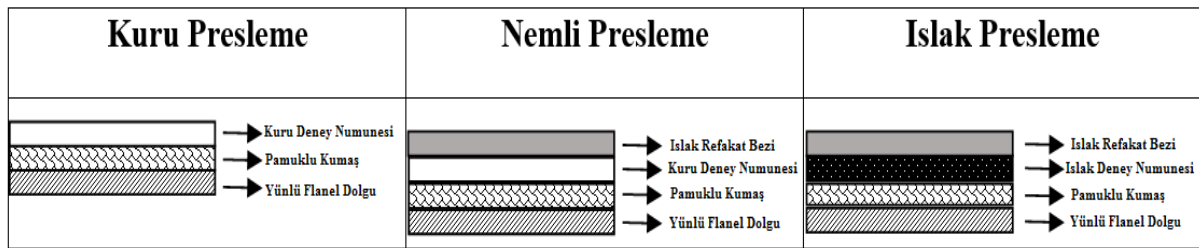
Üretimi gerçekleştirilen kumaşların bazı performans ve kullanım özelliklerini analiz edebilmek için standartlara göre bazı testler uygulanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Uygulanan Testler

Yapılacak Analizler	Standart No	Standart Adı
Sıklık	TS EN 14971-2006	Tekstil- Örülmüş kumaşlar- Birim uzunluk ve birim alan başına örgü ilmeği sayısının tayini-
Gramaj	TS 251-1991	Dokunmuş kumaşlar - Birim uzunluk ve birim alan kütlelerinin tayini
Kalınlık	TS 7128 EN ISO 5084-1998	Tekstil-Tekstil ve tekstil mamullerinin kalınlık tayini
Ütü Haslığı	TS 472 EN ISO 105-X11-2000	Tekstil renk haslığı deneyleri- x11: Sıcak pres ile ütölemeye karşı renk haslığı tayini
Spektrofotometrik Renk Analizi	ISO 105-J01- ΔE	Tekstil - Renk haslığı deneyleri -j01: Yüzey renginin ölçülmesi için genel prensipler
SEM Analizi	-	-

*Ütü haslığı

Tekstil mamullerinin kullanımının ardından veya yıkama sonrasında oluşan buruşuklukların düzeltilerek form ve stabilite kazandırmak amacı ile ısı, nem, basınç faktörleri kullanılarak yapılan işlem ütöleme olarak tanımlanmaktadır. Isı, buhar ve vakum işlemleri ile birlikte basınç uygulayarak giysilere şekil verilerek görünüm düzgünlüğü sağlanmaktadır. EN ISO 105-X11/2000 standardına göre yapılan sıcak pres ile ütölemeye karşı renk haslığı tayininde her çeşit ve türdeki tekstil madde ve mamullerinin renklerinin ütölemeye ve sıcak levhalar arasında işlenmeye karşı dayanımını tespit edilmektedir. Testin prensibinde kuru, nemli ve ıslak olmak üzere 3 durum bulunmaktadır. Pres ütöleme cihazı elektrikli ısıtma plakalarına sahiptir ve deney numunesine 4 kPa ± 1 kPa basınç uygulamaktadır. Pres cihazının sıcaklığı 110 °C ± 2°C olarak kaydedilmiştir. Analiz yapılırken yünlü flanel dolgu ve ağartılmış boyanmamış pamuklu refakat bezi 100 mm x 400 mm boyutunda numune kullanılmıştır. Numunelerdeki renk değişimi uygun gri skala ile 15 sn preslendikten hemen sonra ve deney numunesi standart atmosfer koşullarında 4 saat süre ile kondüsyonlandıktan sonra değerlendirilmiştir. Testin yapılışı şematik olarak aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2. Ütü haslığı testinin yapılışı şeması

3. BULGULAR

Numuneler üretilirken seçilen baskı deseni renk ölçümlerini kolaylaştırabilmek için CMYK(Cyan- Magenta- Yellow- Key=siyah) renklerinde özel olarak oluşturulmuştur. Numuneler kodlanırken kullanılan kısaltmalar;P30 Ne 30/1 pamuk, PK pamuk/kenevir karışımı ve P12 Ne 12/1 pamuk olarak belirtilmiştir. Analizler yapılırken numuneler kumaştaki farklı 4 renk için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Numunelere standartlara uygun olarak bazı fiziksel testler yapılmıştır. Bu testlerin sonuçları Çizelge 8’de belirtilmiştir.

Çizelge 9’da ise numunelerin spektrofotometrik renk analizleri gösterilmektedir. Minolta marka CM 3600 model bu cihaz ile gözlemci açısı 10° olacak şekilde, D65 gün ışığı altında ölçümler yapılmıştır. Kasikovic ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptıkları çalışmada ΔE renk farkı limit değerlerinin gri skaladaki karşılığı olan değerler verilmiştir [7]. Bu değerler tabloda gri skala ölçeğinde belirtilmiştir.

Ayrıca numuneler kullanım haslığı testlerinden ütü haslığı (Sıcak pres ile ütölemeye karşı renk haslığı) testine tabi tutulmuştur. Ütü haslığı testi sonuçları da Çizelge 9’da verilmiştir. Numunelerdeki renk değişimi preslendikten hemen sonra ve deney numunesi standart atmosfer koşullarında 4 saat süre ile kondüsyonlandıktan sonra değerlendirilmiştir.

Çizelge 8. Numunelere ait fiziksel test sonuçları

Numuneler		Gramaj (g/m ²)	İlmek Çubuk Sayısı (Çubuk/cm)	İlmek Satır Sayısı (Satır/cm)	İlmek Yoğunluğu	Kalınlık (cm)	
P30	6 dk	C	133,12	14,67	18,67	273.89	0,36
		M	132,87	14,33	20,00	286.60	0,35
		Y	129,96	14,67	18,67	273.89	0,36
		K	134,15	15,33	18,33	281.00	0,36
	10 dk	C	137,07	15,00	18,67	280.05	0,39
		M	124,43	14,33	18,33	262.67	0,39
		Y	125,85	14,33	17,00	243.61	0,39
		K	135,95	14,33	18,33	262.67	0,39
P12	6 dk	C	200,48	10,00	18,00	180.00	0,56
		M	196,28	10,00	18,00	180.00	0,56
		Y	192,53	10,00	17,00	170.00	0,56
		K	200,94	10,00	18,00	180.00	0,58
	10 dk	C	191,82	10,00	19,00	190.00	0,57
		M	180,52	10,00	20,00	200.00	0,58
		Y	176,80	9,00	17,00	153.00	0,59
		K	179,43	9,00	17,00	153.00	0,58
PK	6 dk	C	146,04	10,00	18,00	180.00	0,53
		M	140,62	10,00	18,00	180.00	0,52
		Y	141,23	10,00	18,00	180.00	0,54
		K	136,18	10,00	18,00	180.00	0,53
	10 dk	C	174,51	10,00	18,00	180.00	0,57
		M	170,19	10,00	18,00	180.00	0,59
		Y	160,64	10,00	18,00	180.00	0,58
		K	161,39	10,00	18,00	180.00	0,58

Çizelge 9. Spektrofotometrik renk analizi sonuçları

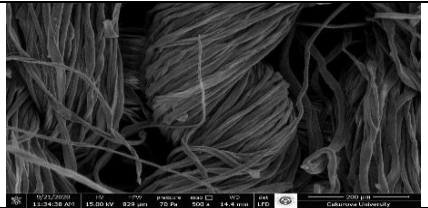
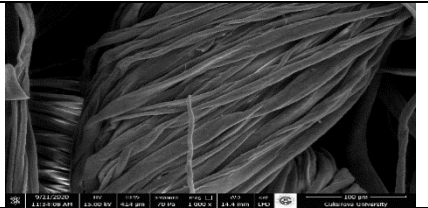
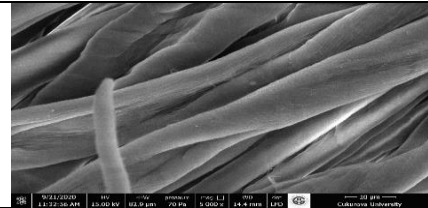
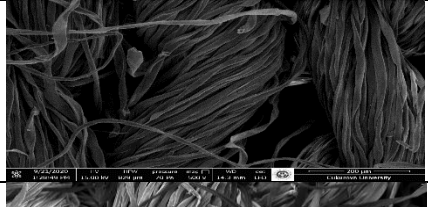
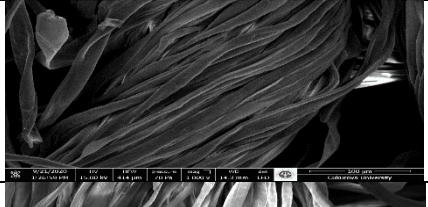
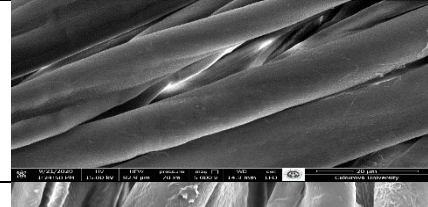
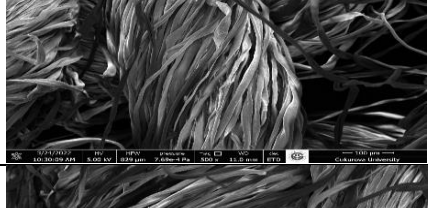
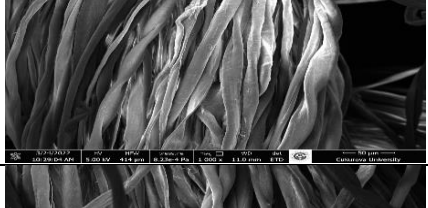
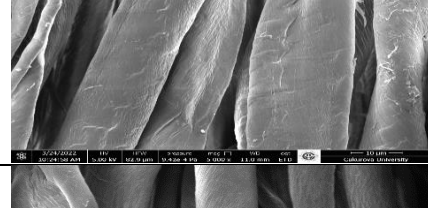
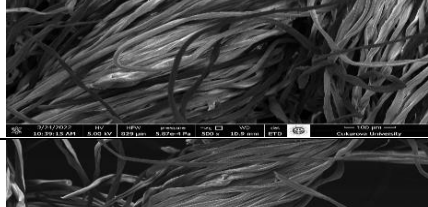
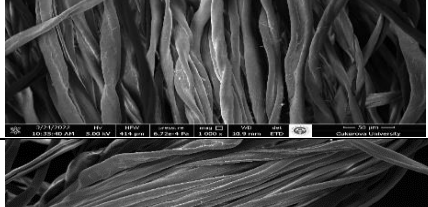
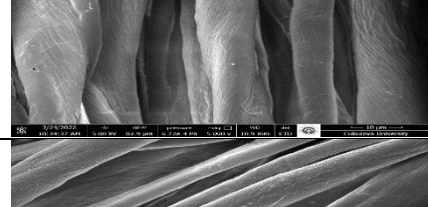
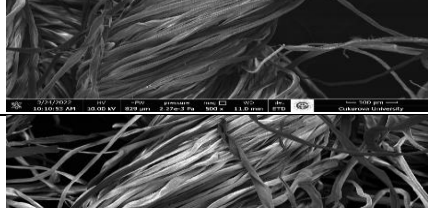
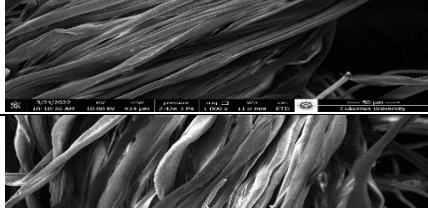
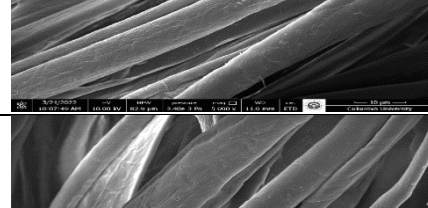

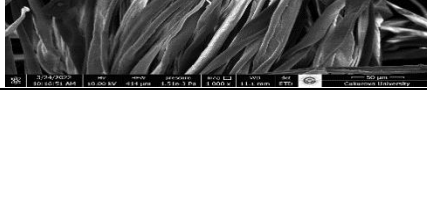
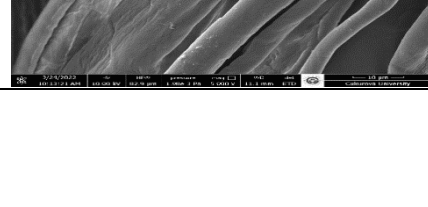
NUMUNE	FİKSE SÜRESİ	RENK	ΔE	Skala değerleri
PK	10 Dakika ile 6 Dakika	C	3,64	3
		M	2,79	3/4
		Y	1,81	4
		K	2,48	3/4
P12	10 Dakika ile 6 Dakika	C	2,51	3/4
		M	2,86	3/4
		Y	3,09	3
		K	0,38	5
P30	10 Dakika ile 6 Dakika	C	1,73	4
		M	0,72	4/5
		Y	1,35	4
		K	0,48	4/5

Çizelge 10. Ütü Hashığı Sonuçları

Numune			PK		P12		P30	
			6 dk	10 dk	6 dk	10 dk	6 dk	10 dk
C	Kuru	Hemen sonra	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
		4 saat sonra	5	5	5	5	5	5
	Nemli	Hemen sonra	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
		4 saat sonra	5	5	5	5	5	5
	Islak	Hemen sonra	3	3	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
		4 saat sonra	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5
M	Kuru	Hemen sonra	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5
		4 saat sonra	5	5	5	5	5	5
	Nemli	Hemen sonra	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
		4 saat sonra	5	5	5	5	5	5
	Islak	Hemen sonra	3	2/3	2/3	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
		4 saat sonra	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5
Y	Kuru	Hemen sonra	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5
		4 saat sonra	5	5	5	5	5	5
	Nemli	Hemen sonra	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
		4 saat sonra	5	5	5	5	5	5
	Islak	Hemen sonra	3	3	2/3	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
		4 saat sonra	4/5	4/5	5	5	5	5
K	Kuru	Hemen sonra	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5
		4 saat sonra	4/5	5	5	5	5	5
	Nemli	Hemen sonra	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
		4 saat sonra	4/5	4/5	5	5	5	5
	Islak	Hemen sonra	2/3	2	3	$\frac{3}{4}$	3	3
		4 saat sonra	4/5	4/5	5	5	5	5

Çizelge 11'de SEM analizinden elde edilen görüntüler verilmiştir. Büyütme oranları her numune için sabit tutulup, 500, 1000 ve 5000 büyütme oranında görüntüler alınmıştır.

Cizelge11. SEM Analizinden elde edilen görseller

		500x	1000x	5000x
P30	6 dk			
	10 dk.			
P12	6 dk			
	10 dk.			
PK	6 dk			
	10 dk.			

4.SONUÇLAR

Fiziksel test sonuçları değerlendirildiğinde numunelerin iplik kalınlığı arttıkça kumaş kalınlığı ve gramajlarının da arttığı görülmüştür.

Renk farklılıkları ve bu değerlere karşılık gelen gri skala değerleri incelendiğinde ise hammadde ve fikse süresinden daha çok kumaş konstrüksiyonunun etkili olduğu saptanmıştır. SEM görüntüleri incelendiğinde ise 6 dakika fikse süresinde lif yüzeylerinde tespit edilen pütürlü kısımların 10 dakika fikse süresine ait numunelerde kaybolduğu görülmüştür. Bunun sebebi boyarmaddenin life daha çok bağlanması olarak yorumlanmıştır.

Bulgular ışığında deney sonucunda hammaddenin ve dijital baskı işlemindeki fikse süresinin ütülemeye karşı renk haslığı üzerinde kısmen bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Ütülemeye karşı renk haslığında asıl önemli parametre haslığı yüksek reaktif boyarmaddeler kullanılmasıdır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar olarak bu çalışmada, kumaşların temini için verdiği destekten dolayı MAYTEKS Örme Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye, testlerin yürütülmesinde verdiği laboratuvar desteği için Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümüne ve çalışmayı FDK-2018-11302 kodu ile destekleyen Ç.Ü. Bilimsel araştırma projeleri koordinasyon birimine teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

- [1] <https://ekolojist.net/tarih-boyu-surdurulebilirlik-kavrami-aciklamalari/> Erişim Tarihi: 15.06.2022
- [2] https://www.tekstilteknoloji.com.tr/dergiler/kasim_2019/ Erişim Tarihi: 15.06.2022
- [3] Özgüney A. T., İşmal E. Ö., Tekstil Dijital (İnk-jet) Baskı Teknolojisi, 2003. AATCC, Pigment Printing Handbook, 1995. Miles L., Textile Printing, 1994
- [4] İçoğlu H. İ., (2006). Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- [5] Selçuk, E. (2009). Ink Jet Baskıda Kumaşa Uygulanan Ön İşlemlerin Baskı Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. (Yüksek Lisans), Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- [6] Şahin, U. K. Açıkgöz T., H.. (2018). Effects of Binder Solution on Color Fastness of Digital Printed Cotton Fabric. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 460, 012038. doi:10.1088/1757-899x/460/1/012038.
- [7] Kasikovic, D.N., Vladić G., Klančnik M., (2011), Influence Of Heat Treatment On Characteristics Of Inkjet Prints On Textile Material. Journal Of Graphic Engineering And Designv.: 2: P. 24-30.

SÜLFÜR BOYARMADDE İLE BOYANAN DENİM KUMAŞLARDA HASLIK İYİLEŞTİRİCİ ÇALIŞMALAR

¹**Serdal SIRLIBAŞ**, ¹Deniz CİVAN YİĞİT, ²Serin MEZARCIÖZ
¹BOSSA Ticaret ve Sanayi İşletmeleri T.A.Ş, Adana
²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
ssirlibas@bossa.com.tr

ÖZET

Sülfür boyarmaddenin düşük maliyette ve farklı renk paletine sahip olması, tüketicinin taleplerinin bir kısmını sülfür boyalı kumaştan yapılmış ürünlere yönlendirmiştir.

Bu çalışmada; nüansı farklı sülfür boyarmaddesi ile daha etkin ıslatıcılar kullanılarak boyarmadde verimi ve haslık değerleri kıyaslanmıştır. Yapılan denemeler sonrası kumaşlara boyut değişimi, elastikiyet, kalıcı uzama, kopma-yırtılma mukavemeti ve sürtme haslığı testleri uygulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Denim, sülfür boyarmadde, haslık

FASTNESS IMPROVEMENT STUDIES ON FABRICS DYED WITH SULFUR DYEING

ABSTRACT

The low cost of the sulfur dyestuff and the fact that it has a different color palette has directed some of the consumer's demands to products made of sulfur dyed fabric.

In this study; dye yield and fastness values were compared by using sulfur dyestuff with different nuances and more effective wetting agents. After the trials, size change, elasticity, permanent elongation, breaking-tear strength tests, rubbing fastness were applied to the fabrics.

Keywords: Denim, sulfur dyeing, fastness

1.GİRİŞ

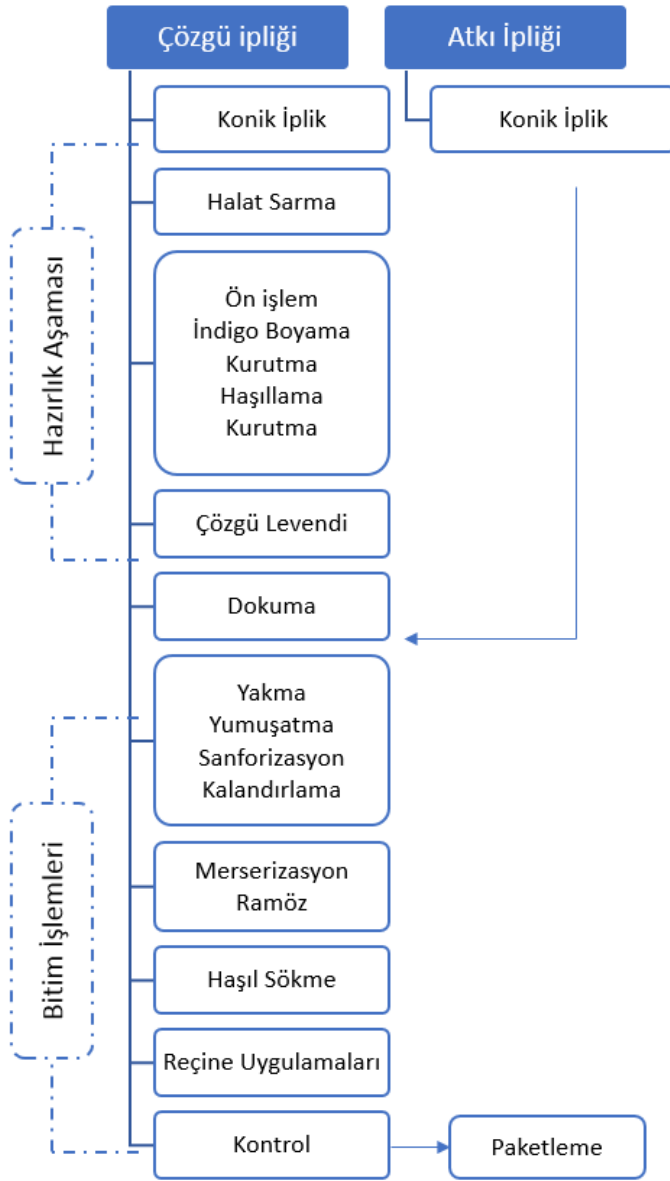
Geçmişte ekonomiklik ve dayanıklılığı için tercih edilen ve günlük yaşantımızda hafta sonları kullanılabilen denim ürünler, artık günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası olmuş, spor kıyafetlerin yanı sıra gece kıyafetlerinde, ayakkabı, terlik ve çanta üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır [1].

Denim kumaş üretimi için uygulanan işlemler, iplik üretimi, halat sarma, indigo boyama, halat açma, haşılama, dokuma, terbiye işlemleri, kalite kontrol ve kumaş sevki gibi kademeleri içermektedir. Denim kumaş üretimi için örnek işlem akış şeması Şekil 1' de verilmiştir [2].

Denim kumaş indigo boyarmadde ile özdeşleşmiş olsa da son yıllarda çözgü ipliği sülfür boyalı olarak dokunmuş ürünlerin de toplam denim ürün grubu içindeki payı artmaktadır.

Sülfür boyarmaddenin düşük maliyette ve farklı renk paletine sahip olması, tüketicinin taleplerinin bir kısmını sülfür boyalı kumaştan yapılmış ürünlere yönlendirmiştir.

Denim sektörü içinde yerini almış ve gün geçtikçe de taleplerin arttığı, çözgüsü siyah sülfür boyanan ve dokunduktan sonra da kumaş olarak tekrar siyah sülfür boyanan kumaştan dikilen ürünler, mekanik ve/veya kimyasal işlemlerle etkilendirilmektedir.



Şekil 1. Denim kumaş üretimi için işlem akışı [2]

2.MATERYAL VE METOD

Çalışmada 3 farklı ıslatıcı ve 2 farklı sülfür boyarmadde kullanılmıştır. Kumaş konstrüksiyonu olarak üretimde yaygın olarak kullanılan bir kumaş türü seçilmiş olup, özellikleri proses şartları ile beraber Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Kumaş özellikleri ve uygulanan proses şartları

Numune adı	Boyarmadde/ıslatıcı türü	Çözgü Ne	Atkı Ne	Tarak No	Tarak Eni (cm)	Mekanik Atkı Sıklığı (tel/cm)
AGM 145-A	160 gr sülfür boya1/ıslatıcı 1	R-Ne 9,5	R-10 Pamuk+ea	64/4	210	16
AGM 155-A	120 gr sülfür boya1 /ıslatıcı 1	R-Ne 9,5	R-10 Pamuk+ea	64/4	210	16
AGM 161-A	120 gr sülfür boya2/ıslatıcı 2	R-Ne 9,5	R-10 Pamuk+ea	64/4	210	16
AGM 162-A	120 gr sülfür boya2 /ıslatıcı 3	R-Ne 9,5	R-10 Pamuk+ea	64/4	210	16
AGM 163-A	120 gr sülfür boya2 /ıslatıcı 1	R-Ne 9,5	R-10 Pamuk+ea	64/4	210	16

*R: Ring ipliği, ea: elastan

Ürün Testlerinin Gerçekleştirilmesi;

Yapılan denemeler sonrası Tablo 2'deki testler kumaşlara uygulanmıştır. Test sonuçları grafiklerle sunulmuştur (Şekil 2-6).

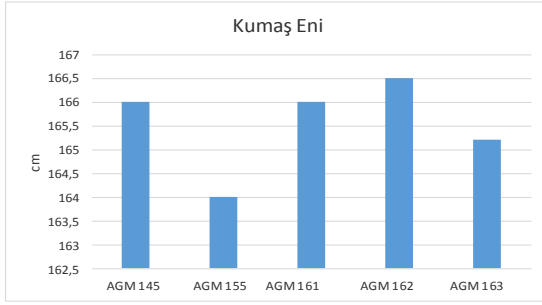
Tablo 2. Test Standartları [3-8]

Test Adı	Birim	Test Standardı
Gramaj	g/m ²	TS 251:1992
Boyutsal değişim	%	AATCC 135:2002
Elastikiyet	%	ASTM D3107-07:2015
Kalıcı Uzama (Growth)	%	ASTM D3107-07:2015
Atkı-Çözgü Kopma Mukavemeti	kg	TS EN ISO 13934-1:2013
Atkı-Çözgü Yırtılma Mukavemeti	gr	TS EN ISO 13937-1:2002
Sürtme haslığı	-	TS EN ISO 105-X12, 2016

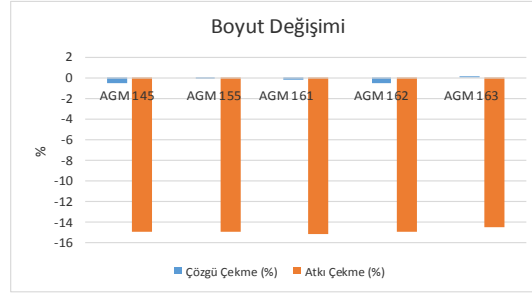
3. SONUÇLAR

3.1. Kumaş eni ve boyut değişimi:

Kumaş eni değişimleri Şekil 2'de, boyutsal değişimler Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 2. Kumaş eni

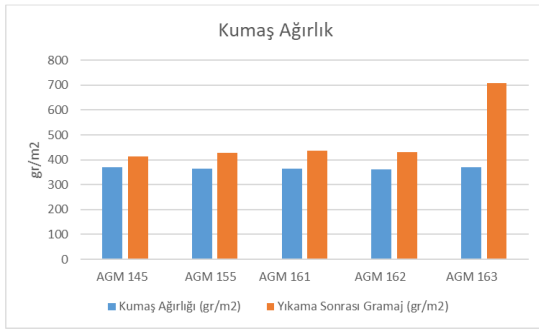


Şekil 3. Boyut değişimi sonuçları

Numunelerin kumaş enleri ve boyut değişimleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır.

3.2. Gramaj:

Gramaj test sonuçları Şekil 4’de verilmiştir.

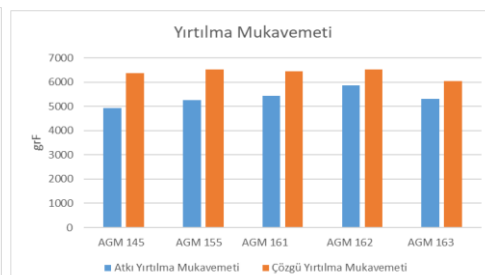
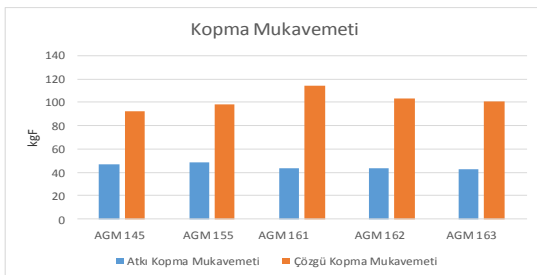


Şekil 4. Gramaj test sonuçları

Yıkama sonrası en büyük gramaj farkı AGM 163 kodlu numunede görülmüştür. Söz konusu bu numunede görülen en daralması bu farkın nedeni olabilir.

3.3. Kopma-yırtılma mukavemeti:

Kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti test sonuçları sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 5. Kopma mukavemeti test sonuçları Şekil 6. Yırtılma mukavemeti test sonuçları

Kumaşların mukavemet değerleri arasında önemli bir fark olmadığı görülebilmektedir. Kumaşların konstrüktif yapısı aynı olduğundan, boyarmadde ve ıslatıcı farkının mukavemet değerlerine çok ciddi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

3.4. Sürtme haslığı:

Sürtme haslığı test sonuçları Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3. Sürtme haslığı test sonuçları

Numune adı	Kuru sürtme	Yaş sürtme
AGM 145-A	3	1
AGM 155-A	4	1/2
AGM 161-A	3/4	1/2
AGM 162-A	3	1
AGM 163-A	4	1

Islatıcı 1 ve 120 gr Sülfür Boyarmadde (1) (AGM 155-A) ile yapılan çalışmada sürtme haslığı en iyi olarak değerlendirilmiştir. Bunun da nedenini dalmanın ve oluşan köpüğün sönmemesinin daha kısa sürede olması olarak açıklayabiliriz. Daha yüksek gramaj ile yapılan boyamada yüzeyde kalan boyarmadde miktarı daha fazla olduğu için sürtünme haslığı daha kötü çıkmıştır.

Sonuç olarak; boyarmadde ve ıslatıcı farkının denim kumaş performans özellikleri üzerinde çok büyük bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Denim kumaş gibi rijit kumaşlarda performansa etki eden en büyük faktör kumaş konstrüksiyon yapısıdır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK (TEYDEB) tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 3190159

KAYNAKLAR

[1] Bağırın, İ.C., (2011), Denim Yıkamada Karşılaşılan Sorunlar ve Bunlara Yönelik Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği, Anabilim Dalı, İzmir, 293.

- [2] Üstüntağ, S., (2018), Denim Kumaşlara Uygulanan Kaplama Proseslerinin Taguchi Metodu ile İncelenmesi. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri, 135.
- [3]ASTM D3107-07:2015. Standard test methods for stretch properties of fabrics woven from stretch yarns
- [4]AATCC 135. Test method for dimensional changes of fabrics after home laundering. 2002.
- [5] TS 251. Determination of mass per unit length and mass per unit area of woven fabrics. 1992.
- [6]TS EN ISO 13934-1: 2013. Textiles - Tensile properties of fabrics- Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method.
- [7] TS EN ISO 13937-1: 2002. Textiles - Tear properties of fabrics- Part 1: Determination of tear force using ballistic pendulum method (Elmendorf).
- [8]TS EN ISO 105-X12, 2016. Tekstil-Renk Haslığı Deneyleri-Bölüm X12: Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Tayini.

PARÇA BOYANMIŞ MAMULLERDE OZON VE HİDROFİL SİLİKON YUMUŞATICI İŞLEMLERİNİN RENK ÜZERİNE ETKİSİ

Caner TAŞOĞLU^{1,2}, Berrak Buket AVCI², Gökhan ERKAN

¹FG Tekstil A.Ş. Gaziemir, İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü,
Buca, İzmir
caner.tasoglu@fggroup.com.tr

ÖZET

Ozon işlemi, ekonomik ve ekolojik açıdan son zamanlarda denim yıkama işletmelerinde sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle sektörün en önemli sorunlarından olan geri boyamayı ortadan kaldırmada çok etkili olmaktadır. Bu çalışmada reaktif boyarmadde ile parça boyama yapılmış non-denim kumaşlarda hidrofil silikon yumuşatma işlemi ile birlikte ozon işleminin renk üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 3 farklı tipteki dokuma kumaşlar Lava Dye Yellow GLF ve Lava Dye Red GLF (Dystar) reaktif boyarmaddelerle 3 farklı konsantrasyonda (% 1, 3 ve 5) boyanmıştır. Boyanan mamullere 4 farklı proses uygulanmıştır. İşlem görmüş mamullerin renk ölçümleri Konica-Minolta 3600 D (D65, 10°) spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri sonucunda elde edilen, örneklere ait CIEL*a*b*C*h ve K/S değerleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reaktif boyama, Hidrofil silikon, Ozon, Efekt, Tüy enzim

THE EFFECT OF OZONE AND HYDROPHIL SILICONE SOFTENER TREATMENTS ON COLOR OF PAINTED PRODUCTS

ABSTRACT

Ozone treatment has recently been used frequently in denim washing companies in terms of economic and ecological aspects. It is very effective in eliminating back-staining, which is one of the most important problems of the sector. In this study, the effects of ozone treatment on color along with hydrophilic silicone softening on non-denim fabrics that were piece dyed with reactive dyestuffs were attempted to be determined. For this purpose, 3 different types of woven fabrics were dyed with Lava Dye Yellow GLF and Lava Dye Red GLF (Dystar) reactive dyestuffs at 3 different concentrations (1, 3 and 5%). Four different processes were applied to the dyed products. Color measurements of the treated products were performed in a Konica-Minolta 3600 D (D65, 10°) spectrophotometer. The CIEL*a*b*C*h and the K/S values of the samples obtained as a result of color measurements were examined.

Keywords: Reactive dyeing, hydrophilic silicone, ozone, effect, biopolishing enzyme

1.GİRİŞ

Hazır giyim ve moda sektörü sanayileşme süreci ile başlayarak ülkelerin büyüme ve kalkınmalarında etkili olan, emek yoğun sektör olarak sağladığı istihdam imkanı, yapılan üretimler ile diğer sektörlerle olan etkileşimi ve uluslararası ticaretteki ağırlığı nedeniyle gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınmalarında büyük rol oynamaktadır. Makineleşme ile kumaşın daha kısa zamanda daha ucuza mal edilmesi gibi üretim şekillerinin değişimi ile üretim kapasitesi artmış ve tüketim şekilleri de değişmiştir. Kumaş ve giysi üretimini daha hızlı ve daha ucuz ulaşılabılır bir düzeye getirmiştir [1].

Sürekli ve hızla değişen moda döngüleri, müşteri isteklerinin artması ve çeşitlenmesine neden olmuştur. Değişim ve çeşitlenme hızının sürekli arttığı tüketici talebine cevap vermek üzere hızlı moda kavramı oluşmuştur [2]. Hızlı moda ürünlerinin az sayıda, çok çeşitli, daha düşük fiyatlı ve yenilenme süresinin kısa olması tüketiciyi sürekli olarak yeni moda ürünleri talep etmeye yöneltmektedir [3]. Hızlı moda kapsamında müşteri isteklerinin artması ve hızla değişmesi üreticilerin kısa sürede yeni koleksiyonlar oluşturmak için yeni arayışlara girmesine neden olmuştur. Parça boyama, bu anlamda üreticilere ve tüketicilere cevap verebilecek hızlı ve etkili yöntemlerden biri olarak görülebilir.

Tekstil üretim ve hazır giyim sektöründe aktif bir rol oynayan ülkemizde üretime bağlı olarak lif ve boyarmadde tüketimleri sürekli yükselmektedir. Burada en büyük tüketim payına sentetik lifler sahipken bunu geniş bir pamuk üretim alanına sahip olan ülkemizde pamuk lifi takip etmektedir. Pamuk lifinin boyanmasında reaktif boyarmaddeler dışında direkt, kükürt, azoik ve küp boyarmaddeleri de kullanılmasına rağmen sahip oldukları üstün boyama özelliklerinden dolayı reaktif boyarmaddeler, pamuklu kumaşların boyanmasında yaygın olarak kullanılan temel boyarmadde grubudur [4].

Parça boyama geleneksel üretim yöntemlerine göre daha kısa sürede gerçekleştirilerek; hızlı moda trendlerine hızla cevap veren bir terbiye işlemidir. Yün, pamuk, naylon, ipek, akrilik, polyester karışımı kumaşlardan üretilmiş giysilere uygulanabilmektedir. Ancak boyar maddelerin etkin kullanım nitelikleri açısından çoğunlukla pamuklu dokuma veya örme kumaşlardan üretilmiş giysiler de kullanılan bir tekniktir [5].

Reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasıyla ilgili yapılan çalışmalar, genellikle, istenilen renk ve haslık değerlerine sahip boyamaların uygun maliyet ile gerçekleştirilmesinde yoğunlaşmaktadır. Farklı fonksiyonellikteki boyarmaddelerin geliştirilmesi, tuz kullanımının azaltılması ve atık suların geri kazanımı, su yerine başka çözücü ortamlarda veya karbondioksit ortamında susuz boyama yapılması gibi konularda çeşitli çalışmalar literatürde önemli bir yere sahiptir. Ancak parça boyama yapılmış non-denim ürünlere, yeni trendlere uygun olarak kullanılmış görüntü vermek için boyama sonrası yapılan işlemler hakkında literatürde bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Parça boyama yapılmış ürünlere giyilmiş görünümü vermek için kullanılan başlıca yıkama yöntemleri; taş yıkama, enzim yıkama, deterjan, tuşe için yumuşatma işlemleridir. Günümüzde sürdürülebilir, çevreye duyarlı üretim anlayışının yaygınlaşması ile birlikte, işletmeler oksidatif ağartıcılar (sodyumhipoklorit vb.) ve ponza taşı gibi silikat içerikli ve atık yükü fazla malzemeleri kullanmamaya başlamışlardır. Denim yıkama işletmelerinde uzun zamandır özellikle geri boyamayı ortadan kaldırmak için kullanılan kuru ozon yöntemi ve ağartma

proseslerinde kullanılan yaş ozon yöntemleri, parça boyalı non-denim ürünlere kullanılmış görüntü vermek için alternatif oluşturmaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Yapılan deneysel çalışmada 3 tip dokuma kumaş kullanılmıştır. Bu kumaşların bir tanesi pamuk/elastan, diğerleri ise pamuk esaslıdır.

Çalışma kapsamında;

1. %100 Pamuk (Kod.A1)
2. %100 Pamuk (Kod.A2)
3. %97 Pamuk / %3 Elastan (Kod.A3)

Kumaşların kasar işlemi yapılmış, boyamaya hazır durumdadır. Her bir kumaştan parça boya yapılmak üzere 24'er adet 25*60cm paça hazırlanmıştır. Kumaşlar ve özellikleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Numune kumaşların teknik özellikleri

KUMAŞ KOD	ELYAF	ÖRGÜ	GRAMAJ(oz)	EĞİRME SİSTEMİ
A1	%100 CO	3/1 Z	16,45	OE
A2	%100 CO	3/1 Z	11,50	OE
A3	%97CO, %3 EL	4/1 Saten Leno	7,23	RİNG

2.2 Metot

Tüm paçalar 60 °C'de 1 gr/lt ıslatıcı ile 5 dakika süreyle ön işlemde geçirilmiş ardından soğuk durulama yapılmıştır. Böylece mevcut olabilecek safsızlıklar giderilmeye çalışılmıştır. Ön işlemler ve parça boyama işlemleri aynı makinelerde yapılmıştır. Parça boyama işleminde farklı yapı ve fonksiyonelliklere sahip iki farklı reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Bu boyarmaddeler;

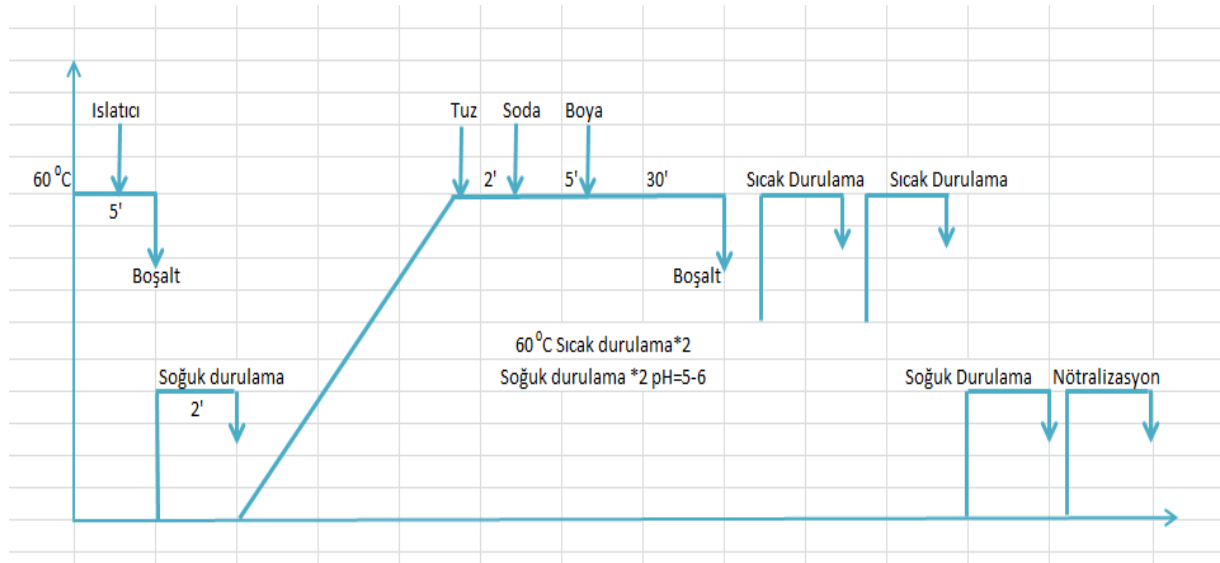
- Lava Dye Red GLF (MFT/VS)
- Lava Dye Yellow GLF (VS) dir.

Her iki boyarmadde de kromofor grup olarak azo grubu (-N=N-) içermektedir. Lava Dye Red GLF reaktif grup olarak bifonksiyonel vinilsülfon ve monoflortriazin gruplarını içerir ve lif ile yer değiştirme reaksiyonu vermektedir. Lava Dye Yellow GLF ise reaktif grup olarak monofonksiyonel vinilsülfon içermekte ve bu reaktif grup, lif ile katılma reaksiyonu vermektedir.

Numunelerin ön işlem ve parça boyama işlemleri Şekil 1'de gösterilen proseslere göre yapılmıştır. Kullanılan boyarmaddeler, kimyasallar ve oranları Tablo 2'de gösterilmiştir. Ön işlem sonrası pamuk-elastan ve saf pamuk paçalar sarı ve kırmızı olmak üzere 2 farklı renge

boyanmıştır. Boyarmadde derişiminin çalışmadaki etkisini gözlemek için her iki renkte %1-%3-%5 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda çalışılmıştır.

Parça boyama uygulamaları, çektirme yöntemine göre çalışan Tolkar Miracle 40 tamburlu numune yıkama-boyama makinesinde 60 °C'de yapılmıştır. Bu makinelerde su seviyesinin tamburu geçmesi ve düzgün bir su sirkülasyonunun olması için en az 20 lt su alınması gerekmektedir. Uygulamalarda flotte oranı 1/10 olarak çalışılmış ve boyanacak paçaların miktarı dolgu kumaşlar ile 2 kg olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 1.Ön işlem ve reaktif boyama işlemi

Boyama sonrası art işlemler aşağıda belirtilmiştir:

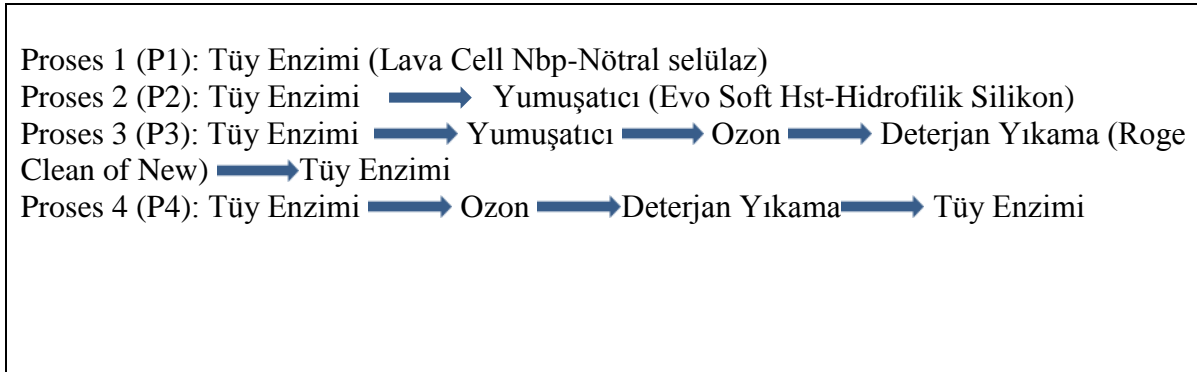
- 60 °C'de 2 dakika durulama
- 60 °C'de 2 dakika durulama
- Soğuk durulama 2 dakika
- Nötralizasyon 1 gr/lt asetik asit pH:5-6 2 dakika

Boya durulamaları tamamlanan paçalar numune tipi santrifüj makinesinde 850 rpm'de 5 dakika sıkılmış ve 45 dakika Tolkar firmasına ait TCKM 60 numune kurutma makinesinde 80 °C'de kurutulmuştur.

Tablo 2. Reaktif boya reçetesi

KİMYASAL	KULLANIM MİKTARI (gr/lt)					
	Lava Dye Red Glf			Lava Dye Yellow Glf		
Boyarmadde	1%	3%	5%	1%	3%	5%
Tuz (NaCl)	50	70	100	50	70	100
Soda	20	20	20	20	20	20
Asetik Asit	1	1	1	1	1	1

Boyama sonrası numunelere 4 farklı proses uygulanmıştır. Uygulanan proseslerin akış diyagramları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Uygulanan proseslerin akış diyagramları

Tüy enzim işlemi tüm proseslerde 2 gr/lt konsantrasyonda 50 °C’de 7 dakika süreyle uygulanmıştır. Selülaz enziminin aktivitesini düşürmemek için buhar alınıp, sıcaklık 50 °C’ye ayarlandıktan sonra enzim flotteye ilave edilmiştir. İşlem sonunda ise, enzim aktivitesini durdurmak için buhar alınarak sıcaklık 70-80 °C çıkartılmıştır. Ardından 2 dakika soğuk durulama işlemi uygulanmıştır.

Proses 2 ve 3’te uygulanan yumuşatma işlemi için hidrofil silikon kullanılmıştır. Uygulama 40 °C’de, 1 gr/lt asetik asit ile pH:5-5,5 ayarlanarak 10 gr/lt Evo Soft Hst ile 5 dakika çalışma şeklinde yapılmıştır.

Proses 3 ve 4'te yapılan ozon işlemi 1000 g/s ozon üreten Jeanologia G2 ozon makinesi ile 100 g/Nm³ ozon gazı ile 20 dakika çalışma şeklinde uygulanmıştır. Ozon işlemi sonunda 15 dakika hava tahliyesi yapılarak ozon konsantrasyonu 0,1 ppm düşürülmüştür.

Proses 3 ve 4'te uygulanan deterjan işlemi ise optik beyazlatıcı içeren toz formdaki Roge Clean of New (Dystar) ile 50 °C'de 3 gr/lt konsantrasyonda 5 dakika çalışma şeklinde yapılmıştır. İşlem sonrası 2 dakika soğuk durulama yapılmıştır. Tüm proseslerdeki yıkama işlemleri, parça boyama işlemlerinin de yapıldığı Tolkar Miracle 40 tamburlu numune yıkama-boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Kurutma öncesi sıkma işlemi numune tipi santrifüj makinesinde 850 rpm'de 5 dakika yapılmış ve 45 dakika 80 °C'de Tolkar firmasına ait TCKM 60 numune kurutma makinesinde kurutulmuştur.

Tüm numune kumaşların renk ölçümleri Konica-Minolta 3600 D spektrofotometrede 10°'lik gözlemci açısı ile spekular komponent dahil (SCI) edilerek, %100 UV ışık dahil edilerek, D65 gün ışığı altında yapılmış ve L* , a* , b* , C* , h, K/S ve ΔE değerleri incelenmiştir.

Şekil 3'te iki farklı reaktif boyarmadde ile 3 farklı boyama yüzdesinde renklendirilmiş dokuma kumaşların, boyama işlemi sonrası yapılan yıkama proseslerine ait renk kartelası verilmiştir.

Kumaş Türü - Konsantrasyon (%)	Reçete							
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
A3 - % 1								
A3 - % 3								
A3 - % 5								
A1 - % 1								
A1 - % 3								
A1 - % 5								
A2 - % 1								
A2 - % 3								
A2 - % 5								

Şekil 3. Renk Kartelası

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada ilk olarak 2 farklı reaktif boyarmadde kullanılarak non-denim dokuma kumaşlarda parça boyama çalışması yapılmıştır. Boyama işlemi sonrasında uygulanan hidrofik silikon yumuşatıcı ile ozon işleminin renk üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Reaktif boyamada boyarmadde ile selülozik lif arasında, bir alkalinin varlığında, kimyasal reaksiyonla kovalent bağ oluşmaktadır. Bu reaksiyon boyarmaddede bulunan reaktif grup ile selülozun hidroksil (-OH) grupları arasında gerçekleşmektedir. Liflere kovalent bağ ile bağlanmaları nedeniyle reaktif boyarmaddeler mükemmel yaş haslıklara sahiptirler (çalışmada kullanılan reaktif boyarmaddelerin yıkama haslığı:5). Ancak bu yüksek haslık değerleri nedeniyle, reaktif boyalı ürünlere yıkama işlemlerinde efekt kazandırmak çok zor ve hatta çoğu zaman imkansız olmaktadır.

Denim yıkama, parça boyama işletmelerinde uzun yıllardır kullanılan ponza taşları ile reaktif boyalı ürünlerin kısmen efekt alması sağlanabilmektedir. Ancak günümüzde çevreye duyarlı, sürdürülebilir üretim anlayışının yaygınlaşması ile birlikte işletmeler farklı arayışlara girmişlerdir. Bunların başında enzimlerin kullanılması, düşük su tüketimine sahip e-flow püskürtme makinelerinin kullanımı ve ozon sistemlerinin kullanımı gelmektedir. Ozon bilinen en güçlü oksidasyon maddelerinden biri olduğu için çoğu organik bileşiklerle reaksiyon verebilmektedir. Ozonun oksidatif bir madde ve aktif oksijen kaynağı olması, pamuklu kumaşların ve ürünlerin ağartma işlemlerinde hipoklorit, klorit ve hidrojen peroksite alternatif olmasını sağlamıştır. Ozon diğer ağartıcı kimyasallara göre artık madde açığa çıkarmaması, çevreye zararlı olmaması, düşük sıcaklıklarda da etkin olması açısından tekstil ön terbiye proseslerinde avantajlıdır. Yıkamaların ve ağartmaların ozon takviyeli yapılması, enerji ve su tasarrufu sağlamakta, yıkama kimyasallarının kullanımını düşürmekte, yıkama tekrarlarını azaltmakta ve proses sürelerini kısaltmaktadır [6].

Tablo 3. Yıkama işlemleri sonrası CIELab değerleri

PROSES	KOD	L*	a*	b*	C*	H*	K/S
P1	A3 %1 Kırmızı	51.697	46.278	-10.047	47.356	347.751	4.0107
	A3 %1 Sarı	73.823	27.388	63.351	69.018	66.620	4.7045
	A1 %1 Kırmızı	55.695	42.004	-10.256	43.238	346.279	2.7427
	A1 %1 Sarı	74.742	25.108	58.663	63.811	66.829	3.6528
	A2 %1 Kırmızı	49.906	49.943	-10.018	50.938	348.657	5.0250
	A2 %1 Sarı	73.709	29.602	69.014	75.095	66.784	6.0353
	A3 %3 Kırmızı	41.808	51.672	-6.857	52.125	352.441	9.8068
	A3 %3 Sarı	68.590	35.351	72.426	80.593	63.983	10.133
	A1 %3 Kırmızı	46.338	48.516	-8.769	49.032	349.755	6.2050
	A1 %3 Sarı	70.517	31.725	67.132	74.251	64.706	6.9305
	A2 %3 Kırmızı	40.151	54.489	-5.566	54.772	354.167	12.605
	A2 %3 Sarı	68.014	37.825	77.390	86.139	63.953	13.524
	A3 %5 Kırmızı	36.954	52.400	-3.744	52.533	355.913	15.373
	A3 %5 Sarı	65.780	30.223	66.823	73.340	65.663	10.308
	A1 %5 Kırmızı	41.417	50.642	-6.731	51.087	352.429	9.7376
	A1 %5 Sarı	68.263	27.201	62.187	67.876	66.375	6.8445
	A2 %5 Kırmızı	34.568	54.087	-0.854	54.094	359.095	20.877
	A2 %5 Sarı	65.284	32.248	70.886	77.877	65.538	13.128
P2	A3 %1 Kırmızı	51.964	46.018	-9.551	46.998	348.274	3.8997
	A3 %1 Sarı	73.502	28.260	63.704	69.691	66.077	4.8704
	A1 %1 Kırmızı	55.296	42.649	-9.917	43.787	346.911	2.8539
	A1 %1 Sarı	74.702	25.700	58.710	64.089	66.359	3.6570
	A2 %1 Kırmızı	50.473	49.900	-9.960	50.885	348.712	4.8347
	A2 %1 Sarı	73.910	29.794	68.735	74.914	66.565	5.8703
	A3 %3 Kırmızı	42.269	51.771	-6.750	52.209	352.572	9.4987
	A3 %3 Sarı	68.387	36.115	72.663	81.143	63.571	10.402
	A1 %3 Kırmızı	46.520	48.891	-8.549	49.632	350.082	6.1982
	A1 %3 Sarı	70.116	33.059	68.092	75.693	64.103	7.4284
	A2 %3 Kırmızı	40.314	54.994	-5.339	55.253	354.455	12.729
	A2 %3 Sarı	68.205	38.040	77.329	86.179	63.806	13.222
	A3 %5 Kırmızı	36.944	52.765	-3.332	52.870	356.387	15.756
	A3 %5 Sarı	66.283	30.576	66.837	73.498	65.417	9.7148
	A1 %5 Kırmızı	41.569	51.042	-6.487	51.452	352.757	9.7606
	A1 %5 Sarı	68.126	27.837	62.404	68.331	65.960	6.8771
	A2 %5 Kırmızı	35.106	54.130	-1.188	54.143	358.742	19.903
	A2 %5 Sarı	65.480	32.665	70.856	78.023	65.250	12.704

Tablo 3 devamı

PROSES	KOD	L*	a*	b*	C*	H*	K/S	
P3	A3 %1 Kırmızı	55.465	40.694	-9.083	41.695	347.418	3.0985	
	A3 %1 Sarı	74.749	24.797	58.360	63.410	66.979	4.5460	
	A1 %1 Kırmızı	60.134	36.957	-10.348	38.378	344.357	2.2765	
	A1 %1 Sarı	76.793	20.884	50.546	54.690	67.551	3.4291	
	A2 %1 Kırmızı	54.363	44.247	-9.590	45.274	347.771	3.7121	
	A2 %1 Sarı	74.767	26.055	62.768	67.961	67.457	5.5014	
	A3 %3 Kırmızı	45.952	45.621	-5.275	45.925	353.404	8.5440	
	A3 %3 Sarı	69.983	31.755	67.728	74.803	64.880	7.2993	
	A1 %3 Kırmızı	51.007	42.897	-7.049	43.472	350.669	4.6396	
	A1 %3 Sarı	71.990	28.055	61.268	67.386	65.397	5.3422	
	A2 %3 Kırmızı	43.273	49.337	-3.933	49.494	355.442	14.260	
	A2 %3 Sarı	68.676	34.451	72.534	80.300	64.594	10.060	
	A1 %5 Kırmızı	40.710	47.248	-1.769	47.281	357.856	19.012	
	A1 %5 Sarı	68.926	26.858	62.990	68.477	66.907	7.7445	
	A2 %5 Kırmızı	45.566	44.653	-4.664	44.896	354.037	8.5864	
	A2 %5 Sarı	71.062	23.664	56.675	61.417	67.337	5.4411	
	P4	A2 %5 Kırmızı	38.042	49.147	0.487	49.150	0.567	41.619
		A2 %5 Sarı	67.606	29.036	67.047	73.064	66.584	9.9399
A3 %1 Kırmızı		53.700	43.247	-10.470	44.497	346.391	3.2450	
A3 %1 Sarı		74.052	25.055	59.354	64.426	67.114	4.9180	
A1 %1 Kırmızı		57.411	40.057	-11.751	41.745	343.650	2.3438	
A1 %1 Sarı		75.121	22.039	52.785	57.201	67.339	3.7437	
A2 %1 Kırmızı		51.634	47.481	-10.918	48.700	347.050	4.1804	
A2 %1 Sarı		74.163	26.924	64.594	69.981	67.372	5.8579	
A3 %3 Kırmızı		43.272	48.991	-7.087	49.500	351.769	8.0099	
A3 %3 Sarı		68.787	32.486	68.414	75.735	64.600	8.2522	
A1 %3 Kırmızı		48.171	46.062	-9.141	46.960	348.775	5.0921	
A1 %3 Sarı		70.686	28.690	63.198	69.405	65.584	5.8827	
A2 %3 Kırmızı		41.304	52.325	-6.085	52.678	353.367	10.551	
A2 %3 Sarı		68.211	35.283	73.631	81.648	64.396	11.001	
A3 %5 Kırmızı		38.423	50.682	-4.170	50.854	355.297	12.630	
A3 %5 Sarı		67.370	28.177	64.322	70.223	66.343	8.9262	
A1 %5 Kırmızı		43.507	48.448	-7.252	48.987	351.486	7.6994	
A1 %5 Sarı		69.701	24.824	59.062	64.067	67.203	6.1880	
A2 %5 Kırmızı	35.663	52.544	-1.837	52.576	357.998	17.554		
A2 %5 Sarı	66.385	30.305	68.673	75.062	66.188	11.572		

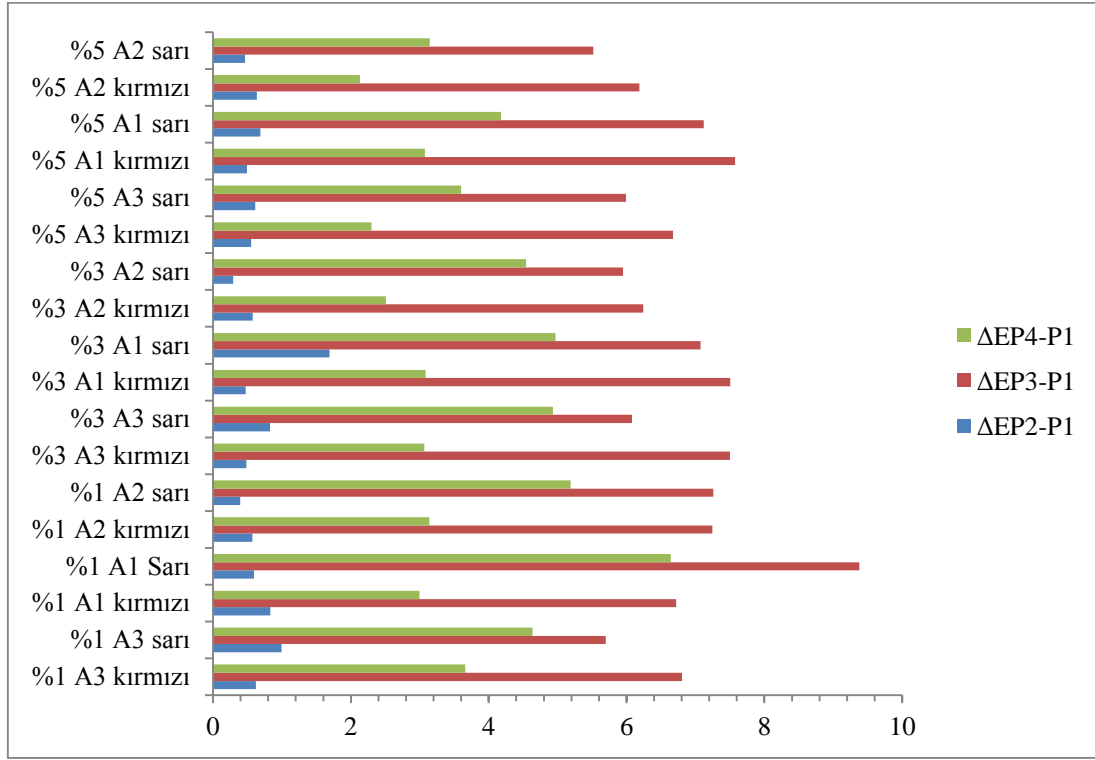
Parça boyama sonrası yapılan yıkama prosesleri P1, P2, P3 ve P4 sonrası ölçülen CIELab değerleri Tablo 3’de ve proses 1 referans kabul edilerek hesaplatılan renk fark değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3 ve Tablo 4’de verilen sonuçlar incelendiğinde; renk tonunda açılma en fazla proses 3’te gerçekleşmiştir. Proses 2’de yapılan yumuşatma işlemi renk tonunu genel olarak tüm renk ve yüzdelerinde kızıla kaydırmıştır. 3. ve 4. prosesler için a* ekseninde tüm renk ve boyama yüzdeleri için değişim negatif yöndedir. Bu nedenle renk yeşile doğru kaymıştır. Ancak proses

3'teki hidrofil yumuşatma sonrası ozon işleminde yeşile kayma daha fazladır. Yumuşatma işlemi (proses 2) parlaklıkta hafif bir artmaya neden olmuştur. Proses 3 ve 4 sonrası kumaşlar matlaşmıştır. Proses 3 daha fazla matlaşmaya neden olmuştur. Ayrıca proses 3 sonrası renk verimindeki azalma diğer proseslere göre genel olarak daha fazladır. Toplam renk farkı değerlerine baktığımızda proses 1'e göre en fazla renk farkı proses 3'te meydana gelmiştir. ΔL_{P3-P1} ve ΔE_{P3-P1} sonuçlarımızı incelediğimizde; renkteki açılma ve toplam renk farkındaki değerlerin Lava Dye Red GLF boyarmadde ile boyanmış numunelerde daha fazla olduğunu görmekteyiz.

Tablo 4. Proses 1 referans alınarak elde edilen ΔE değerleri

KOD	ΔL_{P2-P1}	ΔL_{P3-P1}	ΔL_{P4-P1}	Δa_{P2-P1}	Δa_{P3-P1}	Δa_{P4-P1}	Δb_{P2-P1}	Δb_{P3-P1}	Δb_{P4-P1}	ΔC_{P2-P1}	ΔC_{P3-P1}	ΔC_{P4-P1}	ΔH_{P2-P1}	ΔH_{P3-P1}	ΔH_{P4-P1}	ΔE_{P2-P1}	ΔE_{P3-P1}	ΔE_{P4-P1}
A3 %1 Kırmızı	0,267	3,768	2,003	-0,26	-5,584	-3,031	0,496	0,964	-0,423	-0,358	-5,661	-2,859	0,431	0,252	1,092	0,62	6,805	3,658
A3 %1 Sarı	-0,321	0,926	0,229	0,872	-2,591	-2,333	0,353	-4,991	-3,997	0,673	-5,608	-4,592	0,657	0,417	0,577	0,994	5,699	4,634
A1 %1 Kırmızı	-0,399	4,439	1,716	0,645	-5,047	-1,947	0,339	-0,092	-1,495	0,549	-4,86	-1,493	0,479	1,364	1,949	0,831	6,722	2,995
A1 %1 Sarı	-0,04	2,051	0,379	0,592	-4,224	-3,069	0,047	-8,117	-5,878	0,278	-9,121	-6,61	0,525	0,732	0,527	0,595	9,377	6,642
A2 %1 Kırmızı	0,567	4,457	1,728	-0,043	-5,696	-2,462	0,058	0,428	-0,9	-0,053	-5,664	-2,238	0,049	0,739	1,365	0,572	7,245	3,139
A2 %1 Sarı	0,201	1,058	0,454	0,192	-3,547	-2,678	-0,279	-6,246	-4,42	-0,181	-7,134	-5,114	0,286	0,837	0,745	0,394	7,26	5,188
A3 %3 Kırmızı	0,461	4,144	1,464	0,099	-6,051	-2,681	0,107	1,582	-0,23	0,084	-6,2	-2,625	0,119	0,823	0,592	0,483	7,503	3,063
A3 %3 Sarı	-0,203	1,393	0,197	0,764	-3,596	-2,865	0,237	-4,698	-4,012	0,55	-5,79	-4,858	0,581	1,216	0,839	0,825	6,078	4,934
A1 %3 Kırmızı	0,182	4,669	1,833	0,375	-5,619	-2,454	0,22	1,72	-0,372	0,6	-5,56	-2,072	0,112	1,902	1,366	0,471	7,505	3,086
A1 %3 Sarı	-0,401	1,473	0,169	1,334	-3,67	-3,035	0,96	-5,864	-3,934	1,442	-6,865	-4,846	0,789	0,853	1,097	1,692	7,073	4,972
A2 %3 Kırmızı	0,163	3,122	1,153	0,505	-5,152	-2,164	0,227	1,633	-0,519	0,481	-5,278	-2,094	0,274	1,163	0,753	0,577	6,242	2,506
A2 %3 Sarı	0,191	0,662	0,197	0,215	-3,374	-2,542	-0,061	-4,856	-3,759	0,04	-5,839	-4,491	0,22	0,933	0,65	0,294	5,95	4,542
A3 %5 Kırmızı	-0,01	3,756	1,469	0,365	-5,152	-1,718	0,412	1,975	-0,426	0,337	-5,252	-1,679	0,435	1,691	0,56	0,551	6,675	2,3
A3 %5 Sarı	0,503	3,146	1,59	0,353	-3,365	-2,046	0,014	-3,833	-2,501	0,158	-4,863	-3,117	0,316	1,538	0,852	0,615	5,993	3,601
A1 %5 Kırmızı	0,152	4,149	2,09	0,4	-5,989	-2,194	0,244	2,067	-0,521	0,365	-6,191	-2,1	0,294	1,346	0,822	0,493	7,573	3,075
A1 %5 Sarı	-0,137	2,799	1,438	0,636	-3,537	-2,377	0,217	-5,512	-3,125	0,455	-6,459	-3,809	0,495	1,083	0,953	0,686	7,122	4,181
A2 %5 Kırmızı	0,538	3,474	1,095	0,043	-4,94	-1,543	-0,334	1,341	-0,983	0,049	-4,944	-1,518	0,333	1,326	1,021	0,635	6,186	2,132
A2 %5 Sarı	0,196	2,322	1,101	0,417	-3,212	-1,943	-0,03	-3,839	-2,213	0,146	-4,813	-2,815	0,392	1,375	0,865	0,462	5,518	3,144



Şekil 4. ΔE değerleri

ΔE toplam renk farklarını gösteren Şekil 4’te görüldüğü üzere; prosesler arasında en yüksek renk farkı değeri hidrofил silikon yumuşatma sonrası ozon işlemeyle elde edilmiştir.

4.SONUÇ

Geleneksel üretim yöntemlerinde ürünler üretici firmanın sezonun trend renklerinde yüksek metrajlarda boyalı kumaş alması, kumaşın kesilmesi ve üretilmesi ile oluşmaktadır. Ancak hazır giyim sektöründe yaygın olarak kullanılan, üretici firmalara pek çok avantaj sağlayan parça boyama tekniğinde ise ürünler müşteri talebine göre sezonun moda renklerinde, istenen adetlerde boyanabilir.

Reaktif boyarmaddelerin pamuk lifine nüfuzunun kolay olması nedeniyle boyama proseslerinin uzun olmaması; yıkama, sürtünme, ter, renk ve ışık haslıklarının iyi olması; geniş renk paletlerinin olması; sökülüp tekrar boyanabilme özelliklerinin olması; ince veya kalın kumaşlı her tür ürüne rahatlıkla uygulanabilmesi; sıcak (80°C) veya soğuk (60°C) olarak boyanabilmesi gibi özelliklerinden dolayı reaktif boyama en çok tercih edilen boyama çeşididir.

Direkt boyarmaddeler, kükürt boyarmaddeler, pigment boyarmaddeler ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile non-denim ürünlerde etkili boyamalar elde etmek mümkün iken reaktif boyarmaddeler ile düz etkisiz ürünler elde edilmektedir.

Bu çalışmada reaktif boyama sonrası non-denim ürünlere efekt vermek için çevreye duyarlı sürdürülebilir üretim yöntemleri denenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen renk değerlerine

göre, hidrofilye silikon yumuşatma işleme kuru ozon prosesinin etkinliğini artırmaktadır. Bu nedenle reaktif boyama sonrası non-denim ürünlere efekt kazandırmak için kullanılabilereceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Obut, E., Koç, F., (2021), Hızlı Moda Bağlamında Parça Boyama Uygulamaları ve Ürünlerde Oluşan Hata Çeşitliliğinin İncelenmesi, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 117, 495-518.
2. Gürpınar, M., (2010), Hızlı modada koleksiyon tasarımı ve yönetimi Türkiye uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
3. Çalışkan, A., Karacasulu, M., & Öztürkoğlu, Y. (2016), Hızlı Moda Markalarında Çevik ve Esnek Tedarik Zinciri Yönetimi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14/4, 49-74.
4. Usta, C., Özcan, G.,(2021), Mono ve Bi-Fonksiyonel Reaktif Boyarmaddelerle Pamuklu Kumaşların Boyanmasında Tuz Kullanımının Azaltılması ve Organik Tuz Kullanımının Araştırılması, Tekstil ve Mühendis, 28: 122, 100-109.
5. Mahapatra, N., N., (2018), Textile Dyeing, Woodhead Publishing India, New Delhi.
6. Öztürk, D., Eren, H.A.,(2010), Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 15, Sayı 2.

FARKLI DERİŞİMLERDEKİ NAOH ÇÖZELTİSİ İLE MUAMELE EDİLMİŞ ECOCELL® (LYOCELL) ÖRME KUMAŞLARIN DOĞAL BOYAMA EFEKTİNİN İNCELENMESİ

Tuğçe ÖĞÜT, **Tülin KAYA NACARKAHYA**, Kubilay ÖZDEN, Ebru ÇELİKTEN
Karafiber Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Gaziantep, TURKEY
tulin.kaya@karaholding.com

ÖZET

Yarınları tüketilmemiş bir dünyanın oluşması için sürdürülebilir ürünlerin kullanılması giderek önem kazanmış ve tüm dünyada bu konuyu içeren politikalar desteklenmeye başlanmıştır. Bu kapsamda sürdürülebilir lif kullanımı ve sürdürülebilir tekstil boyamacılığının endüstriyel platformlarda kullanımı faydalı bir nitelik taşımaktadır. Bu çalışmada, Ecocell (Lyocell) liflerinden elde edilen ipliklerden üretilmiş olan süprem örme kumaşlara, 9 farklı oranda (%1 - %9) alkali derişimle ile muamele edilmiştir. Farklı oranlarda uygulanan alkali işlem sonrasında, doğal boyar madde olan nar kabukları ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyama işlemi yapılmıştır. Elde edilen % 100 Ecocell elyaf içerikli doğal boyanmış örme kumaşların, boya alım özellikleri (K/S değerleri ve CIEL*a*b* değerleri) tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında, aşınma ve boncuklanma özellikleri analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler; Lyocell, Ecocell®, fibrillenme, doğal boyama, alkali işlem.

INVESTIGATION OF THE NATURAL DYEING EFFECT OF ECOCELL® (LYOCELL) KNITTED FABRICS WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS TREATED WITH NAOH SOLUTION

ABSTRACT

The use of sustainable products has become increasingly important in order to create a world that is not consumed in the future, and policies involving this issue have started to be supported all over the world. In this context, the use of sustainable fiber and sustainable textile dyeing in industrial platforms is beneficial. In this study, single jersey knitted fabrics produced from yarns obtained from Ecocell (Lyocell) fibers were treated with alkaline concentration at 9 different rates (1% - 9%). After the alkali treatment applied at different rates, the dyeing process was carried out according to the mordanting method together with the natural dyestuff, pomegranate peels. Dye uptake properties (K/S values and CIEL*a*b* values) of naturally dyed knitted fabrics with 100% Ecocell fiber content were determined. In addition, abrasion and pilling properties were analyzed within the scope of the study.

Keywords; Lyocell, Ecocell®, fibrillation, natural dyeing, alkali treatment.

1. GİRİŞ

Rejenere selülozik bir lif olan odun hamurundan üretilen lyocell, yenilenebilir, sürdürülebilir ve çevreye zarar vermeyen bir elyaf olarak son yıllarda büyük talep görmektedir. Lyocell, N-Metilmorfolin-N-oksit (NMMO) monohidrat çözeltilisinin bir çözücü madde olarak kullanıldığı kuru ve ıslak eğirme sistemi kullanılarak üretilmektedir [1].

Lyocell lifinin fibrillenme eğilimi diğer selülozik liflere göre daha yüksektir. Lyocell yüksek kristalli yapısı ve kristalitler arasındaki bağlar nedeni ile lifler, esas olarak ıslak aşınma koşulları altında, fibrilasyon olarak bilinen yüzeyde lifli elementlerin lokalize olarak ayrılmasına maruz kalır. Bu fibrilasyon önlenmezse, birbirlerine geçerek tüylenmeye sebep olur. Lyocell liflerinin fibrilasyon eğilimi şişme durumu ile ilişkilidir. Reaktif boyar maddeler lyocell lifinin fibrilasyon davranışı üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Reaktif boyar maddeler selüloz zincirleriyle çapraz bağlanarak, ıslak işleme sırasında fibrilasyonu azaltmaktadır [2].

Kaya ve Atıcı yaptıkları çalışmada (2019), farklı konsantrasyonlardaki alkali ön işlemin, farklı kumaş örgüsündeki (bez ayağı, dimi, saten) %100 lyocell kumaşların fibrilasyon özelliklerinin, sıklık, kalınlık, gramaj, aşınma ve boncuklanma gibi yapısal özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya göre fibrilasyonun alkali işlem sonucu azaldığı ve buna göre aşınma dayanımı artarak, boncuklanma eğiliminin azaldığı tespit edilmiştir [3].

Goswami ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (2007), fibrilasyonun boyamadaki etkisini anlamak için fibrille olmayan lyocell kumaş ve fibrillenmiş lyocell kumaşları farklı tipte reaktif boyalarla boyamışlardır. Boyanan bu numunelerin K/S renk verimliliği ve Uv-V1s değerleri ölçülerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde fibrillenmemiş lyocellin fibrillenmiş lyocell ile karşılaştırıldığında daha yüksek K/S renk verimliliği gösterdiği görülmüş ve uygulanan boya konsantrasyonunun artmasıyla K/S değerlerindeki farkın arttığı gözlemlenmiştir [4].

Umur yaptığı çalışmada (2010), NaOH içeren alkali solüsyon içerisinde fibrilleştirilmiş viskoz, modal, tencel standart ve tencel A-100 liflerinin, fibrilleşme öncesi ve sonrası kopma uzaması ve kopma yükü değerleri ölçülmüş, liflerin yüzey yapıları ve kesit alanları SEM taraması yapılarak incelenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde işlem görmemiş liflerin çekme deneyleri sonucunda tencel standart lifi modül, dayanım, kopma yükü, değerleri açısından birinci sırada yer alırken kopma uzaması değeri açısından en son sırada yer almaktadır. Fibrilleştirilmiş durumda, Tencel-A100 lifi dayanım, kopma yükü, değerleri açısından en iyi şartları sağlarken, kopma uzaması değeri en son sırada yer almaktadır. Fibrilleşme sonrasında da en düşük mukavemet değerleri ve en fazla uzama viskonda görülmüştür. Fibrilleştirme işleminden sonra viskon ve modal lifinden yüzeye çıkan fibrillerin sayısı ve uzunluğu oldukça az olurken tencel standart lifinin yüzeyinde yoğun bir fibrilleşme meydana gelmektedir. TencelA100 lifinin fibrilleşmesi ise yapısında bulunan çapraz bağlama ajanlarından dolayı azdır [5].

Bu çalışmada, Ecocell (Lyocell) liflerinden elde edilen ipliklerden üretilmiş olan süprem örme kumaşlara, 9 farklı oranda (%1 - %9) alkali derişimle ile muamele edilmiştir. Farklı oranlarda uygulanan alkali işlem sonrasında, nar kabukları ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyama işlemi yapılmıştır. Elde edilen % 100 Ecocell elyaf içerikli doğal boyanmış örme

kumaşların, boya alım özellikleri (K/S değerleri ve CIEL*a*b* değerleri) tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında, aşınma ve boncuklanma özellikleri analiz edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, %100 Ecocell® elyafından Ne 30/1 iplik numarasında ring iplik eğirme sisteminde üretilen ipliklerden, tek yataklı örgü makinesinde 32 pus ve 28E (fine) süprem örgü kumaşlar elde edilmiştir. Elde edilen ham Ecocell® kumaşlar, 9 farklı alkali konsantrasyon kullanılarak 90°C 90 dakika ön-işleme tabi tutulmuştur. Alkali konsantrasyonları Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1: Alkali Ön-İşlem Konsantrasyonları

Numune No	Ecocell Kumaş (g)	Kostik Derişim (g/l)	Kostik Miktarı (g)	Flotte Oranı (ml)	Köpük Kesici (g)	Islatıcı (g)	Sıcaklık (°C)	Zaman (dk)
N0 (Ham)	20 gr	0	0	0	0	0	0	0
N1	20 gr	1	0,20	200	0,15	0,05	90	90
N2	20 gr	2	0,40	200	0,15	0,05	90	90
N3	20 gr	3	0,60	200	0,15	0,05	90	90
N4	20 gr	4	0,80	200	0,15	0,05	90	90
N5	20 gr	5	1,00	200	0,15	0,05	90	90
N6	20 gr	6	1,20	200	0,15	0,05	90	90
N7	20 gr	7	1,40	200	0,15	0,05	90	90
N8	20 gr	8	1,60	200	0,15	0,05	90	90
N9	20 gr	9	1,80	200	0,15	0,05	90	90

Nar Kabağı bitki özütlerinden 50 g/l ekstrakte edilerek doğal boyar madde hazırlanmıştır. Alkali işlem görmüş 20 gr Ecocell® kumaşlar %2 şap mordanı ile birlikte mordanlama yöntemi kullanılarak konvansiyonel çektirme yöntemi ile boyama yapılmıştır. 100°C’de 60 dakikada boyama yapılarak, soğuk yıkama ve kurutma adımlarıyla boyama prosesi tamamlanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Birim Ağırlık ve Kalınlık

Ecocell® örme kumaşların gramaj ve kalınlık ölçümleri ise sırasıyla, “ISO 5084 ve ISO 6348” test standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen test sonuçlarına göre kalınlık ve gramajlarda anlamlı bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. Ecocell® kumaşların gramaj ve kalınlık test sonuçları

Numune No	Gramaj (g/m ²)	Kalınlık (mm)
N0	160	0,64
N1	160	0,65
N2	160	0,63
N3	160	0,62
N4	160	0,64
N5	160	0,62
N6	160	0,63
N7	160	0,63
N8	160	0,62
N9	160	0,64

3.2. Aşınma Dayanımı

Aşınma dayanımı testi, Martindale test prensibine göre, TS EN ISO 12947-3 standardına uygun olarak ağırlık kaybı metodu ile gerçekleştirilmiştir. Her bir kumaşın alkali konsantrasyonu dikkate alınarak 1000, 3000 ve 5000 devir olmak üzere üç farklı devir sayısındaki ağırlık

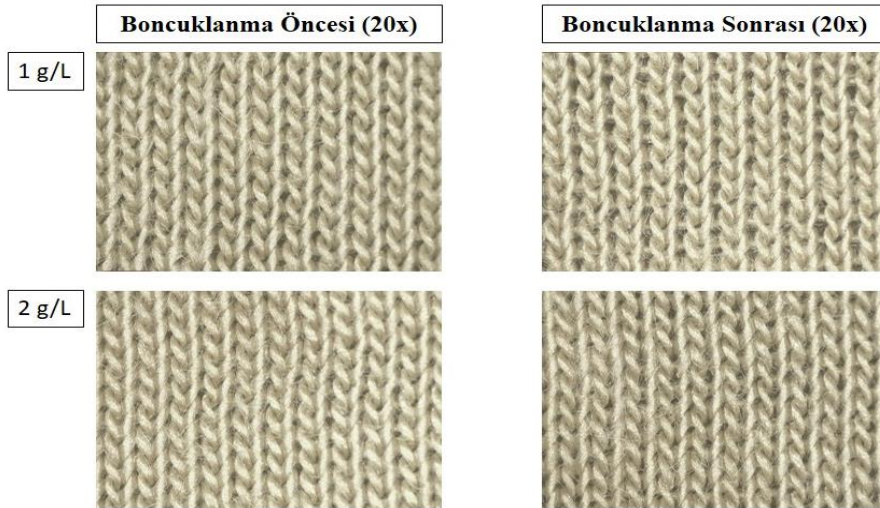
kayıpları belirlenmiştir. Ham kumaşa kıyasla alkali işlem sonrası özellikle 5000 devirde ağırlık kaybının arttığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Ecocell® kumaşların aşınma test sonuçları

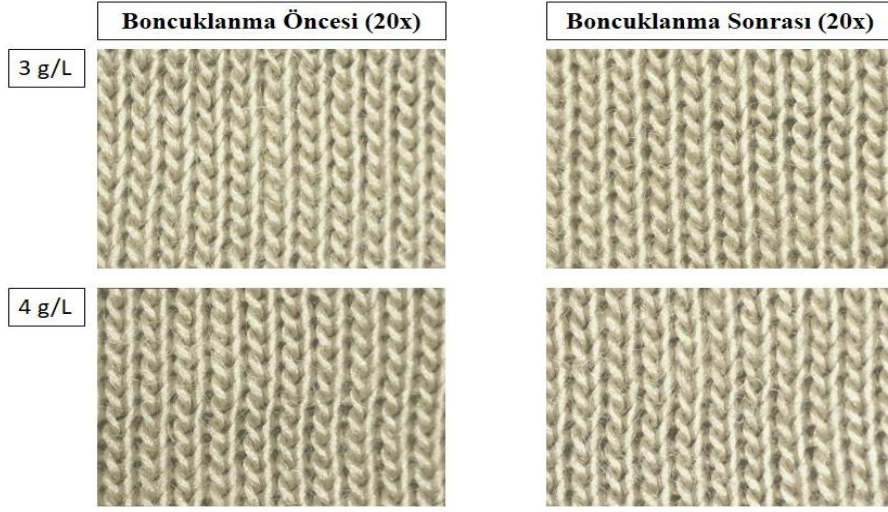
Numune No	Aşınma			
	Başlangıç (g)	1000 devir (g)	3000 devir (g)	5000 devir (g)
N0	0,20	0,20	0,20	0,19
N1	0,21	0,21	0,20	0,17
N2	0,22	0,22	0,20	0,17
N3	0,21	0,21	0,20	0,18
N4	0,20	0,20	0,19	0,18
N5	0,21	0,21	0,20	0,17
N6	0,22	0,22	0,20	0,17
N7	0,21	0,21	0,20	0,18
N8	0,21	0,20	0,20	0,18
N9	0,21	0,21	0,19	0,17

3.3.Boncuklanma

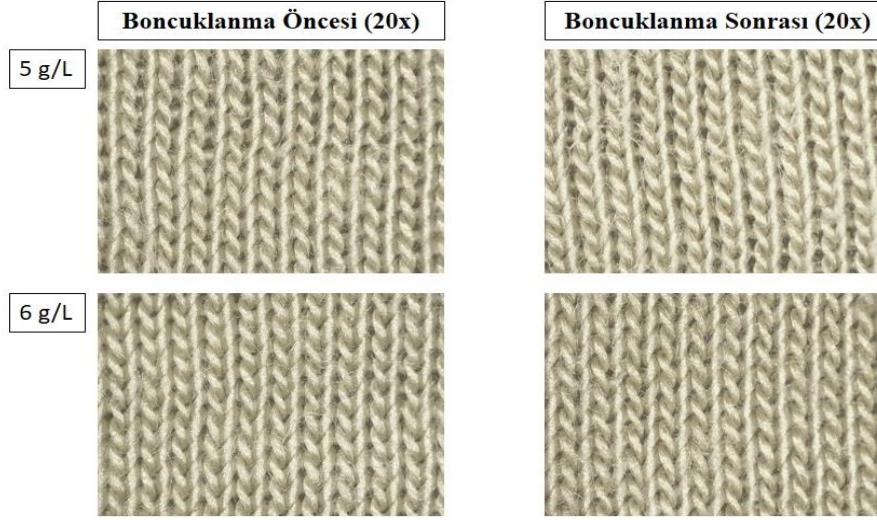
Boncuklanma testi, Martindale test prensibine göre TS EN ISO 12945-2 test standardına uygun olarak 2000 devirde gerçekleştirilmiştir. Test edilen numunelerin yüzey görünümleri Leica marka S9i mikroskop ile 20x büyütme oranlarında incelendiğinde, örme kumaşların boncuklanma derecesinin 4-5 olduğu gözlemlenmiştir. Alkali işlem sonrası fibrillenmenin arttığı buna bağlı olarak boncuklanma eğiliminin fazla olduğu tespit edilmiştir.



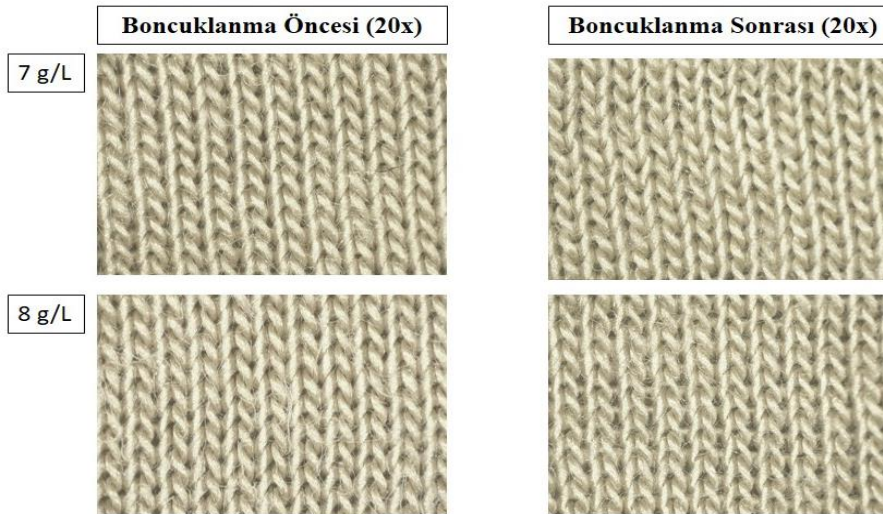
Şekil 1. Boncuklanma Öncesi 1 g/l- 2 g/l ve Boncuklanma Sonrası 1 g/l- 2 g/l



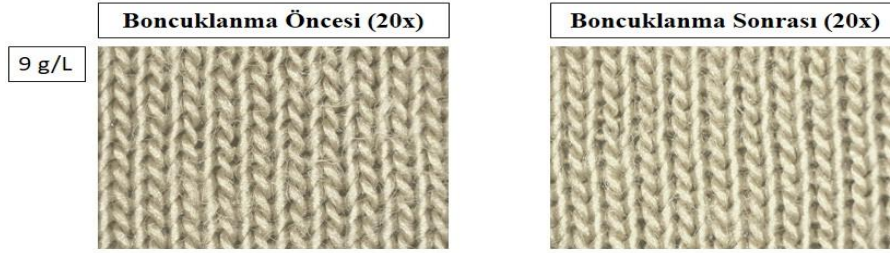
Şekil 2. Boncuklanma Öncesi 3 g/l- 4 g/l ve Boncuklanma Sonrası 3 g/l- 4 g/l



Şekil 3. Boncuklanma Öncesi 5 g/l- 6 g/l ve Boncuklanma Sonrası 5 g/l- 6 g/l



Şekil 4. Boncuklanma Öncesi 7 g/l- 8 g/l ve Boncuklanma Sonrası 7 g/l- 8 g/l



Şekil 5. Boncuklanma Öncesi 9 g/l ve Boncuklanma Sonrası 9 g/l

3.4. Renk Analizleri

Alkali işlem sonrasında, nar kabuğu özütü 50g/l konsantrasyonda hazırlanıp, %2 şap mordanı ile birlikte mordanlama yöntemi kullanılarak, 100°C 60 dakikada boyama işlemi yapılmıştır. Boyanan Ecocell örme kumaş numuneleri 400-700 nm arasında spektrofotometre ile ölçmüştür ve sonuçlar Tablo 4' de gösterilmiştir.

Tablo 4. CIE L*a*b* ve K/S ölçüm değerleri

NaOH Derişim (g/l)	K/S 360 nm		L*	a*	b*	C*	h*
0	-	0,18	90,6	0,07	4,43	4,43	89,0
1	1g/l	8,0	73,8	1,33	39,7	39,7	88,0
2	2g/l	8,0	72,8	2,40	40,4	40,4	86,6
3	3g/l	8,0	73,4	1,97	41,5	41,6	81,3
4	4g/l	8,4	73,0	1,78	39,5	39,5	87,4
5	5g/l	8,1	71,5	2,19	37,6	37,7	86,6
6	6g/l	8,1	75,0	0,85	41,2	41,2	88,8
7	7g/l	10,5	69,6	2,42	39,9	40,0	86,5
8	8g/l	10,9	68,9	2,00	37,3	37,4	86,9
9	9g/l	13,0	67,2	2,46	36,8	36,9	86,2

Renk ölçüm analiz sonuçlarına göre; ham ve boyalı Ecocell® kumaşlar için maksimum absorpsiyon dalga boyunun 360 nm olduğu ve kostik derişimi arttıkça K/S değerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Ecocell® liflerinin fibrillenme özelliklerinin incelemek amacıyla doğal boya ekstraktı olan nar kabuğunun mordanlı (Şap) boyama prosesi gerçekleştirilmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki alkali ön-işlemin, %100 Ecocell® elyaf içeren örme kumaşların fibrilasyon, aşınma ve boncuklanma gibi görünüm; gramaj ve kalınlık gibi yapısal özelliklerine etkilerinin yanı sıra aşınma ve boncuklanma özelliklerinin de etkisi incelenmiştir. Elde edilen verilere göre doğal boyarmadde asit grup boyar maddeler gibi davranış sergilediği için nar kabuğu ile doğal boyama yönteminde, Ecocell® liflerinin fibrilasyon eğilimi artmış, buna bağlı olarak da aşınma dayanımı azalmış ve boncuklanma eğilimi de artmıştır.

5. KAYNAKÇA

- [1] Öztürk H.B., Bechtold T., 2007, Effect of NaOH Treatment on the Interfibrillar Swelling and Dyeing Properties of Lyocell (Tencel) Fibres, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, Vol. 15, No. 5 - 6 (64 - 65).
- [2] Periyasamy P. A., 2012, Effect of Alkali Pretreatment And Dyeing on Fibrillation Properties of Lyocell Fiber, *PMUTP International Conference*.
- [3] Kaya G., Atıcı A., 2019, Alkali Ön-İşlemin Farklı Kumaş Örgüsündeki Lyocell Dokuma Kumaşların Görünüm ve Yapısal Özelliklerine Etkisi, *Journal of Textiles and Engineer*, 26: 113, 52-62.
- [4] Goswami P., Blackburn S. R., Taylor J., Westland S., White P., 2007, Dyeing Behaviour of Lyocell Fabric: Effect of Fibrillation, *Society of Dyers and Colourists*, 123, 387–393.
- [5] Umur Y., 2010, Selülozik Esaslı Liflerde Fibrilleşmenin Kopma Yüğü ve Uzama Oranı Üzerindeki Etkisi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15:1, 121-133.

PAMUKLU DOKUMA KUMAŞLARDA AŞINMA DAYANIMININ KİMYASAL YÖNTEMLERLE İYİLEŞTİRİLMESİ

Gökhan TANDOĞAN, Gülşah ÖZBAŞ DEMİRCİ, Tacettin TOSUN
Kipaş Mensucat İşletmeleri A.Ş. Ar-Ge Merkezi Kahramanmaraş, Türkiye
gtandogan@kipas.com.tr

ÖZET

Geçmişten günümüze önemini muhafaza eden ve küresel ekonominin temel hammaddesinden biri olan pamuk, tekstile, giysiye ve daha pek çok ürüne dönüştürülmek suretiyle insanların zorunlu ihtiyaçlarını karşılayan yenilenebilir bir hammadde kaynağıdır. Aynı zamanda pamuk giysi konforu açısından da kullanıcılar tarafından en çok tercih edilen lifler arasındadır. Ancak pamuk bu avantajlarının yanında sentetik liflerle kıyaslandığında aşınma dayanımı açısından daha zayıf kalmaktadır. Özellikle tekstil formunda kullanım sırasında çeşitli etkilere maruz kalarak bazı fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğrarlar. Şekil değişikliğinden kaynaklanan diz ve dirsek izi gibi şekil deformasyonları, sürtünmeden kaynaklanan boncuklanma, parlama, tüylenme ve aşınma gibi görünüm deformasyonları malzemenin eskimesine ve kullanım ömrünün azalmasına sebep olur.

Bu çalışmada pamuklu dokuma kumaşlarda sürtünmeden kaynaklı aşınma problemini azaltabilmek için terbiye bitim işlemlerinde farklı kimyasal aplikasyonlar uygulanarak aşınma dayanımının iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Özellikle pantolonlarda dizlerde, döşemeliklerde oturma bölgelerinde, gömlelerde ise yaka ve dirsek kısmında oluşan aşınmayı iyileştirmek için yüksek yoğunluklu polietilen ilavesi ile izosiyonat eklenerek kumaş yüzeyinde bir film tabakası oluşturulmuştur. Bitim işlemleri sonrası oluşturulan yeni yüzeyin kopma ve yırtılma mukavemetleri, aşınma dayanımları, martindale pilling ve kumaşların konfor testleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aşınma dayanımı, pamuklu dokuma kumaşlar, izosiyonat, polietilen

IMPROVEMENT OF ABRASSION RESISTANCE OF COTTON WOVEN FABRICS BY CHEMICAL METHODS

ABSTRACT

Keeping its importance from the past to the present and being one of the basic raw materials of the global economy, cotton is a renewable raw material source that meets the essential needs of people by being transformed into textiles, clothing and many other products. At the same time,

cotton is among the most preferred fibers by users in terms of clothing comfort. However, in addition to these advantages, cotton is weaker in terms of abrasion resistance when compared to synthetic fibers. They undergo some physical and chemical changes by being exposed to various effects, especially during use in textile form.

Deformations of the shape such as knee and elbow scars caused by a change in shape, appearance deformations such as pilling, glare, fluffy, and abrasion caused by friction cause the material to become obsolete and reduce its service life.

In order to improve the wear caused especially on the knees of trousers, in the seating areas of upholstery, and on the collar and elbow parts of shirts, a layer of film has been formed on the fabric surface by adding high density polyethylene with the addition of isocyanate. The breaking and tearing strength of the new surface created after the finishing processes, wear resistance, martindale pilling and comfort tests of the fabrics were examined.

Key words: Abrasion resistance, cotton woven fabrics, isocyanate, polyethylene

1. GİRİŞ

Tekstil malzemeleri kullanım sırasında çeşitli etkilere maruz kalarak bazı fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğrarlar. Kullanım ve yıkama gibi etkiler sonucunda malzemelerde bazı fiziksel değişimler meydana gelir. Şekil değişikliğinden kaynaklanan diz ve dirsek izi gibi şekil deformasyonları, sürtünmeden kaynaklanan boncuklanma, parlama, tüylenme ve aşınma gibi görünüm deformasyonları malzemenin eskimesine ve kullanım ömrünün azalmasına sebep olur. Kullanım sırasında tekstil malzemesinin çeşitli kuvvetlere maruz kalması ve kullanım ömrünü etkileyen bu fiziksel değişimlerin oluşması doğaldır. Ancak kullanım alanları dikkate alınarak uygun kumaş ve iplik yapısal parametreleri seçilerek, kumaşın yararlılık süresi uzatılabilir.

Bir dokuma kumaşın kullanım performansı ve aşınma dayanımını etkileyen faktörler, o kumaşı oluşturan lif, iplik ve kumaş özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Lif inceliği, lif uzunluğu, lifin kopma mukavemeti ve lifin eğilme direnci kullanıldığı kumaşın aşınma direncini etkileyen faktörlerdendir. İplik inceliği, iplik bükümü ve ipliğin eğirme sistemi kullanıldığı kumaşın etkileyen temel özelliklerdir. Kumaşın yapısal parametrelerinden atkı ve çözgü sıklıkları, numaraları ve kıvrımlarının yanında kumaşın örgü tipi de kumaşların aşınma direncini etkileyen parametrelerdir. Kumaşın dokunması sırasındaki koşullar, özellikle atkı ve çözgü iplikleri gerginlikleri kumaşın geometrik özelliklerini etkileyen diğer faktörlerdendir.[1]

Kumaşların performans testlerinden özellikle aşınma dayanımları bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Kalaoğlu, F., Önder, E., ve Özipek, B.'nin çalışmasında poliester/yün karışımı ipliklerden 2/2 ve 2/1 dimi örgülerle üretilmiş farklı sıklıklardaki kumaşların aşınma özellikleri incelenmiştir. Çözgü yüzlü 2/1 dimi kumaşların aşınmaya karşı 2/2 dimi kumaşlardan daha dirençli oldukları

bulunmuştur. Yine sık kumaşların, seyrek kumaşlardan daha az aşındıklarını tespit edilmiştir.[2]

Erhan Çeven ve arkadaşları, şenil ipliklerin örme, dokuma ve iplik formunda aşınma özelliklerini incelemiş şenil ipliğin kalınlaştıkça aşınma dayanımının arttığını, aynı şenil iplik numarasında farklı lif inceliğine sahip akrilik hav iplikleri ile üretilen şenil ipliklerin aşınma dayanımları istatistiksel olarak farklı olduğu sonucuna varmışlardır.[3]

Doba Kadem, çalışmasında üç farklı iplik numarası ve üç farklı örgüde ipliği boyalı pamuklu dokuma kumaşlarda ön terbiye sonrası aşındırıcı kumaş etkisiyle numunelerdeki kütle kaybı değerlendirmiş, genel olarak dimi ve panama örgü yapılarında kütle kaybının daha fazla olduğunu görmüştür. Burada numune kumaşlarda en az kütle kaybı, örgü türü olarak genel değerlendirmede bezayağı örgüde görülmüştür.[4]

Kaynak K.H., ve Topalbekiroğlu M., 2008 yılında yapmış oldukları çalışmada pamuklu ipliklerle yedi farklı örgüde dokunmuş kumaşların aşınma dirençlerini incelemişlerdir. Uzun atlamalı, düşük sayıda bağlantıya sahip kumaşların aşınma nedeniyle daha çok ağırlık kaybına uğradıklarını ve aşınma dirençlerinin daha düşük olduğunu bulmuşlardır.[5]

Tekeoğlu ve Kavuşturan akrilik, polyester, pamuk ve viskon olmak üzere dört farklı hammadde kullanılarak üretilen şenil ve makarna fantezi ipliklerin, bu ipliklerden dokunan kumaşların aşınma ve kopma mukavemetine etkilerini inceleyen deneysel bir çalışma sunmuşlardır.[6]

Mohamed ve diğerleri, open-end ve ring eğirme sisteminden elde edilen ipliklerle dokunmuş kumaşların fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması ile ilgili bir araştırma yapmışlardır.[7]

Can iplik özelliklerinin pamuklu bezayağı kumaşların bazı mekanik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma yapmış, %100 pamuklu bezayağı örgü yapısındaki kumaşların kopma, yırtılma ve aşınma mukavemeti üzerinde etkili olan iplik özelliklerini belirlemiştir.[8]

Cankut Taşkın ve arkadaşları, iki farklı numara ve iki farklı bükümde % 100 pamuklu kompakt ve konvansiyonel ring iplikleri üretilerek bezayağı, dimi ve saten dokuma kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Farklı terbiye işlemlerinin, kompakt ve konvansiyonel ring ipliklerinden dokunmuş kumaşların boncuklanma eğilimi üzerine etkilerini incelemişlerdir.[9]

Çalışma kapsamında literatürde yer almayan örgü yapıları farklı %100 pamuklu dokuma kumaşlara benzer derişim miktarlarına sahip birbirinden farklı kimyasal yapılar kullanılarak aşınma direncinin artırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında material olarak kullanım alanı ve örgü yapıları farklı gömleklik, döşemelik ve pantolonluk 3 farklı %100 pamuklu dokuma kumaş kullanılmıştır. Örgü olarak 1/1 bezayağı, 3/1 S gabardin ve Fancy armürlü yapılar üretilmiştir. Üretilen bu kumaşlara hidrofik silikona ilave olarak özellikleri farklı X, Y ve Z yüksek yoğunluklu polietilen ve izosiyonat eklenerek emdirme metodu ile aşınma direncinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

2.2. Metot

Bu çalışmada kullanılan kumaşların özellikleri Tablo 1.de listelenmiştir. Üretilen 3 farklı konstrüksiyonda ki dokuma kumaş Tablo 2.de belirlenen özellikleri farklı apre reçetelerinden emdirme yöntemi ile ramöz'den geçirilerek Tablo 3.de belirtilen proses şartlarında mamul edilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan dokuma kumaşların yapısal özellikleri

Article	Kullanım Alanı	Örgü Tipi	Ham Metrekare ağırlığı g/m ²	Çözü Ne ve kompozisyon	Atkı Ne ve kompozisyon
A	Gömleklik	1/1	110	50/1 Ne Penye Pamuk	50/1 Ne Penye Pamuk
B	Döşemelik	Fancy	313	10/2 Ne Karde Pamuk	10/2 Karde Pamuk
C	Pantolonluk	3/1 S	220	20/1 Karde	30/1 Karde+78 dtex elastan

Tablo 2. Kullanılan apre reçetelerinin içerikleri

Kimyasal yapısı	Reçete 1	Reçete 2	Reçete 3
Hidrofil Silikon	5 g/lt HWT	5 g/lt HWT	5 g/lt HWT
Polietilen	10 g/lt. X	50 g/lt. Y	50 g/lt. Z
İzosiyonat	*	50 g/lt. İzosiyonat	50 g/lt. İzosiyonat

Tablo 1.de ayrıntıları yer alan 3 kumaşın terbiye prosesleri Tablo 2.de ki reçetelerden 120°C'de fularda emdirme yapılarak mamul edilmiştir.

Tablo 3. Üretilen kumaşların terbiye bitim işlemleri bilgileri

Article	Proses	Reçete 1	Reçete 2	Reçete 3
A	Yıkama-Kurutma-Yakma-Merserize-Kurutma-Apre-Sanfor	A1	A2	A3
B	Yakma-Yıkama-Kurutma-Apre-Sanfor	B1	B2	B3
C	Yakma+Haşılısökme-Kasar-Merserize-Kurutma-P/B Boyama-Yıkama-Kurutma-Apre-Sanfor	C1	C2	C3

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında üretilen 3 farklı kumaştan 9 farklı reçete uygulaması yapılmıştır. Her deneme Tablo 3.de belirtilen proses şartlarında mamul edilmiş ve performans ve konfor testleri incelenmiştir.Kumaşların kopma mukavemeti TS EN ISO 13934-1 standardına göre, yırtılma mukavemeti 13937-4 standardına göre titan test cihazında, aşındırma testleri TS EN ISO 12947-3 standardına göre Martindale Kumaş Aşındırma ve Boncuklanma Test cihazında yapılmıştır.Aşındırma testleri sırasında 9 KPa'lık baskı ağırlığı kullanılmıştır.

Tablo 4. Üretilen mamul kumaşların performans testleri

Article	Kopma Mukavemeti		Yırtılma Mukavemeti		Martindale Pilling	Aşınma Dayanımı
	Çözümlü	Atkı	Çözümlü	Atkı		
A1	51,4	34,5	1428	1552	4	6.000
A2	65,3	37,4	2032	1788	4	10.000
A3	60,3	35,4	2099	1587	4	9.000
B1	14,7	10,8	7200	8100	3	18.000
B2	14,2	9,9	8800	9300	3	23.000
B3	14,5	9,5	8200	8500	3	21.000
C1	70,5	27	4900	1890	3	38.000
C2	72,5	28	5200	2000	3	47.000
C3	70,5	27	5000	1900	3	40.000

Üretilen kumaşların aplikasyon sonrası giysi konforuna ve tuşeye etkilerini inceleyebilmek için hava geçirgenliği ve stiffness testleri yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Tablo 5.de verilmiştir.

Tablo 5. Üretilen mamul kumaşların konfor testleri

Article	Hava Geçirgenliği (ISO 12937 -1) 100Pascal 5cm ²	Stiffness (ASTM 4032)
A1	107 mm/s	69 gF
A2	124 mm/s	58 gF
A3	141 mm/s	90 gF
B1	24 mm/s	340 gF
B2	24 mm/s	318 gF
B3	29 mm/s	361 gF
C1	13 mm/s	148 gF
C2	12 mm/s	128 gF
C3	12 mm/s	156 gF

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada pamuklu dokuma kumaşlarda sürtünmeden kaynaklı aşınma problemini azaltabilmek için terbiye bitim işlemlerinde farklı kimyasal aplikasyonlar uygulanarak aşınma dayanımının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için kullanım alanları farklı birbirinden farklı özelliklere sahip üç farklı dokuma kumaş üretilmiş ve bu üretilen kumaşlara 3 farklı reçete ile fularda emdirme yöntemi ile aplikasyon yapılmıştır.

- Aşınma dayanımı test sonuçları değerlendirmesinde; her üç kumaşta da Polietilen miktarının artırılarak izosiyonat ilavesinin aşınma dayanımlarını ciddi oranda iyileştirdiği gözlenmiştir. Her üç kumaş içinde en iyi sonuçlar reçete 2 (B)'de alınırken en kötü sonuç reçete 1 (A) olarak tespit edilmiştir. Reçete 1.de polietilen miktarının düşük olması ve izosiyonat ilave edilmemesi aşınma direncini düşürmüştür.
- Kopma ve yırtılma mukavemetleri test sonuçlarında; gömleklik kumaşın gerek örgü yapısının bezayağı örgüde olması, gerekse de kumaş ağırlığının düşük olması nedeni ile özellikle çözgü ve atkı yönünde iyileştirdiği, diğer örgülerde ise genel olarak
- Martindale pilling test sonuçları değerlendirmesinde; her üç kumaşta da olumlu veya olumsuz bir değişim gözlemlenmemiştir.
- Konfor testlerinden hava geçirgenlik ve stiffness test sonuçlarına göre; reçete içerisine ilave edilen polietilen ve izosiyonat kimyasallarının hava geçirgenliğine olumsuz bir etkisinin olmadığı ancak kumaş sertliği ve dökümlülüğü açısından etkilediği görülmüştür. Buna göre her üç kumaşta da en yumuşak tuşe reçete 2 (B) olarak ölçülmüştür.
- Kumaşların örgü yapısına göre aşınma dayanımı değerlendirmelerinde; en fazla iyileşme Reçete 2 (B) apre uygulamasında ve bezayağı örgüde görülmüştür.

Teşekkür

İplik ve kumaş üretimleri sırasında fabrikada her türlü olanağı sağlayan Kipaş Mensucat A.Ş işletmelerine ve mamul performans ve konfor testlerinin ölçülmesinde Kipaş Mensucat A.Ş Arge Merkezi Laboratuvarına teşekkürlerimizi sunarız.

5. KAYNAKLAR

1. Tayyar E., Sarı F., Yağiz İ., 2018, Gömleklik kumaşlarda yapısal parametrelerin kumaşın aşınma direncine etkileri, The Journal of Textiles and Engineers, Sayı 84.
2. Kalaoğlu, F., Önder, E., Özipek, 2003, B., Influence Of Varying Structural Parameters On Abrasion Characteristics of 50/50 Wool/Polyester Blended Fabrics, Textile Research Journal, 73, 11, 980-984.
3. Çeven E., Özdemir Ö., 2006, Şenil İpliklerde Aşınma Dayanımının İyileştirilmesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, s 1, 127-134
4. Doba Kadem, F., 2007, İpliği Boyalı Pamuklu Kumaşlarda Bazı Fiziksel Özelliklerin Seçilmiş Performans Özellikleri ile İlişkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, s.219.

5. Kaynak, H.K., Topalbekiroğlu M., 2008, Influence of Fabric Pattern on the Abrasion Resistance Property of Woven Fabrics, *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, January / March,16, 1 (66), 54-56
6. Tekeoğlu, O., Kavuşturan, Y., 2011. Şenil ve Makarna Döşemelik Kumaşların Aşınma Dayanımı ve Kopma Mukavemeti, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 4, 336-342
7. Mohamed, M.H, Lord, P.R., 1973. Comparison of Physical Properties of Fabrics Woven from Open-End and Ring Spun Yarns, *Textile Research Journal*, Vol.43 No:3, 154-166.
8. Can, Y., 2004. İplik Özelliklerinin Pamuklu Bezayağı Kumaşların Bazı Mekanik Özelliklerine Etkileri Üzerine Bir Araştırma'. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, s.160, İzmir.
9. Taşkın C.Özgüney A., Özçelik G., 2006. Comparison of Pilling Properties of Cotton Fabrics Woven with Compact and Conventional Ring Spun Yarns After Several Finishing Processes, *Tekstil ve Konfeksiyon*, Sayı 2, 123-127

ATKI KADİFELERDE KARBON VE SU AYAK İZİNİN AZALTILMASI

Serdal SIRLIBAŞ, Merve KAVUZLU
Bossa Tekstil A.Ş., Adana
ssirlibas@bossa.com.tr

ÖZET

Son yıllarda yoğun talep gören atkı kadife kumaşlarla üretilmiş kıyafetlerin model ve tarzlarından esinlenerek bitmiş üründe herhangi bir değişikliğe neden olmadan amaca göre atkı ve/veya zemin iplikte optimum oranda geri dönüştürülmüş elyaf kullanarak ve boya terbiye proseslerini optimize ederek kaynakların daha az tüketilmesini ve dolayısıyla karbon-su ayak izinin düşürülmesini sağlamak.

Anahtar Kelimeler: Fitilli Kadife, Velvet, Spor Giyim, Parça Boyama, Ayak İzi.

REDUCING THE CARBON AND WATER FOOTPRINT OF WEFT VELVET

ABSTRACT

Inspired by the models and styles of the clothes produced with weft velvet fabrics, which have been in high demand in recent years, it has been ensured that energy, water, chemical and time consumptions are reduced by using 20% cycle fiber in weft pile or ground yarn according to the purpose without causing any change in the finished product and by significantly reducing the finishing processes.

Keywords: Corduroy, Velvet, Casualwear, Garment Dyeing, Footprint.

1. GİRİŞ

Atkı kadife kumaşlar genellikle klasik kesim ceket ve pantolon olarak kullanılmaktaydı. Atkı kadife kumaş üretiminin boya terbiye prosesi oldukça uzundur. Kumaşlar mamül hale geldiğinde fitillerin net, bombeli, hav tüylerinin düzenli ve tek yöne sahip olması gerektiğinden terbiye prosesi oldukça uzun olmaktadır. Belli bir hav yönünün olabilmesi için dokuma işleminden sonra her aşamada hav yönüne göre hareket etmek gerektiğinden, bir çok işlem sonrası kumaşların aktarılacak sonraki işleme hazır hale getirilmesi gerekiyordu. Ayrıca konfeksiyona hazır hale getirilmiş kumaşın havlarının düzgün olabilmesi, bombeli olabilmesi için kord kesme işleminden sonra 3-4 defa fırçalama işlemi yapılmaktadır.

Üretici firmanın makine parkı ve tecrübesine göre farklılık gösterse de boyamaya hazır hale getirilmiş ve konfeksiyon sonrası boyanacak atkı kadife kumaşlar ortalama 11, boyalı atkı kadife kumaşlar ise ortalama 14 terbiye prosesinden oluşmaktadır.

Pamuğun üretilmesi sırasında tüketilen yer altı ve yer üstü su kaynakları, pamuklu tekstil ürünlerinin üretimi sırasında sarf edilen su, enerji, hammadde, zaman ve işçilik miktarı oldukça fazladır. Birim üretimde kullanılan her bir maddenin ,enerji ve su miktarının azaltılması çevreye ciddi katkı sağlayacaktır ve karbon ayak izi ile su ayak izi değerlerinin düşürülmesini sağlayacaktır.

Üretimde geri dönüştürülmüş ham madde kullanımı, ve proseslerin azaltılması kalitesizlik riskini ve dolayısıyla kaynak tüketimini azalttığı gibi enerji, su, işçilik, zaman tasarrufu ile karbon ve su ayak izinin düşürülmesini sağlayacaktır.

Sürekli artış gösteren tekstil üretiminde kaynak kullanımının düşürülmesi ve verimli kullanılması ve kullanım ömrünü tamamlayan ürünlerin tekrar üretime dahil edilmesi kaçınılmaz olmuştur.

Literatürde geri dönüştürülmüş liflerden iplik ve kumaş üretimi üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır ancak atkı kadife kumaşlarda kullanımı ve bu kumaş grubunun değişen giyim tarzına göre proseslerinde değişiklik yapılması gerektiğinden hiç bahsedilmemiştir. Peters ve ark. (2015), Tekstilde yaşam döngüsü değerlendirmesinin hammaddeden lif işlemeye, tekstil üretimine, dağıtımına ve kullanımına, bertaraf veya geri dönüşüme kadar çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Dönmez ve Sabır (2019) çalışmalarında, denim kumaşın ön terbiyesinde, merserizasyonda, kostik kullanımının azaltılması ile kumaşın performansında farklılık görüldüğünü belirtmişlerdir. Çalışmada yapılan, LCA analizi ile yapılan kostik tasarrufunun doğadaki karbon ayak izi ölçümlerinin her parametredeki iyileştirme sağlandığı gösterilmiştir. Bu parametrelerden en fazla iyileştirme, Kaynak Tüketimi, Ozon Tabakası İncelmesi ile İnsan Sağlığı Toksisitesi şeklindedir.

Üretimde geri dönüştürülmüş ham madde kullanımı, ve proseslerin azaltılması kalitesizlik riskini ve dolayısıyla kaynak tüketimini azalttığı gibi enerji, su, işçilik, zaman tasarrufu ile karbon ve su ayak izinin düşürülmesini sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Daha önce klasik kesim giyim ürünlerinde kullanılan atkı kadife kumaşlar son yıllarda spor kesim tarzında kullanılmaya devam etmektedir. Atkı kadife kumaşların konfeksiyon sonrası yapılan ard işlemler (parça boyama ve/veya parça yıkama) ve nihai tüketicinin kullanım özelliklerinden yola çıkarak kumaş üretimi sırasında bazı proseslerin devre dışı bırakılması amaçlanmıştır. Çalışmamızda atkı hav ipliği pamuk başta olmak üzere selüloz esaslı elyaflardan üretilen atkı kadife kumaşlar ele alınmıştır.

Klasik kesim olarak kullanıldığında gerek konfeksiyon sonrası gerekse tüketicinin kullanımında parça boyama ve/veya parça yıkama yapılmadığı için kumaşın çözümlenme değerlerinin yüksek olması çok önemli değildi.Fitillerin ezilmemesi için sanfor işlemi yapılmadığı gibi kumaş üretiminde son işlem olarak mamül fırça veya mamül fırça ile birlikte mumlama parlatma işlemi yapılırdı ve apre işlemlerinden itibaren fitillerin ezilmemesi için kumaşlar rolige sarılmak yerine baskı uygulamadan sehpalara yerleştirilirdi.

Spor kesim tarzı ürünlerde , konfeksiyon sonrası parça boyama ve/veya parça yıkama yapıldığı için çözgü çekmelerinin çok yüksek olmaması ve sanfor işleminin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Burada önemli olan kumaşın sanfor yapılmasından ziyade parça boyama ve/veya yıkama yapılmasıdır. Böylece kumaş üretimi sırasında hedef görüntü elde etmek için yaptığımız bazı proseslerin iptal edilmesi ile enerji, su, kimyasal, işçilik ve zaman sarfından tasarruf elde edilmiş olacaktır.

Atkı veya çözgü ipliği harmanında kullanacağımız özellikle geri dönüşürlümlü pamuk kullanımı ile kaynak tükenmesi ve su tüketimi başta olmak üzere bir çok çevresel etkinin değeri düşürülmüş olacaktır.

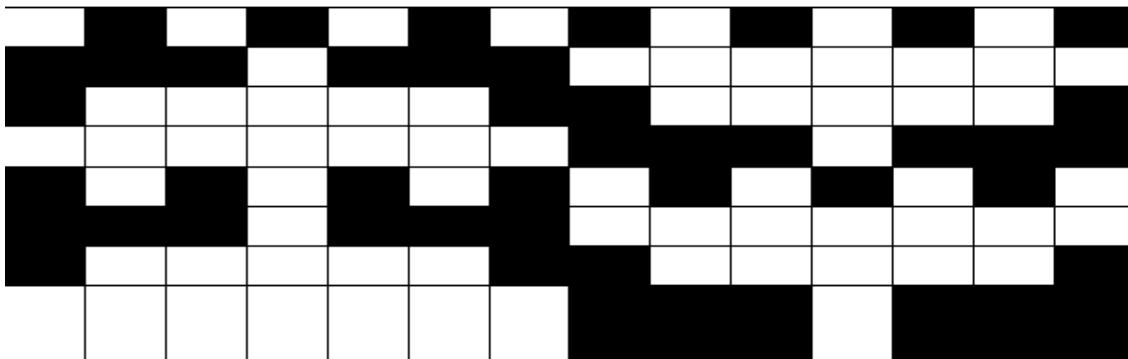
2.1. Materyal

Atkı kadife kumaşlar atkı zemin ipliği, atkı hav ipliği ve çözgü ipliği olmak üzere üç iplikten oluşmaktadır ve her biri için aynı numara ve aynı harmandan oluşabileceği, farklı harman ve numarada iplikler de kullanılabilir. Atkı zemin, atkı hav ve çözgü iplikleri için birden fazla iplik çeşidi kullanılabilir. Kapsamımıza konu olan kumaşların iplik, dokuma , boya Terbiye işlemleri ve mamül kumaş testleri, parça boyama ve parça yıkama işlemleri BOSSA T.A.Ş işletmelerinde yapılmıştır.

Atkı kadife kumaşlar inch'teki fitil sayısına göre adlandırılır. İplik kalınlığı ,örgüde atkı ipliğinin üzerinden atladığı çözgü ipliği sayısı , zemin atkı ipliğinin elastikiyet değeri, zemin bağlantı şekli ,atkı hav ipliğinin bağlantı şekli inch'teki fitil sayısını etkilemektedir. Elastik kumaşlarda boya terbiye ve parça boyama/yıkama işlemlerinde çalışma şartı ve süresi inçteki fitil sayısının değişikliğinde daha çok etkili olmaktadır.

Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Çözgü ve Atkı İplik Numaraları

Çözgü Ne	Atkı Hav Ne	Atkı Zemin Ne	Atkı Sıklık (Tel/cm)	Fitil Sayısı (Adet/inch)
12/1	10/1	10/1	42	8



Şekil 1. Çalışmada Kullanılan Atkı Kadife Kumaşın Örgü Raporu

Çalışmalarımızda % 100 pamuk ile pamuk ve geri dönüştürülmüş pamuk karışımından oluşan iplikler kullanılmıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda çok farklı oranlarda geri dönüştürülmüş elyaf kullanımı ve farklı iş akışları ile üretilen kumaşların değerlendirilmesi sonucu optimum sonucun yaşam döngüsü analiz değerlendirmesi yapılarak iyileşme yüzde değerleri ortaya konulmuştur ancak çalışmalar devam etmektedir. Patent başvurusu olduğu için daha detaylı bilgi verememekteyiz.

2.2. Metot

Yaptığımız çalışmanın Yaşam Döngüsü “Beşikten Mezara” yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Yaşam Döngüsü Değerlendirilmesi (LCA), bir ürünün üretimi ya da bir hizmetin sağlanması sırasında kullanılan hammaddelerin temininden başlayarak, ilgili tüm üretim, sevkiyat, tüketici tarafından kullanım ve oluşan atıkların bertarafını kapsayan yaşam döngüsünün her bir aşamasındaki çevresel etkilerini belirlemek, raporlamak ve denetlemek için kullanılan bir yöntemdir.

Üretim esnasında işletmelerin tükettikleri doğal kaynaklar, harcadıkları enerji, havaya, suya ve toprağa saldıkları her türkü katı sıvı ve gaz emisyonlarının en aza indirilmesiyle gerçekleşen ‘Ürün Sürdürülebilirliği ve Temiz Üretim’ çalışmalarının başlangıç noktası, beşikten mezara /cradle to grave) anlayışıyla yapılan Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi analizleridir. Kaynak ve enerji verimliliği çalışmalarının temelini oluşturan LCA Avrupa’da birçok yasanın oluşumunda etkin bilimsel bir araçtır.

Yaşam döngüsü değerlendirilmesi (LCA) için Simpro yazılımı kullanılmıştır ve veri girişi yapılarak değerlendirme yapılmıştır. Yaşam döngüsü değerlendirilmesinde hesaplanan çevresel etkiler aşağıdaki gibidir,

Ozon Tabakası İncelmesi (Ozone Layer Depletion): Ozon Tabakası İncelmesi, insan kaynaklı emisyonlar (CFC, HCFC, klor, brom vb.) tarafından stratosferdeki ozon miktarının azalmasını ve ozon deliği olarak adlandırılan ozon tabakasının incelmelerini ifade eden bir kavramdır. Ozon tabakasının delinmesi insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerinde kanserojen etki yapmaktadır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çalışmalarında ozon tabakası incelmesi kg CFC-11 eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.

Kaynak Tüketimi (Abiotic Depletion): Kaynak Tüketimi, Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çalışmalarında doğal kaynakların (petrol, demir cevheri vb.) tüketimini ifade eden etki kategorilerinden biridir. Küresel, bölgesel ve yerel etki boyutuna sahiptir ve kullanılan mineral miktarını ve kullanılan fosil yakıt miktarını ifade eder. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çalışmalarında kaynak tüketimi kg Sb (Antimon) cinsinden ifade edilmektedir.

Karasal Ekotoksisite (Terrestrial ecotoxicity): Karasal Ekotoksisite, çevreye salınan toksik maddelerin karasal ekosistem üzerinde yarattığı etkileri ifade etmektedir. Toksik maddelerin etkisini yansıtan Ekotoksisite Potansiyeli (Ecotoxicity Potential) USES-LCA ile hesaplanmaktadır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çalışmalarında Karasal ekotoksisite kg 1,4-DB eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.

Tatlısu Ekotoksisitesi (Freshwater Aquatic Ecotoxicity): Tatlısu Ekotoksisitesi, toksik maddelerin havaya, suya veya toprağa karışımı sonucu Tatlısu ekosistemine olan etkileri

ifade eder. Toksik maddelerin etkisini yansıtan Ekotoksosite Potansiyeli (Ecotoxicity Potential) USES-LCA ile hesaplanmaktadır. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi çalışmalarında tatlısu ekotoksitesi kg 1,4-DB eşdeğeri cinsinden ifade edilmektedir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Harmana %30 geri dönüştürülmüş pamuk ilavesi ve optimum proses sayısı ile üretilmiş olduğumuz 8 fitilli atkı kadife kumaş ile %100 pamuklu ve işletme standart prosesi ile üretilen kumaşın yaşam döngüsü değerlendirilmesi sonucu; ozon tabakası incelmesinde %19,6 , kaynak tükenmesi % 20,4 , karasal yaşam üzerinde toksik etkisi %23,3 , tatlı su yaşamı üzerindeki toksik etkisi %21,9 , toplam su kullanımında % 22 iyileşme sağlandığı görülmüştür.

4. SONUÇ

Konfeksiyon sonrası yapılan ard işlemlerin atkı kadife kumaşta yaratacağı etkiden yola çıkarak birkaç prosesin devre dışı bırakılması ve harmana optimum oranda geri dönüştürülmüş dahil edilmesi ile yaşam döngüsü değerlendirilmesine göre ciddi iyileştirmeler sağlanmıştır. Atkı kadife üretimi yatırımı yapacak olan işletmeler bu yaklaşımdan dolayı bazı makineleri almayarak yatırım ve üretim maliyetini düşürmüş olacaktır.

KAYNAKÇA

- 1.Peters, G.; Svanström, M.; Roos, S.; Sandin, G.; Zamani, B.(2015), Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing; Woodhead Publishing Series in Textiles; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands.
- 2.Uzun D. İ., Sabır C. E. (2019), Denim Terbiye İşletmelerinde Verimlilik Ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Üzerine Deneysel Çalışma, Uçtek Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

ŞANTUKLU İPLİK KALİTESİNİN TAHMİNİ İÇİN MODELLER GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Banu YILMAZ AKYÜREK, İlhami İLHAN

Mersin Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Mersin,
Türkiye
E-mail: banuyilmaza@mersin.edu.tr

ÖZET

Bir fantezi iplik türü olan şantuklu iplikler, tekstil ürünlerine estetik ve tasarım açısından değer katmaktadır. Üretim süreci karmaşık ve yapısı gereği iplik özellikleri üzerinde etkili çok sayıda faktöre sahip olan şantuklu ipliklerin, kalite açısından değerlendirilmesi amacıyla bu faktörlerin iplik özelliklerine etkilerinin araştırılması önemlidir. Bu çalışmada, bir deney tasarımı çerçevesinde üretilmiş %100 pamuk şantuklu ipliklere ait veriler kullanılarak ipliklerin mukavemet, uzama ve tüylülük özelliklerinin tahmini için istatistik ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılmıştır. Geliştirilen modellerin performansları analiz edilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada sonuç olarak, hem regresyon hem de yapay sinir ağları modellerinin tatmin edici düzeyde başarılı tahminler yapabildiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şantuklu iplik, kalite, tahminleme, istatistik, yapay sinir ağları

A STUDY ON DEVELOPING MODELS FOR PREDICTION OF SLUB YARN QUALITY

ABSTRACT

Slub yarns that is a type of fancy yarn, add value to textile products in terms of aesthetics and design. It has a complex manufacturing process and many effective factors on yarn properties, so it is important to investigate the effect of these factors on yarn properties in order to evaluate the quality of slub yarns. In this study, statistical and Artificial Neural Networks (ANN) methods were used to predict the tenacity, elongation and hairiness properties of the yarns by using the data of 100% cotton slub yarns produced according to an experimental design. The performances of the developed models were analyzed and compared with each other. As a result of the study, it has been determined that both regression and artificial neural network models can make satisfactory predictions.

Keywords: Slub yarn, quality, prediction, statistics, artificial neural networks

1. GİRİŞ

Şantuklu iplik, katma değeri yüksek bir fantezi iplik türüdür. Bu ipliğin normal iplikten farkı, rastgele veya önceden belirlenmiş uzunluk ve kalınlıklarda bilerek oluşturulan kalın yerlere sahip olmasıdır. Şantuklu iplikler yaygın olarak içi boş iğli fantezi makineleri, ek şantuk donanımı bulunan ring ve OE rotor iplik eğirme makineleri kullanılarak üretilir. Şantuklu

iplikler, denim ve döşemelik kumaşlarda ve özellikle moda için uygun tekstil ürünlerinin imalatında yaygın olarak kullanılmaktadırlar [1]. Eşsiz yapısı nedeniyle, şantuklu ipliklerin kalitesi genel iplik standartları ile değerlendirilemez. Bu nedenle şantuklu iplikler için özel kalite standartlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada Uster Technologies AG, şantuklu ipliklerin kalite parametrelerini ölçmek için mevcut cihazlara yeni bir yazılım eklemiştir. Firma, yazılımın şantuklu iplikteki olağandışı kütle değişimlerini şantuktan kaynaklı olağan kütle değişimlerinden ayırt edebildiğini iddia etmektedir [2]. Literatürde şantuklu iplik ile ilgili çalışmalar genellikle iplik kalitesi ile tanımlayıcı parametreler arasındaki ilişkiler, şantuklu iplik tanımlayıcı parametrelerinin ölçülmesi (kapasitif ve görüntü analiz yöntemleri) ve iplik kalite parametrelerinin ölçülmesine odaklanmaktadır [3,4,5,6,7,8,9]. Numune üretmeksizin iplik kalite parametrelerinin tahmin edilmesi, şantuklu iplik tasarımında üreticilere kolaylık sağlamaktadır. Şantuklu ipliğin kalite parametrelerini tahmin etmek için daha önce yapılmış çalışmalarda çoğunlukla regresyon analizinin kullanıldığı görülmektedir. Souid ve Cheikrhouchou, lif özelliklerinden ve iplik üretim parametrelerinden şantuklu iplik için “küresel bir iplik kalite indeksi” tahmini üzerine çalışma yapmıştır. Kurdukları Yapay Sinir Ağları (YSA) modelinin iyi bir performans ile doğru tahminler yapabildiğini belirtmişlerdir [7]. Bu çalışmada, şantuklu iplik üretim parametrelerine ait verilerden %100 penye pamuk şantuklu iplik numunelerinin kalite parametrelerini tahmin etmek için çoklu doğrusal regresyon (MLR, Multi Linear Regression) ve yapay sinir ağı modelleri geliştirilmiştir. Daha sonra geliştirilen modellerin performansı değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

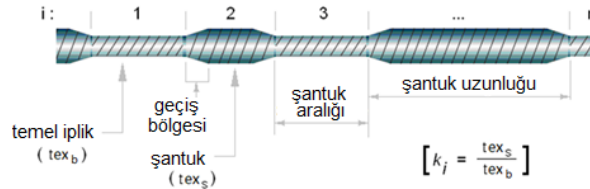
2.1. Veri toplama ve deney tasarımı

İlk olarak, deneysel tasarımda şantuklu ipliğin mukavemeti ve uzaması üzerinde etkisi olabilecek 6 adet bağımsız değişken belirlenmiş, bağımlı değişkenler, kopma kuvveti, kopma uzaması ve tüylülük olarak seçilmiştir (Çizelge 1). Deneysel tasarım matrisine uygun olarak 64 farklı %100 penye pamuk şantuklu iplik örneği üretilmiştir. İplik üretimi 25-27 °C ve %55-60 RH iklim şartlarında gerçekleştirilmiştir. Düşük şantuk uzunluklarında 2 numara ve yüksek şantuk uzunluklarında 4 numara Reinerfürst'ün El 2f LB tipi kopçalar kullanılmıştır. Tüm örnekler için kırıcı çekim 1,15 olarak, toplam çekim ise 30 Ne temel iplik numarası için 9,1-25,0 ve 20 Ne temel iplik numarası için 13,6-37,5 olarak uygulanmıştır. Üretim süresince iğ devri 6000 rpm ve büküm değeri ve iplik numarasına bağlı olarak üretim hızı 6,43-7,95-9,87 m/dk olarak gerçekleştirilmiştir [10]. Hammadde olarak kullanılan pamuk harmanı, penye hattının konvansiyonel açma, harmanlama ve hazırlama işlemlerinden geçirilerek istenilen özelliklerde fitile dönüştürülmüştür [11].

Çizelge 1. Seçilmiş bağımsız ve bağımlı değişkenler [10]

Değişken Niteliği	Sembol	Değişkenler	Birim	Seviye (düşük/yüksek)
Bağımlı	BF	Kopma kuvveti	cN	-
	BE	Kopma uzaması	%	-
	H	Tüylülük	H	-
Bağımsız	SL	Şantuk uzunluğu	mm	50 - 100
	SD	Şantuk aralığı	mm	80 - 150
	SM	Şantuk katsayısı	-	1,75 - 2,75
	RT	Geçiş süresi	ms	60 - 120
	BC	Temel iplik numarası	Ne	20 - 30
	TC	Büküm katsayısı (α_e)	-	3,5 - 4,3

Şantuklu iplik numuneleri, doktora tezi ile bağlantılı 107M134 kodlu TÜBİTAK araştırma projesi desteğiyle elektronik kontrollü şantuk donanımı ile mekatronik olarak modernize edilmiş 56 iğli ring iplik makinasında üretilmiştir. Tüm ölçümler ve kalite testleri standart atmosfer şartları (20 ± 2 0C sıcaklık, $\%65 \pm 2$ RH) altında yapılmıştır. Kalite testleri yapılmadan önce iplik numunelerinin boyutsal parametreleri olan şantuk uzunluğu, şantuk aralığı ve şantuk kalınlık katsayıları fiziksel olarak ölçülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Şantuklu ipliğin yapısı ve boyutsal parametrelerinin şematik gösterimi

Şekil 1’de i iplik bölgelerini temsil eden adım numarası, n bir birimdeki toplam adım sayısı, k_i şantuk kalınlık katsayısı, tex_s şantuklu kısmın doğrusal yoğunluğu, tex_b temel iplik doğrusal yoğunluğuna karşılık gelmektedir. Geçiş süresi temel iplikten şantuğa veya tersine geçiş sırasında geçen süre olarak anlaşılmalıdır. Boyutsal parametrelerin ölçümünden sonra tüm örneklere Çizelge 2’de verilen kalite testleri uygulanmıştır. Analizlerde Çizelge 1’deki faktör seviyelerine sahip toplam 64 iplik örneğinden oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Veri setinin rastgele seçilen 44 adetlik kısmı regresyon analizine ve YSA’nın eğitimine, 10 adetlik kısmı YSA’nın doğrulanması (validation) ve geri kalan 10 adetlik kısmı ise regresyon ve YSA modellerinin test edilmesine ayrılmıştır. Çizelge 2’de görüldüğü gibi, kopma mukavemeti (cN/tex) yerine kopma kuvvetinin (cN) dikkate alınmasının nedeni, şantuklu ipliğin özgün yapısı nedeniyle bilimsel çalışmalarda karşılaştırma için kopma mukavemetinin sağlıklı sonuçlar vermemesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü şantuklu ipliklerde kalın yerlerin fazla olması daha kalın iplik numaraları sağlamakta ancak bu kalınlığın iplik mukavemetine anlamlı bir katkısı olmamaktadır. İplik kopuşları genellikle temel iplik veya geçiş bölgelerinde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla ortalama iplik numarasının kopma kuvveti hesabında kullanılması anlam taşımamaktadır.

Çizelge 2. Şantuklu iplik örneklerine uygulanan kalite testleri [10]

Testler	Cihazlar	İplik Özellikleri Properties	Standart
Numara ölçümü	Numara ölçüm çıkırığı	Ortalama numara (tex)	TS 244 EN ISO 2060
Büküm ölçümü	MesdanLab büküm ölçüm cihazı	Büküm değeri (T/m)	TS 247 EN ISO 2061
Düzgünlük testi	Uster Tester IV	Tüylülük	Uster Standardı
Mukavemet testi	Titan universal mukavemet test cihazı	Kopma kuvveti (cN) Kopma uzaması (%)	TS 245 EN ISO 2062

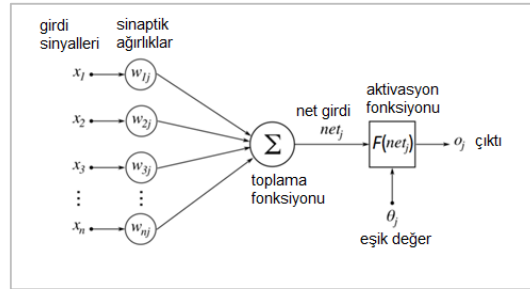
2.2. Doğrusal çoklu regresyon analizi

Regresyon analizi, bir tepki değişkeninin birkaç bağımsız değişkene bağımlılığını ifade etmek için en yaygın kullanılan istatistik yöntemlerden biridir. Regresyon analizinde kullanılan seçilmiş bağımlı ve bağımsız değişkenler Çizelge 1’de verilmiştir. Tüm istatistiksel analizler SPSS 15.0 istatistik yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle, tüm değişkenler için dağılım

grafiği matrisi elde edilmiş ve sonuçlar değerlendirilerek doğrusal çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. MLR analizi kapsamında bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal ilişkinin varlığını sorgulamak için Eşitlik 1’de formülü verilen VIF (Variation Inflation Factor) değeri hesaplanmaktadır. Bağımsız bir değişkenin VIF değerinin 10’dan büyük olması çoklu doğrusal ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Bu çalışmada, çoklu doğrusal ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. En uygun bağımsız değişkenleri seçmek için elverişli bir analiz yöntemi olan stepwise regresyon analizi tercih edilmiştir.

2.3. Yapay sinir ağları

Yapay Sinir Ağı (YSA), insan beyninin çalışma biçimini taklit eden bir yazılım sürecidir. Bir YSA ağı, özellikle belirsizliği yüksek olan sorunları çözmek için uyum içinde çalışan çok sayıda birbirine bağlı işlem elemanından (nöron) oluşmaktadır. YSA, biriktirilmiş bir veri kitlesinden yararlanarak öğrenir ve zamanla yeni veriler eklendikçe öğrenmeye devam ederek algoritmasını günceller. Öğrenme sürecinde, ağ çıktısı ile gerçek değerler arasındaki en düşük hedef hata değerine ulaşmak için ağına sinaptik ağırlıklarını düzenli bir şekilde değiştirmekten ibaret bir öğrenme algoritması kullanılır [12,13,14]. Son yıllarda özellikle Endüstri 4.0 yaklaşımının ve dijital dönüşümün de gündeme gelmesiyle YSA veya genel adıyla “yapay zekâ” büyük önem kazanmıştır [22]. YSA, tekstil ürünlerinin özelliklerini tahmin etmek, hataların tespiti, sınıflandırılması ve analizi, süreç optimizasyonu gibi tekstil üretim süreçlerine ilişkin birçok problemin çözümünde yararlı olduğunu kanıtlamıştır. Bu çalışmadaki YSA modellerinde, Çizelge 1’de sunulan bağımsız değişkenler ağına girdisi, bağımlı değişkenler ise çıktısı olarak kullanılmış ve her bir bağımsız değişken için farklı bir model olmak üzere toplamda 3 model geliştirilmiştir. Bir YSA modelinin genel nöron yapısı Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Genel bir Yapay Sinir Ağı modeli [15]

Gizli katmandaki herhangi bir nörona gelen giriş sinyalleri sırasıyla toplama fonksiyonunda ardından aktivasyon fonksiyonunda işlenir. Bu çalışmada, aktivasyon fonksiyonu gizli katmanda logaritmik sigmoid (*logsig*), çıktı katmanında ise tanjant sigmoid (*tansig*) olarak kullanılmıştır. Nöronun çıktısı olan net_j değerini hesaplamak için Eşitlik 1 kullanılmıştır.

$$net_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i + \theta_j \quad (1)$$

Burada net_j toplama fonksiyonunun çıktısını, i girdi katmanındaki parametrelerin sayısını, j gizli katmandaki nöron sayısını ve θ_j eşik değeri göstermektedir.

$$o_j = F(net_j) \quad (2)$$

Burada o_j bir nöron çıktısını temsil etmektedir. Performans fonksiyonu olarak, Eşitlik 3 ile hesaplanan MSE (Mean Square Error) kullanılmıştır. MSE, sinaptik ağırlıkları ayarlamakta kullanılan hedef çıktı t_j ile ağ çıktısı o_j arasındaki farkların ortalama kare hatasıdır.

$$MSE = \frac{\sum_{j=1}^P \sum_{i=1}^N (t_{ij} - o_{ij})^2}{N \cdot P} \quad (3)$$

Burada o_{ij} j. nörondaki i. veri setine ait ağ çıktısını, t_{ij} j. nörondaki i. veri setine ait hedef ağ çıktısını, P nöron sayısını ve N veri seti sayısını temsil etmektedir. Ağda, sinaptik ağırlıklar, MSE'nin minimum değerine ulaşmak üzere devamlı güncellenmektedir. Geri yayılım (backpropagation) öğrenme kuralı, kademeli azalmaya dayanmaktadır. Ağırlıklar rastgele değerlerle başlatılır ve ardından hatayı azaltacak yönde değiştirilir [12,13,14,15,16]. YSA ağırları modellenmesi MATLAB programı kullanılarak yapılmıştır.

2.4. Model performanslarının karşılaştırılması

Literatürde, çoklu regresyon ve yapay sinir ağı modeli gibi farklı yöntemleri karşılaştırmaya yönelik tahmin performans kriterleri; korelasyon katsayısı (R), ortalama kare hata (MSE), ortalama karekök hata (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) olarak belirtilmektedir. Ayrıca bu çalışmada gözlenen ve beklenen veriler arasındaki uyumun iyiliğini belirlemek için Ki-kare (χ^2) testi de uygulanmıştır [11,15,17,18,19,20, 21].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğrusal çoklu regresyon analizi

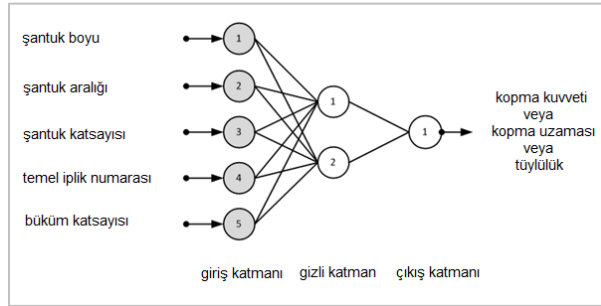
Regresyon analizinde, 44 veri setine çoklu doğrusal ilişki analizi uygulanmış ve tüm VIF değerlerinin kabul edilebilir seviyede (1,012-1,085) olduğu görülmüştür. VIF değeri 10'dan küçük olması değişkenler arasında çoklu doğrusal ilişkinin olmadığına işaret etmektedir [11]. MLR analizi sonucunda elde edilen en iyi modeller ve analiz sonuçları Çizelge 3'te sunulmuştur. Sonuçlara göre, tüm bağımsız değişkenler için geçiş süresinin etkisi $\alpha=0,01$ anlamlılık seviyesinde anlamsız bulunmuştur. Çizelge 3'te verilen 3 regresyon modelinin de $\alpha=0,01$ anlamlılık seviyesinde oldukça güçlü ve anlamlı olduğu görülmektedir. Ancak uzama modeli diğerlerinden daha küçük R^2 değerine sahiptir. Bu modellerin kısıtı, %100 pamuk liflerinden üretilen ve tek tip şantuk içeren ipliklerde kullanılabilir olmasıdır.

Çizelge 3. Çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları

Bağımlı Değişkenler	Bağımsız Değişkenler	Eşitlik	R	R ²	Sig.
Kopma Kuvveti	Temel iplik numarası Şantuk boyu Şantuk aralığı	BF=1014,767-20,197xBC+0,459xSL-0,215xSD	0,986	0,973	0,000
Kopma Uzaması	Büküm katsayısı Temel iplik numarası Şantuk katsayısı	BE=3,835+1,357xTM - 0,066xBC-0,233xSM	0,922	0,850	0,000
Tüylülük	Şantuk katsayısı Temel iplik numarası Büküm katsayısı	H=10,806+1,312xSM-0,124xBC-1,078xTM	0,976	0,952	0,000

Yapay Sinir Ağları analizi

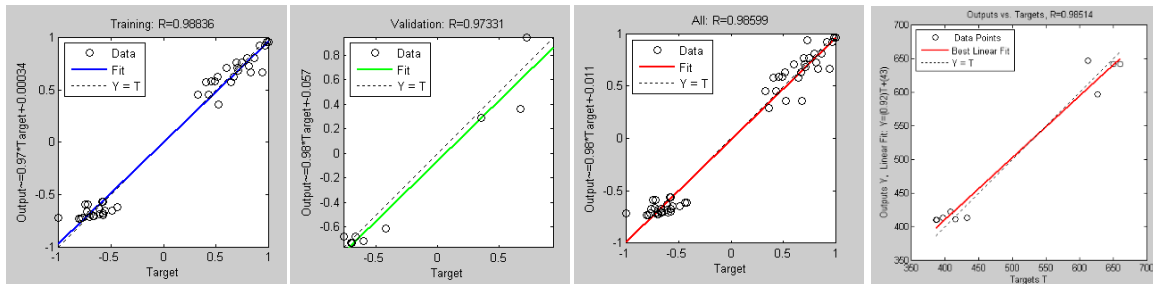
YSA giriş katmanında 5 girdi değişkeni, gizli katmanda 2 nöron ve çıkış katmanında 1 nöron bulunmaktadır (Şekil 3). Çalışmada kullanılan eğitim, doğrulama ve test veri setlerinin oranları sırasıyla %68,8, %31,2, %31,2 olacak şekilde uygulanmış ve veri setleri rastgele seçilmiştir. Ağın eğitim verileri 44 veri setinden oluşmakta olup validasyon için 10 veri seti kullanılmıştır. Ağın daha önce görmediği diğer 10 veri seti performans analizi testinde kullanılmıştır. Ağın girdi verileri normalize edilmiştir. Ağ eğitilirken Levenberg-Marquardt geri yayılım kuralı ile güncelleme yapılmıştır. Eğitim verileri içinde bulunmayan doğrulama (validation) verilerinin hata miktarı, 6 yineleme sonunda artarsa eğitim durdurulmuştur. Gizli ve çıkış katmanlarında sırasıyla logaritmik sigmoid (logsig) ve tanjant sigmoid (tansig) fonksiyonlar kullanılmıştır. Geri yayılım öğrenme fonksiyonu learnqdm ve performans fonksiyonu olarak MSE kullanılmıştır. Ağın öğrenme oranı, performans hedefi (MSE) ve momentum katsayısı sırasıyla “0,3”, “0,001” ve “0,6” olarak ayarlanmıştır. Yineleme (iteration), 500. döngüye (epoch) ulaşıldığında sonlandırılmıştır.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan çok katmanlı yapay sinir ağı modeli

Kopma kuvveti

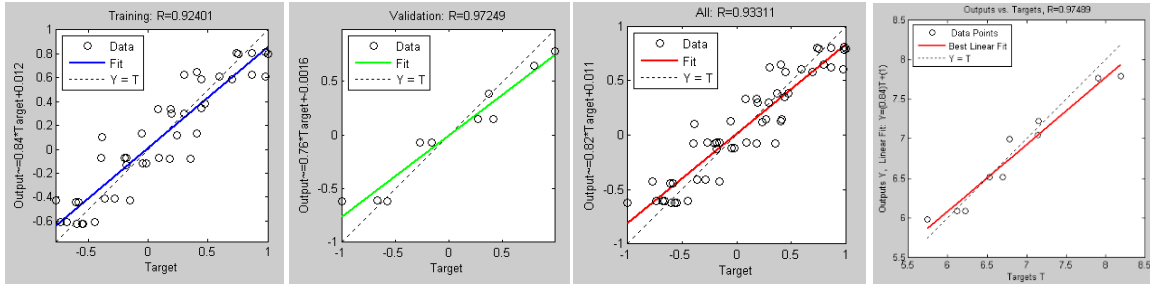
Kopma kuvveti (cN) YSA modeli 12 yinelemede eğitimini tamamlamış, eğitim performans değeri MSE 0,0147'ye kadar düşmüştür. Gradient değeri Mu kademeli olarak 0,000953'e kadar düşmüş sonunda 0,01'de kararlı bir seviyeye ulaşmıştır. Ağ başarılı şekilde eğitilmiş ve en iyi doğrulama performansı 6 döngüde 0,016998 değerine ulaşmıştır. Şekil 4'te ağ çıktıları ile gerçek (hedef) değerler arasında korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Ağ tahmin değerleri gerçek değerlerle yüksek oranda uyumlu gözükmemektedir. Eğitim, doğrulama ve tüm veri setleri ve test için korelasyon katsayıları (R) sırasıyla 0,98836, 0,97331, 0,98599 ve 0,98514'tür.



Şekil 4. Kopma kuvveti için eğitim, doğrulama, tüm veri kümeleri ve test için gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişki

Kopma uzaması

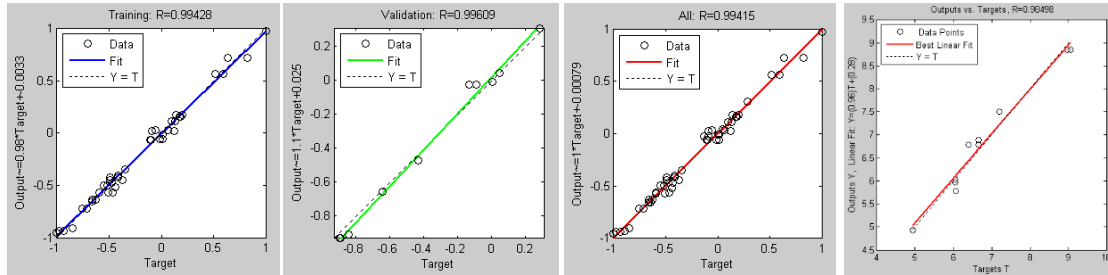
Kopma uzaması (%) YSA modeli 12 yinelemede eğitimini tamamlamış olup, eğitim performans değeri MSE 0,0438'e kadar düşmüştür. Gradient değeri Mu kademeli olarak 0,0151'e kadar düşmüş sonunda 0,001'de kararlı bir seviyeye ulaşmıştır. Ağ başarılı şekilde eğitilmiş ve en iyi doğrulama performansı 6 döngüde 0,029771 değerine ulaşmıştır. Şekil 5'te ağ çıktılar ile gerçek (hedef) değerler arasında korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Ağ tahmin değerleri gerçek değerlerle yüksek oranda uyumlu gözükmemektedir. Eğitim, doğrulama ve tüm veri setleri test için korelasyon katsayıları (R) sırasıyla 0,92401, 0,97249, 0,93311 ve 0,97489'dur.



Şekil 5. Kopma uzaması için eğitim, doğrulama ve tüm veri kümeleri için gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişki

Tüylülük

Tüylülük (H) YSA modeli 21 yinelemede eğitimini tamamlamış olup, eğitim performans değeri MSE 0,0438'e kadar düşmüştür. Gradient değeri Mu kademeli olarak 0,00046673'e kadar düşmüş sonunda 0,001'de kararlı bir seviyeye ulaşmıştır. Ağ başarılı şekilde eğitilmiş ve en iyi doğrulama performansı 15 döngüde 0,002075 değerine ulaşmıştır. Şekil 6'da ağ çıktılar ile gerçek (hedef) değerler arasında korelasyon analizi sonuçları sunulmuştur. Ağ tahmin değerleri gerçek değerlerle yüksek oranda uyumlu gözükmemektedir. Eğitim, doğrulama ve tüm veri setleri test için korelasyon katsayıları (R) sırasıyla 0,99428, 0,9969, 0,99415 ve 0,98498'dir.



Şekil 6. Tüylülük için eğitim, doğrulama ve tüm veri kümeleri için gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişki

MLR ve YSA modellerinin performanslarının karşılaştırması

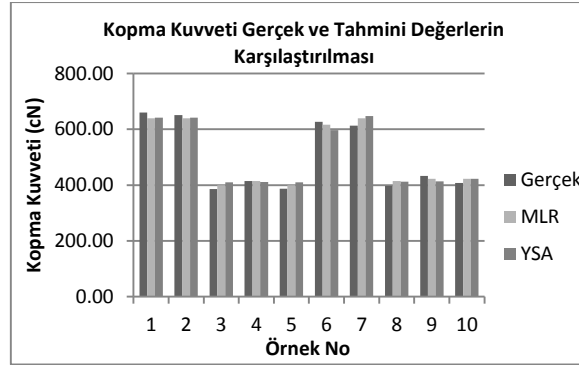
Her iki yöntemle elde edilen modellerin tahmin performans değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar, MLR modelinin kopma kuvveti için YSA modelinden daha etkili olduğunu, ancak YSA modelinin kopma uzaması ve tüylülük için MLR'ye göre daha etkili olduğu görülmektedir. Kopma kuvveti tahmininde MLR'nin daha başarılı olmasının nedeni, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki kuvvetli bir matematiksel ilişki bulunmasından kaynaklanabilir. Kopma uzaması ve tüylülük tahmininde YSA'nın daha yüksek başarısı ise

bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında belirsizliğin biraz daha yüksek olduğu bir matematiksel ilişkinin bulunması ile açıklanabilir.

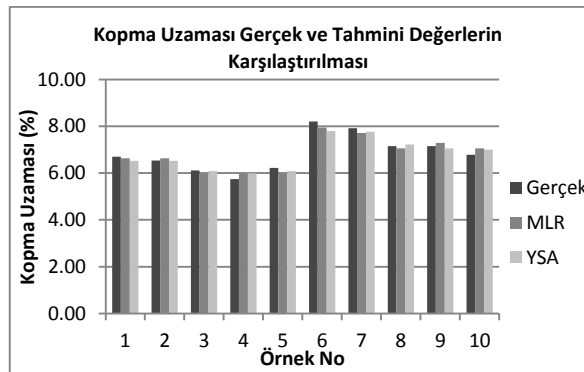
Çizelge 4. MLR ve YSA modelleri için hesaplanan tahmin performans değerleri

İstatistik Parametreler	Kopma Kuvveti		Kopma Uzaması		Tüylülük	
	MLR	ANN	MLR	ANN	MLR	ANN
Korelasyon Katsayısı, R	0,993	0,985	0,969	0,975	0,948	0,985
Ortalama Kare Hata, MSE	232,84	438,15	0,04	0,04	0,19	0,05
Kök Ortalama Kare Hata, RMSE	15,26	20,93	0,19	0,19	0,44	0,22
Ortalama Mutlak Hata, MAE	13,72	19,05	0,18	0,15	6,72	6,84
Ortalama Mutlak Yüzde Hata, MAPE	2,80	3,93	2,59	2,23	4,17	2,61

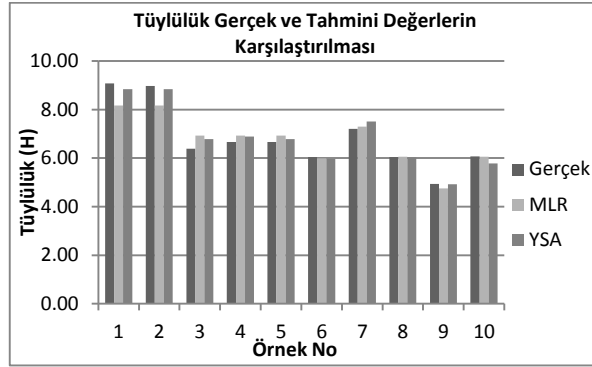
Modeller arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlılığı Ki kare testi ile incelenmiştir. Test sonuçlarına göre, $\alpha=0.05$ anlamlılık seviyesinde kopma kuvveti, kopma uzaması ve tüylülük için gerçek ve tahmin değerleri arasında istatistiksel farklar anlamlı ($p>0,05$) bulunmamıştır. Şekil 10-11-12’de, MLR ve YSA modellerinin tahminleri ile gerçek değerlerin karşılaştırması sunulmuştur. Sonuçlar her iki yöntemle de şantuklu ipliğin kopma kuvveti, kopma uzaması ve tüylülük değerlerinin birbirine yakın ve yüksek bir başarı düzeyinde (yaklaşık olarak $R>0,95$) tahmin edilebildiğini göstermektedir. Grafikler incelendiğinde, pratik olarak iki modelin tahminleri ile gerçek değerler arasında kayda değer bir farklılığın bulunmadığı söylenebilir.



Şekil 10. MLR ve YSA modellerinin test verileri için gerçek ve tahmini kopma kuvveti değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 11. MLR ve YSA modellerinin test verileri için gerçek ve tahmini kopma uzaması değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 12. MLR ve YSA modellerinin test verileri için gerçek ve tahmini tüylülük değerlerinin karşılaştırılması

Sonuç

Modaya uygun ve katma değerli bir fantezi iplik türü olan şantuklu ipliklerin, karmaşık üretim süreci ve yapısı nedeniyle iplik özellikleri üzerinde etkili çok sayıda faktör bulunmaktadır. Çalışmada, şantuklu ipliklerin kalite açısından değerlendirilmesi amacıyla bu faktörlerin iplik özellikleri üzerindeki etkileri doğrusal MLR ve YSA yardımıyla analiz edilmiş ve iki yöntemin tahmin performansları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, MLR modelinin kopma kuvveti tahmininde YSA modelinden daha başarılı olduğunu, ancak YSA modelinin kopma uzaması ve tüylülük tahmininde MLR'ye göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Kopma kuvveti tahmininde MLR'nin daha başarılı olmasının nedeni, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki kuvvetli bir matematiksel ilişki bulunmasından kaynaklanabilir. Kopma uzaması ve tüylülük tahmininde YSA'nın daha yüksek başarısı ise bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında belirsizliğin biraz daha yüksek olduğu matematiksel bir ilişkinin bulunması ile açıklanabilir. Yapılan grafik inceleme sonucunda pratik olarak iki modelin tahminleri ile gerçek değerler arasında kayda değer bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür. Nihayet, istatistik modelin daha az başarı gösterdiği problemlerde YSA'nın güçlü bir alternatif olduğu kanısına varıldığı gibi, son yıllarda gündeme gelen Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm sürecinin YSA'nı veya genel olarak yapay zekânın tekstil ve hazır giyim sektörünün her aşamasında daha yoğun bir şekilde kullanılacağı öngörülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, projelerini destekledikleri için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK, Proje No.107M134) teşekkür eder. Bu çalışmada ilgili projeden yararlanılmıştır.

Kaynaklar

1. İlhan, İ., Babaarslan, O., Vuruşkan, D. (2010). A Theoretical Model And Practical Observation For Prediction Of Slub Yarn Counts, *Journal of Text. and Apparel*, 20/4, 306-312.
2. Pour SE, (2007). USTER TESTER 5-S800 Application Report, Measurement of Slub Yarns, Part 2, Experience in Mills, Uster Technologies AG.
3. Mahmood N, Arshad M, Iftikhar M, Mahmood T., (2009). Technological Study of Ring and Compact Spinning Systems for the Manufacturing of Slub Fancy Yarn under Multiple Slub Variations and Its Effect on Woven Fabric, *Pak. J. Agri. Sci.*, 46(2), 124-129.
4. Liu J, Li Z, Lu Y, Jiang H., (2010). Visualisation and Determination of the Geometrical Parameters of Slub Yarn, *Fibers&Textiles in Eastern Europe*, 18/1(78), 31-35.

5. Souid, H., Babay, A., Sahnoun, M., Cheikrouhou, M., (2008). A Comparative Quality Optimisation Between Ring Spun and Slub Yarns by Using Desirability Function, *AUTEX Research Journal*, 8(3), 72-76.
6. Liu, X., Wen, Z., Su, Z., Choi, K., (2008). Slub Extraction in Woven Fabric Images Using Gabor Filters, *Textile Research Journal*, 78(4), 320-325.
7. Souid, H., Cheikhrouhou, M., (2011). Slub Yarn Quality Optimization by using Desirability Function and Neural Networks, *Journal of Applied Sciences*, 11(17), 3204-3208.
8. Pan, R., Gao, W., Liu, J., (2011). Wang, H., Recognition the Parameters of Slub-yarn Based on Image Analysis, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 6(1), 25-30.
9. Liu, J., Xie, Z., Gao, W., (2010). Automatic Determination of Slub Yarn Geometrical Parameters Based on an Amended Similarity-based Clustering Method, *Textile Research Journal*, 80(11), 1075-1082.
10. İlhan, İ., (2010). Developing an Electronically Controlled Slub Attachment For Ring Spinning Frame and Investigating on the Slub Yarn Properties, Ph.D. Thesis, Department of Textile Engineering, Institute of Natural and Applied Sciences, University of Çukurova.
11. İlhan, İ., Babaarslan, O., Vuruşkan, D., (2012). Effect of Descriptive Parameters of Slub Yarn on Strength and Elongation Properties, *Fibres Text. East. Eur.*, 20/3(92), 33-38.
12. Hui, C.L.P., Fun, N.S., Ip, C., (2011). Review of Application of Artificial Neural Networks in Textiles and Clothing Industries over Last Decades, *Artificial Neural Networks - Industrial and Control Engineering Applications*, Prof. Kenji Suzuki (Ed.), ISBN: 978-953-307-220-3, InTech.
13. Haykin, S., (2005). *Neural Networks A Comprehensive Foundation*, Pearson Edu., Inc.
14. Demuth, H., Beale, M., (1998). *Neural Network Toolbox for Use with MATLAB*, The MathWorks, Inc.
15. Yasar, A., Şimsek, E., Bilgili, M., Yücel, A. İlhan, İ., (2012). Estimation of Relative Humidity Based on Artificial Neural Network Approach in The Aegean Region Of Turkey, *Meteorology and Atmospheric Physics*, 115(1-2), 81-87.
16. Beltran, R., Wang, L., Wang, X., (2004). Prediction Worsted Performance with an Artificial Neural Network Model, *Textile Research Journal*, 74(9), 757-763.
17. Murrells, C.M., Tao, X.M., Xu, B.G., Cheng, K.P.S., (2009). An Artificial Neural Network Model for the Prediction of Spirality of Fully Relaxed Single Jersey Fabrics, *Textile Research Journal*, 79(3), 227-234.
18. Nurwaha, D., Wang, X.H., (2012). Using Intelligent Control Systems to Predict Textile Yarn Quality, *Fibres&Textiles in Eastern Europe*, 1(90), 23-27.
19. Majumdar, P.K., Majumdar, A., (2004). Predicting the Breaking Elongation of Ring Spun Cotton Yarns Using Mathematical, Statistical, and Artificial Neural Networks Models, *Textile Research Journal*, 74(7), 652-655.
20. Pattanayak, A.R., Luximon, A., Khandual, A., (2010). Prediction of Drape Profile of Cotton Fabrics Using Artificial Neural Network and Multiple Regression Method, *Textile Research Journal*, 81(6), 559-566.
21. Montgomery, D.C., Runger, G.C., (2003). *Applied Statistics and Probability for Engineers*, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc.
22. Sikka, M. P., Sarkar, A., & Garg, S. (2022). Artificial intelligence (AI) in textile industry operational modernization. *Research Journal of Textile and Apparel*. DOI 10.1108/RJTA-04-2021-0046

KANCALI VE HAVA JETLİ ATKI ATMA SİSTEMLERİNİN MALİYET ANALAZİ

Fehmi BAYLAK¹, Nihat ÇELİK²

Bossa Tekstil A.Ş, Adana, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Fbaylak@bossa.com.tr

ÖZET

Kancalı ve hava jetli dokuma makinelerinde aynı konstrüksiyonda kumaş dokunmuş olup, bu iki atkı atma sisteminin dokuma maliyeti incelenmiştir. Her iki atkı atma sisteminde 5 er tezgahta ayrı ayrı 27.300 mt denim kumaş dokunması hedeflenmiş ve dokuma esnasında bu tezgahların hava, elektrik, telef, klima, amortisman, işçilik, malzeme giderleri hesaplanmıştır. Atkı atma sisteminin maliyeti tablolar yardımıyla incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler; Hava jetli dokuma sistemi, Kancalı dokuma sistemi, Atkı atım sistemi maliyet analizi

COST ANALYSIS OF HOOK WEFT INSERTION SYSTEM AND AIR JET WEFT INSERTION SYSTEM

ABSTRACT

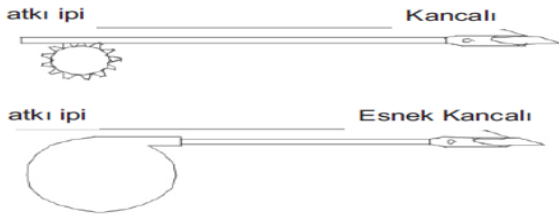
The fabric of the same structure was woven on hook weaving machines and air jet weaving machines, and the weaving cost of these two weft insertion systems was examined. In both weft insertion systems, it was aimed to weave 27,300 mt of denim fabric separately on 5 looms, and the air, electricity, waste, air conditioning, depreciation, labor and material expenses of these looms were calculated during weaving. The cost of weft insertion systems has been examined with the help of tables.

Keywords; Air jet weaving system, Hook weaving system, Weft insertion system cost analysis

1.GİRİŞ

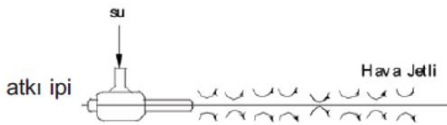
Dokuma işlemi üç ana hareketle gerçekleştirilmektedir. Bunlar; ağızlık açma çözgü ipliklerinin bir kısmının altta bir kısmının üste olacak şekilde ayrıştırılmasına, atkı atma ise bu ayrıştırılan çözgü ipliklerinin arasından geçirilen atkı ipliğinin yerleştirilmesine ve bu atkı ipliğinin tefe ile daha önceki atkı ipliği ile yan yana gelmesini sağlayarak kumaş oluşumunun gerçekleştirilmesidir. Bu hareketlerden en önemlisi üretime doğrudan etkisi nedeniyle atkı atma sistemleridir[1]. Dokuma makinelerinde atkı atma mekikli ve mekiksiz (kancalı, hava jetli ve su jetli gibi) sistemler ile sağlanabilmektedir. Bunların içerisinde en yaygın olanları kancalı ve hava jetli dokuma makineleridir. Atkı atma sistemlerinin seçim sebeplerinde en önemli rolü dokuma kumaş özellikleri ve maliyet etkilemektedir. İşletme için dokunacak kumaşın özelliklerinin yanında en önemli etken düşük maliyet ile dokunmasıdır. Çalışma prensibi olarak kancalı ve hava jetli dokuma makineleri mekiksiz atkı atma sistemine giriyor olup her iki sisteminde tercih sebebini etkileyen avantaj ve dezavantajları vardır.

Kancalı atkı atma sisteminde atkı ipliği, verci kanca tarafından bobinin bulunduğu taraftan tutularak ağızlığın ortasına kadar taşınır ve ağızlık ortasında alıcı kancaya transfer edilir[2]. Alıcı kanca tarafından ise iplik daha sonra tezgahın diğer tarafına taşınarak ağızlığa yatırılır ve tefelenecek kumaşa dahil edilir. Kancalı atkı atma sistemi rijit kancalı ve esnek kancalı olmak üzere ikiye ayrılır. Rijit kancalı atkı atma sistemlerinde tek, çift, teleskopik olanlarından başka yüz yüze çift kancalı modelleri de bulunmaktadır[3]. Bu sistemde atkı kaçı, kopuş vs gibi hatalarının olmaması için atkı ayarı kumaş eninden daha fazla yapılmakta diğer sistemlere göre biraz daha fazla atkı telefinin oluşmasına neden olmaktadır[3]. Esnek kancalı atkı atma sistemlerinde ise dokuma makineleri genellikle çift kancalı olmakla birlikte, tek esnek kancalı olan modellerine de rastlanmaktadır[4]. Esnek kancalı tezgâhların rijit kancalı tezgâhlara göre en belirgin avantajı işletme içerisinde daha az yer kaplıyor olmasıdır. Ayrıca esnek kancalı dokuma makinelerinde makinenin yapısından kaynaklanan özelliklerinden dolayı atkı telefi rijit kancalı dokuma makinelerine göre daha azdır. Kancalı atkı atma sisteminin olumsuz yönleri, aynı kanca başı ile çok ince ve kalın atkı ipliklerinin atılamamasıdır. Ayrıca atkı atımı esnasında kancanın atkıyı kapması ile atkının alıcı kancaya transferi anında belirli bir seviyede atkı gerginliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Atkı gerginliğinin çok düşük olması veya hiç olmaması durumunda, atkı ipinin alıcı kanca tarafından tutulması ve transferinde problemler ortaya çıkar[1]. Atkı atımı esnasında gerginliğin yüksek olması, işlem esnasında maksimum gerginliği arttıracığından atkı ipliği kopuş oranı yükseltir ve bu durum makine randımanını düşürür[2].



Şekil 1. Kancalı Atkı Atma Sistemi[1]

Hava jetli atkı atma sisteminde atkı taşıyıcı bir eleman bulunmadığından gerek hız gerekse üretim açısından diğer sistemlere göre daha avantajlıdır[5]. Günümüzdeki en hızlı sistemlerdir ancak atkı ipliği hava akımıyla taşındığından ipliğin hız farkından dolayı iplik bükümünün açılma riski vardır. Tezgah eni arttıkça bu risk daha da artmaktadır. Bu sistemde atkı ipliği bir bobinden sağılarak gerilim düzenleyiciden geçirilir ve daha sonra atkı ölçme cihazı bir atkılık ipliği ölçerek atıma hazır hale getirir. Atkı ipliği ana jet içerisinde püskürtülür ve yardımcı jetler yardımıyla atkı ipliği tezgahın diğer ucuna ulaşarak atımı gerçekleştirmiş olur[6]. Atkı ipliğinin taşınmasında yardımcı jetlerin kullanılması fazladan sıkıştırılmış hava ihtiyacı ortaya çıkarmakta ve bu durum maliyetin doğrudan artmasına neden olmaktadır. Tezgah devirleri yüksek olduğundan ve atkı taşınması hava ile yapıldığı için atkı kontrolünün en zor yapıldığı tezgahlardır[1]. Hava jetli tezgahlar kancalı tezgahlara göre daha az yedek parça ihtiyacı, bakım, tamirat ve yatırım gideri gerektirir[7].



Şekil 2. Hava Jetli Atkı Atma Sistemi[1]

Çoruh ve Çelik, 2012 de yapmış oldukları Open-end rotor ipliğinden üretilen süprem örme kumaş maliyetinin analizi adlı çalışmada iplik ve örme proseslerinde hammadde, işçilik, enerji, amortisman, tamir bakım ve diğer maliyetleri formülize ederek hesaplamışlardır. Bir kg open-end rotor ipliği ve bir kg süprem ham örme kumaş için maliyet analizini gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmada 1 kg ipliğinin maliyetinin yaklaşık 4,32 tl/kg ve bu iplikten üretilen bir kg süprem kumaşın maliyetinin ise yaklaşık olarak 4,70 tl/kg olduğu belirlenmiştir [8].

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Çalışma için toplam 60.000 mt çözü boyanması ve her iki tezgah grubuna eşit miktarda dokuma yapılacak şekilde leventlere alınması hedeflenmiştir. Çalışmada her iki tezgah grubu için boyama, haşıl ve tahar kısmında telef verildiğinden atkı atımlarında sayısal farklar oluşmuştur. Çözülerin boyamasında halat boya yöntemi kullanılmıştır. Boyama için Morrison un 2019 model halat boyama makinesi kullanılmıştır. Çözüler 12 halattan boyanmıştır. Boyamadan sonra halat açma işlemi yapılmış ve haşıl işlemi gerçekleştirilmiştir. Haşıl işlemi sonrası 60.000 mt çözü ortalama 2000'er mt olacak şekilde 15 levent kancalı tezgahlar için 15 levent ise hava jetli tezgahlar için olacak şekilde leventlere alınmıştır. Haşıldan toplam 59320 mt çözü çıkmıştır. 29640 mt çözü hava jetli tezgahlarda, 29680 mt çözü ise rapierli tezgahlarda dokunmuştur.

Dokumada kancalı (rapierli) tezgah olarak 2018 model Picanol Optimax-i tezgahlar, hava jetli tezgah olarak ise 2018 model Picanol Omnipus Summum tezgahlar kullanılmıştır. Her iki tezgah için kullanılan atkı iplikleri aynı özelliktedir. Dokunan kumaşın kompozisyonu %99 pamuk, %1 elastandır. Dokunan kumaşın konstrüksiyon özellikleri çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Dokunan Kumaşın Konstrüksiyon Özellikleri

ÇÖZGÜ İPLİK NUMARASI(NE)	7,12
ÇÖZGÜ SIKLIĞI	24
ATKI İPLİK NUMARASI(NE)	10
ATKI SIKLIĞI(FİİLİ)	17
ÖRGÜ TÜRÜ	3/1 Z
MAMÜL EN	135
KOMPOZİSYON	%99 PAMUK, %1 ELASTAN
TERBİYE ŞARTLARI	YAKMA, YIKAMA 40° C, YUMUŞATICI APRE,FİKSE 190° C

2.2 Metot

Çalışmada hava jetli ve rapierli tezgahlarda aynı konstrüksiyonda dokumalar yapılmış olup çözü büzülmesi %9 olarak ölçülmüştür. Hava jetli dokuma makinelerinde kenar telefi tek taraftan veriliyor ve teknolojik olarak 9 cm dir[9]. Rapierli tezgahlarda ise kenar telefi her iki kenardan da veriliyor olup teknolojik olarak 12 cm dir[10].

Şekil 3 ve Şekil 4 te atkı ipliği telef görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3. Hava Jetli Tezgah Atkı Telef Görüntüsü
Telef Görüntüsü



Şekil 4. Kancalı Tezgah Atkı

Hava jetli tezgahlarda çözgünün tamamını dokumak için 44.936.100 atkı atılmıştır. Rapiyerli tezgahlarda ise toplam 44.997.300 atkı atılmıştır. Toplam dokumada iki tezgah grubu için iplik telefi hesaplanmıştır. Yapılan hesap aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Atkı telefi(kg)} = \text{Atkı sayısı(adet)} * \text{telef miktarı(cm)} / 100 / \text{Ne} / 1,693 / 1000$$

Ne:10/1

Hava jetli tezgah atkı sayısı: 44.936.100 atkı

Rapiyerli tezgah atkı sayısı: 44.997.300 atkı

Hava jetli tezgah kenar telefi: 9 cm

Rapiyerli tezgah kenar telefi: 12 cm

Hava jetli tezgah atkı ipliği telefi(kg)= 44.936.100*9/100/10/1693=238,88 kg

Rapiyerli tezgah atkı ipliği telefi(kg)= 44.997.300*12/100/10/1693=318,95 kg

Aşağıdaki tabloda çalışma sırasında tezgah grupları için optimum çalışma devirleri belirtilmiştir ve bu tezgah gruplarının 100.000 atkıda atkı ve çözgü kopuş değerleri verilmiştir.

Çizelge 2. 100.000 Atkıda Kopuş Değerleri

TEZGAH TÜRÜ	HAVA JETLİ	RAPİYERLİ
DEVİR	780	585
100.000 ATKI DA ÇÖZGÜ KOPUŞU	2,43	3,34
100.000 ATKIDA ATKI KOPUŞU	4,43	2,22

Hava jetli tezgahlar optimum 780 devir ile çalışırken rapiyerli tezgahlar optimum 585 devir ile çalışmıştır. Tabloya göre hava jetli tezgahlarda atkı kopuşu yüksek iken rapiyerli tezgahlarda çözgü kopuşu daha yüksektir. Tezgahların randıman hesabı kopuşlar için bağlanma süreleri baz alınarak hesaplanmıştır. Bağlanma süreleri için işletmede kopuş etüdü yapılmış olup atkı ve çözgü kopuş süreleri için, kopuş sonrası tezgahın durması sonrası işçinin tezgaha gidip kopan ipliği bağlaması ve daha sonra tezgahı tekrar çalıştırması sırasında geçen süre baz alınmıştır. Bu süreler atkı kopuşu için yaklaşık 1 dk, çözgü kopuşu için ise yaklaşık 2,3 dk hesaplanmıştır. Tezgahlar için 100.000 atkıda duruş süreleri dk olarak aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3. 100.000 Atkı İçin Duruş Süreleri

100.000 ATKI İÇİN	HAVA JETLİ	RAPİERLİ
ÇÖZGÜ KOPUŞU BAĞLAMA SÜRESİ(DK)	5,59	7,69
ATKI KOPUŞU BAĞLAMA SÜRESİ(DK)	4,43	2,22
TOPLAM DURUŞ SÜRESİ(DK)	10,019	9,902

Hava jetli tezgahlarda 780 d/dk da 100.000 atkıyı 128,21 dk da atmaktadır.100.000 atkı atımı için toplam geçen süre bağlanma süresiyle birlikte 138,23 dk dır. Hava jetli tezgahların randımanı %93 çıkmaktadır.Rapierli tezgahlar 575 d/dk da 100.000 atkı atımı için geçen süre 173,92 dk dır. Kopuşlardan dolayı toplam bağlanma süresi 9,902 dk dır.100.000 atkı atımı için toplam geçen süre 183,83 dk dır. Randıman ise 100.000 atkı atımı için geçen sürenin toplam süreye bölünmesinden %95 çıkmaktadır.Aşağıdaki tabloda randımanlar ile birlikte tezgahların dokuma süreleri verilmiştir.

Çizelge 4. Hava jetli ve rapierli tezgahların üretim parametreleri

TEZGAH TİPİ	DEVİR	RANDIMAN	FİİLİ GERÇEKLEŞEN ATKI(DK)	TOPLAM ATKI SAYISI	TOPLAM DOKUMA SÜRESİ(SA)
HAVA JETLİ	780	93%	725,4	44.936.100	1032,45
RAPİERLİ	575	95%	546,25	44.997.300	1372,92

12 tezgaha 24 saat boyunca 3 işçi bakıyor olup her işçinin işverene yüklü maliyeti 8000 tl/aydır.
1 tezgah için saatlik işçilik maliyeti 2,78 tl dir.

Hava jetli tezgahın toplam işçilik maliyeti=1032,45*2,78=2870,22 tl

Rapierli tezgahın toplam işçilik maliyeti=1372,92*2,78=3816.72 tl

Tezgahların malzeme giderleri olarak 12 aylık gider ortalaması alınmış olup, hava jetli tezgahlarda 1 tezgahın aylık malzeme gideri 250 tl, rapierli tezgahlarda 1 tezgahın aylık malzeme gideri 1083,34 tl dir. Her iki tezgah için dokuma süresince toplam malzeme gideri bir tezgahın saatlik malzeme gideri ile toplam dokuma saati çarpılarak bulunmuştur.

Hava jetli tezgah saatlik malzeme gideri =250/30/24=0,35 tl

Hava jetli tezgah toplam malzeme gideri= 0,35*1032,45=361,36 tl

Rapierli tezgah saatlik malzeme gideri =1083,34/30/24=1,51 tl

Rapierli tezgah toplam malzeme gideri=1,51*1372,92=2073,11 tl

Tezgahlara üretim esnasında elektrik sayacı takılmış olup kancalı tezgahların 1 saattte tükettiği enerji 6,5 kwh tir. Hava jetli tezgahlarda ise 3,5 kwh tir. Hava jetli tezgahlar 780 devir ile 1 saatte 90 m³ hava tüketmektedir. Kompresörden 1kwh enerji ile 7 m³ hava üretilmektedir. Hava jetli tezgahlarda 1 saate tüketilen hava miktarını kompresörden 1 kwh ile üretilen hava miktarına böldüğümüzde 1 tezgahın hava tüketimi için saatlik enerji ihtiyacı 12,86 kwh

çıkılmaktadır. Hava jetli tezgahların bir saatte tükettiği toplam enerji miktarı elektrik tüketimi ile birlikte 16,36 kwh tir.

Hava jetli tezgahların boyutu 4,2 mt, eni ise 2,20 mt dir ve tezgahlar arası boşluk yan yana 1,1 mt, arka arkaya ise 2,4 mt dir. Duvar boşlukları, rolük çekme arabaları ve bobin arabaları için ayrılan alan ile birlikte 3410 mt² alana toplamda 93 adet hava jetli tezgah yerleştirilmiş olup 5 tezgah için toplam 184 mt² alan yapmaktadır. Kancalı tezgahların ise boyu 4,6 mt, eni 2,2 mt olup tezgahlar arası boşluk yan yana 1,1 mt ve arka arkaya ise 2,35 mt dir. Kancalı tezgahlarda ise 126 tezgah aynı kriterler ile 5738 mt² alana optimum düzende yerleştirilmiş olup 5 tezgah için toplam alan 221 mt² yapmaktadır. Çalışmanın yapıldığı firmanın 22214 mt² alan için yıllık bina amortismanı 370.000 tl dir. 1 mt² alan saatlik bina amortismanı 0,0019 tl dir. Hava jetli tezgahların dokuma süresince bina amortismanı 361,36 tl, kancalı tezgahların ise 576,93 tl dir.

Salon yüksekliği her iki tezgah grubunda 4,35 mt dir. Hava jetli tezgahlarda 5 tezgah için hacim 800 mt³ , kancalı tezgahlarda ise 961 mt³ tür. Klima maliyeti belirli hacimdeki havanın çevrimi için gerekli olan fan gücü ile bulunabilir. Fan gücü hesabı için hacim ile birlikte bu hacimdeki havanın çevrim sayısı da gereklidir. Fanın saatteki çevrimi 25 tir. Aşağıdaki formül ile fan gücü hesaplanmıştır.

Q= Debi

V= Hacim

N: Klima enerji sarfı

q: Havanın özgül ağırlığı

g: Yer çekim ivmesi

H: Basınç değeri(metre su sütunu)

rpm: Randıman

Q=V. Çevrim Sayısı

Q=961x25=24.025 mt³/h kancalı tezgah debisi

Q=800x25=20.000 mt³/h hava jetli tezgah debisi

N= (q.Q.g.H)/rpm

N=(1,23x24033x9,81x0,02)/(0,5x3600)

N=3,22 kwh

Fan bir üfleme ve bir emiş gerçekleştirdiği için iki katı enerji sarfedecektir. Kancalı tezgah klima maliyeti 6,44 kwh çıkılmaktadır. Aynı formül ile hava jetli tezgah klima maliyeti 5,37 kwh çıkılmaktadır.

Tezgahlar 2018 yılında alınmıştır. Tezgah amortisman süresi 10 yıl olarak belirlenmiştir. 10 yıl sonunda hava jetli ve kancalı tezgahların belirli fiyattan satılması öngörülerek dokuma makineleri için amortisman fiyatı belirlenmiştir. Hava jetli tezgahların 10 yıllık amortisman gideri 30000 usd, kancalı tezgahların ise 35000 usd'dir. Kumaşların dokunması için toplam çalışma saati ile çarpacak olursak dokuma süresince tezgah amortisman gideri aşağıdaki şekilde olmaktadır.

Hava jetli tezgah saatlik amortisman gideri=30000/3650/24=0,35 usd

Hava jetli tezgah dokuma amortisman gideri =0,35*1032,45=361,36 usd

Rapierli tezgah saatlik amortisman maliyeti=0,40 usd

Rapierli tezgah dokuma amortisman gideri=0,40*1372,92=549,17 usd

3.BULGULAR

Dokuma süresince elde edilen veriler analiz edilmiş olup kancalı tezgahların hava jetli tezgahlara göre atkı telefinde daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir. Hava jetli tezgahlar enerji maliyeti olarak kancalı tezgahlara göre yaklaşık olarak iki katı daha fazla enerji tüketmektedir. Enerji maliyeti dışında hava jetli tezgahlar tüm giderlere daha avantajlı görünmektedir. Tablo 1 de dokuma süresince atkı atma sistemlerinin enerji ve maliyet giderleri gösterilmiştir.

Tezgah Tipi	Atkı Telefi(kg)	İşçilik(tl)	Malzeme(tl)	Enerji(kWh)	Klima(kWh)	Amortisman(\$)	Alan Maliyeti(tl)
Hava Jetli	238,88	2870,22	361,36	16890,882	5544,26	361,36	361,36
Kancalı	318,95	3816,72	2073,11	8923,98	8841,60	549,17	576,93

Şekil 5. Dokuma süresince enerji ve maliyet giderleri

4.SONUÇ

Her iki tezgah grubu için dokuma süresince toplam maliyet gideri atılan toplam atkılara bölünmüş olup bir atkı için maliyet hesaplanmıştır. Atkı ipliği satınalma iplik olup, iplik kg fiyatı 5,2 usd dir. 11 nisan dolar kuru 14,70 tl dir ve atkı ipliği ile amortisman giderleri 11 nisan dolar kuru üzerinden hesaplanmıştır. AOSB aktif enerji birim fiyatı denemelerin yapıldığı işletme için kWh başına 1,73 tl dir. Hesapların yapıldığı tarihte dolar kuru ise 14,71 tl'dir.

Tezgah Tipi	Atkı Telefi(tl)	İşçilik(tl)	Malzeme(tl)	Enerji(tl)	Klima(tl)	Amortisman(tl)	Alan Maliyeti(tl)	Toplam(tl)
HAVA JETLİ	18259,99	2870,22	361,36	29221,23	9591,56	5311,992	361,36	65977,71
KANCALI	24380,54	3816,72	2073,11	15438,49	15295,98	8072,799	576,93	69654,56

Şekil 6. Her iki tezgah grubu için toplam dokuma maliyeti

Elde edilen veriler toplam atılan atkı ipliğine bölündüğünde hava jetli tezgahların kancalı tezgahlara göre atkı atım maliyetinin %5 daha avantajlı olduğu görülmüştür. Tablo 3'te bir atkı atımı için gerekli maliyet gösterilmiştir.

Çizelge 5. Her iki tezgah grubu için atkı atım maliyeti

Tezgah Tipi	Toplam Dokuma Maliyeti(tl)	Topma Atılan Atkı Sayısı	Atkı Atım Maliyeti(tl)
Hava Jetli	65977,71	44.936.100	0,001468
Kancalı	69654,56	44.997.300	0,001548

Çalışma sonucunda elde edilen verileri özetleyecek olursak hava jetli tezgahların kenar telefinin, rapierli tezgahlara göre %25 daha az olduğu görülmüştür. Aynı atkı atım sayısında hava jetli tezgahların işçilik maliyeti, rapierli tezgahlara göre yaklaşık olarak %22, malzeme gideri ise %17 daha az olarak hesaplanmıştır. Rapierli tezgahların enerji gideri ise hava jetli tezgahlara göre %47 daha avantajlıdır. Hava jetli tezgahların klima gideri rapierli tezgahlara göre maliyet açısından %37 daha azdır. Hava jetli tezgahlar, rapierli tezgahlara göre daha kısa olduğundan alan maliyeti daha düşüktür. Tüm sonuçlar birleştirildiğinde her iki tezgah grubu için aynı sayıda atkı ipliği atılması durumunda dokuma maliyeti olarak hava jetli tezgahlar rapierli tezgahlara göre %5 daha avantajlı bulunmuştur.

5.KAYNAKLAR

- [1] Kapucu, S., Afşar, E., Albayrak, İ., (2014), Dokuma Makinalarında Atkı Atma Sistemi Üzerine Bir Öngörü, TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası, Tekstil ve Mühendis, Yıl 14, Sayı 66, 23-27
- [2]<https://www.tekstildershanesi.com.tr/bilgi-deposu/dokuma-genel-bilgileri-makineleri.html>
- [3] Demir, F., H, Z, Özer., (2014), Kancalı Dokuma Tezgahlarında Atkı Teleflerinin Azaltılması, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- [4]<https://www.derstekstil.name.tr/component/k2/item/213-tek-fazli-dokuma-makineleri.html>
- [5] <https://tekstil35.tr.gg/MODERN-DOKUMA-MAK%26%23304%3BNALARI.htm>
- [6]<https://www.kumasbilgi.com/2022/02/kancal-atk-atma-sistemlerine-sahip.html?m=0&hl=ar>
- [7] Demir, B., Zervent Ünal, B., Hava Jetli Dokuma Makinasında Hava Tüketimini Azaltmaya Yönelik Çalışmalar, Imsec 2021, 30
- [8] Çoruh E., Çelik N., (2012), Open-end Rotor İpliğinden Üretilen Süprem Örme Kumaş Maliyetinin Analizi, Tekstil ve Mühendis, 19: 86, 14-24
- [9] Picanol OMNIplus Sumum 2018 Kataloğu
- [10] Picanol OptiMax-i Blue Box 2018

PAMUK/SUSTANS® KARIŞIMI ROTOR İPLİKLERİNİN ELASTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Muhittin ÖZKAN¹, Pınar DURU BAYKAL¹, Gözde İNCE²

¹Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

²Bossa Ticaret ve Sanayi İşletmeleri T.A.Ş., Adana

muhtin.ozkan@outlook.com

ÖZET

PTT (Politrimetilen Tereftalat) polimerinden elde edilen şapel lifler, Sustans® ticari ismiyle, yumuşaklık, elastikiyet, boyutsal stabilite vb. olumlu özellikleriyle tekstil sektöründe öne çıkmaktadır. Polimer kaynağının önemli bir kısmı yenilenebilir bitkisel esastır ve üretim süreçlerinde sentetiklere nazaran daha az enerji harcanmaktadır. Bu yönüyle PTT esaslı lifler çevreci ve sürdürülebilir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada öncelikle Sustans®/Pamuk karışımı liflerin rotor iplik üretim sisteminde eğrilmesi ve sonrasında ipliklerin elastik özelliklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Gerilim gevşemesi ve kalıcı uzama testleri yapılarak ipliklerin elastik özellikleri %100 pamuk iplikler ile kıyaslanmıştır. Çalışma sonunda; Sustans® içeren ipliklerin gerilim gevşemesi ve kalıcı uzama değerlerinin %100 Pamuk ipliğe göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Politrimeitilen Tereftalat (PTT), Sorona®, Sustans®, Rotor ipliği, Elastikiyet

INVESTIGATION OF THE ELASTIC PROPERTIES OF COTTON/SUSTANS® BLEND ROTOR YARNS

ABSTRACT

Staple fibers obtained from PTT (Politrimethylene Terephthalate) polymer stand out in the textile industry with their positive properties such as softness, elasticity, dimensional stability, etc., under the trade name Sustans®. A significant part of the polymer source is renewable plant-based and less energy is consumed in production processes compared to synthetics. In this respect, PTT-based fibers have environmental and sustainable potential. In this study, it is aimed primarily to spin Sustans®/Cotton blend fibers in the rotor spinning system and then to investigate the elastic properties of the yarns. Elastic properties of yarns were compared with 100% cotton yarns by performing stress decay and growth test. At the end of the study; It has

been observed that the stress decay and the growth values of the yarns containing Sustans® are lower than the 100% Cotton yarn.

Keywords: Polytrimethylene Terephthalate (PTT), Sorona®, Sustans®, Rotor yarn, Elasticity
1. GİRİŞ

Dünya lif tüketim verileri ve önümüzdeki yıllara ait lif tüketim tahminleri, sentetik lif üretiminin toplam lif üretimi içerisindeki payının her geçen yıl daha da artacağını göstermektedir. Sürdürülebilir doğal kaynaklar kullanılarak üretildiğini söyleyebileceğimiz rejenere liflerin, üretim miktarı hususunda sentetik liflere alternatif olması da pek mümkün görünmemektedir. Sentetik lif endüstrisinin bütün polimer endüstrisi ile birlikte, fosil yakıtlara dayalı olduğu da bilinmektedir. Fosil yakıtlara dayalı olmak ise sürdürülebilirlik ve çevre zararı tartışmalarını beraberinde getirmektedir. Her yıl 9 milyon ton plastik atığın okyanuslara karıştığı belirtilmektedir [1]. Sonuç olarak üretim faktörleri, maliyetler, lif özellikleri gibi birçok nedenden dolayı sentetik lif üretiminin artışı kaçınılmaz görünmektedir. Bunun yanında, polimer endüstrisinden bağımsız olmamakla birlikte, sentetik lif endüstrisinin daha sürdürülebilir kaynaklara yönelmesi de kaçınılmaz hale gelmektedir [2].

Çalışmada kullanılan Sustans® liflerine temel teşkil eden PTT (Poli Trimetilen Tereftalat) polimeri ilk olarak 1941 yılında sentezlenmiş ancak üretim maliyetleri nedeniyle ticarileşmemiştir [3]. PTT üretimi, dimetil tereftalat (DMT) veya saflaştırılmış tereftalik asitin (PTA) 1,3-propan diol (PDO) ile polikondenzasyon tepkimesi şeklinde gerçekleştirilmektedir [4]. Shell Chemical Company ve Dupont firmalarının ürettikleri PTT polimerlerinin ticari isimleri sırasıyla “Corterra” ve “Sorona”dır [4]. Geçmişte PTT maliyetini arttıran temel faktör, PDO’nun üretim maliyetlerinin yüksekliği olmuştur. 2007 yılına gelindiğinde ise Dupont firması mısır nişastasını kullanarak daha ucuza üretilen biyokimyasal PDO’yu tanıtmıştır. PDO üretiminin ucuzlaması ile PTT üretimi yeniden gündeme gelmiştir [5].

Sorona® polimeri daha sürdürülebilir sentetik polimer üretimine örnek olarak gösterilmiştir. Polimer bileşenlerinin bir kısmı petrokimyasallar yerine yenilenebilir doğal kaynaklardan üretilmektedir. Ayrıca CO₂ gibi sera gazlarının salınımı açısından da faydalar sağlamaktadır [5]. Tekstil sektörünün zararlı gaz salınımı da önemli bir çevresel faktördür çünkü sektörün yılda 1.2 milyar ton CO₂ eşdeğeri zararlı gaz salınımına neden olduğu ve bu miktar ile en kirlenmiş endüstrilerden biri olduğu belirtilmiştir [6]. Sorona® DuPont tarafından, petrol bazlı materyallerden biyo bazlı materyallere geçişin öncülerinden biri olarak gösterilmiştir. Polimerin %37’sinin yıllık olarak yenilenebilir bitkisel kaynaklardan elde edildiği, enerji tüketimi açısından Nylon 6’dan % 30, Nylon 6.6’dan % 40 daha az enerji sarf edildiği, sera gazı emisyonları açısından ise Nylon 6’ya göre % 63, Nylon 6.6’ya göre % 56 daha düşük salınımına neden olduğu söylenmiştir [7].

Tekstil sektöründe tamamen PTT içeren lifler üretildiği gibi diğer polimerlerle bikomponent formda PTT içerikli lifler de üretilmektedir. PTT içeren lifler filament ya da ştapel formda olabilmektedir. Saf ya da bikomponent olsun PTT polimerinin liflere olumlu katkıda bulunduğu en temel özellikler elastiklik, yumuşaklık, stabilite ve kolay boyanabilme olmuştur [8]. PTT liflerinin mukavemet değerleri PET (Polietilen tereftalat) ve Nylon'dan düşüktür ancak PBT (Polibütilen tereftalat) ile kıyaslandığında bir miktar daha yüksek olduğu görülmüştür [5].

Yapılan literatür araştırmasında kesikli PTT liflerinden iplik üretilmesi konusunda bir boşluk olduğu görülmüştür. PTT lifleri üzerine yapılan çalışmaların neredeyse tamamı, PTT polimeri, saf ya da bikomponent yapıda PTT esaslı filament iplik üretimi ve bu ipliklerin elastikiyet özelliklerinin incelenmesi üzerinedir [3, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Kesikli PTT liflerinden rotor iplik üretimi konusunda önemli bir boşluk olsa da çalışma konusu ile yakınlık sergileyen bazı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Zhao ve arkadaşları, kazak üretiminde geleneksel olarak kullanılan yün/akrilik karışımı ipliklere alternatif olabilecek kesikli elyaf karışımı iplikleri incelemiştir. Bu amaçla PTT/Wool/Tencel, PTT/Wool/Modal, PTT/PES (enine kesitte dört kanallı elyaf)/Tencel, PTT/Pamuk ve PTT/bambu iplikleri üretilmiştir. Bu iplikler kullanılarak 1x1 ribana örme kumaşlar üretilmiştir. En iyi performans değerlerinin PTT/Wool/Tencel ve PTT/Bambu içeren kumaşlarda ölçüldüğü belirtilmiştir [16].

Hua ve arkadaşları, PET/PTT iki bileşenli filament ve spandeks özlü iplik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, öz bileşenlerin, iplik numarasının ve spandeks çekim oranının iplik yapısı ve özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Farklı özlü bileşenler ve pamuk kullanılarak farklı numaralarda 8 çeşit özlü iplik üretilmiştir. Sonuç olarak, PET/PTT iki bileşenli filament ve elastan karışımı özlü ipliklerin, spandeks özlü ipliklere kıyasla daha düşük düzensizlik, tüylülük ve iplik hatası sayılarına sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu ipliklerin daha düşük gerilim gevşemesine sahip olduğu ve bunun daha iyi elastik kazanç anlamına geldiği eklenmiştir [17].

Jianbo ve arkadaşları, modal/kaşmir/Sustans elyaf karışımı eğrilmiş ipliklerle örülmüş kumaşların fonksiyonel özelliklerini araştırmışlardır. Üretilen kumaşların iyi tüylenme önleyici ve sıcak tutma özelliklerine sahip olduğu kaydedilmiştir [18].

Yan ve arkadaşları, sorona esaslı liflerin kullanıldığı mayo kumaşlarını incelemiştir. Bu çalışmada, mayo kumaşlarında temel olarak PET/Spandex ve PA/Spandex ipliklerin kullanıldığı ancak bu ipliklerin kolay deformasyon ve kısa ömür gibi kusurlarının bulunduğu belirtilmiştir. Spandex içerikli kumaşlara alternatif olarak PA/PTT/Spandex ipliklerden mayo kumaşları üretilmiş ve kıyaslama yapılmıştır. Sonuç olarak üretilen yeni kumaş yapısının elastisitesinin ticarileşmiş olan PA/Spandex ve PET/Spandex kumaşlardan daha yüksek olduğu, elastik geri dönüş ve plastik deformasyon özelliklerinin daha iyi olduğu, mükemmel seviyede patlama direncine sahip olduğu ve su emiciliklerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir [19].

Jin ve arkadaşları, Sorona/Pamuk karışımı dikişsiz örgü kumaşların kopma uzaması, esneklik, kırışıklık geri kazanımı, boncuklanma direnci, su emme ve hava geçirgenliğini incelemiştir. Araştırma sonucunda, sorona elyaf oranının artmasına paralel olarak, Sorona/Pamuk karışımı örme kumaşların, kopma uzaması, esneklik, kırışma geri kazanımını ve boncuklanma direncinin iyileştiği vurgulanmıştır [20].

Tekstilde günümüzde en çok kullanılan iplik eğirme yöntemi klasik ve kompakt yöntemleri içinde barındıran ring iplik eğirme yöntemidir. Rotor iplikçiliği, kısa lif iplikçiliğinde ring iplik eğirme yönteminden sonra en çok tercih edilen eğirme yöntemidir. Üretim prosesi ring iplikçiliğine göre daha kısa ve üretim hızı daha yüksek olduğu için maliyet açısından daha avantajlıdır [21].

Bu çalışmanın amacı, Sustans® şapeli liflerinin pamuk ile birlikte Rotor iplikçiliğinde eğilmesi ve üretilen ipliklerin elastik davranışlarının araştırılmasıdır. Sustans liflerinin elastik özelliklerinin rotor iplik yapısına aktarılması hedeflenmektedir ve bu husus incelenecektir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Sustans® lifleri ve Amerikan pamuğu kullanılmıştır. Pamuk lif özellikleri Uster HVI Spectrum (High Volume Instrument) test cihazı ile tespit edilmiştir. Sustans® lifleri Çinli Haixing Material Technology Co., Ltd tarafından Sorona® polimeri kullanılarak üretilmiştir ve yapılan mikroskopik incelemede bikomponent yapıda ve oldukça kıvrımlı oldukları görülmüştür. Sustans® liflerinin incelik ve uzunluk bilgileri üretici firmadan alınmış, mukavemet ve uzama verileri ise Instron 5564 universal mukavemet test cihazı ile ölçülmüştür ve 20 adet testin ortalamasını ifade etmektedir. Mukavemet ve uzama testleri 10 mm çene mesafesi ve 50 mm/dk hızda, 2,5 N kapasiteli yük hücresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Pamuk ve Sustans® lif özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir [22].

Çizelge 1. Pamuk ve Sustans lif özellikleri

Özellikler	Sonuçlar	
	Ort.	%CV
Sustans® (SU)		
Lif inceliği (dtex)	2	-
Lif uzunluğu (mm)	38	-
Ortalama kopma mukavemeti (cN/tex)	31.80	1.65
Ortalama kopma uzaması (%)	35.73	24.96
Pamuk (CO)		
SCI (Spinning Consistency Index-İplik Eğirilebilirlik İndeksi)	136	6.69
Mic (Mikroner Cinsinden Lif İnceliği)	4.01	5.08
Mat (Maturity-Olgunluk)	0.87	1.63
Len (Length-Lif uzunluğu) (mm)	29.26	1.87

Unf (Uniformity-Uzunluk üniformitesi) (%)	82.28	1.70
SFI (Short Fiber Index-12,7 mm'den kısa lif oranı) (%)	8.20	6.57
Str (Strength-Mukavemet) (cN/tex)	30.87	4.70
Elg (Elongation-Kopma uzaması) (%)	7.27	3.51
Moist (Moisture-Nem Değeri) (%)	7.30	3.99
Rd (Reflectance Degree-Parlaklık)	76.16	1.46
+b (Yellowness Degree-Sarılık Değeri)	7.37	8.00
C Grade (Color Grade-Renk skalasında yer aldığı bölge)	41-1	-
Tr Cnt (Trash Count-Yabancı madde sayısı)	40.22	32.08

2.2. Metot

Pamuk oranı sırasıyla %70, %60, %50, %40 ve %30 olmak üzere 5 farklı karışım oranında Pamuk/Sustans® karışımı iplikler ve % 100 Pamuk ipliği üretilmiştir. Tüm ipliklerde aynı üretim ölçütleri kullanılmıştır. Üretilen tüm rotor ipliklerinin numarası Ne 8,25 (71.6 tex)'dir. İplik üretimi aşamasında ilk elyaf karışımı, elyaf balyalarının parçalar halinde balya açıcıya beslenmesi ile elde edilmiştir. Daha sonra bu karışımın homojenliği, ince açıcı temizleyicide artırılmıştır. İstenilen karışım oranlarında üretilen tarak şeritleri iki pasaj cer işleminden geçirilmiştir. Daha sonra elde edilen cer şeritleri açık uç rotor iplik makinesinde ipliğe dönüştürülmüştür. Her karışım oranında 4'er bobin iplik üretilmiştir. İplik üretim aşamaları, bu aşamalarda kullanılan makineler ve eğirme ölçütleri Çizelge 2'de belirtilmiştir [22].

Çizelge 2. İplik Üretim Aşamaları ve Makineleri

Üretim Aşaması	Makinenin	
	Markası-Modeli-Üretim Yılı	Makine Çıktısı
Balya Açıcı- Karıştıncı	Rieter B 34 - 1989	Harman karışımı
İnce Açıcı- Temizleyici	Rieter B 5/5 ERM - 1989	Homojenliği artırılmış harman karışımı
Tarak	Trützschler DK 760 - 1995	Şerit - Ne 0,13
Cer	Rieter RSB D50 - 2017	Şerit - Ne 0,11
Cer	Rieter RSB 51 - 1991	Şerit - Ne 0,11
Rotor İplik Makinası	Saurer Schlafhorst	İplik - Ne 8,25

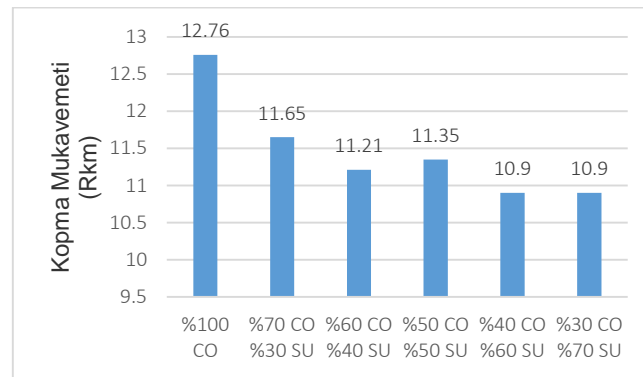
Autocoro 9- 2017		(71,6 tex)
Rotor Tipi/Çapı	T 640 BD/40 mm	
Navel Tipi	K 4-A	
Torquestop Tipi	30-0G (Yeşil)	
Açıcı Silindiri Tipi	B 174DN	
Büküm Katsayısı (α_e)	4,5	
Rotor Hızı (devir/dk)	60.000	
Açıcı Hızı (devir/dk)	7000	

Elastikiyet testleri ASTM D2731-07 standart deney metoduna göre uygulanmıştır. Metoda göre iplikler 5 kez yükleme/boşaltma döngüsüne tabi tutulup, 5. yüklemde 30 sn bekletilmektedir. 5. yüklemde maksimum kuvvet ile 30 sn sonraki kuvvet farkından gerilim gevşemesi hesaplanmaktadır. Daha sonra çene başlangıç konumuna gelip 6. yükleme için hareket ettiğinde 0.05 mN/tex değerine karşılık gelen uzama ile kalıcı uzama hesaplanmaktadır. İlk çene mesafesi 50 mm'dir. Yükleme sırasında uygulanacak olan çene mesafesi, her ipliğin kendi kopma uzaması değerinin %80'i olacak şekilde ayarlanmıştır.

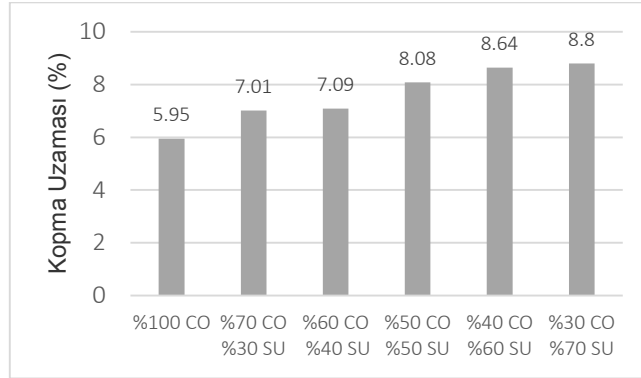
Yukarıda bahsedilen uzama değerlerinin belirlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi için kopma mukavemeti ve uzaması testlerine de çalışmada yer verilmiştir. Kopma mukavemeti ve uzaması testleri "TS EN ISO 2062: 2010 standardına uygun olarak, Uster Tensorapid 3 V7.0 cihazında yapılmıştır. Testler sırasında çene mesafesi (LH) 500 mm, test hızı (v) 5000 mm/d, çene sıkıştırma basıncı (Pc1) 225 N/cm² (30%) ve ön gerilim (FV) 36,0 gf olarak seçilmiştir. Her bir bobinden 10'ar adet ölçüm gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Üretilen rotor ipliklerinin ortalama kopma mukavemeti ve kopma uzaması test sonuçları Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir [22].



Şekil 1. Karışım oranlarına göre kopma mukavemeti grafiği



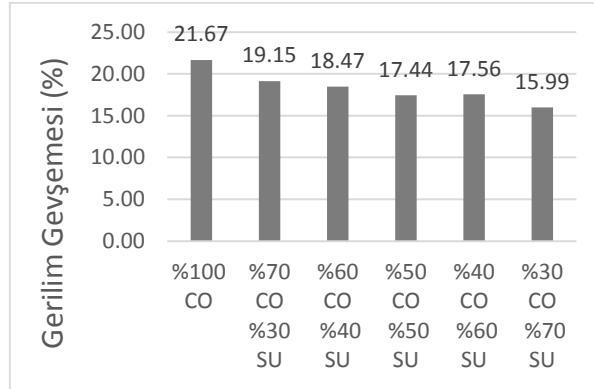
Şekil 2. Karışım oranlarına göre kopma uzaması grafiği

Sustans[®] oranı arttıkça iplik mukavemetlerinin düştüğü, kopma uzamalarının ise arttığı görülmektedir. Sustans liflerinin yüksek uzama kabiliyetlerinden dolayı iplik uzama değerlerinin artması beklenmektedir. Ancak kullanılan pamuk ve Sustans[®] liflerinin mukavemetleri birbirine çok yakın olduğu için iplik mukavemetlerinin daha yakın olması beklenebilir. Mukavemetler arasındaki fark, %60 ve %70 Sustans[®] oranlarında daha belirgin hale gelmiştir. Bu ipliklerde üretim sırasında rotor yivinde lif sıvanma problemlerinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu durum, Sustans[®] ve pamuk karışımında liflerin birbirine yeterince tutunamadığı, Sustans[®] liflerinin iplik yapısına yeterince katılım sağlayamadığı şeklinde değerlendirilmiştir [22].



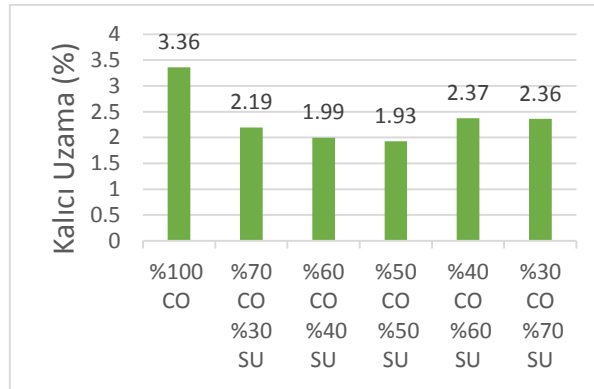
Şekil 3. Rotor yivinde lif birikimi

Üretilen rotor ipliklerinin ortalama gerilim gevşemesi ve kalıcı uzama test sonuçları grafik halinde aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. Karışım oranlarına göre gerilim gevşemesi grafiği

İncelemeler sonucunda; Sustans® içeren ipliklerin gerilim gevşemesi değerlerinin %100 Pamuk ipliğe göre daha iyi olduğu ve Sustans® oranı arttıkça gerilim gevşemesinin azaldığı görülmüştür. Kopma uzaması sonuçları ise Sustans® oranı arttıkça uzama değerlerinin de arttığını göstermektedir. Bu iki sonuç, Sustans® oranı arttıkça ipliklerin kuvvet karşısında orijinal şeklini koruma eğiliminin arttığını göstermektedir. Sustans® liflerinin yüksek esneme kabiliyetleri düşünüldüğünde elde edilen bu sonuçlar beklenen doğrultudadır.



Şekil 5. Karışım oranlarına göre kalıcı uzama grafiği

Sustans® içeren ipliklerin kalıcı uzamaları %100 Pamuk ipliğe göre daha düşüktür. Yani Sustans® içeren ipliklerin kuvvete maruz kalıp uzadıktan sonra orijinal şekline dönme eğilimi de Pamuk ipliğe göre daha yüksektir. Ancak %60 ve %70 Sustans® içeren ipliklerde kalıcı uzamadaki düşüş trendi tersine dönmüştür. Bu karışım oranlarında iplik üretimi sırasında meydana gelen rotor yivinde lif sıvanma problemlerinin ve Sustans® liflerinin iplik yapısına tam yerleşmemesinin bu durumda etkili olduğu düşünülmektedir.

Kalıcı uzama ve gerilim gevşemesi değerleri birbirini büyük oranda doğrulamaktadır. Eğer yüksek gevşeme gösteren pamuk iplikteki kalıcı uzama Sustans® ipliklere göre düşük olsaydı, ipliğin uzama kabiliyetinin sonuna gelmediği, Sustans® ipliklere göre daha iyi elastikiyetinin olduğu söylenebilirdi. Ancak kalıcı uzaması da yüksek olduğu için elastikiyetinin Sustans® ipliklerden düşük olduğu açıktır.

4. SONUÇ

Sustans[®] kullanımının ipliklerde esneme ve gerilim gevşemesi davranışı üzerinde olumlu etkisinin olduğu, Sustans[®] oranındaki artışa paralel olarak olumlu etkinin de arttığı görülmüştür. Sustans[®] ipliklerin kullanım sırasındaki zorlamalara karşı iplik yapısı bozulmadan esneme kabiliyeti artmıştır. Kalıcı uzama değerlerine göre, zorlamaya sebep olan kuvvet kalktıktan sonra iplikler ilk formlarına geri dönme eğilimindedir ve elde edilen esneme kalıcı şekil değişikliği değildir. İplik mukavemetleri bir miktar düşmüştür ancak olumlu etkiler göz önünde bulundurulduğunda bu düşüşün kabul edilebilir seviyede olduğu değerlendirilmiştir.

Netice olarak Sustans[®] kullanımı mukavemeti bir miktar düşürmesine rağmen, iplik stabilitesini geliştirmekte ve giysilerin diz, dirsek gibi kullanım bölgelerindeki torbalanmaya karşı iplikleri daha dirençli hale getirmekte, yani onların elastik özelliklerini geliştirmektedir. Tüm test sonuçlarına göre ideal karışım oranının %50-%50 Sustans[®]-Pamuk olduğu kanısına varılmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Kerkhof, R.V.D., (2018), Innovative by Nature Time to Act, Lenzing AG. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/2018/20181105/COFFI2018 - Circular Economy - van de Kerkhof.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/2018/20181105/COFFI2018_-_Circular_Economy_-_van_de_Kerkhof.pdf), 20.05.2022.
- [2] Özkan, M., (2019), PTT/Pamuk Karışımı OE-Rotor İpliklerinin ve Bu İpliklerin Kullanıldığı Denim Kumaşların Performans Özelliklerinin Araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 135s.
- [3] Houck, M. M., Menold, R. E. II, Huff, R. A., (2001), Poly(trimethylene Terephthalate) a New Type of Polyester Fibre, Problems of Forensic Sciences, vol. XLVI, p.217-221.
- [4] Perepelkin, K.E., (2001), Poly(ethylene Terephthalate) and Polyester Fibres – 60 th Anniversary of The First Patent-Poliester Fibres abroad in the third millenium, Fibre Chemistry, Vol 33, No.5.
- [5] Yıldırım, F.F., Avinç, O.O., Yavaş, A., (2012), Poli (Trimetilen Tereftalat) Lifleri Bölüm 1: Üretimi, Özellikleri, Kullanım Alanları, Çevresel Etkisi, Tekstil ve Mühendis, 19: 87, 43-54.
- [6] Springer Nature, (2018), The price of fast fashion. Nature Climate Change, <https://www.nature.com/articles/s41558-017-0058-9>, 20.05.2022.
- [7] DuPont, (2019), The Sorona[®] Story. <http://sorona.com/our-story/>, 20.05.2022.
- [8] Bio-Based Fiber Sustans[®] made with DuPont Sorona[®], Haixing Material Technology Ltd., <http://www.haixingtec.com/chanpinjs-EN.htm>, 11.04.2021.
- [9] Oh, T. H., (2006), Effects of Spinning and Drawing Conditions on the Crimp Contraction of Side-by-Side Poly(trimethylene terephthalate) Bicomponent Fibers, Journal of Applied Polymer Science, 102: 1322–1327.
- [10] Luo, J, Wang, F., Xu, B. (2011), Factors Affecting Crimp Configuration of PTT/PET bi-Component Filaments, Textile Research Journal, 81(5): 538-544.
- [11] Chen, Y., Ding, X., Li, Y., Zhao, X. (2012), In Vitro Fatigue Properties of Prototype Woven Vascular Prosthesis with Poly (trimethylene terephthalate) Filaments as Circumferential Yarns. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 7(4): 1-6.
- [12] Wang, F, Gu, F, Xu, B, (2013), Elastic Strain of PTT/PET Self-Crimping Fibers, Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 8(2):50-55.

- [13] Al-Juaidiyah, J, (2015), Pyrolysis Kinetics of Recycled Polyesters, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 27(4): 523-531.
- [14] Resch-Fauster, K, Klein, A, Bles, E, Feuchter, M. (2017), Mechanical Recyclability of Technical Biopolymers: Potential and Limits, *Polymer Testing*, 64:287-295.
- [15] İçoğlu, H. İ, Oğulata, R. T, (2017), Effect of Ambient Parameters on Morphology of Electrospun Poly (trimethylene Terephthalate) (PTT) Fibers, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 27(3): 215-223.
- [16] Zhao, L, Hu, H, Wang, S. (2011), Fuzzy-İntegrative Judgment on the End-Use Performance of Knitted Fabrics Made with Polytrimethylene Terephthalate Blended Yarns, *Textile Research Journal*, 81(17): 1739-1747.
- [17] Hua, T, Wong, N. S, Tang, W. M, (2018), Study on Properties of Elastic Core-Spun Yarns Containing a Mix of Spandex and PET/PTT bi-Component Filament As Core, *Textile Research Journal*, 88(9): 1065-1076.
- [18] Jianbo, X. I. A. O, Xiaogang, Z. H. A, Xiaomei, L. I, & Xinxin, L. I. (2020), Development of nano-crystallite functional modal/cashmere/Sustans fiber blended yarn, *Wool Textile Journal*, 48(3), 30-35.
- [19] Yan, Y. X, He, L, Lei, S. S, Lu, Y. P, Feng, Y. N, & Tao, J. W. (2013), The Performance Test and Analysis of Sorona Elastic Swimsuit Fabric, *Advanced Materials Research*, 821, 415-418.
- [20] Jin, Z. M, Li, X., Yan, Y. X., & Tao, J. W. (2014), Study on Wearing Characteristics of Sorona/Cotton Blended Seamless Knitted Fabric, *Applied Mechanics and Materials*, 633, 460-463.
- [21] Akbaş, E, Çelik, P, (2016), A Research for Spinning Silk/Cotton Blend on Open-End Rotor Spinning System, *Tekstil ve Konfeksiyon* 26(2), 221-229.
- [22] Özkan, M, Duru Baykal, P, & Özkan, İ, (2022), Investigation on the performance properties of polytrimethylene terephthalate (PTT) based staple fibers and cotton blended OE-rotor yarns, *Journal of the Textile Institute*, Vol. 113, No. 3, 449-459.

ELASTAN İÇERİKLİ OE-ROTOR İPLİKLERİN DENİMDE KULLANIMI

Selda YILDIZ¹, Pınar DURU BAYKAL²

¹Bossa Ticaret ve Sanayi İşletmeleri T.A.Ş., Adana

²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

SSabuncu@bossa.com.tr

ÖZET

Günümüzde gittikçe artan rekabet koşulları ve yükselen maliyetler üreticiler üzerinde büyük baskı oluşturmaktadır. Üreticiler, düşük maliyetler ve yüksek üretim hızları ile maksimum ürün performansı elde etme çabası içerisindeyler. Denim kumaşlarda konfor ve boyutsal stabilite için elastan içerikli iplik kullanımı çok yaygındır. Maliyetin düşük, proses basamaklarının kısa ve makina devirlerinin yüksek olması open-end (OE) rotor iplik üretimini ön plana çıkarmaktadır. Bu sebeple bu çalışmada rotor iplik eğirme sistemi ile üretilen, elastan ile two for one tekniği kullanılarak çift kat haline getirilen elastan içerikli rotor iplikleri atkıda kullanılarak denim kumaş üretilmiştir. Ayrıca benzer özelliklerde elastan içerikli ring core-spun atkı ipliği ile aynı çözgülerle ve aynı dokuma parametreleri ile denim kumaş üretimi yapılmıştır. Sonuç olarak; kumaş performans değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Farklı yıkamalar sonrasında ise görüntü farklılıkları gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler; iplik, open end ,two for one,elastan

USE OF ELASTANE OE-ROTOR YARNS IN DENIM

ABSTRACT

Today, increasing competition conditions and rising costs put great pressure on manufacturers. Manufacturers strive to achieve maximum product performance with low costs and high production speeds. It is very common to use elastane-containing yarn for comfort and dimensional stability in denim fabrics. Low cost, short process steps and high machine speeds bring open-end (OE) rotor yarn production to the fore. For this reason, in this study, rotor yarns were made into double layers with elastane using the two for one technique. Then, denim fabric was produced by using these rotor yarns, containing elastane, in the weft. In addition, denim fabric was produced with the same warps and the same weaving parameters as ring core-spun weft yarn containing elastane with similar properties. As a result; fabric performance values were very close to each other. After different washings, image differences were observed.

Keywords: yarn, open end ,two for one,elastane

1.GİRİŞ

Tekstil sanayi hem ihracat hem de istihdam bakımından ülke ekonomimizin temelini oluşturan en önemli sanayi dallarından biridir. Günümüzde gittikçe artan rekabet koşulları ve yükselen maliyetler üreticiler üzerinde büyük baskı oluşturmaktadır. Bu koşullarda insanların tekstil ürünlerinden beklentilerinde oluşan farklılıkları karşılayabilecek özellik ve kalitede iplikleri, düşük maliyetlerde üretebilmek gerekmektedir [1].

Dünyada iplik üretimi yaygın olarak ring ve open-end (OE) rotor iplik eğirme sistemleri ile yapılmaktadır. Kısa elyaf iplik üretiminde ring ipliklerinin ideal özelliklere sahip oldukları kabul edilmekle birlikte sistemdeki bazı teknolojik sınırlar yeni iplikçilik sistemlerinin geliştirilmesi çalışmalarının başlıca sebebi olmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak open-end rotor iplik eğirme yöntemi geliştirilmiştir. Üretim hızı ve maliyeti bakımından ring sistemine nazaran avantajlı olan bu sistem, her ne kadar kalite özellikleri yönüyle ring sistemine yaklaşırsa da sahip olduğu avantajlar nedeniyle endüstriyel anlamda kabul görmüştür ve artık konvensiyonel bir sistem olarak değerlendirilmektedir.

Dünyanın en eski kumaş çeşitlerinden biri olan denim kumaşlar artan taleplere karşılık verebilen çeşitlilikleri ve her geçen gün iyileştirilen performans özellikleri sayesinde günlük kullanıma uygun vazgeçilmez bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde bu amaçla yapılan en yaygın uygulamalardan bir tanesi ise gündelik kullanımda hareket konforu sağlamak amacıyla denim kumaşlarda çift yönlü olarak elastan içerikli ipliklerin kullanılmasıdır [2, 3]. Poliüretan lifleri esneklik özellikleri nedeniyle elastomer elyaf sınıfında yer alır [4]. Elastomer liflerinin tekstilde kullanımı çok önemli bir aşamadır. Çünkü bu lifler ile üretilen iplikler, kullanıldıkları kumaşlara ilave nitelikler kazandırmaktadırlar. Elastomer içerikli iplikler, dokuma kumaşlarda hem daha esnek bir ürün elde edilmesini sağlamakta, hem de bu kumaştan üretilen giysinin vücutta daha düzgün bir şekil almasına yardımcı olmaktadır. Elastomer iplik kullanımının sağladığı bu etkiler tasarımcılar ve konfeksiyoncular için büyük avantajlar sağlamaktadır. Genel adı Avrupa'da elastan, Asya ve Amerika'da spandex olan bu iplikler günlük giyim, spor giyim, klasik giyim ve denim ürünler olmak üzere her alanda kullanılabilir [5].

Literatürde elastan içeren denim kumaş özelliklerinin ve performansının araştırıldığı pek çok çalışma vardır. Bu çalışmaların bir kısmında elastan içerikli denim kumaşlarda elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine kumaş konstrüksiyonunun, elastan numarasının ve elastan ön çekiminin etkileri incelenmiştir [6-8]. Bazı çalışmalarda ise farklı yıkama işlemlerinin atkı elastan içeren denim kumaşların mukavemeti ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır [9-12]. Bu çalışmaların hepsinde elastan içerikli ring core spun iplikleri kullanılmıştır.

Katlama, iplik özelliklerini geliştirmek ve tek katlı ipliklerle sağlanamayan iplik veya kumaş performansını elde etmek amacıyla, iki veya daha fazla sayıdaki tek katlı ipliğin birbirine bükülmesi işlemidir. Katlı iplik üretimi ile bir çok kumaş tasarımının ekonomik olarak üretimi mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada elastan içerikli ring core spun iplikleri ile rotor iplikçiliği ile üretilip elastan ile bükülen ipliklerin performansları karşılaştırılmıştır. İplik üretim sürecinde iplik numarası, elastan numarası ve harman sabit tutulmuştur. Bu iplikler atkıda kullanılarak ve dokuma

parametreleri sabit tutularak denim kumaşlar üretilmiştir. Dokuma kumaşlar aynı anda aynı terbiye işlemlerinden geçirilmiştir. Üretilen denim kumaşların performansları değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışmada hammadde olarak %100 Urfa Pamuğu kullanılmıştır. Uster HVI Spectrum (High Volume Instrument) test cihazı ile lif özellikleri tespit edilmiş ve Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan %100 Urfa pamuk lifinin HVI değerleri

HVI Test Parametreleri	Ortalama Değerler
SCI (Spinning Consistency Index-İplik Eğirilebilirlik İndeksi)	129,67
Mic (Mikroner)	4,49
Mat (Maturity-Olgunluk)	0,87
Len (Length-Lif uzunluğu) (mm)	29,26
Unf (Uniformity-Uzunluk üniformitesi) (%)	82,28
SFI (Short Fiber Index-12,7 mm’den kısa lif oranı) (%)	7,45
Str (Strength-Mukavemet) (cN/tex)	32,2
Elg (Elongation-Kopma uzaması) (%)	6,56
Moist (Moisture-Nem Değeri) (%)	7,3
Rd (Reflectance Degree-Parlaklık)	68,54
+b (Yellowness Degree-Sarılık Değeri)	9,06

Bossa işletmesinde istenen ve kabul gören HVI değerleri ise Çizelge 2’de verilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada kullanılan pamuk değerleri üretim için uygundur.

Çizelge 2. İşletmede standard vatka HVI değerleri

VATKA STANDARTLARI				
SCI	LEN	UNF	SFI	STR
min.	min	min	max	min
120,9	28,5	80,8	9,9	28,5

Çalışma kapsamında ayrıca 78 dtex elastan (creora®) kullanılmıştır.

2.2. Metod

Çalışma kapsamında Ne 20/1 OE-rotor ipliği üretilmiş, daha sonra 78 dtex elastan ile ikiye bir büküm (two for one) yöntemi ile çift kat iplik elde edilmiştir. Karşılaştırma amacıyla Ne 10/1 pamuk + 78 dtex elastan core-spun ring ipliği de üretilmiştir. Bu iplikler atkıda kullanılarak

aynı dokuma makinesinde, aynı çözgü iplikleri ve aynı üretim parametreleri ile 2 farklı denim kumaş dokunmuştur.

2.2.1. Open-End (OE) Rotor İplik Üretimi

OE-rotor iplik üretim sisteminin ring iplikçiliğine göre avantajı, fitil ve bobinleme işlem basamaklarının bulunmaması ve yüksek üretim hızıdır. Özellikle maliyet ve kalitenin dengelenmesi gereken uygulamalarda, rotor iplikleri ring ipliklerine tercih edilebilmektedir.

Çalışmanın OE-rotor iplik üretim süreçleri ve makina bilgileri aşağıda Çizelge 3 de belirtilmiştir.

Çizelge 3. OE-Rotor iplik üretim süreçleri ve makina parametreleri

Üretim Aşaması	Makinenin Markası-Modeli-Üretim Yılı	Makine Çıktısı
Balya Açıcı- Karıştırıcı	Rieter B 34 - 1989	Harman karışımı
İnce Açıcı- Temizleyici	Rieter B 5/5 ERM - 1989	Homojenliği artırılmış harman karışımı
Tarak	Trützschler DK 760 - 1995	Şerit - Ne 0,100
Cer	Rieter RSB D50 - 2017	Şerit - Ne 0,110
Cer	Rieter RSB D50 - 2017	Şerit - Ne 0,110
Rotor İplik Makinası	Saurer Schlafhorst Autocoro 9- 2017	
	Rotor Tipi/Çapı	T 640 BD/40 mm
	Navel Tipi	K 4-A
	Torquestop Tipi	30-0G (Yeşil)
	Açıcı Silindiri Tipi	B 174DN
	Büküm Katsayısı (α_c)	4,5
	Büküm (tur/inç)	20,12
	Büküm Yönü	Z
	Rotor Hızı (devir/dk)	60.000
	Açıcı Hızı (devir/dk)	7000
		İplik - Ne 20

2.2.2 Core-Spun Ring İplik Üretimi

Çalışmada kapsamında elastan içerikli core-spun ring iplik üretim süreçleri ve makina bilgileri Çizelge 4'de verilmiştir.

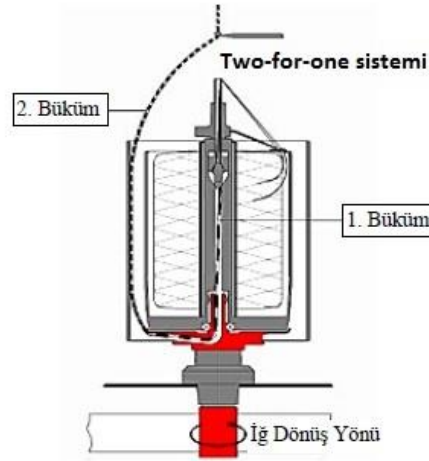
Çizelge 4. Ring core-spun iplik üretim süreçleri ve makina parametreleri

Üretim Aşaması	Makinenin Markası-Modeli-Üretim Yılı	Makine Çıktısı
Balya Açıcı- Karıştırıcı	Rieter B 34 - 1989	Harman karışımı
İnce Açıcı- Temizleyici	Rieter B 5/5 ERM - 1989	Homojenliği artırılmış harman karışımı
Tarak	Trützschler DK 760 - 1995	Şerit - Ne 0,100
Cer	Rieter RSB D50 - 2017	Şerit - Ne 0,110
Cer	Rieter RSB D50 - 2017	Şerit - Ne 0,110
Fitil	Toyota - 1995	Fitil - Ne 0,55
Core-Spun Ring İplik Makinası	Marzoli - 2011	
	İğ devri	9500 d/dk
	Kopça hızı	25 m /sn
	Kopça tipi	B2 H1 DR 10
	Bilezik çapı	51 mm
	Elyaf Karışım Oranı	% 96,52 pamuk % 3,48 elastan
	Büküm Katsayısı (α_e)	4,5
	Büküm (tur/inç)	14,23
	Büküm Yönü	Z
	Elastan Numarası	78 dtex
	Elastan Çekimi	3,8

2.2.3. Çift Katlı OE-Rotor İplik Üretimi

Katlama, iplik özelliklerini geliştirmek ve tek katlı ipliklerle sağlanamayan iplik veya kumaş performansını elde etmek amacıyla, iki veya daha fazla sayıdaki tek katlı ipliğin bir arada bükülmesi işlemidir. İki ipliği birlikte bükmek, ipliklerin gerilme dayanımını, uzamasını ve düzgünsüzlüklerini geliştirmektedir.

Katlı iplik üretiminde ilk olarak tek katlı iplik bobinleri katlama makinesinde katlanırken kendiliğinden oluşan bir büküm ile (20 tur/m gibi) büküm almadan bir bobine sarılmaktadır. Bu işlemi şu an aktarma makineleri yapmaktadır. Daha sonra katlanmış bobinler, two-for-one büküm makinesine yerleştirilmekte ve iğün her bir devrinde ipliğe 2 büküm verilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Two For One Büküm Tekniği [13]

Two-for-one büküm makinesi üretim parametreleri Çizelge 5 'de verilmektedir.

Çizelge 5. Two-for-one büküm makinesi üretim parametreleri

İplik Numarası (Ne)	20 /2
Elyaf Karışım Oranı	% 96,52 pamuk % 3,48 elastan
Makine Adı	SAURER Büküm Makinası
Makine İğ devri	8000 d/dk
İğ Sayısı/Cağlık Kapasitesi	100
Büküm Katsayısı (α_e)	3,6
Büküm (tur/inç)	11.38
Büküm Yönü	S
Elastan Numarası (dtex)	78
Elastan Çekimi	3,8

2.2.4. İplik Testleri

Çalışma kapsamında üretilen rijid ipliklerin mukavemet-uzama testleri Uster Tensojet cihazında, elastanlı ipliklerin mukavemet-uzama testleri Uster Tensorapid cihazında, düzgünlük, iplik hataları ve tüylülük testleri ise Uster Tester cihazında uygulanmıştır. Testler her bir iplik türü için üretilen 3'er bobine uygulanmış olup ortalama değerler çalışma sonuçlarında verilmiştir.

2.2.5. Denim Kumaş Üretimi

Çalışma kapsamında üretilen elastan içerikli ring ve rotor iplikleri atkı olarak kullanılmış ve aynı dokuma makinesinde, aynı çözümlerle kancalı (rapier) tezgahlarda dokunmuştur. Dokuma üretim parametreleri Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Numune kumaş dokuma parametreleri

Makine	Picanol kancalı (Rapier)
Makine devri	620 d/dk
Çözgü ipliği hammaddesi	% 100 Pamuk Ring
Çözgü ipliği numarası	Ne 7/1
Tarak No	56/4
Tarak Eni	185 (cm)
Toplam Çözgü Tel Sayısı	4144
Mekanik Sıklık	16,3
Örgü	3/1 Z Dimi

Bu çalışmada amaç farklı atkı ile dokunmuş iki kumaşın benzer görüntülere ve test değerlerine sahip olmasıdır. Bu amaçla terbiye prosesleri her iki kumaş için de aynı olacak şekilde ardi ardına tek bir seferde uygulanmıştır. Standard denim kumaşlara uygulanan yakma, yakma sonrası yıkama, sanfor öncesi ön kurutma ve sanfor işlemleri uygulanmıştır.

2.2.6. Kumaş Testleri

Çalışma kapsamında üretilen kumaşlara uygulanan testler Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Kumaşlara uygulanan testler

Test İsmi	Test Metodu
Mamul kumaş eni	–
Kumaş gramağı (Mamül ve Yıkanmış)	ASTMD 3776
Kopma mukavemeti testi	ASTM_D_5034
Yırtılma mukavemeti testi	ASTM_D_1424
Yıkama sonrası boyut değişimi testi (Çözgü ve Atkı Çekmeleri)	TS EN ISO 6330:2012
Elastikiyet ve kalıcı uzama testi	ASTM D 3107-07:2015

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin test sonuçları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. İplik test değerleri

İplik Test Parametreleri	İplik Türü		
	Ne10/1 Ring Elastan	Ne 20/1 Rotor	Ne 20/2 Rotor Elastan
Ne CV %	1,40	1,21	0,8
Mukavemet (Rkm)	18,84	14,2	13,92
Rkm CV %	6,41	8,05	5,8
% Uzama	7,84	5,27	5,55
Uzama CV %	6,23	9	6,1
Tüylülük (H)	7,87	5,18	6,28
Düzensüzlük (% U)	9,24	11,05	7,74
İnce Yer (- %40)	8,36	191,85	1,8
İnce Yer (- %50)	0,00	4,57	0
Kalın Yer (+ %50)	29,46	128,2	2,3
Kalın Yer (+ %35)	313,90	749,3	33
Neps (% 200)	13,64	124,17	9,5

Çizelge 8'e göre ring elastan ve rotor elastan iplik değerleri karşılaştırıldığında, ring ipliklerin rotor ipliklerden daha mukavemetli olduğu, ancak rotor ipliğin daha az mukavemet varyasyonu gösterdiği söylenebilir. Benzer durumun elastansız ring ve rotor iplikleri için de geçerli olduğu bilinmektedir. Rotor elastan iplikleri, tüylülük ve iplik hataları bakımından çok daha iyi değerlere sahiptir. Uzama değerlerine bakıldığında ise rijid rotor ipliğe göre rotor elastanlı iplikte bir miktar artış elde edilmiştir.

Atkıda Ne 10/1 Pamuk + 78 dtex elastan ring core-spun ipliği kullanılarak üretilen denim kumaşlara 1, atkıda Ne 20/2 +78 dtex elastan OE-rotor ipliği ile dokunan kumaşlara ise 2 kodu verilmiştir. Kumaş test sonuçlarının ortalamaları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Numune kumaşlara ait test sonuçları

Uygulanan Testler		Kumaş Türü	
		1 (ring elastan)	2 (rotor elastan)
Mamul kumaş eni (cm)		144,4	145,5
Kumaş gramajı (g/m ²)	Mamül	380	390
	Yıkanmış	460	465
Kopma mukavemeti (kg)	Atkı	35	37
	Çözücü	55	60
Yırtılma mukavemeti (g)	Atkı	3300	3500
	Çözücü	4300	4450
Yıkama sonrası boyut değişimi (%)	Çözücü	3,6	2,6
	Atkı	9,6	9,3
Elastikiyet (%)		25,6	26,8
Kalıcı uzama-Growth (%)		4	4

Sadece atkı yönünde elastikiyet beklentisi olduğu için elastikiyet ve kalıcı uzama testleri sadece atkı yönünde uygulanmıştır.

1 ve 2 No'lu kumaşların en, gramaj değerleri birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Kopma ve yırtılma mukavemetleri ise yakındır. Diğer yandan 2 No'lu kumaşın boyut değişimi değerlerinde bir miktar iyileşme gözlenmiştir. Kalıcı uzama değerleri ise aynı olup elastikiyet değeri az da olsa 2 No'lu kumaş için artmıştır.

Denim kumaşlar çoğunlukla yıkamalı olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple üretilen denim kumaşlara standard 4 renk yıkama yapılmış ve genel görüntüleri değerlendirilmiştir. 1 ve 2 No'lu kumaşlar aynı kazanlarda aynı anda bu yıkama işlemlerine tabi tutulmuştur. Uygulanan standart yıkamalar sonrasında ise bir miktar görüntü farklılıkları gözlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 1 ve 2 No'lu kumaşlara ait yıkama görüntüleri

4. SONUÇ

Literatürde elastan içerikli ring core spun ipliklerinin denim kumaşlarda performans özelliklerinin araştırıldığı pek çok çalışma vardır. Bu çalışma ile elastan içerikli rotor ipliklerinin denimde kullanımı ve eşdeğer ring core spun iplikleri ile karşılaştırılması amaçlanmış, ve böylece literatüre katkı hedeflenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Elastan içerikli ring core-spun ipliklerin atkı olarak yer aldığı denim kumaş performans değerleri ile elastan içerikli rotor ipliklerin atkıda kullanıldığı denim kumaş performans değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır.
- Denim kumaş için önemli olan elastikiyet, kalıcı uzama ve çekme değerleri bu iki kumaş tipi için birbiri ile çok yakındır.
- Performans açısından iki kumaş birbirine muadil olabilecek düzeydedir.
- Denim kumaşların yıkama öncesi görüntüleri benzerdir. Ancak yıkamalar sonrası kumaş görüntülerinde farklılıklar gözlenmiştir.
- Yapılan yıkamalar sonrası görüntülerin de birbirine yaklaşması için çalışmalara devam edilecektir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Küçük, N., Canoğlu, S., (2009), Vortex İpliklerin Ring ve Open-End Rotor İplikleri ile Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- [2] Biterge, Ş., (2019), Seçilmiş İpliklerden Dokunmuş Çift Yönlü Esnek (Bi Streç) Denim Kumaşların Performans Özelliklerinin İncelenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- [3] Kurban, N. S., & Babaarslan, O. (2019), Süper streç denim kumaşların özelliklerine dair literatür incelemesi, *Tekstil ve Mühendis*, 26(113), 104-115.
- [4] Başer, İ., (1992), Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayın No: 524, İstanbul.
- [5] Kertmen, N., (2021), Denim Kumaş Üretiminde Kullanılan Liflerde Yeni Trendler, *Tekstil ve Mühendis*, 28(121), 48-59.
- [6] Özdil, N., (2008), Stretch and bagging properties of denim fabrics containing different rates of elastane. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16(1), 66.
- [7] Qadir, B., Hussain, T., & Malik, M. (2014), Effect of elastane denier and draft ratio of core-spun cotton weft yarns on the mechanical properties of woven fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 9(1), 23-31.
- [8] Baykuş, D., & Oğulata, R. T. (2019), Denim Kumaşlarda Özlü İplik Kullanımının Elastikiyet ve Kalıcı Uzama Özelliklerine Etkisi. *Tekstil ve Mühendis*, 26(116), 372-380.
- [9] Kan, C. W., & Yuen, C. W. M. (2009), Evaluation of the performance of stretch denim fabric under the effect of repeated home laundering processes, *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 2(2-3), 71-79.

- [10] Arıkan, T., Çavuşoğlu, B., Alver, Y., Çil, Z. E., Akaya, M. Ş., & Kayaoğlu, B. K. (2015), Farklı Endüstriyel Yıkama Proseslerinin Denim Kumaşların Mukavemet ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi, *Tekstil ve Mühendis*, 22: 100, 54-68.
- [11] Nergis, A. & Oğulata, R. T. (2017), Taş Yıkamanın Denim Kumaş Performansı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, *Tekstil ve Mühendis*, 24 (107), 160-171.
- [12] Gürkan Ünal, P., & Konal, D. (2021), Investigation of the Effect of Weft Yarn Parameters on the Elasticity and Recovery Properties of Stretch Denim Fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 1-13.
- [13] Ünal, S, Ömeroğlu, S, (2011), Ring İplikçiliğinde Direkt Çift Katlı İplik Eğirme Ve Farklı Metotlarla Elde Edilen Çift KATlı İplik Yapılarının İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

YALANCI BÜKÜM TEKSTÜRE İPLİK ÜRETİMİNDE İPLİK HATALARININ BELİRLENMESİ

Zehra KAYNAR TAŞCI¹, Mustafa ARAZ², Deniz Mutlu ALA³, Nihat ÇELİK¹

¹Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

²SASA Polyester Sanayi A.Ş., Adana

³Ç.Ü. AOSB Teknik Bilimler MYO, Adana

zehra.kaynartasci@gmail.com

ÖZET

Düz ve kıvrımsız yapıdaki POY ipliklerin, doğal liflere benzetilmesi amacıyla yalancı bükümle tekstüre edildiği bir işletmede bobinlerin ikinci kalite olarak ayrılmasına sebep olan üretim hataları tespit edilmiş ve tekstüre iplik üretim hattında ipliklerde ikinci kaliteye neden olan hatalar arasında düşük ağırlığa sahip bobinlerin toplam hataların yaklaşık %75'ini oluşturduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: POY, yalancı büküm, tekstüre iplik, ikinci kalite iplik

DETERMINATION OF YARN DEFECTS IN FALSE TWIST TEXTURED YARN PRODUCTION

ABSTRACT

In a company that produces textured POY yarns with false twist, which straight and uncrimped structure in order to make them look like natural fibers, production errors that caused the bobbins to be separated as second quality were detected. It was determined that low weight bobbins accounted for approximately 75% of the total errors.

Key words: POY, false twist, textured yarn, second quality yarn

1. GİRİŞ

Yapay filament iplikler, sıcaklık hissi, tutum ve doğal görünüm gibi tekstil ürünlerinde istenen özelliklere sahip olmasalar da doğal liflerden elde edilmiş ipliklere kıyasla daha sağlam ve düzgündürler. Sentetik filamentlerden iplik elde edilirken, doğal lif ipliklerinin ve sentetik filament ipliklerin istenilen özelliklerinin birleştirilmesi arzu edilir. Bu yüzden sentetik filament ipliklerin oluşturulması sırasında birinci hedef sentetik filamentlerin istenilen özellikleri korunurken doğal liflerin yapı ve özelliklerine benzetebilmektir. Bu amaçla sentetik liflere uygulanan yöntemlerden birisi tekstüre işlemidir [1].

Tekstüre işleminde, sıkı ve paralel geometride yerleşmiş kesiksiz sentetik filamentler, hacimli bir yapıya dönüştürülmektedir. Bu teknik için çeşitli yöntemler uygulansa da ilk amaç sonsuz

filamentleri hacimlendirerek ipliği sentetik algısından uzaklaştırmaktır. Tekstüre iplik üretiminde kullanılan bazı yöntemler şunlardır;

- Yalancı Büküm Tekstüre Yöntemi
- Hava Jetli Tekstüre Yöntemi
- Yığılma Kutusu Tekstüre Yöntemi
- Örme Sökme Tekstüre Yöntemi [2].

Çalışmada bahsi geçen iplikler polyester POY iplikler olup yalancı büküm tekniği ile tekstüre edilmiştir. Yalancı bükümle tekstüre yönteminde iplik sıcaklıkla birlikte çekime uğrar, bükülür daha sonra büküm ortadan kalkar. Bu sayede iplik helisel sargılı bir yapıya kavuşur. Sonuç olarak sentetik iplik düz geometriden uzaklaşarak kıvrımlı bir yapıya dönüşmüş olur. İpliğe büküm veren iğ ya da sürtünme elemanları besleme ve orta silindirler arasında bulunmaktadır. Sabit filament iplik iki ucundan tutulur ve bir büküm elemanı ile ortadan bükülürse, büküm elemanının her iki tarafında eşit miktarda ve ters yönlerde büküm meydana gelmektedir. Büküm elemanının bir tarafı 'S' bükümlü, diğer tarafı 'Z' bükümlü olabilir. Bu metoda yalancı büküm tekstüre metodu denmesinin sebebi; büküm elemanı sürekli dönmesi sırasında, iplik ileri yönde çekildiğinde besleme silindirleri ile büküm elemanı arasında hareket eden iplikte büküm oluşması ancak büküm elemanından sonra aksi yöndeki bükümün tersiyle ipliğin bükümsüz kalmasındandır [2].

Yalancı büküm tekstüre işlemi, 3t (tension, twist, and temperature) yani gerilim, büküm ve sıcaklık olarak adlandırılan üç ana parametreye göre incelenebilir. Bu parametrelerin değiştirilmesiyle tekstüre ipliğin özellikleri de değiştirilebilir [3].

2. MATERYAL ve METOT

Çalışma kapsamında, POY ipliklerin tekstüre edildiği bir işletmede ikinci kaliteye neden olan iplik hataları tespit edilmiş ve ikinci kaliteye sebep olan hata oranları belirlenmiştir. Ayrıca 27 vardiya boyunca meydana gelen kopuk bobin sayıları belirlenmiş ve hangi aşamada meydana geldiği araştırılmıştır.

Çalışmada incelenen ipliklerin üretiminde polyester kullanılmıştır. Sıvı polimer formdaki polyester, POY iplik olarak üretildikten sonra bu ipliklere yalancı büküm tekniği ile tekstüre işlemi uygulanmıştır. Tekstüre işlemi ile düz ve kıvrımsız yapıdaki POY iplikler daha hacimli ve kıvrımlı bir hal almaktadır. Böylece doğal liflere benzeyen bir yapı elde edilmektedir. Üretimde, yalancı büküm elemanı olarak agregat diskleri kullanılmıştır. Tekstüre işleminden sonra elde edilen ipliğin uzama değerleri POY ipliklere göre daha düşük olmasına rağmen mukavemetleri daha yüksektir ve daha iyi boyanma özelliklerine sahiptir. Üretilen iplikler konfeksiyon, ev tekstilleri, otomotiv gibi birçok alanda tercih edilmektedir. Önceden yönlendirilmiş POY ipliklerin tekstüre işlemi, BARMAG e AFK- Otomatik Tekstüre Makinesi ile yapılmıştır [4].

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 1'de tekstüre işlemine tabi tutulan ipliklerdeki hatalar, bu hataların sebepleri ve iplikte meydana getirdiği kusurlar tanımlanmıştır.

Tablo 1. Tekstüre iplikte 2. Kaliteye sebep olan hatalar

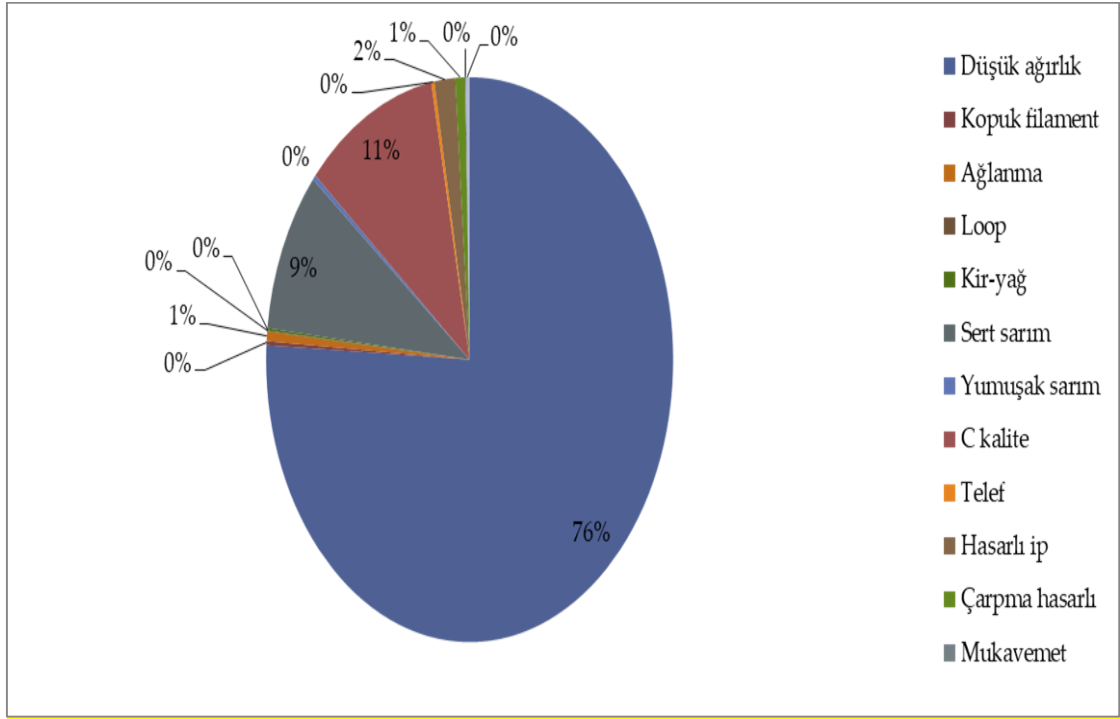
Hata Adı	Tanımı
Düşük ağırlık	300-1000 gram arasındaki bobinlerdir.
Kopuk Filament	İplikteki filamentlerin üretimden kaynaklı nedenlere bağlı olarak kopmasıdır. Bobin yüzeyinde gözle kontrol sırasında tespit edilebilmektedir.
Ağlanma	Bobinin sarım sıklığından kaynaklı problemlerden dolayı ipliklerin yan yüzeye doğru atlama yapmasıdır.
Loop	Fırın sıcaklığına bağlı olarak ipliğin bazı kısımlarındaki uzamaların birbirinden farklı olmasından dolayı bobinin dış yüzeyinde kanca şeklinde çıkıntılarının olmasıdır
Kir/Yağ	Üretim kaynaklı yağ sıçramaları ya da işletme koşullarından kaynaklı bobinlerin yüzeylerinde meydana gelen fiziksel lekelerdir
Sert Sarım	Hammadde ya da makine kaynaklı olarak bobinlerin sertliklerinin artması ve çaplarının düşük çıkmasıdır. Ağlanmaya da neden olabilir.
Yumuşak Sarım	Hammadde ya da makine kaynaklı olarak bobinlerin sertliklerinin azalması dolayısıyla çaplarının artması durumudur. Yüksek çap bobinlerinin kutulara doldurulması sırasında problem çıkardığı için maksimum bir çap değeri vardır (230 mm)
Kötü sarım	Bobinlerin sarımı sırasında oluşabilecek herhangi bir kusur olarak tanımlanır.
C kalite	İpliğin makinede çalışması sırasında makine operatörü ya da proses kontrol operatörleri tarafından tespit edilmiş kalite dışı bobinlerdir. (İpliğin fırınlardan geçmemesi, seramik dışından herhangi bir metal bölgeye temas etmesi, yağlama silindirinden geçmemesi vs.)
Twit	İpliğin tekstüre olmamış bölgeleri olarak tanımlanır. Bu kısımlar bobinin yüzeyinde parlak bölgeler olarak karşımıza çıkar. Gözle kontrol sırasında tespit edilebilir.
IMG hatası	Basınç düşmesi ya da yükselmesi, img jetindeki arızalardan kaynaklı ipliğin yeterli puntayı alamaması durumudur. Sert ve yumuşak bölgelere neden olduğundan dolayı bobin yüzeyinde iz oluşturmaktadır. Gözle kontrol sırasında tespit edilebilir.
Hasarlı İp	Makinede ipliğin çalışması sırasında herhangi bir parçaya temas etmesi ya da bobin toplayıcı personel tarafından bobinlerin bir yüzeye çarpılması sonucunda meydana gelebilmektedir.
Mukavemet	İpliğin yetersiz mukavemete sahip olması durumudur. Elle ve gözle kontrol sırasında bobinler havaya verilmektedir. Bu sırada iplik uzatılarak kopma noktası tespit edilmeye çalışılır.
Enstrüman Arızası	Makine üzerinde kullanılan parçaların arıza yapması sonucu ortaya çıkan 2. Kalite iplik bobinleri bu sınıfa dahil edilmektedir.
Ton farkı	Hammadde ya da çalışma parametrelerinde değişikliklere bağlı olarak ipliğin özelliklerinin değişmesinden kaynaklı iplik yüzeyinde meydana gelen farklılıklardır.

Tablo 2’de tekstüre iplik üretimi yapan işletmenin 11 günlük üretiminde 2. kaliteye sebep olan hataların miktarları verilmiştir.

Tablo 2. İkinci kaliteye sebep olan hatalar

GÜNLER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOPLAM
TOPLAM BOBİN	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	60000	660000
Düşük Ağırlık	1200	1510	1099	995	1250	1300	1250	1350	1329	1402	450	13135
Kopuk Flament	6	1	1	5	6	3	0	3	12	3	0	40
Ağlanma	7	11	9	6	7	13	12	8	10	12	0	95
Loop	2	0	0	3	0	1	0	2	1	0	0	9
Kir - Yağ	2	9	0	4	1	4	0	1	1	3	0	25
Sert Sarım	127	177	214	123	125	205	175	168	96	152	35	1597
Yumuşak Sarım	3	5	3	2	1	7	7	6	5	3	9	51
Sarım Kötü	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C Kalite	228	256	345	123	108	124	145	138	139	142	100	1848
Twit	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
IMG Hatası	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Telef	0	0	0	0	0	0	0	25	11	8	0	44
Hasarlı İp	23	40	28	23	22	40	26	30	19	19	15	285
Çarpma Hasarlı	36	17	11	8	5	13	13	10	8	12	0	133
Mukavemetsiz	1	2	4	0	1	0	0	1	2	2	0	13
Enst. Arıza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ton Farkı	2	4	7	3	8	5	3	1	5	3	9	50
2. Kalite Toplamı	1639	2033	1721	1295	1534	1715	1631	1744	1638	1761	618	17329

11 günde yapılan üretim sonucunda toplam 660000 bobinde görülen ve 2. kaliteye neden olan hataların dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. İkinci kaliteye neden olan hataların dağılımı

Şekil 1’de verilen grafik incelendiğinde tekstüre iplik üretim hattında ipliklerde 2. Kaliteye neden olan hatalar arasında **düşük ağırlığa** sahip bobinlerin toplam hataların yaklaşık %75’ini oluşturduğu görülmektedir. Bu yüzden düşük ağırlıklı bobin üretim probleminin çözülmesi ile 2. Kalite bobin oranının büyük ölçüde azaltılabileceği düşünülmektedir. Genellikle düşük ağırlıklı bobinlere iplik kopuşları sebep olmaktadır. İplik kopuşları ise POY hattından gelen bobinlerin kalitesine ve ünitenin iplikte düşük/yüksek gerginlik algılamasından dolayı ipliği koparması sonrasında hava tabancası ile atılan düğümün kalitesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında, düz ve kıvrımsız yapıdaki POY ipliklerin, doğal liflere benzetilmesi amacıyla yalancı bükümle tekstüre edildiği bir işletmede bobinlerin ikinci kalite olarak ayrılmasına sebep olan üretim hataları tespit edilmiş ve tekstüre iplik üretim hattında ipliklerde ikinci kaliteye neden olan hatalar arasında düşük ağırlığa sahip bobinlerin toplam hataların yaklaşık %75’ini oluşturduğu görülmüştür. Düşük ağırlığa sebep olan iplik kopuşlarıdır. İplik kopuşları ise POY hattından gelen bobinlerin kalitesine ve ünitenin iplikte düşük/yüksek gerginlik algılamasından dolayı ipliği koparması sonrasında hava tabancası ile atılan düğümün kalitesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun için;

- POY testleri günlük olarak takip edilmelidir,
- POY’lar makine çağlıklarına yüklenmeden önce mutlaka fiziksel olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir hasar olup olmadığı belirlenmelidir,
- Düğüm kalitesi ve düğüm geçiş performansı kontrol edilmelidir,
- İplik yolu, makine operatörleri ve proses operatörleri tarafından kontrol edilmeli ve tespit edilen problemler derhal düzeltilmelidir.

Yukarıda belirtilen uygulamalar dzenli olarak yapıldığında işletmenin ikinci kalite olarak ayrılan bobin sayısında büyük oranda düşüş sağlanacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Arslan, Z., (2016), Poliamid 6 POY ve Tekstüre İplik retiminde Kaliteyi Etkileyen Proses Parametrelerinin İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
2. zat, A.F., (2019), Polyester Tekstüre İpliklerde Filament Kesit Şeklinin ve Tekstüre İşlem Parametrelerinin İplik ve Kumaş zelliklerine Etkisi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
3. Hearle, J.W.S., Hollick, L., Wilson, D.K., (2001), Yarn Texturing Technology, Woodhead Pub., Cambridge.
4. Oerlikon Barmag, Otomatik Tekstüre Makinesi, <https://www.oerlikon.com> (Erişim tarihi: Temmuz 2022).

HAŞIL MAKİNESİNDE REÇETE OPTİMİZASYONU İLE KALİTE PERFORMANS PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Eray ERDEM, Duygu YAVUZKASAP AYAKTA, Özgün PALAK
Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Tekirdağ
ererdem@yunsa.com

ÖZET

Haşılama işlemi, ipliğin mukavemetini artırarak dokuma işleminde performansını yükselterek, dokuma hatalarını minimize etmek, düzgün bir kumaş yüzeyi oluşturmak için gerçekleştirilmektedir. Haşıl malzemesi olarak farklı malzemeler kullanılabilen, bu malzemeler apre işlemleri sırasında elyaf ve kumaş yapısına zarar vermeden sökülebilmektedir. Artan enerji maliyetleri nedeniyle haşıl makinesinde etkili bir kutuma prosesi gerçekleştirilebilmesi, makinenin hızının artırılabilmesi üzerine odaklanılmıştır. Bu kapsamda çeşitli haşıl malzemeleri denenerek bunların dokuma, apre, cımbız performans değerleri karşılaştırılmıştır. Haşıl makinesinin çıkışında yapılan nem tayinleri ile çalışmaya yön verilmiştir. Optimum makine ayarlarında uygun bulunan haşıl malzemesiyle çalışmalar endüstriyel ölçekte çözümlü hazırlık aşamasında, sonrasındaki tüm proseslerde, kalite test sonuçları değerlendirilerek çalışmalara devam edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Haşıl, Optimizasyon, Dokuma, Enerji

INVESTIGATION OF QUALITY PERFORMANCE PARAMETERS WITH RECIPE OPTIMIZATION ON SIZING MACHINE

ABSTRACT

The sizing process is carried out before the weaving process to increase the strength of the yarn, to increase the performance of the weaving process, to minimize fabric defects and to create a smooth fabric surface. It is important that the sizing agent can be removed without damaging the fiber structure and fabric surface during finishing processes.

Due to the increasing energy costs, it is focused on performing an effective boxing process and increasing the speed of the machine. In this context, various sizing materials were tested and their weaving, finishing and tweezers performance values were compared. The study was directed with the moisture determinations made at the exit of the sizing machine.

In this context, works were successfully completed with the sizing material found suitable in optimum machine settings and Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret A.Ş. work continues in the warp-weaving department.

Keywords: Sizing, Optimization, Weaving, Energy

1.GİRİŞ

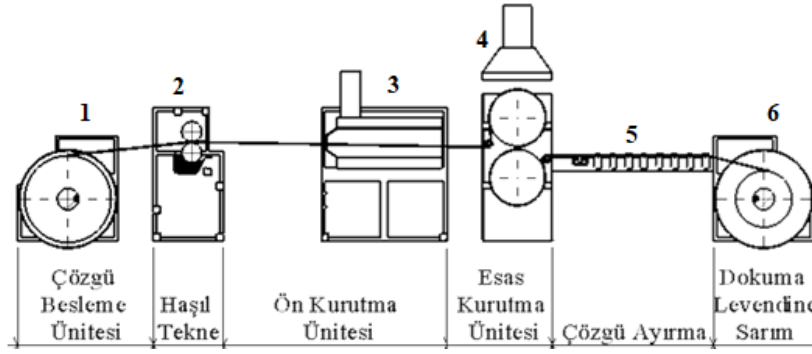
Haşılama işleminin amacı ipliklere dokunabilirlik özelliği kazandırmak gibi görünse de, dokumada randıman ve kaliteyi arttırmak, düzgün bir kumaş yüzeyi elde etmek, terbiye işlemleri sırasında kolaylıkla ve liflere zarar vermeden sökülebilmesi, ham ve mamul kumaş maliyetlerini arttırıcı olmaması gibi amaçlar da haşılama işleminin amaçlarındandır [1].

Dokumada çözgü ipliği olarak kullanılacak ipliklerin çoğunluğuna haşılama işlemi yapılmaktadır. Bu nedenle haşıl makineleri yoğun olarak çalışmaktadır. Makine hızının arttırılması ürünün imalat süresine direkt etki etmektedir, hızının arttırılabilmesi haşılama yaşı işlem devamındaki kurutma performansına bağlıdır. Kurutma performansı kurutma tipi, kurutma ünitesine, sayısına ve haşıl reçetesine doğrudan bağlıdır. Bu çalışma kapsamında kimyasal madde değişimi veya ilavesi ile makine hızının kalite problemi yaratmadan arttırılması üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

2.MATERYAL

Çalışma yapılan haşıl makinesi Şekil 1`de verilmiştir; temel olarak çözgü besleme ünitesi (1), haşıl teknesi (2), ön kurutma ünitesi (3), esas kurutma ünitesi (4), çözgü ayırma (5), dokuma levendine sarım (6) bölümlerinden oluşmaktadır. Çözgü besleme ünitesi, çözgü leventlerinin yerleştirildiği, uygun gerginlikte iplik çekilebilen kısımdır. Haşıl teknesi temel olarak; biri haşıl kimyasalının ipliklere nüfuz etmesini sağlayan paslanmaz malzemeli silindir, diğeri nüfuz edilen haşılın bir kısmının sıkma yöntemi ile ıslaklığının azaltılmasını sağlayan kauçuk kaplı belirli bir sertlik değerine sahip sıkma silindiri ile haşıl kimyasalını içeren kısımdır. Ön kurutma ünitesi; ortam havasının doğalgaz yardımıyla ısıtılması sonucu 50°C sıcaklığa sahip havanın konveksiyonel olarak ipliklerin üzerine nüfuz ettirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Nemli ipliklerden havaya su buharı, havadan nemli ipliklere ısı transferi gerçekleşmektedir. Çalışma prensibi açısından esas kurutma olarak çalışmaktadır, fakat makine üzerinde ısı enerjisinin daha yoğun olarak kullanıldığı bir esas kurutma mevcut olduğundan ön veya esas kurutma öncesi işlem olarak isimlendirilmektedir. Esas kurutma ünitesi, mekanik etkilerle sağlanan ön kurutmadan daha yoğun kurutma işlemi gerçekleştirebilmek amacıyla ısı enerjisi kullanılan kurutma tipidir. Çalışma yapılan haşıl makinasında Ø 570 mm çapına sahip, doğalgaz yardımıyla ısıtılan sıcak buharın geçirilmesiyle, üzeri teflon malzeme kaplı iki adet kurutma silindiri kullanılmaktadır. 140 °C derece sıcaklıkta çalışmaktadır. Sistem daha yüksek sıcaklıklara çıkabilmektedir, fakat ürünün içerisinde kaybedilmemesi gereken kristal suyu yok edebilme tehlikesi için optimum olarak 140 °C derece belirlenmiştir. Kumaş akışı önce üst silindir, sonra alt silindir olmasından kaynaklı iki silindir yüzeyleri arasında sıcaklık farkları termal kamera ile ölçülmüştür.

Üst silindirin sıcaklığı nemli tekstil ürünün ilk önce o silindire teması olmasından dolayı 129 °C olarak ölçülmüştür, alttaki silindirin sıcaklığı 139 °C olarak ölçülmüştür. Çözgü ayırma kısmında; ilerleyen proseslerde gerçekleşecek haşıl sökme işlemine yardımcı olabilmek amacıyla bir silindir yardımıyla kimyasal ipliklere applike edilmektedir. Dokuma levendine sarım kısmında; dokuma levendine haşıllanmış iplikler uygun gerginlikte sarımı gerçekleştirilir. İşlem tamamlanınca levent dokuma departmanına yönlendirilmektedir.



Şekil 1. Haşıl makinesinde proses hattı

Haşıl çözeltilerinde doğal ve sentetik kaynaklı haşıl malzemeleri kullanılmaktadır. Doğal kaynaklı haşıl malzemeleri genellikle nişasta, sentetik kaynaklı haşıl malzemeleri genellikle PVA (polivinilalkol) oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında incelenen haşıl prosesinde sentetik kaynaklı haşıl malzemesi kullanılmaktadır. Çözelti içeriğine ipliklere tutunmasını kolaylaştırabilmek amacıyla yapıştırıcı malzeme ilave edilmektedir. Çözeltinin hazırlanabilmesi için karıştırıcı pervane içeren, ısıtma sistemi mevcut üç adet tank bulunmaktadır. İlk olarak bir tankın içerisine sentetik esaslı haşıl maddesi, su ve yardımcı yapıştırıcı malzeme ilave edilip kazan belirli bir sıcaklığa kadar karıştırılarak ısıtılmaktadır. İşlem belirli bir sürede tamamlanır ve hazır olan çözelti ikinci tanka alınır. İkinci tankta sadece karıştırılarak sıcaklığını biraz kaybedip beklenmesi sağlanır. Uygun sıcaklığa gelen çözeltilerden numune alınır. Refraktometre cihazı ile numunenin refrakto ölçümü yapılır. Viskozimetre cihazı ile viskozite değerine bakılır. Refrakto ve viskozite değerleri uygun olan haşıl çözeltisi haşıl teknesinin yanında yer alan üçüncü tanka sevk edilir. Üçüncü tanka ait görsel Şekil 2'de yer verilmiştir. Üçüncü tankın sıcaklığı 50 °C'dir. Üçüncü tanktan haşıl teknesine sevk edildikten sonra işlem tamamlanmaktadır.



Şekil 2. Üçüncü haşıl tankı

3.METOT

Çözelti; haşıl kuru madde ve yardımcı kimyasal maddelerinin belirlenen şartlarda hazırlanması ile oluşmaktadır. Oluşan çözeltinin uygunluk kontrolü numune iki adet şarta bağlıdır. Birincisi refraktometre cihazından ölçülen değer, ikincisi numunenin (kg/m.s) biriminden viskozite ölçümü yapılır. Refrakto ölçümünde, çözeltilerden numune Şekil 3'te gösterilen cihazın mavi

kısmına alınır. Alt siyah kısımdan tek göz ile karşıya bakıldığında cetvel üzerinde okunan değer çözeltinin refrakto değerini vermektedir. Çalışma yapılan haşıl çözeltisinde uygun refrakto değeri sekiz olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Refraktometre ölçüm cihazı

Viskozite ölçümünde çözeltiden numune alınıp Şekil 4`de yer verilen viskozimetre cihazında (kg / m.s) biriminden ölçümü yapılmaktadır. Çalışma kapsamında uygun viskozite değeri 27 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Viskozimetre ölçüm ekipmanı

Haşıl makinesinde ipliklerin üzerine haşıl malzemesi applike edildiğinde, ipliklere belirli bir nem kazandırmaktadır. Bu nemim bir kısmı özellikle yüzey suyu ve damlayan suyu olarak literatürde geçen uzaklaştırılması kolay kısımlar haşıl teknesi bölümünde bulunan kauçuk kaplı silindir de sıkma işlemi ile uzaklaştırılmaktadır. Makine hat çıkışında ipliklerde bulunması gereken nem miktarı yün iplikler için % 15-17 arasındadır [2]. İlgili nem ölçümleri Şekil 5`te gösterilen OHAUS marka MB90 model nem tayin cihazı ile yapılmıştır. Çözgüden bir iplik çekilerek yaklaşık olarak 2-3 gram numune alınmıştır. Alınan numune makine yanında bulunan nem tayin cihazına yerleştirilmiştir. Numune 105°C sıcaklıkta tamamen kuruyana kadar cihazda bırakılıp, son kütle ve ilk kütle farkından yüzde nem oranı tespit edilmektedir.



Şekil 5. Kuru madde nem ölçüm cihazı

Nem kontrol işlemleri kurutucu ünitelerin kurutma işlemine etkilerinin belirlenebilmesi için ilk etapta proses üzerinde farklı yerlerden iplik numunesi alınmıştır. Farklı hızlarda çıkış nemi kurutma ünitelerinin etkisinin araştırılması için Çizelge 2`de Deney Planı 1 oluşturulmuştur. Bu deney planı ile daldırma teknesi sonrası nem ile çıkış nem oranları ölçülerek, daldırma sonrası kuruma oranları incelenmiştir. Proje kapsamında üç adet haşıl kimyasalı ile çalışma yapılmıştır. Farklı haşıl kimyasallarında nem değişiminin izlenebilmesi amacıyla Deney Planı 2 oluşturulmuştur. H1 ve H2 haşıl kimyasallarında, aynı ürün kalitesine ve iplik numarasına sahip ürünlere aynı makine hızlarında çıkış nem değerleri incelenmiştir. İkinci deney planına ait bilgilere Çizelge 2`de yer verilmektedir.

Çizelge 2. Birinci deney planı

Kalite	İplik No	Haşıl Markası	Makine Hızı (m/dk)
H	60/2	H1 + Yardımcı Madde	14
H	60/2		20

Çizelge 3. İkinci deney planı

Kalite	İplik No	Haşıl Markası
H	60/2	H1 + Yardımcı Madde
H	60/2	
H	60/2	H2 + Yardımcı Madde
	60/2	
	60/2	
	60/2	

İlk iki deney planında incelenen çıkış nem değerlerinin yanında ikinci deney planından itibaren iki haşıl markası ürün performansını doğrudan etkileyen üç önemli parametre açısından karşılaştırılmıştır. Bu parametreler; Dokuma çözgü kopuş oranı (adet / ürün), apre yıkama performansı (m / dk), cımbız hızı (m / h) olarak üç adettir. Üçüncü deney planında H3 haşıl kimyasalı ile H1 haşıl kimyasalı karşılaştırılmıştır. Üçüncü deney planına ait bilgiler Çizelge 4`te yer verilmektedir.

Çizelge 4. Üçüncü deney planı

Kalite	İplik No	Haşıl Markası
H	60/2	H3 + Yardımcı Madde
H	60/2	H1 + Yardımcı Madde

Üçüncü deney planında çıkış sonuçlarının değerlendirilmesi ile H3 haşıl kimyasalında yardımcı madde kullanılmadan aynı kaliteye ve iplik numarasına sahip ürünlerde makine hızının değiştirilmesi ile çıkış nem sonuçları alınmıştır. İlgili testler “ P” ürün kalitesinde iplik numarası 72 / 2 olan ipliklerde dördüncü deney planı olarak Çizelge 5`te verilmektedir.

Çizelge 5. Dördüncü deney planı

Kalite	İplik No	Haşıl Markası
P	72/2	H3
P	72/2	
P	72/2	
P	72/2	

Yardımcı kimyasal içermeyen H3 haşıl kimyasalı ile yardımcı kimyasal içeriğine sahip H1 haşıl kimyasalı son deney planında aynı ürün kalitesi, iplik numarası vb. şartlarda tüm performans parametreleri karşılaştırılmıştır. İlgili karşılaştırma “ N “ ürün kalitesinde Nm 90/2 iplik numarasına sahip ipliklerde yapılmıştır. Beşinci deney planı olarak Çizelge 6`da verilmektedir.

Çizelge 6. Beşinci deney planı

Kalite	İplik No	Haşıl Markası
N	90/2	H3
N	90/2	
N	90/2	H1

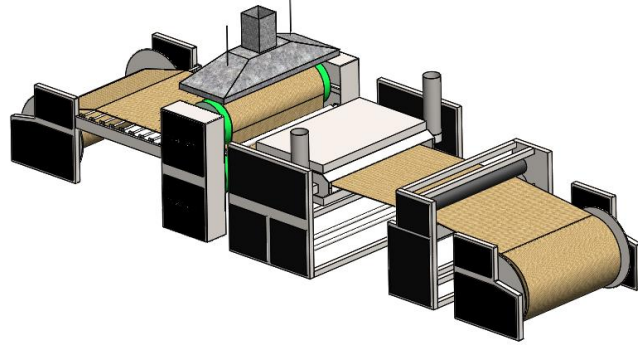
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve SONUÇ

Kurutma ünitelerinin kuruma performansına etkilerini inceleyebilmek amacıyla yapılan birinci deney planına ait çıkış nem ve daldırma sonrası kuruma oranları Çizelge 7`de verilmektedir.

Çizelge 7. Birinci deney planına ait sonuçlar

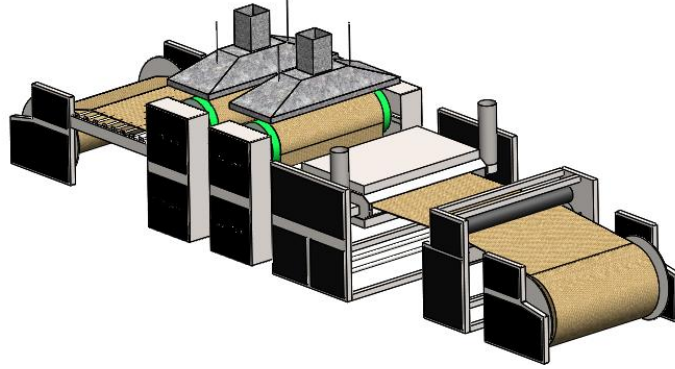
Haşıl Markası	Makine Hızı (m/dk)	Daldırma Teknesi Sonrası Nem (%)	Çıkış Nem (%)	Daldırma Sonrası Kuruma Oranı (%)
H1 + Yardımcı Madde	14	28,0	7,2	74,29
	20	33,5	9,3	72,24

Çalışma kapsamında incelenen haşıl makinesine ait görsel Şekil 6`da gösterilmektedir.



Şekil 6. Mevcut haşıl makinesinin proses akışını gösteren görsel

Birinci deney planında esas kurutma ünitesinin etkisi incelenmiştir. Tamburlu kurutma ünitesinin sayısının iki katına çıkarılması hat hızını önemli ölçüde arttıracak görülmektedir. Tamburlu kurutma ünitesinin hat üzerine yerleşimi ön çalışma olarak Şekil 7`de verilmektedir. Esas kurutma ünitesi sonrası ve çözgü ayırma öncesine iki adet kurutma silindiri olan esas kurutma ünitesi eklenmesi planlanmıştır.



Şekil 7. Mevcut haşıl makinesinin proses akışını gösteren görsel

Haşıl kimyasalı değişimi ile makine hızının artırılması amacıyla ikinci deney planı çalışmasına ait sonuçlar Çizelge 8`dedir. Çıkış nem oranları literatürde kabul edilen oranların altında çıktığı görülmüştür. Fakat ürüne ait sonraki proseslerde yapılan karşılaştırmalarda özellikle dokuma bölümünde çözgü kopuş oranında önemli derecede artmalar artışlar görülmüştür. Ortalama olarak 100.000 atkıda 1,5 adet çözgü kopuşunu 7 – 8 kat arttırdığı görülmüştür. Bu sebeple H2 haşıl kimyasalı uygun bulunmamıştır.

Çizelge 8. İkinci deney planına ait sonuçlar

Kalite	İplik No	Haşıl Markası	Makine Hızı (m/dk)	Çıkış Nem (%)
H	60/2	H1 + Yardımcı Madde	14	7,2
H	60/2		20	9,3
H	60/2	H2 + Yardımcı Madde	14	3,5
	60/2		16	3,7
	60/2		18	3,9
	60/2		20	4,2

Üçüncü deney planında H3 haşıl kimyasalı ile H1 haşıl kimyasalı karşılaştırılmıştır. Çıkış nem sonuçları başarılı bulunmuştur. Sonuçlara ilişkin bilgiler Çizelge 9`da yer verilmiştir.

Çizelge 9. Üçüncü deney planına ait sonuçlar

Kalite	İplik No	Haşıl Markası	Makine Hızı (m/dk)	Çıkış Nem (%)
H	60/2	H3 + Yardımcı Madde	14	3,4
H	60/2	H1 + Yardımcı Madde	14	7,2
H	60/2		20	9,3

Üçüncü deney planında başarılı olan nem sonuçlarına istinaden haşıl sonrası proseslerdeki performans parametreleri takip edilmiştir. H1 kimyasalı ile karşılaştırıldığında performansı daha başarılı çıkmaktadır. İlgili sonuçlar Çizelge 10`da verilmektedir.

Çizelge 10. Üçüncü deney planına ait performans sonuçları

Haşıl Markası	Dokuma			Apre Performansı (m/dk)	Cımbız Hızı (m / h)
	Makine d / dk	Tezgah No	Çözü Köpü		
H3 + Yardımcı Madde	450	480	1,2	22	600
H1 + Yardımcı Madde	450	480	1,6	22	380

H3 haşıl kimyasalı incelenen parametreler kapsamında başarılı bulunmuştur. Çalışmalar H3 haşıl kimyasalına yardımcı madde ilave edilmeden yapılmaya devam edilmiştir. Dördüncü deney planında bu çalışmaya yer verilmiştir. Sonuçlar Çizelge 11`de verilmiştir. Makine hızının 18 m / dk hıza kadar çıkış nem oranının uygun olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çizelge 11. Dördüncü deney planına ait sonuçlar

Kalite	İplik No	Haşıl Markası	Makine Hızı (m/dk)	Çıkış Nem (%)
P	72/2	H3	14	4,7
P	72/2		16	5,4
P	72/2		18	6,8
P	72/2		20	8,6

Yardımcı madde kullanılmadan H3 ve H1 haşıl kimyasalları karşılaştırılmıştır. Çıkış nem oranları kıyaslandığında başarılı sonuçlar alınmıştır. İlgili sonuçlar Çizelge 12`de verilmiştir. Nem sonuçlarından sonra haşıl prosesinden sonraki prosesler takip edilmiştir. Özellikle dokuma çözgü köpü ve cımbız hızları açısından başarılı sonuçlar elde edilmiştir. İlgili performans sonuçları Çizelge 13`de verilmektedir.

Çizelge 12. Beşinci deney planı

Kalite	İplik No	Haşıl Markası	Makine Hızı (m/dk)	Çıkış Nem (%)
N	90/2	H3	14	3,6
N	90/2		16	3,7
N	90/2	H1	14	4,7

Çizelge 13. Beşinci deney planına ait performans sonuçları

Haşıl Markası	Dokuma			Apre Performansı (m/dk)	Cımbız Hızı (m / h)
	Makine d / dk	Tezgâh No	Çözü Köpüğü		
H3 + Yardımcı Madde	450	463	4,8	32	100
H1 + Yardımcı Madde	450	436	5,8	32	50

Çalışma ile makine hızı haşıl kimyasalının değiştirilmesiyle 14 m / dk hızdan 18 m / dk hıza çıkarılmıştır. Hızın yükseltilmesinin yanı sıra performans parametreleri iyileştirilmiştir. Mevcut proseste kullanılan tüm yardımcı maddelerden vazgeçilmiş olup maliyet anlamında da önemli bir kazanç sağlanmıştır. Çalışmalara kurutucu ünitenin performansını arttırmak adına devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Sabır E.C., Sarpkaya Ç. (2014) Haşıl Prosesinin Teknik İncelemesi ve Bir Uygulama, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 29(1), 100-108 ss.
[2] <https://tekstilsayfasi.blogspot.com>, erişim tarihi 01.06.2022

İPLİK ÜRETİMİNDE STATİK ELEKTRİKLENME DURUMUNA GÖRE YAĞLAMA SİSTEMİNİN ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE DOĞRULANMASI

Özgün PALAK, Duygu YAVUZKASAP AYAKTA, Eray ERDEM
Yünsa Yünlü Sanayi ve Ticaret AŞ Ar-Ge Merkezi, Çerkezköy, Tekirdağ
opalak@yunsa.com

ÖZET

İplik hazırlama hattında üretim performansını etkileyen en önemli parametrelerden biri statik elektriklenme ile elyafların makine parçalarına sarması ve makine duruşlarını gerçekleştirerek kalite problemlerinin ortaya çıkmasıdır. Bu kapsamda hammadde içeriğinde yağ kontrolleri yapılarak üretim safhasında statik elektriklenmeyi düşürmek amacı ile yağlama prosesi yapılmaktadır. Mevcut sistemlerde bu proses operatörün tecrübesine, öngörüsüne, makine giriş öncesinde nem tayini yapılması ile yağlama oranına karar verilip gerçekleştirilmektedir. Geliştirilen sistem ile elyafların iplik üretimi sırasında oluşturduğu statik elektriklenmenin ölçülüp harman yağ oranının kumaşın cinsine, rengine ve harman tipine göre belirlenerek belirli oranda yağ püskürtülmesi sağlanmış olup, sistemin doğrulama çalışmaları için yağ tayini kontrol ve doğrulama çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kamgarn iplik, Statik elektriklenme, Elyaf çekme makinesi

INDUSTRIAL SCALE VERIFICATION OF LUBRICATION SYSTEM ACCORDING TO STATIC ELECTRICITY IN YARN PRODUCTION

ABSTRACT

One of the most important parameters affecting the production performance in the worsted wool yarn preparation line is the winding of the fibers to the machine parts due to the formation of static electricity and the emergence of quality problems by making the machine stops. In raw material control tests, oil controls are made and the optimum amount of lubrication process is carried out in order to reduce static electricity. In existing systems, this process is carried out according to the operator's experience, foresight or determining the humidity before entering the machine. In the current system, a sustainable production process cannot progress to certain standards, since there is a dependency on the person. The developed system is positioned on the fiber band on the drawing frame machine. The static electricity generated by the fibers during yarn production was measured and a certain amount of oil was sprayed according to the type, color and blend type of the fabric. For the verification studies of the relevant system, oil control and verification studies were carried out for specific mixtures. In the studies carried out in the same lot groups, point of entry-point of exit humidity and lubrication rates were observed.

Keywords: Worsted yarn, electrostatic, drawing frame machine

1.GİRİŞ

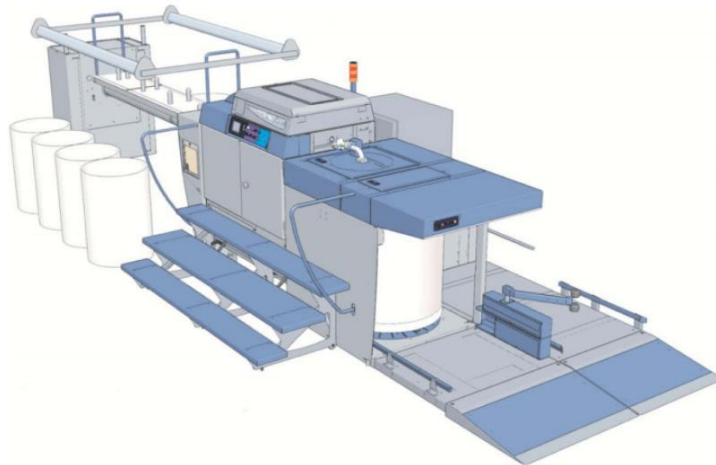
Statik elektrik, tanım olarak bir madde veya nesnenin pozitif veya negatif yüke sahip olmasıdır. Birbirinden farklı veya aynı iki maddenin temas etmesi ya da sürtünmesiyle temas yüzeyi boyunca elektron transferi gerçekleşmektedir. [1]

Metaller üzerinde oluşan statik elektrik genelde anlık olurken, yalıtkanlar üzerinde oluşanlar uzun süreli kalıcı olabilirler. Statik elektrik sanayi kuruluşlarında üretkenlik ve kalite sorunlarına neden olmakla birlikte meydana getirdiği ani ark boşalmalarıyla operatör ve çalışanlara güvenlik sorunu da çıkartmaktadır. Ayrıca bu boşalmalar yangınlar çıkartabilmekte ve elektronik cihazlara geri dönüşü olmayan hasarlar da verebilmektedir. [2]

Kamgarn yünlü iplik hazırlama hattında üretim performansını etkileyen en önemli parametrelerden biri de statik elektriklenme oluşumu nedeni ile elyafların makine parçalarına sarması ve makine duruşlarını gerçekleştirerek kalite problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olmasıdır. Bu kapsamda ham madde kontrol testlerinde ham madde içeriğinde yağ kontrolleri yapılarak üretim safhasında statik elektriklenmeyi düşürmek amacı ile optimum miktarda yağlama prosesi yapılmaktadır. Mevcut sistemlerde bu proses operatörün tecrübesine, öngörüsüne veya makine giriş öncesinde nem tayini yapılması ile yağlama oranına karar verilip gerçekleştirilmektedir. Mevcut sistemde kişiye bağımlılık söz konusu olduğu için sürdürülebilir bir üretim prosesi belirli standartlarda ilerleyememektedir. [3]

2.MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında; statik elektriklenmeyi ölçebilen, bu değeri yazılan program ve devre tasarımı sayesinde yağlama akışını sağlayan oransal vananın çalışma prensibine uygun olarak aktarabilen 2016/09859 numarası ile tescil ettirilen otomatik bir sistem geliştirilmiş ve doğrulama çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 1. Projenin gerçekleştirildiği elyaf çekme makinesi

Sistem kurulumu için ihtiyaç olan malzemeler; Arduino uno işlemci, statik elektrik ölçen sensör, elektriklenme değerini görme amaçlı monitör, 0-10 Volt (V) değer aralığında çalışacak motor, oransal vana, opamplar ve devre için gerekli devre malzemeleridir.

Geliştirilen sistemde, elyafların birbirine ve makine yüzeyine sürtünmesi ile oluşan statik elektriklenme, elyaflardan 25mm yüksekliğe yerleştirilen sensör yardımı ile ölçülür. Bu mesafe değeri ölçülmek istenen alana göre hesaplanmış olup, ölçülmek istenen alan arttırılmak istenirse mesafede bu değere bağlı olarak arttırılmalıdır. Sürtünme ile oluşan elektriksel değer sensörden sonra Arduino kartın okuyacağı değer aralığına(0-5V) devre tasarımı sayesinde yükseltilir. Yükseltilen elektriksel değer, C tabanında yazılan program sayesinde, öncesinde işletme ile belirlenen değerlere de uygun olarak yağlama oranlarına karar vermektedir. Sonrasında oransal vananın çalışma prensibine uygun olması(0-10V) amacı ile Arduino'nun çıkışına, 2 kat kazanç sağlayacak şekilde yükselteç devre tasarımı yapılmıştır. Yağlama vanası, elektrik devresinden gelen değere göre vana açılışını sağlamakta ve yağlama işlemini gerçekleştirmektedir. Sistem kamgarn yünlü iplik üretim hattında yer alan endüstriyel ölçekte çekme makinesi üzerine entegre edilmiştir.



Şekil 2. Statik elektriğin oluştuğu alan



Şekil 3. Sistemin ölçüm aldığı alan

3.BULGULAR VE SONUÇLAR

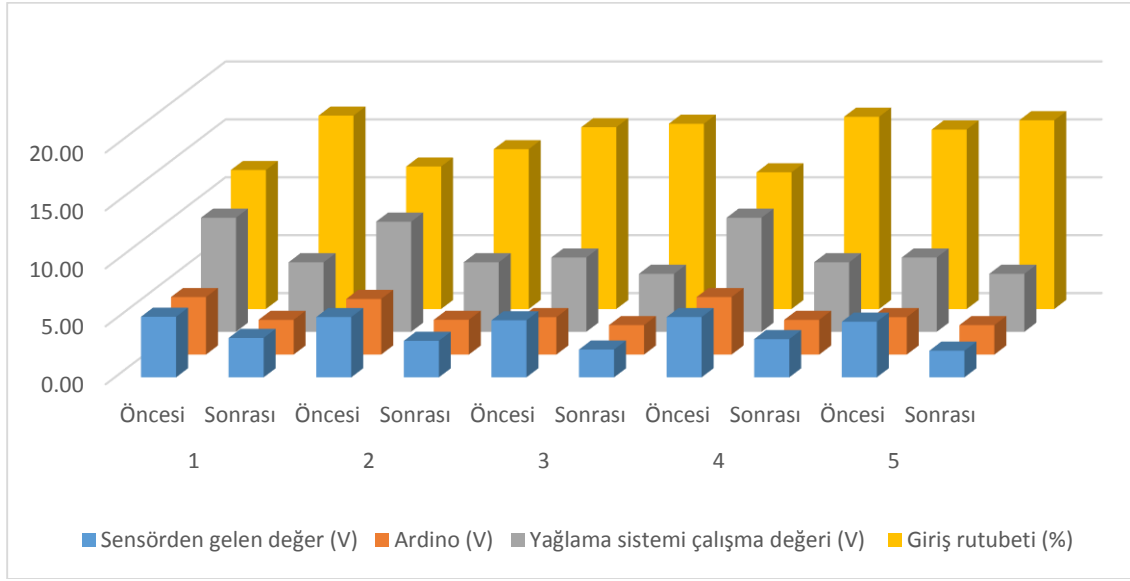
İlgili sistemde doğrulama çalışmaları için belirli harmanlarda yağ tayini kontrol ve doğrulama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrı parti gruplarında yapılan çalışmalarda statik elektriklenme değerlerine göre sistem tepkisi, ayarlamaları, giriş rutubet ve yağlama oranları gözlemlenmiştir. Elde edilen değerlere Çizelge 1’de yer verilmiştir.

Çizelgede ki yer alan yağlama öncesi ve sonrası değerler incelendiğinde; sistem gelen elektriklenme değerlerine göre optimum miktarda yağlama yapabilmektedir. Bu miktara bağlı olarak elyafta oluşan statik elektriklenme değerini, kalite bazında bir sorun oluşturmayacak şekilde düşürmektedir.

Çizelge 1. Doğrulama çalışmaları çizelgesi

Parti No	Yağlama durumu	Sensörden gelen değer (V)	Arduino (V)	Yağlama sistemi çalışma değeri (V)	Giriş rutubeti (%)
1	Öncesi	5,23	4,960	9,840	12,00
	Sonrası	3,40	2,996	5,997	16,70
2	Öncesi	5,20	4,800	9,500	12,30
	Sonrası	3,15	2,997	6,000	13,80
3	Öncesi	4,92	3,230	6,410	15,70
	Sonrası	2,40	2,540	5,000	16,00
4	Öncesi	5,20	4,960	9,840	11,80
	Sonrası	3,30	2,996	5,997	16,60
5	Öncesi	4,80	3,230	6,410	15,50
	Sonrası	2,30	2,540	5,000	16,30

Şekil 4’de yer alan farklı parti ve harman karışımlarının bulunduğu partilere ait elektriklenme değerleri incelendiğinde, giriş rutubet değerlerine göre sistemin çalışma voltajı, buna bağlı olarak yağlama miktarı, rutubet değerleri ile ters oranda bir etki gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4. Sistemin Statik Elektriğe göre Çalışma Grafiği

Çalışmada yer alan partilerin, kalite bazlı takipleri yapılarak uygunluk onayları verilmiştir. Endüstriyel ölçekte kurulan sistem Yünsa Kamgarn iplik üretim hattında aktif olarak üretime alınmıştır. Yaygınlaştırma kapsamında 8 makine özelinde çalışmalara devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Ma, B, Zheng, C., Sun, R., (2003), 'Physical Properties of Surface Oxidized Wool' Textile Research Journal, Vol. 73 (12): 1100-1102.

[2] Hao, H. W., Ting, K. K., Horng, L. G., Ting, S. Y., (2007), 'Investigation of Nonwoven Carding Process with the Application of Static Electricity to Various Fibres and Process Parameters' Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 15 (1): 76-81.

[3] Altınok, A. S., Alisoy, H. Z. & Çınar Gelir, B. (2017). Yün ve Yün Karışımli Elyafıta Makine Hızına ve Harmana Bağlı Statik Elektriklenme Miktarının İncelenmesi. Tekstil ve Mühendis, 24 (107), 146-151. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/teksmuh/issue/31309/341281>

FARKLI BÖLGE PAMUKLARININ LİF ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Süeda ÖZGÜN¹, Pınar DURU BAYKAL²

¹Mersin Üniversitesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Mersin

²Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

sozgun@mersin.edu.tr

ÖZET

Pamuk lifi, üst ve iç giyim, günlük kıyafet ve iş kıyafetleri, yatak takımları, çarşaf, havlu, kadife gibi ev tekstilleri, mobilya döşemeleri, perde, masa örtüsü gibi dekorasyon kumaşları, dikiş iplikleri, kord, sicim, halat, filtreler, vatkalara, çadır bezleri, brandalar gibi pek çok alanda kullanılan stratejik ve önemli bir hammaddedir. İplik işletmelerinde eğirme performansı, verimlilik, kalite ve fiyat optimizasyonu için lif özelliklerinin bilinmesi ve eğirme sistemine uygun doğru hammadde seçimi son derece önemlidir. Çalışma kapsamında, ülkemizde yaygın olarak kullanılan yerli ve ithal altı farklı bölge pamuğu lif özellikleri bakımından araştırılmıştır. Lif özelliklerinin ölçümü Uster HVI ve Uster AFIS modüler test cihazlarında gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre; ring iplik eğirme sistemi için Ege pamuğu, rotor ve hava jetli iplik eğirme sistemleri için ise Amerika ve Yunanistan pamukları önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, lif özellikleri, HVI, AFIS

INVESTIGATION OF FIBER PROPERTIES OF DIFFERENT REGION COTTONS

ABSTRACT

Cotton fiber is a strategic and important raw material used in many fields like top and underwear, daily wear and work-clothes, home textiles such as bedding, linens, towels and velvets, decoration fabrics such as upholstery, curtains and tablecloths, sewing threads, cords, strings, ropes, filters and waddings, tent canvas and tarpaulins. In spinning mills, knowing the fiber properties and choosing the right and suitable raw material for the spinning system are extremely important in terms of spinning performance, efficiency, quality and price optimization. Within the scope of the study, six different cotton types, which are widely used in our country, domestic and imported were investigated in terms of fiber properties. The measurement of fiber properties was carried out on Uster HVI and Uster AFIS modular testing equipments. According to the test results; Aegean cotton is recommended for ring spinning system, as well America and Greece cottons are recommended for rotor and air-jet spinning systems.

Keywords: Cotton, fiber properties, HVI, AFIS

1. GİRİŞ

Türkiye pamuk ihtiyacının yarısını yerli üretimden, geri kalan kısmını ise yurt dışından ithal etmektedir. Türkiye’de 2020/21 sezonunda 23 ilde toplam 359 bin hektar alanda pamuk ekimi yapılmış olup pamuk ekim alanlarının %86’sı Şanlıurfa, Diyarbakır, Aydın, Hatay, Adana ve İzmir illerinde bulunmaktadır. 2020 yılında 1 milyon 57 bin ton lif pamuk ithalatı gerçekleştirilmiş olup pamuk ithalatının yaklaşık %71’i ABD, Brezilya ve Yunanistan’dan yapılmıştır [1].

Pamuk liflerinin sınıflandırma ve standardizasyonunda iki özellik dikkate alınır bunlar derece ve lif karakteridir. Pamuğun derecesi (gradı); rengi, yabancı madde oranı ve hazırlanma durumunu gösterir. Pamuğun karakteri ise fiziksel özelliklerini ifade eder ve kalitesini belirleyen esas unsur lif uzunluğudur. Pamukta uzunluktan sonra dikkate alınan diğer fiziksel özellikler incelik, mukavemet ve olgunluktur [2].

Farklı eğirme sistemlerinde iplik kalitesine ve çalışma performansına etki eden lif özellikleri incelendiğinde önem sırasına göre ring iplik eğirmede lif uzunluğu, mukavemet ve incelik; open-end iplik eğirmede mukavemet, incelik, uzunluk ve temizlik; hava-jetli iplik eğirmede incelik, uzunluk, mukavemet, temizlik ve sürtünme özelliklerinin daha önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı eğirme sistemlerinde iplik kalitesine ve çalışma performansına etki eden lif özellikleri [3]

	Ring Eğirme	OP Rotor Eğirme	Hava-Jetli eğirme
1	Uzunluk/Uniformite İndeksi	Mukavemet	İncelik
2	Mukavemet	İncelik	Uzunluk/Uniformite İndeksi
3	İncelik	Uzunluk/Uniformite İndeksi	Mukavemet
4		Temizlik	Temizlik
5			Sürtünme

Pamuk lif özellikleri bölgelere, iklim şartlarına, tohum çeşidine göre değişkenlik gösterdiğinden farklı bölgelerde üretilen pamukların lif özelliklerindeki varyasyonun saptanması pamuk üreticisi ve tekstilciler açısından önem arz etmektedir. Literatürde farklı bölge pamuk liflerinin özellikleri hakkında yapılmış çeşitli araştırmalar bulunmakla beraber farklı bölge pamuk lif özelliklerine ait karşılaştırmalı ve ayrıntılı araştırmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı; ülkemizde yaygın olarak kullanılan yerli (Ege, Hatay, Urfa) ve ithal (ABD, Brezilya, Yunanistan) altı farklı bölge pamuğu lif özelliklerinin araştırılmasıdır. Bu kapsamda farklı bölge pamuklarının HVI ve AFIS test cihazlarında lif özellikleri ölçülmüş, karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş, pamuk üreticisi ve tekstilcilerin bu konuda aydınlatılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Bu çalışmada, ülkemizde iplik işletmelerinin en yaygın kullandığı üç yerli ve üç ithal altı pamuk tipi seçilmiştir. *Gossypium Hirsutum L.* türünde ve 2018 sezonuna ait olan pamuk tiplerinin bölgesi, çırçırılama şekli ve çeşidi Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan pamuk tipleri

Kod	Bölge	Çırcırlama	Çeşit
A	Amerika	Sawgin	Upland
B	Brezilya	Sawgin	Upland
Y	Yunanistan	Sawgin	Upland
E	Ege	Rollergin	Gloria
H	Hatay	Rollergin	Gloria
U	Urfa	Rollergin	Gloria

2.2. Metot

Çalışma kapsamında temin edilen ithal ve yerli pamuk tiplerinin lif özellikleri Uster HVI 1000 (High Volume Instruments) ve Uster AFIS Pro 2 (Advanced Fiber Information System) cihazlarında test edilmiştir. Her pamuk tipine ait numuneler $65 \pm 4\%$ bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta kondisyonlanmış olup; her tip için 30’ar ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır.

2.2.1. Uster HVI 1000

Modüler bir sistem olan HVI cihazında demet halindeki lif ölçümü gerçekleştirilmektedir. “Mukavemet ve uzunluk” modülünde üst yarı ortalama uzunluk (UHLM), üniformite (düzgünlük) indeksi (UI), mukavemet (Str), uzama (Elg), kısa elyaf indeksi (SFI) ve nem (Mst) değerleri ölçülmektedir. “Renk ve çepel” modülünde yabancı madde ve renk tayini aynı anda yapılmaktadır. Pamuk numunesinin renk derecesi, iki filtrelili bir kolorimetrede belirlenmektedir. “İncelik” modülünde ise lif inceliği, hava akımı direncinin liflerin spesifik yüzeyi ile ilişkilendirilerek ölçülmektedir. Bu modülde ölçülen olgunluk; mikroner, mukavemet ve uzama gibi diğer HVI ölçümlerini de içeren karmaşık bir algoritma kullanılarak hesaplanmakta ve pamuk örneğinin hücre duvarı kalınlığının derecesini göstermektedir [4, 5].

2.2.2. Uster AFIS Pro 2

Tek lif ölçüm prensibine göre çalışan ve modüler bir sistem olan AFIS test cihazında neps ve tohum kabuğu neps, uzunluk, kısa lif içeriği ve olgunluk ölçümleri yapılmaktadır. Cihaz, liflerin tek tek ayrılmasını sağlayan aero-mekanik ayırıcı, elektro-optik sensörler ve gelen sinyalleri analiz eden bilgisayar sisteminden oluşmaktadır [6]. AFIS’in “NC” modülünde neps ve tohum kabuğu parçacıklarının ölçümü yapılmaktadır. AFIS’in L&M modülünde tek liflerin uzunlukları ağırlık ve sayı esasına göre belirlenmekte, ayrıca lif olgunluğu ölçülmektedir. AFIS “T” modülünde ise pamuk liflerinin içerdiği toz ve çepel miktarı, adet ve büyüklük bakımından belirlenmektedir [7].

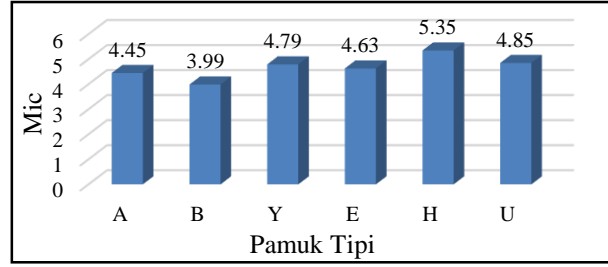
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. HVI Lif İnceliğinin Değerlendirilmesi

Mikroner değerine göre ince olan liflerden daha az hava geçmekte (yüzey alanı arttığı için), buna göre mikroner değeri azalmaktadır [8]. Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin lif inceliğinin mikroner (Mic) değerine göre ve ayrıca Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 3’de; karşılaştırma grafiği ise Şekil 1’de verilmiştir [5, 9].

Çizelge 3. Lif İnceliğinin Değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Mikronere göre değerlendirme		Üster İstatistiklerine göre değerlendirme
	Değer	Sınıf	
A	4,45	Orta	%75 - %95
B	3,99	Orta	%25 - %50
Y	4,79	Kalın	%95
E	4,63	Orta	%75 - %95
H	5,35	Kalın	%95 üstü
U	4,85	Kalın	%95 üstü



Şekil 1. Lif inceliği

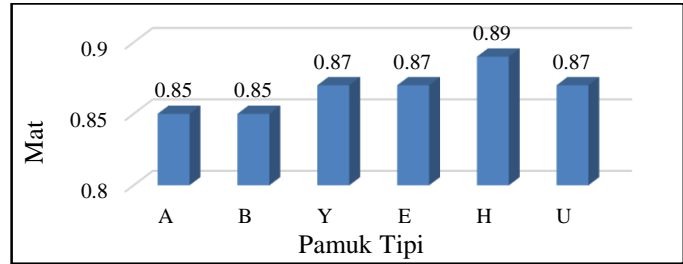
Değerlendirme sonucuna göre Brezilya, Amerika ve Ege pamukları “Orta”, Yunanistan, Urfa ve Hatay pamukları “Kalın” lif sınıfında yer almaktadır. Uster İstatistiklerine göre lif inceliği açısından Brezilya pamukları, dünya pamuk üretiminde %25-%50 arası dilimde yer alır ve en kaliteli pamuktur. İplik üretiminde lif inceliği çok önemlidir. Belirli numaradaki iplik için lif inceldikçe iplik kesitinde yer alan lif sayısı artar, böylece ipliğin mukavemeti ve ayrıca eğrilebilme limiti yükselir.

3.2. HVI Lif Olgunluğunun Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin olgunluk indeksine (Mat) göre değerlendirilmesi Çizelge 4’de; karşılaştırma grafiği ise Şekil 2’de verilmiştir [5].

Çizelge 4. Lif olgunluğunun değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Olgunluk İndeksine göre değerlendirme	
A	0.85	Olgun değil
B	0.85	Olgun değil
Y	0.87	Olgun
E	0.87	Olgun
H	0.89	Olgun
U	0.87	Olgun



Şekil 2. Lif olgunluğu

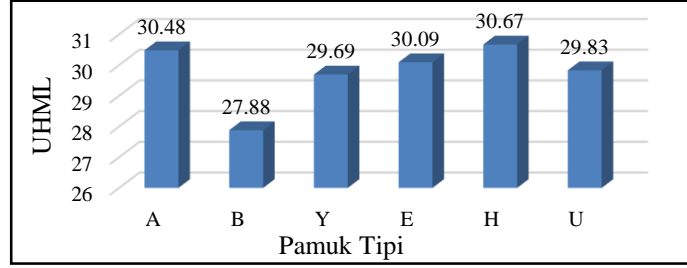
Değerlendirme sonucuna göre Amerika ve Brezilya pamukları dışındakiler “Olgun” lif sınırında yer almaktadır. Olgun olmayan lifler yumuşak tutumlu, parlak görünüşlüdür, fakat fazla neps içerir. Mukavemeti düşük olduğundan iplik üretimi sırasında çabuk kopar ve neps oranı daha da artar. Bu olumsuz durumlar yanında boyanmada da düzensizlikler yaratır. Bu nedenle bir pamuk partisinde olgun olmayan lif oranının mümkün olduğunca düşük olması istenir [2].

3.3. HVI Lif Uzunluğunun ve Düzgünlük İndeksinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin lif uzunluğuna (UHML) göre değerlendirilmesi Çizelge 5’de; karşılaştırma grafiği ise Şekil 3’de verilmiştir [5].

Çizelge 5. Lif uzunluğunun değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Lif Uzunluğuna göre değerlendirme	
A	30,48	Uzun
B	27,88	Orta
Y	29,69	Orta
E	30,09	Uzun
H	30,67	Uzun
U	29,83	Uzun



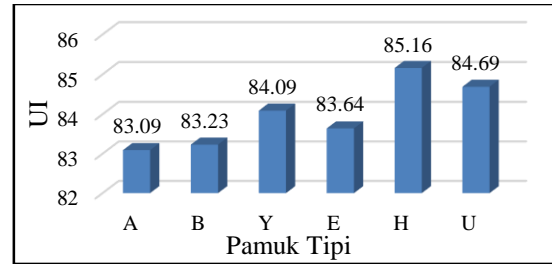
Şekil 3. Lif uzunluğu

Lif uzunluğuna göre Amerika, Ege, Hatay ve Urfa pamukları “Uzun”; Brezilya ve Yunanistan pamukları “Orta” uzunlukta elyaf sınıfında yer almaktadır. Lif uzunluğu eğrilebilme sınırını, iplik mukavemetini, düzgünsüzlüğü ve tüylülüğü etkileyen en önemli lif özelliklerindedir. Lif uzunluğu arttıkça, iplik kalitesi de artmaktadır.

Pamuk tiplerinin; lif uzunluğunun fibrogramdaki dağılımını ifade eden düzgünlük indeksine (UI) göre ve ayrıca Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 6’da; karşılaştırma grafiği ise Şekil 4’de verilmiştir [5, 9].

Çizelge 6. Lif düzgünlük indeksinin değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Düğünlük indeksine göre değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	
A	83,09	Orta	%50 - %75
B	83,23	Orta	%25
Y	84,09	Orta	%25 - %50
E	83,64	Orta	%25 - %50
H	85,16	Yüksek	%5 - %25
U	84,69	Yüksek	%5 - %25



Şekil 4. Lif düzgünlük indeksi

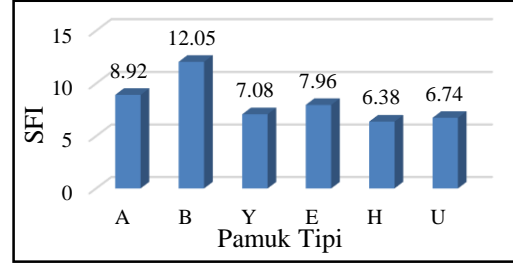
Uster İstatistiklerine göre düzgünlük indeksi açısından Hatay ve Urfa pamukları, dünya pamuk üretiminde %5-%25 arası dilimde yer alır ve en kaliteli pamuklardır. Düzgünlük indeksi, iplik düzgünlüğünü, mukavemetini ve eğirme işleminin verimliliğini etkiler. Aynı zamanda kısa lif içeriğiyle de ilgilidir. Düzgünlük indeksi düşük olan pamuk yüksek oranda kısa lif içerebilir, bu tür pamuğun işlenmesi zor ve düşük kaliteli iplik üretmesi muhtemeldir [10].

3.4. HVI Kısa Lif İndeksinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin kısa lif indeksine (SFI) göre ve ayrıca Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 7’de; karşılaştırma grafiği ise Şekil 5’de verilmiştir [5, 9].

Çizelge 7. Kısa lif indeksinin değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Kısa lif indeksine göre değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
A	8,92	Düşük
B	12,05	Orta
Y	7,08	Düşük
E	7,96	Düşük
H	6,38	Düşük
U	6,74	Düşük



Şekil 5. Kısa lif indeksi

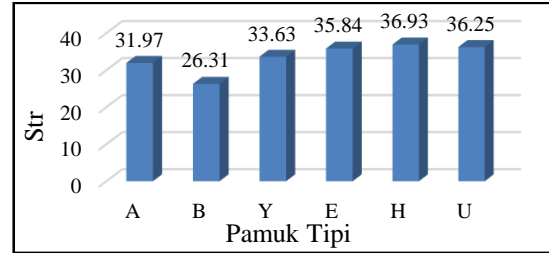
Uster İstatistiklerine göre kısa lif indeksi açısından Yunanistan, Hatay ve Urfa pamukları dünya pamuk üretiminde %25-%50 arası dilimde, Hatay ve Urfa pamukları %25'e yakın yer alır ve en kaliteli pamuklardır. Ring iplik üretiminde yüksek oranda kısa lif içeriği, çekim ünitesinde kontrol edilemediğinden iplik düzgünsüzlüğünü arttırmaktadır. Ayrıca kısa liflerin iplik yapısına girmesi çok daha zordur, iplik yapısından çıkararak önemli ölçüde iplik tüylülüğüne neden olur [5]. Aynı zamanda kısa lif oranı, eğirme prosesinde telef miktarının ne düzeyde olacağı tahmin edilmesinde fayda sağlar.

3.5. HVI Lif Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin mukavemete (Str) göre ve ayrıca Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 8'de; karşılaştırma grafiği ise Şekil 6'da verilmiştir [5, 9].

Çizelge 8. Lif mukavemetinin değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Mukavemete göre değerlendirme	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
A	31,97	Çok sağlam
B	26,31	Orta
Y	33,63	Çok sağlam
E	35,84	Çok sağlam
H	36,93	Çok sağlam
U	36,25	Çok sağlam



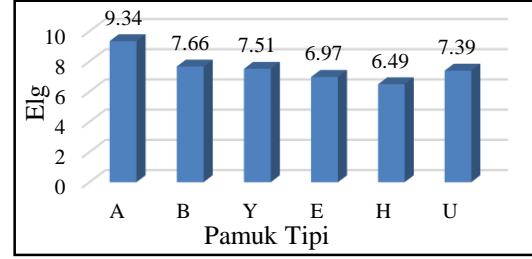
Şekil 6. Lif mukavemeti

Uster İstatistiklerine göre mukavemet açısından Yunanistan, Ege, Hatay ve Urfa pamukları, dünya pamuk üretiminde %5 altı dilimde yer alır ve en kaliteli pamuklardır. Elyaf mukavemeti ile iplik mukavemeti arasında yüksek bir korelasyon vardır. Yüksek lif mukavemeti, iplik eğirme işleminin verimliliğini etkiler; mekanik kuvvetlere maruz kaldıklarında kırılmaya karşı da dayanım sağlar [10].

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin kopma uzamasına (Elg) göre ve ayrıca Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 9'da; karşılaştırma grafiği ise Şekil 7'de verilmiştir [5, 9].

Çizelge 9. Lif kopma uzamasının değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	Kopma uzamasına göre değerlendirme		Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
A	9,34	Çok yüksek	%5 altı
B	7,66	Çok yüksek	%25
Y	7,51	Yüksek	%25 - %50
E	6,97	Yüksek	%25 - %50
H	6,49	Orta	%50 - %75
U	7,39	Yüksek	%25 - %50



Şekil 7. Lif kopma uzaması

Uster İstatistiklerine göre kopma uzaması açısından Amerika pamukları dünya pamuk üretiminde %5 altı dilimde yer alır ve en kaliteli pamuktur. Pamuk lifinin kopma kuvveti ve uzaması ile iplik kopma mukavemeti ve uzaması arasında direk ve doğrusal bir ilişki vardır [11].

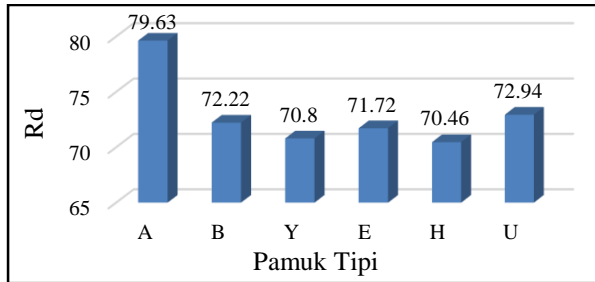
3.6. HVI Renk Derecesinin Değerlendirilmesi

Pamuk tiplerinin renk derecesine (C Grd) göre değerlendirilmesi Çizelge 10'da verilmiştir [12].

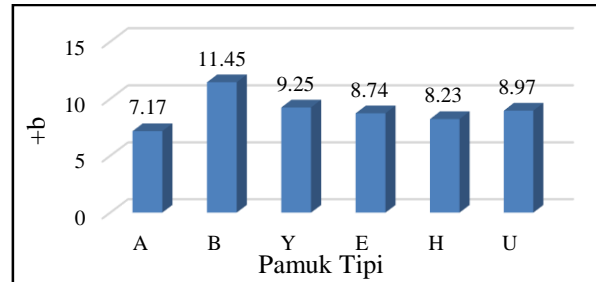
Çizelge 10. Renk derecesinin değerlendirilmesi

Pamuk Tipi	Renk kodu	Renk derecesi
A	31-1 / 31-2	Beyaz renk derecesi-Orta
B	23-1	Benekli renk derecesi-Temiz
	33-1	Benekli renk derecesi -Orta
	32-1	Hafif benekli renk derecesi-Orta
Y	42-1 / 42-2	Hafif benekli renk derecesi-Kirli
	41-3	Beyaz renk derecesi - Kirli
E	41-3 / 41-4	Beyaz renk derecesi-Kirli
	42-1	Hafif benekli renk derecesi-Kirli
	51-3	Beyaz renk derecesi-Orta kirli
H	41-2 / 41-4	Beyaz renk derecesi-Kirli
	51-3	Beyaz renk derecesi-Orta kirli
	52-1	Hafif benekli renk derecesi-Orta kirli
U	31-4	Beyaz renk derecesi-Orta
	41-3	Beyaz renk derecesi-Kirli
	42-1	Hafif benekli renk derecesi-Kirli

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin yansıma-parlaklık (Rd) değeri ile sarılık (+b) değerine göre karşılaştırılması Şekil 8 ve 9'da verilmiştir. Genel olarak daha yüksek yansıma ve düşük sarılık değeri, daha iyi elyaf kalitesinin göstergesidir [13]. Buna göre Amerika pamuğu yüksek yansıma ve düşük sarılık değeri ile en kaliteli pamuktur.



Şekil 8. Lif parlaklığı



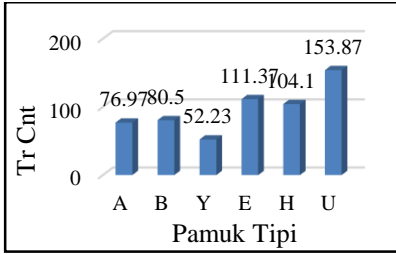
Şekil 9. Lif sarılığı

3.7. HVI Çepel Sayısı, Çepel Alanı ve Çepel Derecesinin Değerlendirilmesi

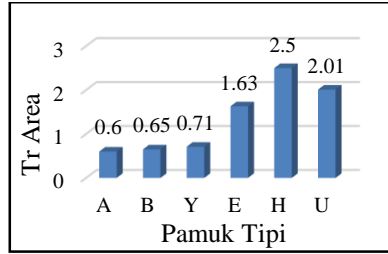
Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin çepel sayısının (Tr Cnt) ve çepel alanının (%Tr Area) Uster İstatistiklerine göre ve ayrıca çepel derecesine (Tr Grade) göre değerlendirilmesi Çizelge 11’de; karşılaştırma grafikleri ise Şekil 10-11-12’de verilmiştir [5, 9].

Çizelge 11. Çepel durumunun değerlendirilmesi

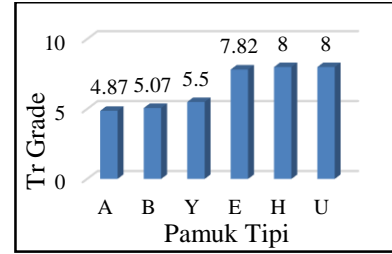
Pamuk tipleri	Çepel sayısı	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Çepel alanı	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Çepel derecesine göre değerlendirme
A	76,97	%95 üstü	0,60	%50 - %75	4,87
B	80,50	%95 üstü	0,65	%75 - %95	5,07
Y	52,23	%75 - %95	0,71	%75 - %95	5,50
E	111,37	%95 üstü	1,63	%95 üstü	7,82
H	104,10	%95 üstü	2,50	%95 üstü	8,00
U	153,87	%95 üstü	2,01	%95 üstü	8,00



Şekil 10. Çepel sayısı



Şekil 11. Çepel alanı



Şekil 12. Çepel derecesi

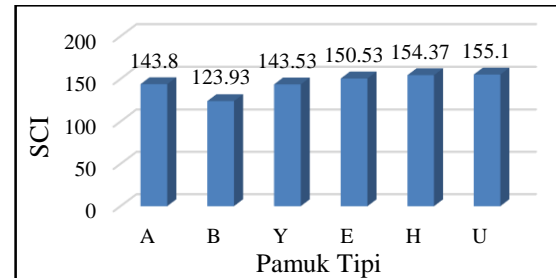
Uster İstatistiklerine göre çepel sayısı açısından Yunanistan pamukları dünya pamuk üretiminde %75 - %95 arası dilimde yer alır ve en kaliteli pamuktur; diğer pamuk tiplerinin tamamı %95 üstü dilimde yer almaktadır. Çepel alanı açısından Amerika pamuğu %50-%75 arası dilimde, %75’e yakın yer alır ve en kaliteli pamuktur. Çepel derecesine göre değerlendirmede de Amerika pamuğu en temiz pamuktur. Pamukta bulunan çepel içeriği; iplik üretiminde verimliliği, görünüm ve mukavemet açısından iplik ve kumaş kalitesini etkilemektedir [5].

3.8. HVI İplik Eğrilebilirlik İndeksinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin eğrilebilirlik indeksinin (SCI) Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 12’de; karşılaştırma grafiği ise Şekil 13’de verilmiştir [9].

Çizelge 12. İplik eğrilebilirlik indeksinin değerlendirilmesi

Pamuk tipleri	SCI	Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
A	143,80	%50 - %95
B	123,93	%50 - %95
Y	143,53	%5 - %50
E	150,53	%5 - %50
H	154,37	%5 - %50
U	155,10	%5 - %50



Şekil 13. İplik eğrilebilirlik indeksi

Uster İstatistiklerine göre iplik eğrilebilirlik indeksi açısından Yunanistan, Ege, Hatay ve Urfa

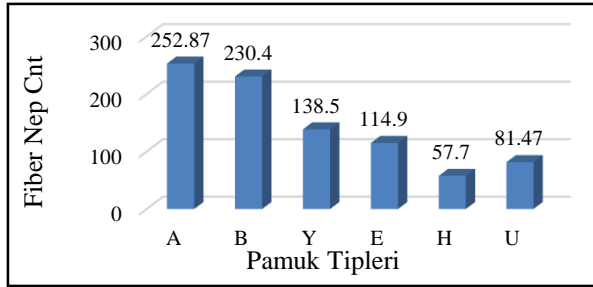
pamukları dünya pamuk üretiminde %5-%50 arası dilimde yer almakta olup Urfa pamukları %5'e yakındır ve en kaliteli pamuklardır. İplik eğrilebilirlik indeksi, çok değişkenli bir regresyon denklemi olup, iplik mukavemeti ve eğirme potansiyelini tahmin etmek için önemli bilgiler sağlamaktadır. Genellikle daha yüksek eğrilebilirlik indeksi değeri, daha fazla iplik mukavemeti ve daha iyi lif eğrilebilmesi demektir [5].

3.9. AFIS Neps Miktarının Değerlendirilmesi

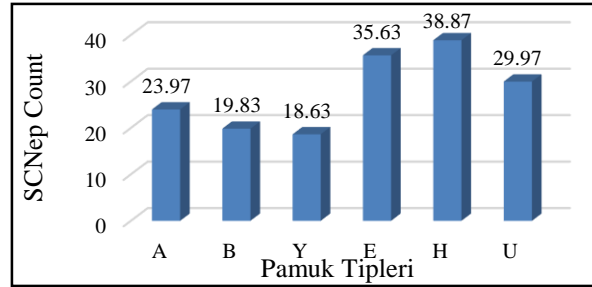
Çalışmada kullanılan pamuk tiplerinin elyaf neps sayısı (Fiber Nep Cnt) ve tohum kabuğu neps (SCNep Count) sayısına göre ve ayrıca Uster İstatistiklerine göre değerlendirilmesi Çizelge 13'de; karşılaştırma grafikleri ise Şekil 14-15'de verilmiştir [7, 9].

Çizelge 13. Pamuk tiplerinin neps miktarının değerlendirilmesi

Pamuk Tipleri	Elyaf neps sayısına göre değerlendirme		Uster İstatistiklerine göre değerlendirme	Tohum kabuğu neps sayısına göre değerlendirme		Uster İstatistiklerine göre değerlendirme
A	252,87	Orta	%50 - %75	23,97	Orta	%75
B	230,4	Orta	%50 - %75	19,83	Düşük	%25 - %50
Y	138,5	Düşük	%5 - %25	18,63	Düşük	%50
E	114,9	Düşük	%5 - %25	35,63	Yüksek	%95 üstü
H	57,7	Çok düşük	%5 altı	38,87	Yüksek	%95 üstü
U	81,47	Çok düşük	%5 altı	29,97	Orta	%75 - %95



Şekil 14. Elyaf neps



Şekil 15. Tohum kabuğu neps

Uster İstatistiklerine göre elyaf neps sayısına göre Hatay ve Urfa pamukları, dünya pamuk üretiminde %5 altı dilimde; tohum kabuğu neps sayısına göre Brezilya pamukları %25 - %50 arası dilimde yer almaktadır. Neps, iplikte kalın yerler oluşturarak düzgünlüğü etkilediği gibi, boyama hatalarına da yol açabilmektedir.

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında ülkemizde iplik işletmelerinin en yaygın kullandığı üç yerli ve üç ithal olmak üzere altı pamuk tipi incelenmiştir. Ring iplik eğirme sisteminde iplik kalitesine ve çalışma performansına etki eden en önemli lif özellikleri **uzunluk, mukavemet ve incelik**dir. Buna göre ring iplik üretimi için “uzun” lif sınıfında yer alan Hatay, Amerika, Ege ve Urfa; “çok sağlam” sınıfında yer alan Yunanistan, Ege, Hatay ve Urfa; “orta” incelikte olan Brezilya, Amerika ve Ege pamuklarının seçilmesi/kullanımı uygun görülmektedir. Ring iplik eğirme sisteminde iplik kalitesine ve çalışma performansına etki eden üç lif özelliği göz önüne alındığında en uygun hammaddenin **Ege pamuğu** olduğu tespit edilmiştir.

Open-End rotor iplik eğirme sisteminde iplik kalitesine ve çalışma performansına etki eden en

önemli lif özellikleri **mukavemet, incelik, uzunluk ve temizliktir**. Buna göre ilk üç lif özelliği dikkate alındığında Ege pamuğu öne çıkmaktadır. Ancak rotor iplikçiliğinde temizlik de dikkate alınmalıdır. Çepel sayısına göre Yunanistan pamuğu ile; çepel alanına göre Amerika pamuğu en kaliteli pamuklardır. Open-End rotor iplik eğirme sisteminde dört lif özelliği göz önüne alındığında en uygun hammadde olarak **Amerika ve Yunanistan pamukları** önerilmektedir.

Hava-jetli iplik eğirme sisteminde iplik kalitesine ve çalışma performansına etki eden en önemli lif özellikleri **incelik, uzunluk, mukavemet ve temizliktir**. Bu parametreler rotor iplik üretim sistemi için de önemli olduğundan ve temizliğin de dikkate alınması gerektiğinden gerek çepel sayısı ve alanı ve gerekse de tohum kabuğu nepsi değerlerine bakıldığında hava-jetli iplik üretim sistemi için de en uygun hammadde olarak **Amerika ve Yunanistan pamukları** önerilmektedir.

Ayrıca lif özellikleri birbirine yakın olan pamuk tipleri harmanlanarak iplik üretiminde hem performans hem de maliyet optimizasyonu da yapılabilir.

TEŞEKKÜR

Çalışma kapsamında numune temini ve testlerin yapılması konusunda verdikleri destekten ötürü Şahtaş Tekstil Tic. ve Sanayi A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [23] Tarım Ürünleri Piyasaları Pamuk Raporu, 2021, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE).
- [24] Yazıcıoğlu, G., 1999, Pamuk Ve Diğer Bitkisel Lifler, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, No: 274.
- [25] Babaarslan, O., Ştapel İplik Eğirme Teknolojileri ve Pamuk, 21. Yüzyılda Pamuk Çalıştayı Ve Pamukta Kontaminasyonun Önlenmesi, Ar-Ge Proje Pazarı, 22sf, 23-24 Mart 2016, Kahramanmaraş.
- [26] USTER HVI 1000, The fiber classification and analysis system, Technical Data, March, 2020. https://www.uster.com/fileadmin/user_upload/1873-e-USTER_DATENBLATT_HVI_1000_final.pdf, 05.06.2022.
- [27] USTER HVI 1000, Uygulama El Kitabı, Pamuk elyaf demeti test sistemi, Textile Technology / V1.0/ Mart 2008 / 245 678-04070.
- [28] Bedez Üte, T., 2012, Sirospun Pamuk İpliklerinde İplik Özellikleri İle Lif Özellikleri Arasındaki İlişkinin Fonksiyonel Olarak Tahminlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 231s.
- [29] USTER® AFIS PRO 2, Uygulama El Kitabı, Textile Technology / V3.0 / Augustos 2014 / 245 654-04070.
- [30] High Volume Instrument Testing, Measurement Principles And Data Explanations, 07.10.2008, https://csitc.org/sitecontent/RTCWA/internal_wa/02_Activites_du_RTC/022_Formation/0222_documents_de_formation/02225_USTER/USTER%20HVI%20Applications/0222503_Part%204%20-%20Measurement%20Principles.pdf, 05.06.2022.
- [31] Uster Statistics 2018.
- [32] USDA, 1995, The Classification of Cotton. Cotton Division Agricultural Marketing Service U.S.

- Department Of Agriculture, Agricultural Handbook 566, Washington, 17s.
- [33] Alhalabi, K., 2007, Suriye Ve Türkiye’de retilen Pamuk Liflerinin zelliklerinin Ve Erilme Yeteneklerinin Karşılaştırmalı İncelenmesi, ukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 195s.
- [34] USTER HVI 1000, 2006, Application Report Quality characteristics used for cotton Classification.
- [35] Morais, J., P., S., (2020), Effects of trash and processing on cotton fiber quality measurements, Texas Tech University, (Doctoral dissertation) 141 sf.

ERİYİKTEN LİF ÇEKİMİ YÖNTEMİ İLE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERE SAHİP BİYOBOZUNUR LİF ÜRETİMİ

Figen SELLİ^{1,2}, Ümit Halis ERDOĞAN¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Eskişehir
umit.erdogan@deu.edu.tr

ÖZET

Hızla artan insan nüfusu beraberinde pek çok değişikliğe neden olmaktadır. Hammadde kaynaklarının azalmasının yanı sıra büyüyen çevre kirliliği problemi endüstrinin pek çok dalında olduğu gibi tekstil sektöründe de sürdürülebilir üretime, geri dönüşüme ve biyoesaslı/biyobozunur ürünlere yönelimi arttırmaktadır. Bu çalışmada ekonomik ve çevresel anlamda önemi giderek artan biyobozunur polimerlerden eriyikten lif çekim yöntemi kullanılarak tekstil lifi üretimi gerçekleştirilmiştir. Biyobozunur lif üretimlerinde yenilenebilir ham maddelerden elde edilen PHBV ve PHBH kullanılmıştır. Ayrıca, düşük erime noktası ve yüksek uzama özelliğine sahip petrol-esaslı hammaddelerden üretilen PCL ile yenilenebilir ham maddelerden elde edilen yüksek mekanik özelliği ile bilinen PLA polimerinden lif üretimleri gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: biyobozunur polimer, biyobozunur lif, eriyikten lif çekim yöntemi

PRODUCTION OF FUNCTIONAL BIODEGRADABLE FIBRES BY USING MELT-SPINNING METHOD

ABSTRACT

The rapidly increasing human population causes many changes. In addition to the decrease in raw material resources, the growing environmental pollution problem increases the tendency towards sustainable production, recycling and bio-based/biodegradable products in the textile sector as well as in many branches of industry. In this study, production of textile fibers was carried out by using melt spinning method from biodegradable polymers, which are increasingly important in economic and environmental terms. In biodegradable fiber production, PHBV and PHBH from renewable raw materials were used. In addition, petroleum-based PCL polymer having low melting point and high elongation and PLA polymer from renewable raw materials, which is known for its high mechanical properties were melt-spun.

Keywords: biodegradable polymer, biodegradable fibre, melt-spinning

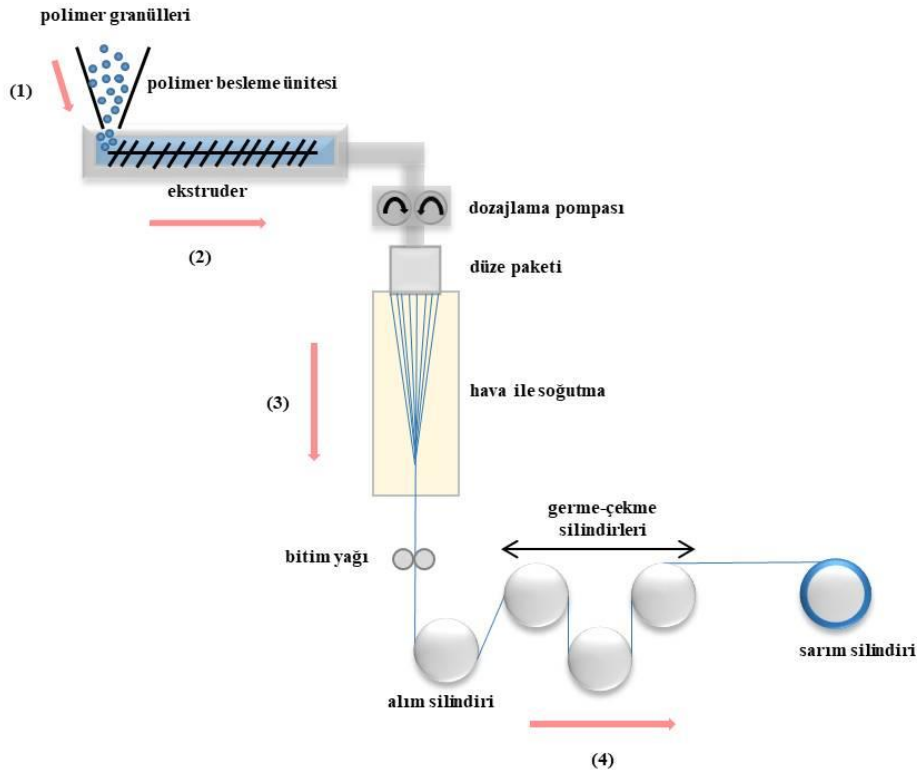
1. GİRİŞ

Çevresel ve ekonomik anlamda önemi giderek artan biyobozunur polimerin ham madde olarak kullanımını son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir. Medikal malzemelerden tarım ürünlerine geniş

bir kullanım alanına sahip bu polimerler tekstil endüstrisinde de büyüme göstermektedir [1-3]. Biyobozunur polimerlerden hazırlanan tekstil lifleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, üretim parametrelerinin ve ürün özelliklerinin iyileştirilmesi gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Ayrıca filamentlere ek fonksiyonel özellik kazandırılması ile pazar payının da arttırılabileceği öngörülmektedir [4-7]. Bu çalışmada biyobozunur polimerlerden lif üretiminde eriyikten lif çekim yöntemi kullanılmıştır. Eriyikten lif çekimi termoplastik polimerlerden filament üretiminde kullanılan, yüksek üretim hızına sahip çevre dostu bir lif üretim yöntemidir [8].

2. MATERYAL VE METOD

Biyobozunur lif üretimlerinde kullanılan Polihidroksibütirat-ko-hidroksivalerat (PHBV), Polihidroksibütirat-ko-hidrohekzanoat (PHBH), Polikaprolakton (PCL) ve Polilaktasit (PLA) polimerleri satın alma yoluyla temin edilmiştir. Biyobozunur polimerlerden lif üretiminde eriyikten lif çekim yöntemi kullanılmıştır. Eriyikten lif çekim yöntemine ait şematik çizim Şekil 1’de verilmiştir.



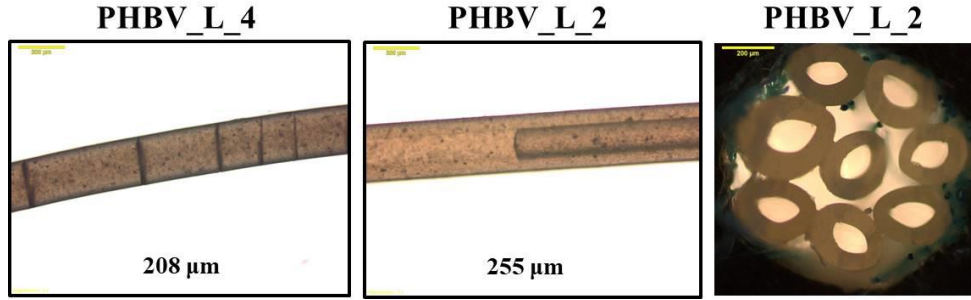
Şekil 1. Eriyikten lif çekim yöntemi şematik çizim

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. PHBV ve PHBH polimerlerinden üretilen tekstil lifleri

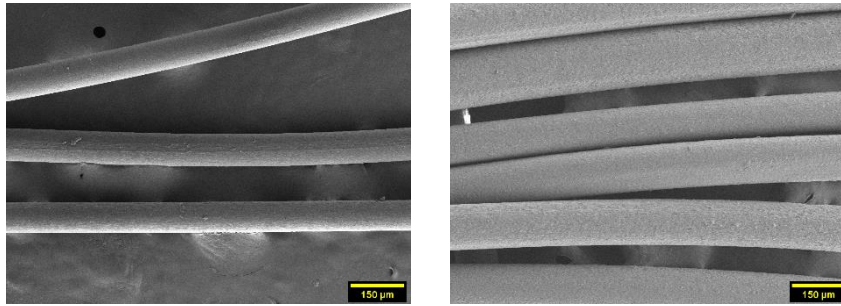
PHBV polimerinden farklı düze tipleri kullanılarak yapılan denemelerde, içi dolu (PHBV_L_4) ve içi boşluklu (PHBV_L_2) katkısız lifler üretilmiştir (Şekil 2). PHBV polimerinden katkısız

lif üretimlerinde polimerin erime sıcaklığının maksimum 20 °C üzerindeki ekstrüzyon sıcaklıklarında çalışmak mümkün olmuş, PHBV filamentler düze çıkışında katılaşmayı takiben el ile toplanmıştır. Katkısız lif üretimlerinde karşılaşılan işlem kısıtlarının engellenmesi ve ekstrüzyon sıcaklıklarını düşürmek (polimerin termal bozunma riskini azaltmak) amacı ile işlem iyileştirici katkı maddesi ilavesi gerçekleştirilmiştir. Farklı oranlarda (% 6 ve % 10) katkı maddesinin ilavesi ile ekstrüzyon sıcaklıklarında 25 °C, düze sıcaklığında 15 °C azalma sağlanmıştır.



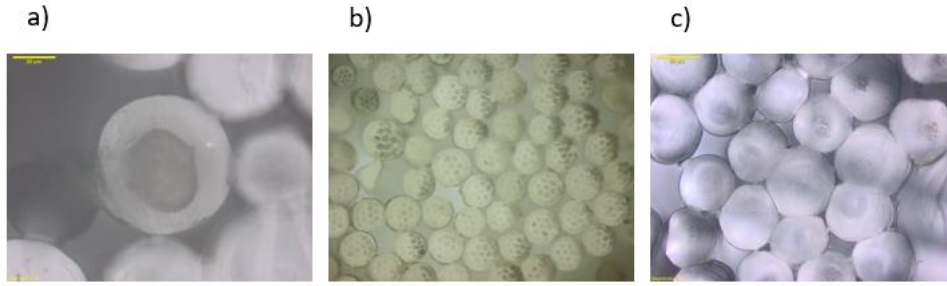
Şekil 2. PHBV polimerinden üretilen içi boşluklu multifilamentlerin optik mikroskop görüntüleri

PHA ailesi polimerlerinden PHBH polimeri ile yapılan lif üretimlerinde mukavemeti 28-291 MPa arasında değişen çapı 130 µm altında olan monofilamentler başarılı bir şekilde üretilmiştir (Şekil 3). Çalışmada lif içyapısındaki değişikliklerin mukavemet ile ilişkisi incelenmiştir. En yüksek mukavemet değerine en yüksek molekül ağırlık değerine sahip olan polimerden üretilen lifler ile ulaşıldığı belirlenmiştir.



Şekil 3. PHBH polimerinden üretilen monofilamentlerin SEM görüntüsü

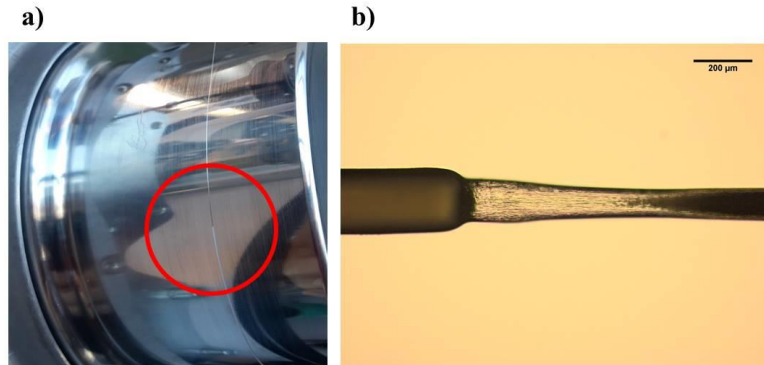
PHBV polimerinden üretilen liflerin fonksiyonelleştirilmesi amacıyla PLA polimeri ikinci polimer olarak kullanılmış ve bikomponent lif üretimleri gerçekleştirilmiştir. İki farklı düze tipinin (deniz/ada ve kabuk/öz) kullanıldığı bu üretimlerde deniz/ada düzesi ile üretilen liflere 1,36 ile 1,66 değerleri arasında değişen germe-çekme oranı uygulanmıştır. Üretilen liflerin özgül mukavemetleri 3,67-6,22 cN/tex arasında kopma uzaması değerleri ise 3,73-7,15 mm arasında değişmektedir. % 100 PLA lifi üretiminin gerçekleştirildiği PHBV_L_11 kodlu numunede, hem deniz hem de ada materyali olarak PLA polimeri kullanılmıştır (Şekil 4). Bikomponent liflerde, yapıdaki yüksek PLA oranı varlığında ısıl kararlılık ve mukavemet değerinde artış görülmüştür.



Şekil 4. PLA ve PHBV polimerinden üretilen bikomponent lifler a) kabuk/öz PLA/PHBV b) deniz/ada PLA/PHBV c)% 100 PLA

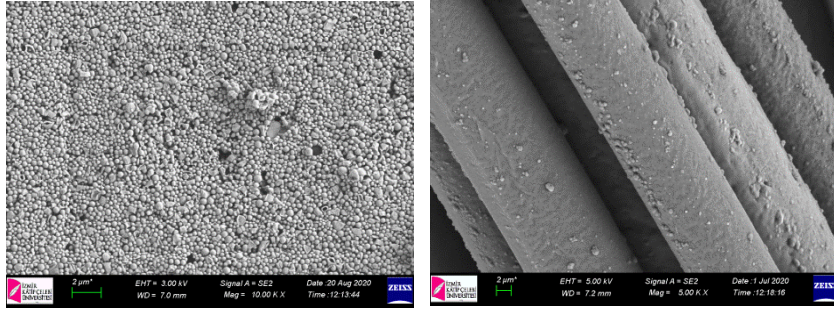
3.2. PCL polimerinden üretilen tekstil lifleri

Düşük erime noktasına sahip PCL polimerinden çapı 100 mikron altı, mukavemeti 302-456 MPa arasında değişen monofilamentlerin üretiminde germe-çekme sisteminde uygulanan modifikasyon ile lifin sünme davranışı kontrol altına alınmıştır. Ard germe-çekmenin uygulandığı bu üretimde lif 50 °C sıcaklığa ısıtılmış olan hava kanalından geçirilmiş, sarım silindirlerinden ikincisi üzerinde silindir dönme yönüne ters hareket edecek şekilde sarılmış ve sağlanan ek sürtünme ile liflerdeki sünme noktasının (necking point) yeri belirlenmiş ve durdurulmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. PCL monofilament üretiminde germe-çekme işleminde uygulanan modifikasyon a) sünme noktasının ikinci gödet üzerinde durdurulma noktası b) polimerin sünme davranışının optik mikroskop görüntüsü (X10 büyütme)

Multifilament üretiminin yapıldığı diğer bir çalışmada PCL polimerinin düşük erime noktasının sağladığı avantaj ile lif içerisinde ve lif yüzeyinde katkı maddesi olarak mikrokapsül içeren antibakteriyel özelliğe sahip multifilamentler üretilmiştir.



Şekil 6. Biyobozunur polimerinden üretilen mikrokapsüller ve PCL lif yüzeyinde mikrokapsül içeren multifilamentler

4. SONUÇ

Bu çalışmada farklı hammadde kaynaklarından elde edilen biyobozunur polimerlerden eriyikten lif çekim yöntemi kullanılarak fonksiyonel tekstil lifleri elde edilmiştir. Monofilament ve multifilamentlerin üretimlerinde uygulanan modifikasyonlar ile eriyik akış özellikleri ve filamentlerin sünme davranışı kontrol altına alınarak mekanik özelliklerde iyileşme sağlanmıştır. İki farklı polimerin kullanıldığı üretimlerde farklı enine kesitlere sahip tekstil lifleri başarı ile üretilmiştir. Üretilen tekstil liflerinin başta medikal tekstil uygulamaları olmak üzere farklı tekstil ürünlerinin üretiminde, örneğin antimikrobiyal özelliğe sahip mikrokapsüllerin lif içerisine ilave edildiği PCL liflerinin antimikrobiyal tekstil malzemeleri üretiminde yüksek kullanım potansiyeli bulunmaktadır. Biyobozunur tekstil lifi üretimlerinde yüksek üretim kapasitesine sahip, çevre dostu eriyikten lif çekim yönteminin kullanılması ve lif üretim çalışmalarının artırılması ile biyobozunur polimerlerden malzeme üretiminin hem tekstil hem de diğer sektörlerde pazar payının artırılması mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR

Biyobozunur lifler üzerine yaptığımız çalışmaları maddi olarak 2214A-Figen Selli ve 218M446 numaralı projeler ile destekleyen TÜBİTAK'a, ve 2018.KB.FEN.004 numaralı proje ile destekleyen DEÜ BAP birimine teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmalarımıza teknik ve bilimsel destek veren Empa St.Gallen Federal Araştırma Enstitüsü Polimer İşleme araştırma grubu ile Teknik Tekstiller Araştırma Merkezine (TEKSMER) teşekkürlerimizi sunarız.

5. KAYNAKLAR

- [1] Blackburn, R.S. (Ed.), (2005), Biodegradable and sustainable fibres, Woodhead Publishing Limited, İngiltere
- [2] Naira L S & Laurencin CT (2007) Biodegradable polymers as biomaterials Prog. Polym. Sci. 32 762–98
- [3] Gandini A (2008) Polymers from renewable resources: a challenge for the future of macromolecular materials Macromolecules 419491–504
- [4] Selli, F., (2020), Biyobozunur Poliester Liflerine Uygulanan Modifikasyonların Ürün Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- [5] Selli F., Hufenus R., Gooneie A. Erdoğan Ü. H., Perret E (2022) Structure-Property Relationship in Melt-Spun Poly(hydroxybutyrate-co-3-hexanoate) Monofilaments, Polymers 14 (1)

- [6] Selli, F.; Erdoğan, U.H.; Hufenus, R.; Perret, E. (2020) Mesophase in melt-spun poly(ϵ -caprolactone) filaments: Structure–mechanical property relationship, *Polymer* 206, 122870.
- [7] Selli, F.; Erdoğan, U.H.; Seydibeyoğlu M.Ö. (2019) Melt processing of PHBV for functional fibres: effect of additives on process parameters, *Mater. Res. Express* 6, 115344.
- [8] Hufenus, R., Yan, Y., Dauner, M., Kikutani, T., (2020). Melt-Spun Fibers for Textile Applications, *Materials*, 13, 4298.

ÖRME KONFEKSİYONDA KULLANILAN SÜRDÜRÜLEBİLİR LİFLER

Didem ÇEÇENOĞLU, Nazife ESKİCİOĞLU, Duygu ÖZGÜVEN
Mosi Tekstil A.Ş. Ar-Ge Merkezi, İzmir
duygu.ozguven@mositekstil.com

ÖZET

İklim değişikliği, nüfus artışı, kaynakların azalması, çevreye salınan CO₂ miktarında artış gibi faktörler sürdürülebilir teknolojilerin uygulanmaya başlanmasını gerekli kılmaktadır. Gün geçtikçe artan lif ihtiyacını karşılamak için başvurulacak öncelikli kaynakların çevreye zarar vermeyen hammaddelerden seçilmesi, üretim teknolojilerinin çevreye zarar vermemesi, sürdürülebilir olması kritik önem taşımaktadır. Tekstil üretiminin neden olduğu çevre kirliliğini azaltan, kimyasal maddelere ve yüksek oranda suya ihtiyaç duymayan, ekolojinin zarar görmesini en aza indiren hammaddeler üretiminin yeni yöntemleri araştırılmaktadır. Bu çalışmada önemi giderek artan sürdürülebilir, yeni nesil lifler araştırılmış ve sunulmuştur. Bir ürünün yarattığı karbon salınımının hammadde seçimi ile yaklaşık %80 oranında azaltılabildiği bilindiğinden, çalışma kapsamında ürün geliştirme esnasında kullanılacak sürdürülebilir hammaddeler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir üretim, tekstil, yeni nesil lifler.

SUSTAINABLE FIBERS USED IN THE CLOTHING INDUSTRY

ABSTRACT

Factors such as climate change, population growth, decrease in resources, increase in the amount of CO₂ released to the environment necessitate the implementation of sustainable technologies. In order to meet the increasing fiber needs, it is critical that the primary sources to be applied are selected from raw materials that do not harm the environment, that production technologies do not harm the environment and that they are sustainable. New methods of producing raw materials that reduce environmental pollution caused by production, do not need chemicals and high water levels, and minimize damage to ecology are being researched. In this study, sustainable, new generation fibers, which are becoming increasingly important, are researched. Since it is known that the carbon emission created by a product can be reduced by approximately 80% with the choice of raw materials, importance was given to the examination of sustainable raw materials that can be used during product development within the scope of the study.

Keywords: Sustainability, sustainable production, textile, new generation fibers.

1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI

Sürdürülebilirlik kavramı, Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (World Commission on Environment and Development) tarafından “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yetenekleri ile uygunsuzluk oluşturmaksızın, bugünün ihtiyaçlarının karşılanması” olarak tanımlanmıştır [1]. Bu kapsamda sürdürülebilirlik, insan ile doğa arasında denge kurarak, doğal kaynakları tüketmeden, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına olanak verecek şekilde, bugünün ve geleceğin yaşamını ve kalkınmasını programlama anlamını taşımaktadır. Tekstil ve hazır giyim sektörü ele alındığında, bu sektörde kullanılan zararlı kimyasal maddeler, yüksek su tüketimi ve buna bağlı su kirliliği, üretim süreçlerindeki yüksek enerji tüketimi ve bununla ilişkili hava emisyonları başta olmak üzere nakliye ve ambalajlama konularındaki problemler ile atık üretimi çevresel açıdan sürdürülebilirliğin önündeki en büyük engellerdir. Sürdürülebilir yaşam için doğal kaynakların yeterli şekilde kullanılması büyük önem taşımakta olup, doğal kaynak oluşum ve tüketim hızlarının da sürdürülebilirliğe uygun olması gerekmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (The United Nations Environment Programme – UNEP), 2011 yılı raporunda doğal kaynak tüketim hızının 2050’ye gelindiğinde şimdiki tüketim hızından üç kat daha fazla olacağını öngörmüştür [2]. Dünyayı en fazla kirleten sanayilerden biri olan tekstil ve hazır giyim sektöründe de giderek artan bu sorunun çözümü için, sürdürülebilir malzemelerin ve üretim yöntemlerinin kullanılması önem taşımaktadır. Günümüzdeki en gözde konulardan biri olan sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar içermektedir. Sosyal açıdan sürdürülebilirlik, bugünkü insan neslinin ihtiyaçlarını gelecek kuşakların ihtiyaç karşılama olanaklarını zedelemeyen karşılamak olarak ifade edilebilir. Kavram, ekonomi açısından değerlendirildiğinde, sürdürülebilir kalkınma kavramıyla birlikte ele alınarak, üretim sürecinde yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve üretim faaliyetinin çevreye olan etkilerinden sorumlu olmak olarak tanımlanabilir [3]. Hızlı moda kavramının popülerliğinin artmasıyla birlikte, tekstil atıkları görülmemiş bir hızla büyüyerek beklenmedik seviyelere ulaşmıştır. Çeşitli yöntemler vasıtasıyla katma değerli ürünlerin elde edilmesini amaçlayan tekstil atık yönetim sistemleri günümüzde giderek önem kazanmaktadır. Tekstil atık işleme stratejileri, azaltma (reduce), yeniden kullanma (reuse), geri dönüşüm (recycle) ve enerjinin geri kazanımını kapsamaktadır. Tüm bu stratejilerin amacı, ürünlerin ömrünü uzatarak, azami ölçüde fayda sağlamaktır. Azaltma, bir ürünün üretimi sırasında ortaya çıkan atıkların azaltılması anlamına gelmektedir. Yeniden kullanım, ürünlerin aynı kullanım amacıyla yeniden değerlendirilmesidir ve çevresel açıdan önemli tasarruflar sağlamaktadır. Örneğim, bir giysinin toplanması, tasnif edilmesi ve ikinci el ürün olarak yeniden satılması için gerekli enerji, yeni bir ürün üretmek için gerekli enerjiden 10-20 kat daha azdır. Atık yönetiminde kaynakların korunmasına yönelik diğer bir seçenek geri dönüşümdür. Tekstil atıklarının geri dönüştürülmesi, tekstil ürününün parçalanması ve bileşenlerinin yeni ürünler için kullanılmasını ifade etmektedir [4]. Bunun için konvansiyonel doğrusal malzeme akışı yerine döngüsel malzeme akışı benimsenmeli ve geri dönüştürülmüş liflerin kullanımına odaklanılmalıdır.

2. YENİ NESİL SÜRDÜRÜLEBİLİR TEKSTİL LİFLERİ

Çevre kirliliğine en fazla neden olan sektörlerden birisi olan tekstil ve konfeksiyon giyim sektöründe bu sorunun çözümü için, sürdürülebilir malzemelerin ve üretim yöntemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Şekil 1’de tekstil liflerinin çevresel etkileri açısından

sınıflandırılması yapılmıştır.

A-SINIFI	B-SINIFI	C-SINIFI	D-SINIFI	E-SINIFI	SINIFLANDIRILAMAMIŞ
Mekanik Olarak Geri Dönüştürülmüş Naylon	Kimyasal Olarak Geri Dönüştürülmüş Naylon	Konvansiyonel Keten	Modal® (Lenzing Viskoz Ürünü)	Bambu	Asetat
Mekanik Olarak Geri Dönüştürülmüş Poliester	Kimyasal Olarak Geri Dönüştürülmüş Poliester	Konvansiyonel Kenevir	Poliakrilik	Konvansiyonel Pamuk	Alpaka Yünü
Organik Keten	CRAILARO Keten	PLA	Poliester	Bakıramonyum İpeği	Kaşmir Yünü
Organik Kenevir	Monocel® (Bambu Lyocell Ürünü)	Rami		Viskon	Deri
Geri Dönüştürülmüş Pamuk	Organik Pamuk			Rayon	Moher Yünü
Geri Dönüştürülmüş Yün	TENCEL® (Lenzing Lyocell Ürünü)			Spandex (Elastan)	Doğal Bambu
				Naylon	Organik Yün
				Yün	İpek
Yüksek Sürdürülebilirlik			Düşük Sürdürülebilirlik		

Şekil 1: Tekstil Liflerinin Çevresel Etkileri Açısından Sınıflandırılması [4]

Gelişen teknoloji, sağladığı imkanlar ve konunun giderek artan önemi nedeniyle, çeşitli üretici firmalar sürdürülebilir ve inovatif yeni nesil lifleri pazara sürmektedir. Yeni nesil sürdürülebilir tekstil liflerinden ön plana çıkanları aşağıda verilmektedir:

2.1. DuPont Apexa ve Sorona

DuPont Apexa, toprağa veya çevreye zarar vermeden endüstriyel kompostlama yoluyla ayrışan çevre dostu bozunabilir polyesterdir. Patentli ve yenilikçi bir teknoloji ile geliştirilmiş bir elyafır.

Basit CO₂ ve H₂O'ya bölünerek tekstil israfını azaltır ve çevresel etkiyi sınırlar. Polilaktik asitler ve polibütilen süksinat gibi geleneksel plastiklerle karşılaştırıldığında Apexa, dayanıklılık ve ısı direnci açısından üstün yeteneklere sahiptir. Özelliklerini geliştirmek için yün, pamuk veya selüloz gibi doğal liflerle karıştırılabilir. Bu sayede daha güçlü, daha yumuşak ve daha dayanıklı yapılar elde edilir. Dupont Sorona elyafı, mısır ve mısır nişastası gibi yıllık %37 yenilenebilir bitki bazlı bileşenlere sahip kısmen biyo-bazlı bir PTT polyester polimeridir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi ile Sorona'nın Naylon 6 'ya göre yüzde 30 daha az enerji kullanılarak üretildiği ortaya konmuştur. Ayrıca çalışmalar yüzde 63 daha az sera gazı açığa çıkardığını göstermektedir. Naylon 6.6'ya kıyasla Sorona yüzde 40 daha az enerji tüketmekte, sera gazı emisyonlarını %56 oranında azaltmaktadır. Öncelikle tekstilde giyim, ev, ofis ve otomotiv iç mekanlarında, konut ve ticari halılarda ve otomotiv paspaslarında kullanım alanı bulunduğu görülmektedir [5].

2.2. Jutecell

Jutecell elyafı, Shandong Helon Co. Ltd. tarafından geliştirilmiştir. Özel bir işlemle jüt ve kenafan üretilen yeni bir rejenere selüloz elyaf türüdür. Özel üretim teknolojisi, elyafa bakteriostatik, bakterisidal ve mantar önleyici özellikler kazandırmaktadır. Lif biyolojik olarak uyumludur. Çevre dostudur ve sağlık, moda ve ev tekstili sektörlerinde uygulamaları

bulunmaktadır. Yüksek gerilme mukavemetine, düşük uzayabilirliğe sahiptir ve kumaşların daha iyi nefes almasını sağlar [6].

2.3. Avra

Eastman tarafından geliştirilen Avra, yüzde yüz tüketici sonrası geri dönüştürülmüş PET'ten oluşan bir elyaf teknolojisidir. Benzer yapı ve ağırlıktaki örgü kumaşlarda, Avra'nın performans elyafı mükemmel örtü ve yumuşaklık sağlamaktadır. Avra elyafı ile üretilen kumaşlar, egzersiz sırasında vücudun serin kalmasına yardımcı olur. Ek kimyasal işleme ihtiyaç duymadan, Avra'nın hafifliği, esnekliği ve nefes alabilirliği, kullanıcı tarafından algılanan bir performans ve kalite sağlamaktadır. Avra elyafı spor giyim için uygun kumaş yapıları geliştirmek için uygundur [7].

2.4. EcoSure PET

EcoSure polyester elyafı, %100 geri dönüştürülmüş tüketici sonrası PET kaplardan üretilmektedir. Hem EcoSure Wellstrand (ağır denye) hem de EcoSure elyafları Scientific Certification Systems (SCS) tarafından onaylanmıştır. Bu tür elyaflar % 100 PCR polimerinden yapılmıştır. EcoSure temel ürünleri 1,2-500 denye arasında mevcuttur. EcoSure, hijyen (ıslak mendiller, bebek bezi astarları, vb.) endüstriyel dokuma olmayan ürünler (endüstriyel bezler, mobilya, otomotiv, filtreleme, yalıtım, ovma pedleri, köpük değiştirme koltuk minderleri), Amerikan Excelsior Recylex gibi erozyon kontrolü için jeotekstiller için uygundur [8].

2.5. Coolmax EcoMade

Coolmax EcoMade elyafı, %97 plastik şişeler gibi geri dönüştürülmüş kaynaklardan üretilmektedir. Bu sayede plastik şişelerin geri dönüşümünün gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır. Kumaş oluşturmak için kullanılan plastik şişeler ilk olarak temizleme işleminden geçer, ardından konfeksiyon ürünlerinde kullanılmaya üzere polyester iplik elde edilir. Coolmax EcoMade elyafından yapılan kumaşların, nemi ciltten buharlaştığı kumaş yüzeyine taşıyarak kullanıcıyı serin, kuru ve rahat tuttuğu bilinmektedir [8,9].

2.6. Ananas Yaprağı Lifleri

Her yıl tarımsal faaliyetler sonucu oluşan ananas yaprakları, biyobozunur atık sınıfına dahil olmaktadır. Ananas bitkisinin taze yapraklarından %2-3,5 arasında değişen oranlarda lif elde edilebilmektedir. Ananas yaprağı lifleri, hasat sonrasında ananas yaprakların üst yüzeylerinde bulunan epidermis tabakasının bazı biyolojik ya da mekanik işlemler yardımı ile uzaklaştırılıp lif demetlerinin ortaya çıkartılması işlemi ile elde edilmektedir. Birçok kimyasal bileşenin bir araya gelmesi ile oluşan ananas yaprağı lifleri (PALF lifleri), yüksek oranda polisakkarit ve lignin içeren aynı zamanda az miktarlarda da olsa yağ, vaks, pektin, üronik asit, anhidrid, pentosan, renkli pigment ve inorganik maddeler içeren çok hücreli lignoselülozik liflerdir. Yapılan araştırmalara göre tekstil üretimine en uygun niteliklere sahip ananas lifleri Hindistan ve Filipinler' de yetiştirilmektedir. Ananas yaprağı lifleri zambak giderme işlemi uygulandıktan sonra çeşitli eğirme yöntemleri ile iplik haline getirilebilmektedir. Ananas yaprağı liflerinin ayırt edici özellikleri göz önüne alındığında, hem tekstil endüstrisinde hem de kompozit malzemelerin kullanıldığı birçok endüstride kullanılmaya uygun bir hammadde haline gelmektedir. Ananas yaprağı lifleri tarih boyu farklı coğrafyalarda çok çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Ayakkabıdan, şapkaya, çantadan takıya, gömleğe, pantolona, etek gibi günlük giysilerden gelinliğe çeşitli şekillerde kullanımına rastlamak mümkündür. Ananas yaprağı

lifleri tarih boyu farklı coğrafyalarda çok çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Ayakkabıdan, şapkaya, çantadan takıya, gömlek, pantolon, etek gibi günlük giysilerden gelinliğe çeşitli şekillerde kullanımına rastlamak mümkündür. Ananas yaprağı lifleri, hem çevre dostu, biyobozunur, antibakteriyel karakteri hem de sahip olduğu üstün mukavemet özellikleri ile günümüzde birçok endüstri alanında kullanım potansiyeli yüksek bir lif türüdür [10,11].



Şekil 2. Ananas yaprağı liflerinin üretimi sırasıyla; (a) meyve vermiş ananas bitkisi, (b) ananas bitkisi yaprakları, (c) ananas yaprakları içerisinde bulunan lifler ve (d) ananas yaprağı lifleri [11]

2.7. Portakal Lifi

Portakal lifleri, İtalya’da portakal suyu üretmek için soyulan portakal kabuğunun değerlendirilmesiyle oluşturulmuş giyime uygun, yumuşak ve ipeksi bitişli olan liflerdir. Viskoza benzer özellikler gösteren portakal lifleri, ipek ve pamuk ile de karıştırılabilmektedir. Portakal lifleri ile ilk giyim üretimini, yaklaşık 700,000 ton ağırlığındaki portakal kabuğunu kullanarak sürdürülebilir kapsül koleksiyon tasarlayan, ünlü tasarımcı Salvatore Ferragamo gerçekleştirmiştir. Bununla beraber H&M, 2019 yılında conscious exclusive koleksiyonunda Piñatex ve portakal kabuklarından elde edilen liflerden oluşan ürünlere yer veren kapsül bir koleksiyon da çıkartmıştır [12,13].

2.8. Patates Lifi

Patates ve kabuklarından elde edilen biyoplastik bir materyaldir. Parblex firması tarafından geliştirilmiştir. Patatesten elde edilen lifler iç mekânda yüzey materyali amaçlı kullanılabilirken, giyim endüstrisinde düğme, aksesuar gibi yerlerde de kullanılmaktadır. Sıfır Atık (Zero-Waste) prensibi ile çalışan Parblex’te kullanılmış ya da belirli bir üretim için hazırlanmış materyalin dışında kalan ürünler yeniden değerlendirme sürecine girmektedir. Parblex materyallerinin ömrü 1-5 yıldır [13].

2.9. Geri Dönüştürülmüş Mahsul Atıkları (Agraloop Fibre™)

Agraloop Fibre™; Kenevir, keten tohumu, ananas, muz ağaçları, şeker kamışı çubukları ve pirinç kamışları başta olmak üzere, değerlendirilmeye açık bitki ve bitki atıklarından elde edilir. Bahsedilen bu mahsuller, tek başına 250 milyon ton lif üretmektedir. Bu rakam küresel ihtiyacın 2.5 katına denk gelmektedir. Circular Systems S.P.C. firması; sadece tekstil atıkları temelli Texloop™ Recycling sistemi ile Agraloop Fibre™ + Texloop™ sistemlerinin beraber çalışması ile oluşan organik ve geri dönüştürülmüş sentetik materyallerin karışımından elde edilmiş hibrit lif sistemi Orbital™ teknolojisini de bünyesinde bulundurmaktadır. Atıkların geri dönüştürülmesi, çevre kirliliğinin azaltılması ve ham madde için yeni kaynaklar elde edebilme yaklaşımları adına sürdürülebilirliğe uyumluluk sağlayan sistem örneğidir [13].

2.10. Umorfil Biyonik Lif

Gıda atıklarının tekstil endüstrisi ile birleştirilmesi hakkında bir çalışma sonucu meydana

gelmiştir. Kültür balıkçılığındaki balık pulunu yenilikçi bir teknoloji ile tekstil malzemeleri ile birleştirerek biyonik elyafın üretimi sağlanmaktadır. Biyonik elyafın kullanılması ile kumaş ve giysilerde üstün değer sağlamanın yanı sıra deniz teknolojisini koruyabilir ve toprak asitlenmesi engellenebilmektedir. Umorfil üç farklı tür olarak üretilmektedir [14].

- Umorfil Viskon
- Umorfil Naylon
- Umorfil Polyester

2.11. Keten

Nefes alabilen ve son derece emici olan keten doğal canlılığı, nemi vücuttan uzaklaştırarak serin bir rahatlık sağlaması gibi özellikleri bulunmaktadır. Fransa dünyanın önde gelen üreticisidir ve onu Belçika, Rusya ve Çin izlemektedir. Keten yetiştiriciliği, pamuk yetiştiriciliğinin, tam tersine, yetiştirildiği yere bağlı olarak oldukça su tüketebilir. Ketenlerin enerji ve su tüketiminin neredeyse %80'i, giysinin ömür boyu yıkanması ve ütülenmesinden kaynaklanır. Tekstil endüstrisinde iplik üretiminde %100 veya karışım olarak kullanılmakta, dokusuz yüzey üretiminde, kompozit ve yağ endüstrisinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompozitlerde kullanıldığında malzemenin biyo-bozunurluğunu artırarak çevre dostu kompozit üretimine olanak sağlar [15,16,17].

2.12. Kenevir

Kenevir bitkisinin liflerinden elde edilir. Lifleri elde etmek için kenevir “çürütülür” (çiğ veya yumuşatmak için kimyasallara batırılır) ve ardından keten gibi “kesilir” (lifler sıyrılır). Kenevir lifi üretimini mekanik olarak çok az enerji kullanarak ve kimyasal kullanmadan yapmak mümkündür. Kenevir lifi sadece biyobozunur özelliği ile değil, sürdürülebilir, çevreci bir lifdir. Kenevir üretiminde pamuk üretiminden daha az su tüketilmektedir. 1 kg pamuk için ortalama 10.000 litre su harcanırken, 1 kg kenevir lifi için su tüketimi ortalama 300-500 litredir. Uzun vadede kenevir lifinin tercih edilmesi, dünya genelinde bir tehdit haline gelen susuzluk için çözüm getirmesi beklenmektedir [18,19].

2.13. Seacell™

SeaCell™ lifi, sürdürülebilir hammaddeler olan odun ve deniz yosunundan üretilmektedir. Hem enerji hem de kaynak tasarrufu sağlayan yöntemler ile üretilir ve biyolojik olarak tamamen parçalanabilmektedir. SeaCell™ lifinin hammadde tedarikinde deniz yosununun hasadı bitkiye zarar verilmeyecek şekilde yapılarak bitkinin yenilenebilmesine imkân sağlamaktadır. Üretim aşamasına girmeden önce deniz yosunu yıkanır, kurutulur ve öğütülür. Ardından odun hamuru ile eriyikten geçirilerek selüloz lifinin içerisinde hapsedilerek üretimi gerçekleştirilir. Bu sayede deniz yosununun olumlu özellikleri yıkamaya karşı dayanımlı hale gelmektedir. SeaCell™ elyafı, birkaç bağımsız enstitü tarafından olumlu olarak test edilmiş, kalite ve etkinlik açısından kontrol edilmiştir. Sürdürülebilir hasat süreci ve hassas işleme sayesinde SeaCell™ elyafı, bebek ürünleri için EU Ecolabel ve OEKO-TEX® Standard 100 almıştır [20].

2.14. Repreve

Bir plastik şişenin doğada çözünmesi 400 yılı bulmaktadır. Dünyada kullanılan Plastik

şişelerin sadece %15'i günümüzde geri dönüştürülmektedir. Daha fazla geri dönüştürülmüş polyester kullanımı, kumaş üretimi için hammadde olarak petrol bağımlılığını azaltmaktadır. Atık plastik şişelere uygulanan polimerizasyon işlemi ile REPREEVE®, ekstrüzyon ve zımba işleme işlemlerinden sonra üretilmektedir. Repreeve, toprak, hava ve su kirliliğinin azaltılmasına yardımcı olurken enerji, su ve doğal kaynakların tasarruflu kullanılmasını sağlar [21].

2.15. Newcell (Renewcell)

Pamuk veya viskon gibi yüksek selülozik içerikli kullanılmış giysiler ve tekstil üretim atıklarının geri dönüşümünden elde edilmektedir. Kumaşlar parçalanır, yabancı maddeler uzaklaştırılır ve bulamaç haline getirilir. Kirleticiler ve diğer selülozik olmayan içerikler bulamaçtan ayrılır. Bulamaç kurutularak %100 geri dönüştürülmüş tekstillerden yapılmış markalı bir 'çözünür hamur' olan Circulose® üretilir. Circulose® tabakaları balyalar halinde paketlenir ve pamuk, yağ ve ahşap gibi saf malzemeler için biyo-bazlı eşit kalitede tekstil üretim değeri zincirine geri beslenir [22].

2.16. Bambu

Bambu bitkisinin en ilginç özelliklerinden birisi de "Bambu Kun" olarak adlandırılan ve antimikrobiyel özellik gösteren doğal bir madde içermesidir. Bu madde sayesinde üretimi sırasında kullanılan pestisid miktarı oldukça azalmaktadır. Doğal bambu liflerinden elde edilen tekstil ürünleri, mükemmel nem absorpsiyonu ve nemin buharlaştırılması gibi özellikleri ile giysi konforu açısından üstünlüklere sahiptir. Bambu liflerinin pamuk ve ipek gibi liflerle belirli oranda karıştırılması ile çocuklar ve yetişkinler için sağlıklı ve konforlu iç giyim ürünleri elde edilmektedir. Bambunun ayrıca bünyesinde tuttuğu pek çok antibakteriyel özelliği vardır, giysiler üzerinde artan bakterilerin azalmalarına yardımcı olur ve daha az kokmasına neden olmaktadır. Bambu kumaşı çok yumuşaktır ve direkt olarak cilde yakın giyilebilir. Diğer doğal liflere alerjik reaksiyonlar gösterenler (pamuk, kenevir gibi) için bambu önemli bir alternatiftir. İplik doğal olarak pürüzsüzdür ve kimyasal işleme girmeden yuvardır. Bu nedenle cildi rahatsız edecek keskin pürüzler barındırmaz [18,23].

2.17. Soya Lifi

%100 soya elyafı kullanarak üretilen ürünler, cildin rahat nefes almasını sağlamakta olup insan vücudundaki kan dolaşımını dengeleyen ürünler, koku oluşumunu da engellemektedir. Deterjan kullanmadan soğuk su ile yıkandığında bile temizlenebilen ürün, sadece 15 dakika yıkandığında bile temizlenmektedir. Anti bakteriyel olan ürün, bakteri oluşumunu engeller, ıslaklığı hızla emer ve nemi kurutur. Anti-ultraviyole olan ürün, elektromanyetik dalgalardan da korumaktadır. Soya Silk Soya Protein Elyafından yapılmış örgü kumaşı ipek- kaşmir karışımından elde edilen kumaş gibi yumuşak, düz, akıcı ve parlaktır. Bu kumaş pamuk ile aynı nem emiciliğine sahip olup pamuktan daha iyi nem geçirme özelliğine sahiptir ki bu da kumaşı çok daha konforlu ve sağlıklı yapmaktadır. Soya Silk, Soya Protein Elyafı, sadece çok üstün nitelikli, kaliteli doğal liflerin değil aynı zamanda sentetik liflerinde fiziksel özelliklerine sahiptir [17,23].

2.18. Isırgan Lifi

Isırgan otu bitkisi, keten ve kenevire benzer şekilde bitkinin %17'sini içerecek oranda yüksek

kalitede lif içermektedir. Lif oranının yüksek olması, düşük yoğunluk ve iyi mukavemet değerleri bu bitkinin tekstilde kullanılmasına teknik açıdan olanak sağlamaktadır. Isırgan otundan elde edilen lif, bir tekstil lifi için gerekli tüm nitelikleri yerine getirmektedir. Bu lifin germe davranışı, lif inceliği ve uzunluğu tekstil prosesleri için yeterlidir. Lifin süper nem absorblama kabiliyeti nihai ürün için rahatlık sağlamaktadır. Isırgan lifi el ile dokunulduğunda yumuşak ve hoş bir his verir. Isırgan lifinin kendine özgü karakteristik özelliği olan içi oyuk boşluklu (hollow) lif yapısındaki boşluklarda kalan hava doğal bir yalıtım sağlamaktadır. Yazın serin tutan lif yaratmak için, iplikler lifin merkezindeki boşlukları kapatacak şekilde bükülmekte ve yalıtım azalmaktadır. Kışlık kumaşlar için ipliklere daha düşük büküm verilerek içi boşluklu oyuk lif yapısı muhafaza edilerek sıcaklığın sabit kalması sağlanmaktadır. Son yıllarda sentetik liflerden üretilen ürünlerin olumsuzlukları ortaya çıktıkça doğal liflere olan ilginin arttığı görülmektedir. Doğal liflerin ise organik yöntemlerle elde edilmesi ve organik sertifikalı ürün olarak tekstil sektörüne kazandırılması istenmektedir. Özellikle pamuk tarımının yapılamadığı iklim bölgelerinde alternatif doğal lif bitkileri içinde ısırgan bitkisi de yer almakta, verimsiz uç tarım alanlarının değerlendirilmesinde öne çıkmaktadır [18,23].

2.19. TENCEL™ Lyocell

TENCEL™ Lyocell Elyaf çevreye duyarlı süreçlerle sürdürülebilirlik gözetilen ağaç kaynaklarından elde edilir. TENCEL™ Lyocell elyaflar, ağaç hamurunu yüksek kaynak verimliliği ve düşük ekolojik etkiyle selülozik elyafa dönüştüren, çevreye duyarlı kapalı döngü üretim süreciyle ün kazanmıştır. Bu çözücü elyaf eğirme prosesi, üretimde kullanılan suyu geri dönüştürür ve %99'un üzerinde geri kazanım oranıyla çözücüyü tekrar kullanır. TENCEL™ Lyocell elyafları çok yönlüdür ve kumaşların estetik, performans ve özelliklerini iyileştirmek için pamuk, polyester, akrilik, yün ve ipek gibi çok çeşitli tekstil elyaflarıyla birleştirilebilir. Süreci çevreye uyumlu hale getirmek için, TENCEL™ Modal elyaf üretimi geliştirilmiştir. Lenzing Grubu'nun kullandığı ağaç ve hamur, sertifikalı ve kontrollü kaynaklardan elde edilir. Lenzing, yenilenebilir enerji kullanımı ve proses kimyasallarını geri kazanma yoluyla gelecek nesiller için kaynakları korumayı amaçlamaktadır [24].

2.20. Infinna

Atılan tekstil ürünleri, kullanılmış karton ve hatta pirinç samanı gibi selüloz bakımından zengin atıklardan yapılan Infinna™, kendi başına harika çalışan ve aynı zamanda organik pamuk ve viskon gibi elyafla güzel bir şekilde harmanlanan yeni bir birinci sınıf selüloz elyaftır. Kullanım sonrasında çöpe atılacak veya yakılacak olan selüloz bakımından zengin atık yığınları alınarak, tekstil endüstrisi için üstün kaliteli liflere dönüştürülür. Atıkları ayrıştırıldıktan sonra polimer haline getirilerek, pamuk gibi görünen ve hissettiren ve bilimsel olarak selüloz karbamat elyafı olarak bilinen bir tekstil elyafıdır. Selülozu viskoz işleminde kullanılan hidrojen sülfür yerine nispeten zararsız bir kimyasal olan üre ile değiştirerek selüloz karbamat oluşturur. Bundan sonra, selüloz karbamat, saf bir selüloz lifi bırakarak asidik bir su banyosuna döndürülür. İşlemden sonra, viskozdan farklı olarak çok "pamuk benzeri" bir lif üretmektedir. Üretimde işlemler selülozla beslenir, ancak polyester ve elastan gibi malzemeler içeren harmanlanmış tüketim sonrası kumaşları işlenebilmektedir [25].

2.21. Spinnova

Tamamen su bazlı ve kimyasal gerektirmeyen bir elyaf eğirme işlemidir. Herhangi bir kimyasal reaksiyon veya çözünme işlemi olmaksızın benzersiz bir tür selülozik elyafi döndürmek için sudaki odun hamurundan mikrofibrillenmiş selülozun özelliklerinden yararlanılmaktadır. Viskon veya Lyosel gibi lifler ile doğal pamuk arasında bir yerde bulunan bir lif üretir. Spinnova, elyafını oluşturmak için kullanılan hammadde, kağıt yapmak için kullanılanla aynı hamurdur. Odun, FSC ve/veya PEFC sertifikalı ağaç çiftliklerinden alınmaktadır. Atık bazlı selüloz biyokütlelerini işleyebilmektedir ve ayrıca tüketim sonrası pamukta hammadde oluşturma sürecine dahil edilebilmektedir. Spinnova ahşaptan yapıldığı için Spinnova elyafında sıfır mikroplastik içerdiği tespit edilmiştir. Bu sayede Okyanuslarımızı ve içindeki yaşamı asla kirletici bir etkisi olmayacaktır [26].

3. SONUÇ

İklim değişikliği, nüfus artışı, kaynakların azalması, çevreye salınan CO2 miktarında artış sürdürülebilir teknolojilerin uygulanmaya başlanmasını gerekli kılmaktadır. Sürdürülebilirliği sağlamak için döngüsel ekonomi kapsamında atık miktarının geri dönüşüm gibi teknikler uygulayarak azaltılması, doğal kaynakların korunması, yenilenebilir kaynakların kullanılmasının yaygınlaştırılması, su, enerji tasarrufu sağlanması ve tehlikeli kimyasal maddelerin kullanımının azaltılması kritik faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha fazla değer üreterek ekonomik büyümeye katkı sağlamak, çevresel sorunlara ve kaynak kıtlığı sorununa çözümler geliştirmek gerekmektedir. Sanayi kuruluşlarının yeni şekillenen bu alanda yapılması gereken aksiyonları almaları ürün ve süreçlerini, iş yapma biçimlerini yenilemeleri gerekmektedir. Her şeyden önce gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için önemli tedbirler almak ve kurallara uygun bir şekilde üretim ve tüketim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Önümüzdeki süreçte markaların tedarik kararlarını etkileyecek bazı unsurlar ön plana çıkacaktır. Bu uygulamalarda firmalar ürünlerinde/hizmetlerinde düşük karbon emisyonu, atık önleme, enerji verimliliği, su tasarrufu, zararlı kimyasalların kullanılmaması gibi çevreye duyarlı bir süreç takip ettiklerini belirlemek için özellikle sürdürülebilir yeni nesil liflerin kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. United Nations, (1987), Report of the World Commission on Environment and Development Our Common Future, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>, Erişim Tarihi: 17.05.2022.
2. Vadicherla, T., Saravanan, D., (2014), Textiles and Apparel Development Using Recycled and Reclaimed Fibers, in "Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing Ecofriendly Raw Materials, Technologies, and Processing Methods", Ed: Muthu S.S., Springer Science-Business Media, Singapore.
3. Yavuz, A., (2010), Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 63 – 86
4. Eser B., Çelik, P., Çay, A., Akgümüş, D., (2016), Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, Tekstil ve Mühendis, 23: 101, 43-60.
5. Wu C.M., Chang C.Y., Wang C.C., Lin C.Y., (2011) Optimum consolidation of all-

- polyester woven fabric-reinforced composite laminates by film stacking, Wiley Online Library (2011), <https://doi.org/10.1002/pc.22146>
6. Li J.J., Meng J.G., Li N., (2012), Performance Study of Jutecell Fiber and Yarn, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.503-504.671>
 7. Radjapova D.A., Raximkulova S.A., Boltayeva I.B., Urozov M.K., (2021), Study of Modern Technologies of Sewing Manufacturing.
 8. Telli A., Özdil N., Babaarslan O., (2012), Usage of PET Bottle Wastes in Textile Industry and Contribution to Sustainability, DOI:10.7216/130075992012198607
 9. Vadicherla T., Saravanan D., (2014), Textiles and Apparel Development Using Recycled and Reclaimed Fibers, DOI: 10.1007/978-981-287-065-0_5
 10. Kalaycı E., Avinc O., Bozkurt A., Yavas A., (2016), Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Sürdürülebilir Tekstil Lifleri: Ananas Yaprağı Lifleri, Sakarya Un. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,20,2,203-221
 11. Bozacı, E., Öktem T., Seventekin N., (2007), Ananas Yaprak Lifi, Tekstil ve Konfeksiyon, 3, 167-169
 12. Villa B., Marcelo T., Cortimiglia N., Callegaro-de-Menezes D., Ghezzib A., (2017), Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges, Business Horizons, vol. 60, issue 6, 759-770
 13. Wood J., (2019), Bioinspiration in Fashion—A Review, Biomimetics, 4, 16.
 14. <https://www.umorfil.com/>, Erişim Tarihi: 18.05.2022.
 15. Şahin G., (2020), Çok Boyutlu Bir Tarım Ürünü: Keten, Uluslararası Sosyal Bilimler Akademik Araştırmalar Dergisi, 1, 119 - 147
 16. Duran H., (2016), Bitkisel Lif Atıklarından Sürdürülebilir Selüloz Eldesi ve Karakterizasyonu, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
 17. Liu Z., Erhan S.Z., Akin D.E., Barton F.E., (2006), Green composites from renewable resources: preparatına of epoxidized soybean oil and flax fiber composites, Agricultural Food Chemistry, 6, 2134–2137
 18. Wollerdorfer M., ve Bader H., (1998), Influence of natural fibres on the mechanical properties of biodegradable polymers, Industrial Crops and Products, 8 [2], 105- 112.
 19. Kurtuldu E., İşmal Ö.E., (2019), Sürdürülebilir Tekstil Tasarım ve Üretiminde Yeniden Değer Kazanan Lif: Kenevir., <https://doi.org/10.21602/sduarte.624485>
 20. Seacell™ Fiber, <https://www.smartfiber.de/en/seacell-fiber/>, Erişim Tarihi: 18.05.2022
 21. <https://repreve.com/champions-of-sustainability>, Erişim Tarihi: 18.05.2022
 22. <https://www.renewcell.com/en/circulose/>, Erişim Tarihi: 18.05.2022
 23. Özdemir S., Tekoglu O., (2011), Ekolojik Tekstil Ürünlerinde Kullanılan Hammaddeler, Akdeniz Sanat, 4
 24. <https://www.tencel.com/tr/refibra>, Erişim Tarihi: 20.05.2022
 25. <https://infinitedfiber.com/our-technology>, Erişim Tarihi: 20.05.2022
 26. <https://spinnova.com/technology/>, Erişim Tarihi: 20.05.2022

POLİLAKTİK ASİTTEN (PLA) LİFLERDEN ELDE EDİLEN KUMAŞLAR İLE DOĞA DOSTU YATAK KUMAŞI GELİŞTİRİLMESİ

Gökhan YAŞAR¹, **Zübeyde ARABACILAR¹**, Eda TURHAN¹, Semiha KUTSAL¹,
Oğuz DEMİRYÜREK²

¹Aydın Mensucat Döşemelik Kumaş Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kayseri Şubesi, KAYSERİ

²Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, KAYSERİ
zubeyde.arabacilar@aydintekstil.com

ÖZET

Polilaktik Asit (PLA) biyobozunur ve biyoaktif olan mısır nişastası, pancar kökü veya şeker kamışı gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen bir termoplastiktir. Çalışma, atık yükünü azaltmak için biyo çözünebilir polimer olan PLA(polilaktik asit)'dan kumaş üretimi ve performans değerlendirmesine yönelik faaliyetleri içermektedir. Çalışmanın hedefleri, %100 yenilenebilir kaynaklar kullanmak, çevreye atık yükü oluşturmayan, doğada kendiliğinden 2 yıl içerisinde yok olabilen, bir yatak kumaşı üretmek ve karbon ayak izini azaltmak olarak sıralanabilmektedir. Çalışma kapsamında %100 PLA kumaş üretilmiştir. Kumaşların doğadaki biyobozunurluk davranışları ASTM D5338-15 test metoduna göre belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polilaktik asit (PLA), Yatak Kumaşı, Karbon ayak izi, Biyobozunma

DEVELOPMENT OF ECO-FRIENDLY MATTRESS TICKING FABRIC WITH FIBERS MADE FROM POLYLACTIC ACID (PLA)

ABSTRACT

Polylactic Acid (PLA) is a biodegradable and bioactive thermoplastic produced from renewable resources such as corn starch, beet root or sugar cane. The study includes fabric production and performance evaluation from PLA (polylactic acid), a biodegradable polymer, to reduce the waste load. The objectives of the study can be listed as using 100% renewable resources, producing a bedding fabric that does not create a waste load on the environment, can be destroyed in nature within 2 years, has a higher flame resistance than polyester, and reduces its carbon footprint. Within the scope of the study, 100% PLA fabric in plain white color was produced and biodegradation behavior of fabrics in nature was determined according to ASTM D5338-15 test method.

Keywords: Polylactic acid (PLA), Mattress Ticking Fabric, Carbon footprint, Biodegradation

1. GİRİŞ

İnsanlığın günümüzde yaşadığı en temel sorunlardan biri olan kirlenmenin sonuçlarını dünya çapında görmekteyiz. Atmosferin karbonla kirlenmesi ile küresel ısınmayla karşı karşıyayız. Denizlerin kirlenmesiyle müsilaj sorunu yaşanmakta. Polyester atıkların doğada yüzyıllar boyunca çözünmemesinden dolayı ciddi bir atık yükü oluşturmaktadırlar.

Polilaktik Asit (PLA) biyobozunur ve biyoaktif olan mısır nişastası, pancar kökü veya şeker kamışı gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen bir termoplastiktir. PLA şeker ve nişasta gibi yüksek molekül yapısına sahip polimerin fermantasyonundan elde edilen Laktik asit monomerinin polimerizasyonu sonucu oluşan %100 parçalanabilir ve doğal kökenli alifatik bir polyesterdir. PLA ilk üretildiğinde yüksek maliyet ve düşük molekül ağırlığından dolayı tercih edilmemiştir. Daha sonra gelişen teknoloji nişastadan laktik asit monomeri düşük maliyetlerde elde edilerek yaygınlaşmaya başlamıştır. Maliyetindeki azalma çevreci bir termoplastik olması ve polyestere benzer özellikler sergilemesi tekstilde ve ambalaj sektöründe hızla yer edinmesini sağlamıştır. İlk olarak dupont firması tarafından 1932 yılında bulunmuştur. Laktikasitten sıcaklık ile vakum altında suyun kondenzasyonu ile elde edilmiştir [1].

Polilaktik Asit (PLA) karbon ayak izi çok büyük olan standart plastiklere kıyasla öne çıkan yapıya sahiptir. Proje kapsamında biyobazlı, biyobozunur Polilaktik Asit (PLA) lifinden çevre dostu ev tekstili ürünleri geliştirilmiştir. %100 yenilenebilir kaynaklardan elde edilen çevre dostu %100 PLA kumaş geliştirilmiştir.

Polilaktik Asit (PLA) lifi birçok açıdan PET lifi ile benzerlik göstermektedir. PLA da PET gibi eriyikten çekim yöntemi ile elde edilmektedir. PLA lifi tekstil sektöründe birçok aranan özelliği bünyesinde barındırmaktadır. Bu özellikler arasında doğal ultraviyole ışığa karşı direnç, doğal liflere göre yüksek mukavemet, hızlı nem alma yanma sırasında az duman salma ve yanmaya karşı dirençli polimerdir.

Sunduğu bu özelliklerle birlikte atık yükü oluşturmada doğada kısa sürede kendi kendine çözünmektedir. Yenilenebilir kaynaklardan oluşturulduğu için çözünmesi sırasında da çevreye karşı risk teşkil etmemektedir. Projemizin konusu belirleyen ihtiyaçları özetlersek:

- %100 yenilenebilir kaynaklar kullanmak.
- Çevreye atık yükü oluşturmaman.
- Doğada kendiliğinden 2 yıl içerisinde yok olabilen.
- Polyestere göre yanma direnci daha yüksek bir yatak kumaşı üretmek.
- Karbon ayak izini azaltmak.

Jamshidian çalışmasında Polilaktik Asit (PLA) üretimi nanokompozit uygulamalarını araştırmıştır. PLA ile ambalaj sanayi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan polimerlerle kırılma burkulma geçirgenlik özelliklerini kıyaslayarak çevrecilik yönünden dolayı bu sorunların nanokompozit teknolojisi ile çözüleceğini belirtmiştir [1].

Carrasco vd yaptığı çalışmada PLA polimeri ekstrede enjeksiyon ve tavlama işlemi yaparak mekanik ve termal davranışlarını incelemiştir [2].

Bastioli çalışmasında biyo bozunur polimerlerin zamanla öneminin katlanarak artacağını 2010 yılından itibaren her yıl talebin %30 artacağını öngörüldüğünü belirtmiştir. Bu öngörüsünü üretim maliyetindeki düşüş ve PLA performans özelliklerinin yüksek olmasına dayandırmaktadır [3].

PLA polimerinin özellikleri araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda doğada kendi kendine 2 yıl içerisinde tamamen çözündüğü öğrenilmiştir. Çözünme sırasında çevre açısından risk oluşturmadığı saptanmıştır.

Doğada kendiliğinden çözünebilmesinin yanı sıra yanmaya karşı dirençli ve yanma esnasında az duman salması istenilen özellikleri birlikte sunmaktadır. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi atık yükü oluşturmaması dolayı sürdürülebilirlik açısından elverişli bir proje olmasını sağlamıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Oluşturulması planlanan koleksiyonun yatak kumaşına uygun konstrüksiyonları belirlenmiştir. Daha sonra desenler yuvarlak örme makinalarına uyum süreci tamamlanmıştır. PLA lifinden iplikler yatak kumaşlarında kullanılmıştır. Proje kapsamında ilk olarak düz beyaz renkte %100 PLA kumaş üretilmiştir. PLA lifi işletme şartlarında örme makinesinde çalışma koşulları incelenmiştir.



Şekil-1. Test Kumaşı

Üretilen kumaşın çürüme davranışını belirlemek için ASTM D5338-15 (Plastik Malzemelerin Kontrol Altında Aerobik Biyobozunmasını Belirlemek İçin Standart Test Yöntemi Termofilik Sıcaklıkları İçeren Kompostlama Koşulları) test yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, kontrollü bir kompostlama ortamına maruz kalan plastik malzemelerin aerobik biyolojik bozunma derecesi ve hızını laboratuvar koşullarında, termofilik sıcaklıklarda belirlemeye yarayan bir test yöntemidir. Test kapsamında numuneler bir inokulumaya maruz bırakılır (Şekil-2) Biyolojik

olarak parçalanabilirlik yüzdesi test süresi boyunca CO₂'ye dönüştürülen test numunesindeki karbon yüzdesinin belirlenmesiyle elde edilir.

5 litre hacime sahip 1 kompost, 1 selüloz ile karıştırılmış Kompost (pozitif) ve kompostla karıştırılmış 1 test plastik numunesi (PLA), olmak üzere 3 test numunesi ve toplam 3 replikasyon olacak şekilde toplam 9 kompostlama kabı hazırlanmıştır. İnkübatörde kompostlama kaplarının sıcaklığı 58± 2°C'de tutulmuştur (Şekil-2). Kompostlama kaplarının her birine CO₂ içermeyen, H₂O ile doymuş hava sağlayan basınçlı hava sistemi uygulanmıştır. Ortaya çıkan CO₂ 0.024 N Ba (OH)₂ tarafından absorbe edilecektir. CO₂ miktarı ise 0.05 N HCl ile titre edilerek sayılmıştır.



Şekil-2. Deneyde kullanılan kompost

Kompost içinde, 10 mm'den daha küçük bir elek üzerinde elenmiş, bitkilerden gelen kompost, yeşil veya bahçe atıkları veya bunların karışımları belediye katı atıkları ve yeşil atıklar kullanılmalıdır. Kompost aşısı 50-150 mg CO₂ üretmelidir. Testin ilk 10 günü boyunca uçucu katıların gramı başına ve %70'den az kül içeriği ve pH 7 ve 8.2 arasında istenir. Toplam kuru katı miktarı %50 ila %55 arasında değişebilir. Kompost aerobik koşulları sağlamak ve gözeneklilik için yeterli olmalıdır. Kompost aşısı inert malzemelerden (cam, taşlar, metaller vb.) mümkün olduğunca daha büyük olmalıdır. Kompostlama kapları, 365 gün veya daha fazla bir süre boyunca minimum dağınmış ışıkta sistemin sıcaklığı 58°C'de tutularak inkübe edilecektir. Çıkan hava içerisindeki CO₂ & O₂ konsantrasyonları kontrol edilecektir. Hava akışı, doğru ölçüme izin vermek için en az %2 hacim/hacim'lik bir CO₂ konsantrasyonu sağlayacak şekilde ayarlanacaktır. İnkubasyon süresi en az 45 gün olarak belirlenmiştir.

Her bir kaptaki üretilen karbon dioksit (CO_2), $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ile reaksiyona girer ve baryum karbonat olarak çöktürülür (BaCO_3). Üretilen karbondioksit miktarı, kalan baryum hidroksitinin 0,05 N hidroklorik asit fenolftaleine dönüşümüne kadar titre edilmesiyle belirlenmiştir. Titrasyondan elde edilen veriler üretilen CO_2 miktarını hesaplamak için kullanılır.

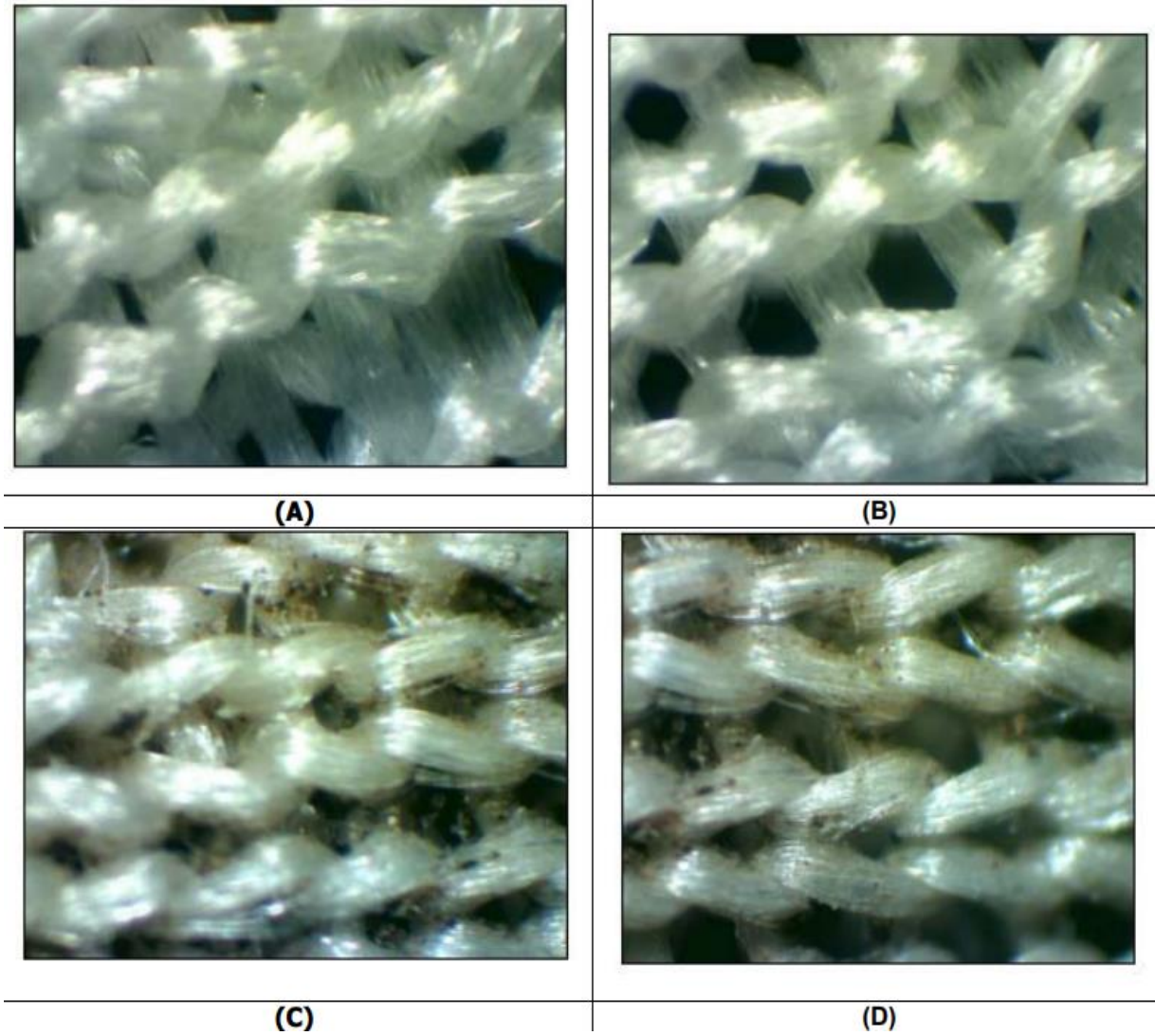
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Numuneler, ASTM D5388-15'e göre biyolojik bozunmaya tabi tutulmuştur: Standart test yöntemi kullanılarak $58^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 'de kontrollü şartlar altında kompost malzemenin karbondioksit dönüşümünü veren gerçek metabolik dönüşümü biyolojik bozunabilirlik olarak değerlendirilmiştir.

45 günlük kuru ($58^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) inkübasyondan sonra aerobik kontrollü birleştirme koşulları altında ASTM D 5338-15 test yöntemi kullanılarak referans (Pozitif kontrol) ve selülöz içerikli ve PLA içerikli kompostlar kademeli olarak bozumuşlardır. Referans örnek 45 gün sonra %71.23 civarında bozulurken test numunesinin (PLA) bozunması %9.26 olarak bulunmuştur (Çizelge-1). Şekil 3'te ise aerobik biodegradasyona uğramamış ve uğramış (45 gün sonra) PLA kumaş örnekleri verilmektedir.

Çizelge-1. Pozitif kontrol ve Test numunelerinin yüzdesi Biyolojik bozunma değerleri

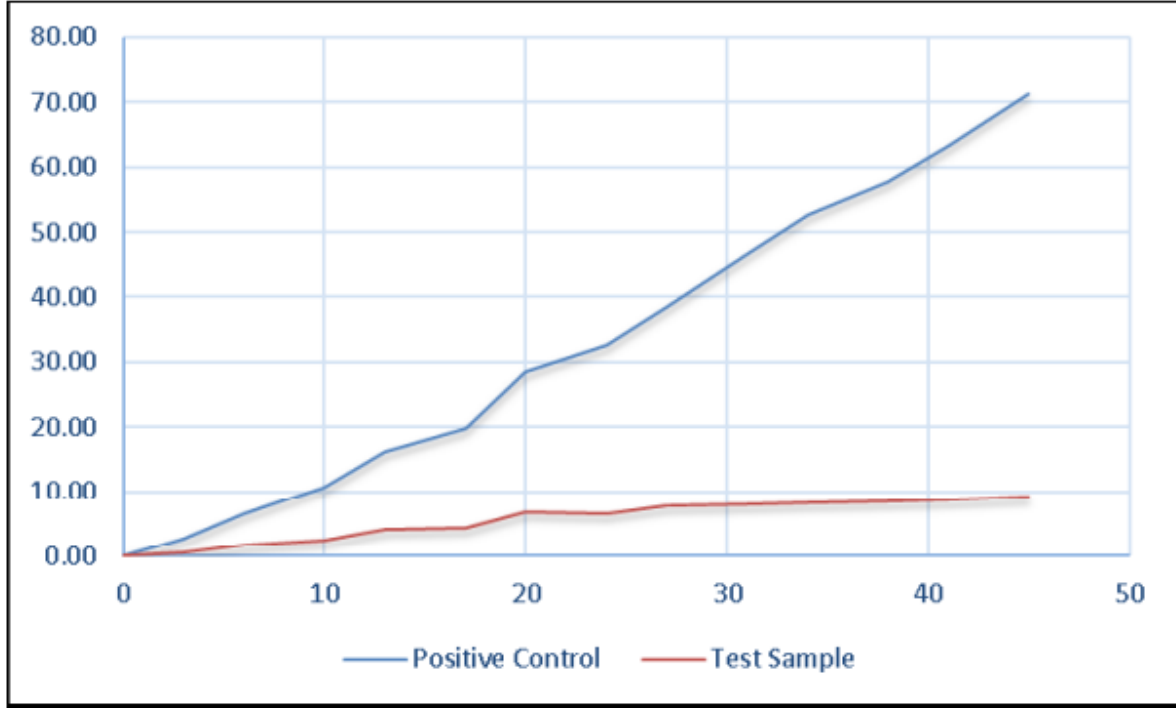
Gün	Biodegradasyon yüzdesi (%)	
	Kontrol numunesi (selülöz)	Test numunesi (PLA)
0	0.00	0.00
3	2.77	0.54
6	6.57	1.63
10	10.72	2.45
13	16.25	4.08
17	19.71	4.36
20	28.53	6.67
24	32.50	6.53
27	38.38	7.62
31	46.68	7.90
34	52.56	8.17
38	57.74	8.44
41	63.28	8.71
45	71.23	9.26



A&B Aerobik biyodegradasyona uğramamış PLA kumaş örnekleri
C&D Aerobik biyodegradasyona uğramış PLA kumaş örnekleri (45 gün sonra)

Şekil-3. İnkubasyon şartlarındaki test örneklerinin önceki ve 45 gün sonraki mikroskopik görüntüleri

Pozitif kontrol olarak selülozik malzeme içeren kumaş örnekleri kullanılırken test örneği olarak PLA kumaşın kullanıldığı deney setinde oluşan biyodegradasyon derecesi gün bazında Şekil - 4'te gösterilmektedir. Buradan PLA kumaşın 45 gün içerisinde %9.26'sının bozunduğu anlaşılmaktadır.



Şekil-4. PLA kumaşın (test sample) biodegradasyon miktarı

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmada üretilen PLA içerikli kumaşın biyolojik olarak bozunabilir olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma ile AYDIN Tekstil firması aşağıdaki verilen faydaları sağlamıştır:

- Doğa dostu yatak kumaşlarının üretimleri sağlanmıştır.
- Ürün gamında çeşitlilik sağlanmıştır.
 - Firmanın rekabet gücü arttırılmıştır.
 - İlgili yılın toplam cirosunda yaklaşık olarak %5 artış sağlaması hedeflenmektedir.
 - Yatak kumaş tasarımıyla, ürünün pazarlanması için sosyal sorumluluk yaratılmış olmuştur.
- Çalışmanın temasını oluşturan biyobozunur PLA müşteride psikolojik olarak olumlu algı oluşturarak satış potansiyeline katkıda bulunmaktadır.
- Çalışma ile elde edilecek yatak kumaşları yurtiçi ve yurtdışı müşteri profilimize hitap etmektedir.
- PLA lifinin kendiliğinde güç tutuşur olması sebebiyle (LOİ:29) üretilen kumaşların aynı zamanda güç tutuşurluk sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Jamshidian, M., Tehrany, E. A., Imran, M., Jacquot, M., & Desobry, S. (2010). Poly-Lactic Acid: production, applications, nanocomposites, and release studies. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(5), 552-571.
2. Carrasco, F., Pagès, P., Gámez-Pérez, J., Santana, O. O., & MasPOCH, M. L. (2010). Processing of poly (lactic acid): Characterization of chemical structure, thermal stability and mechanical properties. *Polymer Degradation and stability*, 95(2), 116-125.
3. Bastioli, C., Magistrali, P., & Garcia, S. G. (2012). Starch in polymers technology. *Degradable Polymers and Materials: Principles and Practice (2nd Edition)*, 87-112.

PİMA VE YÖRE (AZERBAYCAN) PAMUĞUNDAN ÜRETİLMİŞ SÜPREM VE İNTERLOK ÖRME KUMAŞLARIN BOYA ALIMI VE HASLIK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Hatice AÇIKGÖZ TUFAN¹, Elçin EMEKDAR¹, Umut Kıvanç ŞAHİN^{1,2}, Senem KURŞUN
BAHADIR^{2,3}, Cansu BATÇIK GENÇ⁴, Türkan Kübra BAYKAN⁴, Ersen ÇATAK⁴, Çağla
Deniz ŞENTÜRK⁴, Esra ERİCİ⁴

¹ İTÜ, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul

² CETEX | Center of Excellence for Textiles, CETEKS Elektronik Tekstil San. ve Tic. Ltd.
Şti., İTÜ ARI TEKNOKENT Arı 1 Binası No.2/5/15, 34467, İstanbul

³ İTÜ, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul

⁴ SANKO Tekstil İşletmeleri San. ve Tic. A.Ş., 3. Organize sanayi bölgesi 83209 nolu Cd.
No:4 Şehitkamil /Gaziantep
acikgozh@itu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada pima ve yöre pamuğundan üretilmiş örme pamuklu kumaşların boya alımı ve haslık özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda iki farklı elyaf tipiyle Ne 30/1 kompakt ring iplik üretilmiş ve bu ipliklerle süprem ve interlok örme kumaşlar üretilmiştir. Tek renge boyanan kumaşların spektrofotometre renk ölçümleri ve haslık değerlendirmeleri yapıp pima ve yöre pamuğu arasındaki farklılıklar ortaya konmuştur. Test sonuçları değerlendirildiğinde pima pamuğundan üretilip boyanan kumaşların yöre pamuğuna karşın daha az boya alımı ile aynı renk değerlerine ulaşabildiği ve haslık testlerinin daha iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelime: pamuk, pima, yöre (Azerbaycan), boya alımı, haslık

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COTTON TYPE AND FABRIC CONSTRUCTION ON THE COLOR STRENGTH AND THE FASTNESS PROPERTIES

ABSTRACT

In this study, the effect of cotton types, namely pima and local, and the fabric construction on the color yield and the fastness properties were investigated. For this objective, Ne 30/1 compact ring yarns were produced with two different cotton types and knitted fabrics (jersey and interlock) were manufactured. Spectrophotometer color measurements and fastness tests were performed for the black dyed fabrics, and the differences between the fabrics produced with pima and local cotton were revealed. According to the color measurement results, it was observed that the fabrics manufactured with pima cotton were required less amount of dyestuff

comparing to the local cotton in order to achieve the same color coordinate values, and fastness test results of pima cotton fabrics were slightly higher than local cotton products.

Keywords: cotton, pima, local (Azerbaijan), color strength, fastness

GİRİŞ

Pamuk, benzersiz özellikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılan ve tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen doğal bir elyafıdır [1]. Pamuk ürünleri, pamuk lifinin keşfinden bu yana yerel ve küresel olarak yaygın olarak kullanılmaktadır ve küresel lif üretiminin yaklaşık %25'ini oluşturmaya devam etmektedir. Zayıf ila orta boyutsal stabiliteye sahip olmasına rağmen, pamuk popüler bir doğal elyafıdır ve ürünleri üstün nefes alabilirlik, esneklik, emicilik, yumuşak kullanım ve çeşitli konfor özellikleri sunar. Pamuk lifi, tişört, denim, çarşaf, iç çamaşırı ve birçok giyim ürünü dahil olmak üzere hem örme hem de dokuma ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır [2].

Atalie ve Rotich, dört pamuk türü (Pima, Upland ve iki Etiyopya pamuk lifi) kullanarak dokuma kumaşların duyuusal konforu üzerindeki hammadde özelliklerinin etkisini araştırmış ve pamuk lif parametreleri ile yüzey dahil olmak üzere bazı konforla ilgili özellikler (yüzey pürüzlülüğü, kopma mukavemeti, kopma uzaması) arasında önemli bir ilişki keşfetmiştir. Kısa elyaf içeriğinin ve elyaf mukavemetinin dokuma kumaşların eğilme rijitliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu gösterdiler. Özetle, orta uzunluktaki pamuk lifleri kullanıldığında daha iyi duyuusal konfor özellikleri elde edilmiştir [3].

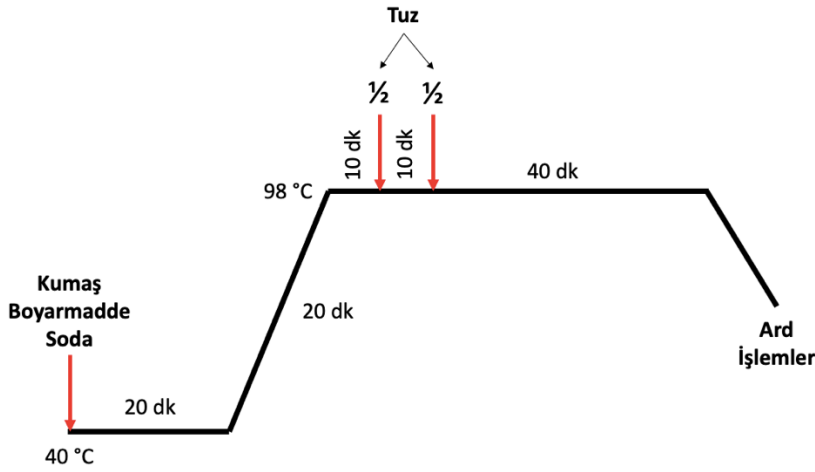
Literatürde konvansiyonel pamuğa ek olarak sürdürülebilir pamuk ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Mezarciöz ve arkadaşları geri dönüştürülmüş, konvansiyonel, organik ve BCI pamuktan üretilen denim kumaşların performansını araştırdı ve renk ölçümleri benzer sonuçlar vermesine rağmen elyaf türlerinin ürünlerin mukavemet özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu keşfetmiştir [4].

İbrahim vd. (2010) 'nin yaptığı çalışmada, süprem ve pike konstrüksiyonlarında %100 pamuklu kumaşlara yumuşatıcı, antibakteriyel ve su itici apreler uygulanan bir diğer çalışmada kumaşların fonksiyonel-konfor özelliklerine örgü yapısı ve örgü sonrası işlemlerin etkisini incelemiştir. Muamele edilen kumaş numunelerinin ısı iletimi, hava geçirgenliği, hidrofiliği ve beyazlık indeksi yumuşatma işleminden olumsuz etkilenmiş, ancak antibakteriyel özelliklerde bir artış gözlemlenmiştir. Diğer yandan boyutsal kararlılık, ısı geçirgenliği, hava geçirgenliği, ıslanma süresi ve beyazlık indeksinde iyileştirmeler elde edildi; antibakteriyel apre, işlem görmüş kumaşlar üzerinde patlama mukavemeti, boncuklanma, yüzey pürüzlülüğü ve yağ iticiliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür [5].

Daha önceki çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada pima ve yöre (Azerbaycan) pamuğundan üretilmiş örme pamuklu kumaşlarında elyaf tipinin boya alımı ve haslık özelliklere etkisi araştırılmıştır.

MALZEME VE METOD

İplik tüylülüğünü azaltmak için kompakt iplik üretim makinasında pima ve yöre (Azerbaycan) pamuğu kullanılarak Ne30/1 iki farklı iplik üretilmiştir. Bu çalışma için sırasıyla 28 fayn 30” pus ve 24 fayn 30” pus yuvarlak örme makinelerinde Pima ve Yöre pamuk ipliklerinden elde edilen süprem ve interlok kumaşlar üretilmiştir. Merserize kumaşlar Şekil 1’deki reçete uygulanarak siyah renge boyanmıştır. Direkt boyama banyosu 0,7 g/L egalizatör, 1g/L sodyum karbonat ve boyalardan oluşmaktadır. Boyama prosedürü, 70:1 flote oranı kullanılarak 40°C’de başladı. Daha sonra banyo 98 °C’ye kadar ısıtıldı ve 10 dakika sonra ve 20 dakika sonra 8 g/L sodyum klorür ilave edildi. Bu sıcaklık, boya banyosu 50 °C’ye soğutulmadan önce 60 dakika tutuldu. Ilık ve soğuk musluk suyu ile durulamanın ardından oda sıcaklığında kurutma yapılmıştır.



Şekil 1. Merserize kumaşların siyah renge boyandığı örnek bir boyama reçetesi

İki elyaf tipi ve iki farklı konstrüksiyon göz önüne alındığında Tablo 1’deki deneysel tasarım ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1. Elyaf ve konstrüksiyon tipleri ile oluşturulan deneysel tasarım

Numune Kodu	Elyaf Tipi	Konstrüksiyon
P-S	Pima	Süprem
P-İ	Pima	İnterlok
Y-S	Yöre	Süprem
Y-İ	Yöre	İnterlok

Elde edilen numunelere boyama sonrası Datacolor 650 ile renk ölçümleri yapılmış, ardından haslık testlerine tabi tutulmuştur. D65 gün ışığında, CIE L*, a*, b*, C*, h renk koordinatlarının ölçüldüğü renk ölçüm testlerinde, boya alımı hakkında fikir vermesi için K/S değerleri de dikkate alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 2’de de görüldüğü üzere, elyafların HVI sonuçları incelendiğinde pima pamuğunun daha ince ve uzun olduğu, kısa elyaf endeksinin ve telef oranının daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. Elyafaların HVI sonuçları

Parametreler	Pima Pamuğu	Yöre Pamuğu
Elyaf İnceliği (mikroner)	4.07 ± 0.08	5.03 ± 0.09
Olgunluk	0.85 ± 0.00	0.87 ± 0.00
Elyaf Uzunluğu (mm)	38.00 ± 0.33	29.73 ± 0.84
Kısa Elyaf Endeksi (SFI)	4.10 ± 0.00	7.40 ± 0.50
Telef Oranı	0.34 ± 0.11	1.61 ± 0.18

Tablo 3'teki renk analiz değerleri incelendiğinde CIE L*, a*, b*, C* ve h değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu fakat elyaf cinsi ve konstrüksiyonun boya alımı ifade eden K/S değerleri üzerine oldukça etkili olduğu gözlenmektedir. Süprem konstrüksiyona sahip pima ve yöre pamuğundan mamul kumaşlar karşılaştırıldığında yöre pamuğunun daha fazla boya alımına sahip olduğu gözlenirken interlok konstrüksiyonda da aynı durum izlenmiştir. Bu da bize daha ince ve düzgün yüzeye sahip pima pamuğundan üretilen kumaşların daha az boyarmadde ile boyanabileceğini ifade etmektedir.

Tablo 3. Pima ve yöre pamuğundan üretilen süprem ve interlok kumaşların boyama sonrası ölçülen renk ölçümleri

	L*	a*	b*	C*	h	K/S
P-S	0,03	0,16	0,04	0,16	12,93	8,71
P-İ	0,04	0,23	0,05	0,23	12,93	4,67
Y-S	0,03	0,13	0,03	0,13	12,93	10,74
Y-İ	0,05	0,27	0,06	0,28	12,93	5,80

Tablo 4'te siyah renk ile boyanmış kumaşların kuru sürtme, yaş sürtme, yıkama, su, asidik ter, alkali ter ve ışık haslığı test sonuçları verilmiştir. İncelenen sonuçlar birbirine oldukça yakın olmakla birlikte pima pamuğundan üretilen kumaşların haslık değerlerinin yöre pamuğundan üretilenlere göre daha iyi durumda olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4. Pima ve yöre pamuğundan üretilen süprem ve interlok kumaşların boyama sonrası yapılan haslık sonuçları

	Kuru Sürtme Haslığı	Yaş Sürtme Haslığı	Yıkama Haslığı	Su Haslığı	Asidik Ter Haslığı	Alkali Ter Haslığı	Işık Haslığı
P-S	4	2/3	4	3/4	3/4	3/4	5
P-İ	4	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	5
Y-S	3/4	2	4	3	3	3	5
Y-İ	4	2/3	4	4	4	4	5

SONUÇ

Bu çalışmada pima ve yöre pamuğundan üretilen örme kumaşların boya alım performansları ve haslık test sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümler ve testler sonucunda pima pamuğundan elde edilen süprem ve interlok kumaşların boya alımları daha düşük ölçülmüş ve

yöre pamuğunun boyanması için daha fazla boyar maddeye ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır. İncelenen haslık test sonuçları pima ve yöre pamuğu için benzerlikler gösterse de pima pamuğundan üretilen ve boyanan kumaşlardan yöre pamuğuna göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma SANKO Tekstil İşletmeleri Ar-Ge Merkezi tarafından sağlanan desteklerle yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Tokel, D.; Dogan, I.; Hocaoglu-Ozyigit, A.; Ozyigit, I. I. Cotton Agriculture in Turkey and Worldwide Economic Impacts of Turkish Cotton. *J. Nat. Fibers* **2022**, *00* (00), 1–20. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.2002759>.
- [2] Elmogahzy, Y.; Farag, R. *Tensile Properties of Cotton Fibers*; Elsevier Ltd, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101272-7.00007-9>.
- [3] Atalie, D.; Rotich, G. K. Impact of Cotton Parameters on Sensorial Comfort of Woven Fabrics. *Res. J. Text. Appar.* **2020**, *24* (3), 281–302. <https://doi.org/10.1108/RJTA-01-2020-0004>.
- [4] Mezarciöz, S.; Toksöz, M.; Sarker, M. E. Effect of Sustainable Cotton Fibers on Denim Fabric Selected Properties. *J. Nat. Fibers* **2021**, *00* (00), 1–11. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1993502>.
- [5] Ibrahim, N. A.; Khalifa, T. F.; El-Hossamy, M. B.; Tawfik, T. M. Effect of Knit Structure and Finishing Treatments on Functional and Comfort Properties of Cotton Knitted Fabrics. *J. Ind. Text.* **2010**, *40* (1), 49–64. <https://doi.org/10.1177/1528083709357975>.

ADRIENNE SLOANE ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN 3 BOYUTLU HEYKELSİ ÖRME TEKSTİLLER

Fazilet Ceyhanlı

Çukurova Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü
fasama@cu.edu.tr

ÖZET

Örgü iğneleri ve malzemeleri kullanılarak uygulanan örme tekniği, yaklaşık 900 yıldır giysi ve ev tekstili elde etmek amacıyla pratik bir araç olarak bilinmekteydi. Ancak, 1960' lı yıllardan kısa bir süre önce az sayıda sanatçı, sanatsal potansiyellerini ortaya çıkarmak amacıyla örme tekniğini keşfetmeye başlamışlar ve kavramsal olarak bu teknikten faydalanmışlardır.

Bu çalışmada, örme tekniğinin sınırlarını çeşitli malzemeler ve farklı aktarımlarla genişleten lif sanatçısı, politik aktivist ve feminist olan Adrienne Sloane' ye ait örme çalışmalarına vurgu yapılarak, 3 boyutlu heykelsi örme tekstiller irdelenmektedir.

Politik odaklı çağdaş bir lif sanatçısı olan Adrienne Sloane, örmenin tüm teknik ve yapısal özelliklerini derinlemesine araştırmaktadır. Sanatçının çalışmaları, bulunduğu an ve ortamın zengin tarihsel bağlamına dikkat çekerek, güncel fakat evrensel sorunları ele almaktadır. Tekstil alanı içerisinde, örme tekniğinin heykelsi formlar oluşturmak ve duyguları aktarmak için araç olarak kullanılmasına sanatçının eserleri üzerinden dikkat çekilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adrienne Sloane, Heykelsi Örme, Örme Tekniği, Lif Sanatı

3 D SCULPTURE KNITTED TEXTİLES ON THE EXAMPLE ADRIENNE SLOANE

ABSTRACT

The knitting technique, which is applied using knitting needles and materials, has been known as a practical tool for obtaining clothes and home textiles for about 900 years. However, shortly before the 1960s, few artists started to explore the knitting technique in order to reveal their artistic potential and they used this technique conceptually.

In this study, 3-dimensional sculptural knitted textiles are examined, emphasizing the knitting works of Adrienne Sloane, who is a fiber artist, political activist and feminist who expands the boundaries of knitting technique with various materials and different transfers.

Adrienne Sloane, a politically oriented contemporary fiber artist, delves into all the technical and structural aspects of knitting. The artist's works address contemporary but universal issues by drawing attention to the rich historical context of the moment and setting. In the field of textile, attention is drawn to the use of knitting technique as a tool to create sculptural forms and convey emotions through the works of the artist.

Keywords: Adrienne Sloane, Sculptural Knitting, Knitting Technique, Fiber Art

1.GİRİŞ

Tekstil sözcüğü; elyafın elde edilmesinden, dokunmuş veya örülmüş kumaş haline gelene kadarki geçirdiği tüm aşamaları içeren bir terimdir [1]. Kayıtlar incelendiğinde tekstil kelimesinin kökeni Latince'dir, sözcük anlamı “texere”, “dokuma” anlamına gelmektedir. Tekstil terimi genel olarak dokuma kumaşları ifade etmesine rağmen günümüzde örme, keçe, düğümlenme gibi farklı konstrüksiyon metotları ile elde edilen ürünleri de kapsamaktadır [2].

Tekstil neredeyse insanlık kadar eski bir tarihe sahip çok köklü bir zanaattır. Şiirlerde, mitolojik hikâyelerde hatırlanan ve kaydedilen tekstiller insanoğlu için her zaman önemli bir konumda yer almıştır [3].

1960' lı yıllara kadar tekstil alanından sadece ihtiyaca yönelik bir şekilde faydalanılmakta; ürünler, el işçiliği ile üretilmekteyken; günümüzde tekstil alanı, plastik sanatlar adı altında lif sanatına dönüşmüştür. Lif sanatı, çeşitli tekstil tekniklerinin kullanılmasıyla birlikte malzeme, renk ve biçim sınırlaması olmaksızın farklı tekniklerden faydalanılarak oluşturulmuş sanatsal çalışmalardır [4]. Örme tekniği de zamanla lif sanatı kapsamında geleneksel sınırların ötesine geçerek farklı biçimlerde üretilmiş ve bir ifade aracı olarak kullanılmıştır [2]. Örmenin genel olarak tanımlanması yapılsa; ipliklerin yan yana ya da çözümlü halinde iğne, tığ, şiş, mekik gibi yardımcı malzemeler kullanılarak ilmekler oluşturulması, bunlar arasında yan yana ve boyuna bağlantı oluşturulması ile kumaş ya da yüzey elde etme işlemidir [5]. Bu teknik el ve makine ile üretilmektedir. Elde örme tekniği Sanayi Devrimi sonrasında insan gücü ile üretim zorunluluğunu ortadan kaldırmış, makineler kullanılarak seri ve hızlı üretime başlanmıştır. Bu gelişmeler ile birlikte tekstil alanında değişim dönemine girilmiş, 20.yüzyılda tekstilde önemli üretim yöntemlerinden biri olan örme, gündelik ve ihtiyaca yönelik kullanım olmaktan bir adım daha öteye giderek sanatsal ifade aracı özelliği kazanmaya başlamıştır. İnsanoğlu çok eski tarihten günümüze kadar yaşamlarının her anında gerek ihtiyaç gerekse aktarım aracı olarak çeşitli tekstil teknikleri geliştirmişler ve tekstil malzemelerinden faydalanmışlardır. Toplumların ekonomik, kültürel, coğrafi, siyasi, dini yapı ve olanaklarına göre bu teknik ve malzeme yapısı şekillenmiştir. Tekstil, üreten kişinin duygu, düşünce, hayal gücü, inanç yapısı, siyasi görüşü, gelenek ve göreneklerini kendilerine özgü aktarmalarına olanak sağlamıştır.

Örme iğneleri kullanılarak geliştirilen örme tekniği yaklaşık 900 yıldır giyim eşyası ve ev tekstili ürünü yapmak için pratik bir üretim aracı olarak var olmasına rağmen, 1060' lı yıllardan önce kavramsal olarak nadiren kullanılmıştır. Ancak örmenin kavramsal olarak kullanımı, 1970 ve 1980' lerde Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve İngiltere' de sayı hızlı bir biçimde artmıştır [6]. Son yıllarda örmeye olan ilginin tekrardan canlanması ile birlikte, örme zanaatçıları ve sanatçıların tekrardan üretken bir şekilde çalışmalarına teşvik etmekte ve yaratıcılık olanaklarını genişletmektedir. Örme alanına olan ilgiyi ne tetiklemekte? Neden zamanla daha fazla insan örme tekniğinden kavramsal bir sanat formu olarak faydalanmaya başlamaktadır? Bu soruların birden çok cevabı bulunmaktadır. Yeni yayınlar, çok sayıda ve geniş malzeme ve teknik olanaklarına sahip iplik atölyeleri, örme alanında oluşan topluluklar, internet siteleri ve web günlükleri de dâhil olmak üzere teknolojinin gelişmesi, örme üzerine çalışan sanatçıları yeni ve farklı yollarla birbirine bağlamaktadır, karşılıklı fikir akışını teşvik etmektedir.

Performansa dayalı sanatçılar, izleyici kitlenin etkileşimini içeren projelerle örmeyi kamusal alana yerleştirmektedir. Sanatsal bir ifade aracı olarak örmenin dikkat çekmesi ile birlikte bu alanda düzenlenen etkinlikler, sergiler ve programlarda artış söz konusu olmaktadır. Güncel konularla yoğun bir şekilde donatılmış medyadan faydalanan günümüz sanatçıları, geleneksel uygulamaların sadece geleneksel kullanım için olduğu genellemesini zayıflatan eserler yaratmak amacıyla “üç boyutlu heykelsi örme” uygulamasını yoğun bir şekilde benimsemektedirler. Avrupa’ da orta çağ boyunca, örme büyük oranda zanaat loncalarının hâkimiyetindeydi ve usta örücüler teknik ustalıkları sebebi ile ödüllendirilmekteydiler. Günümüzde temel örgüler, örme teknikleri, elyaf ve kumaşı sanatsal bir araç olarak kullanan sanatçıların sayısında artış olmuş, loncalardaki hâkimiyet durumu ortadan kalkmıştır. On sekizinci yüzyılın ortalarına gelindiğinde, tekstil üretiminin mekanizasyonu ve örme makinelerinin artan kullanımı el sanatları endüstrisinin gelişmesine olanak tanımıştır. 1960’ lı yıllara gelindiğinde sanatçı ve zanaatkâr kesimi, sanatın tanımının tam olarak ne olduğuna dair yüzeysel tanımlamalara karşı gelmekte, yenilikçi malzemeler ve çalışma biçimleri keşfetme çabasına girmektedirler. 1970’lerde Amerika Birleşik Devletleri’nde feminist sanat hareketi, kadın sanatçılar için eşit şartlarda mekân, malzeme, teknik kullanımı ve sergileme özgürlüğü gibi çalışmaların artması ile ifade edilen kadınsı bakış açısı geliştirilmiştir. Yaşanan bu olaylar ve gelişmeler, herhangi bir sanatçının kendine özgü sanatsal ifadesine olanak tanıyan herhangi bir materyal ya da medyayı kullanabileceği günümüz serbest güzel sanat ortamını şekillendiren sanatsal yenilik iklimi başlatmıştır [11].

21. yüzyılda artık ortadan kalkmış olan duvar tekstillerinin, sanatçıların anlatım ve bakış açılarına göre şekillenerek sanatsal bir biçimde kendisini heykelsi tekstillere ve üç boyut yaratmada biçimlendirmeye başladığı görülmektedir.

Claes Oldenburg (1929-), kullandığı dikkat çekici materyaller ile yumuşak heykel hareketinin kurucusu ve gerçek temsilcisi olarak bilinmekte, sıradan ve gündelik görüşleri sorgulamayı amaçlamaktadır. Sanatçı, çalışmalarında, Amerikan kültürüne ait fast food, telefon, tuvalet, daktilo gibi öğeleri üretmekte; pvc, karton, alçı, polyester, reçine ile sertleştirilmiş tuval gibi malzemeler kullanarak büyük boyutlarda heykeller oluşturmakta, yumuşak-sert zıtlığını sorgulamaktadır [7].

Örme, sanatçıların isteklerine ve niyetlerine karşı geniş imkanlar sunmakta; gerek heykel, gerekse enstalasyon alanında olsun kendi yapısında barındırdığı üç boyutlu etkinin yanında, çalışmanın kendisinde kullanılan bağlayıcı öğeler, farklı malzemeler ve teknikler ile oluşturulan dokulu yapılar aracılığı ile yeni temellere ve biçimsel özelliklere sahip olmuştur. Günümüzde teknoloji hızlı bir şekilde gelişmektedir ve sanatçılar da farklı anlatım dilleri taşımaktadırlar. Bu iki olanak birleştiğinde üç boyutlu sanatsal örme eserlerin gelişimini sağlarken imkânları da arttırmıştır. Üç boyutlu örme uygulama imkânı sağlayan makineler, objelere sertlik kazandıran malzemeler olanağında örmeye sanatsal olarak üretim, üç boyutlu heykelsi örme sanatının gelişmesini sağlamaktadır.

Heykel sanatı içerisinde üretilen eserlerle, etkili ve çeşitliliğini koruyan malzemeler sayesinde köklü bir yer edinmeye başlayan örme, ihtiyacı olan yorumsal bütünlüğü, üç boyutlu kendine özgü bir yöntem ve dışavurumla yaratarak kazanmaya başladığı söylenmektedir. Sanatçıların çeşitli özelliklere sahip malzemeler ve araçlar kullanması ile betimleme dillerinde gelişim söz konusu olmuş; giyilebilen heykellerden, üç boyutlu sanatsal örme heykellere kadar tüm

eserlerin ortaya koyduğu farklılık ile heykel sanatına yenilikçi bir yorum kazandırdığı belirtilmektedir [8].

2.ADRIENNE SLOANE VE ÜÇ BOYUTLU HEYKELSİ ÖRME YORUMU

Örme, geleneksel sanatlar içerisinde önemli bir konumda yer almaktadır. Örme tekniğinin uzun zamandır kullanılmasına rağmen örmenin sanatsal olarak kullanımı 20.yüzyıldan sonra başlamıştır. Özellikle 20 yıldır bu alanda çalışan birçok sanatçı bulunmaktadır. Bu kategoriye giren sanatçılar örmenin hem geleneksel yapısı hem de güncel teknolojik imkânlarıyla endüstriyel biçimde üretilen örme ürünleri kullanarak çeşitli anlatım biçimleri oluşturmaktadır [9]. Örme sanatı, tekstil sanatçıları ve diğer sanat dalları ile ilgilenen sanatçılar tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Örme üzerine çalışan sanatçılar, örme tekniğinin kendilerine esneklik olanağı kazandıran bir teknik olduğunu ve sanata boyutsal anlamda değer kattığını düşünmektedirler. Örme, birçok heykel, resim, enstalasyon alanında çalışan sanatçılar tarafından kullanılmıştır.

Tekstil sanatçıları, plastik sanatlarda tekstil alanı ile dikkat çekici bir fark oluşturmaya çalışmakta, disiplinler arası çalışan birçok sanatçı örme alanında güncel ve geçmiş olaylardan ilham alarak eserler oluşturmaktadırlar. Bu eserler oluşturulurken el ve makine kullanmakta, üç boyutlu heykelsi yapıda eserler üretmektedirler. Üretim aşamasında sıfırdan malzeme kullanımının yanı sıra atık malzeme, seramik, metalik malzemeler de kullanılabilir [10].

Yüzyıllar öncesinden günümüze kadar meydana gelen coğrafi, toplumsal, sosyal, siyasal, ekonomik, dini, psikolojik olaylar ve eylemler, çeşitli alanlarda araştırma yapan ve çalışan sanatçıların ve tasarımcıların dikkatini çekmiş, eserlerinde bu olguları yansıtmışlardır. Yansıtma eylemini gerçekleştirirken aktarım aracı olarak kendilerine özgü teknik ve materyallerden faydalanmışlardır. Örme, oluşturduğu teknik avantaj sayesinde bu aktarım araçlarından birisi olmuştur.

Örme tekniğinin tekstil yüzeyinde meydana getirdiği biçimsel özellik, görsel etki, boyut algısı, ışık değeri, heykelsi yapısı; görsel sanatlarda sanatçıların çoğunlukla dikkatini çekmiş, bu alana doğru yönelimleri söz konusu olmuştur. Örme tekniği kullanılarak oluşturulan tekstil yüzeylerindeki inovatif ve sanatsal ifadeler araştırıldığında, eleştirel ve sorgulayıcı özelliği olan sanatçı Adrienne Sloane' in örme eserlerindeki heykelsi yapı ve çalışmalar üzerindeki fikirleri dikkat çekmektedir.

Adrienne Sloane 1950 yılında New York' ta doğmuştur. "The World Affairs Council of Boston" dan burs kazanarak eğitimini tamamlayan Sloane, 1970' li yıllarda Avrupa ve Orta Asya gibi birçok ülkeyi gezmiş, gezdiği yerlerden örme sanatına yönelik deneyimler edinmiş ve sanatçıda bu alanda merak duygusu oluşmuştur.

Sloane, "Sanatım genellikle stüdyomda yer alan radyodan dökülen rahatsız edici haberlerin sürekli saldırısına karşı içgüdüsel bir tepkidir." [11] diyerek günümüzde gerçekleşen olayların rahatsız ediciliğini heykelsi örme çalışmalarına yansıttığını vurgulamakta, sanatını tepkisel araç olarak kullanmaktadır. Sloane' in üç boyutlu heykelsi tekstillere kullanılmış bir örgü makinesi ve yazar ve gazeteci Judith Duffy' nin heykelsi örme teknikleri üzerine yazdığı bir makale ile başlamıştır.

Sanatçı, çevresinde gerçekleşen olumsuz olayların sonucunda yıpranan ve çözülen soyut-somut her şeyi yeniden birleştirmek amacıyla lif sanatından faydalanmakta, teknik olarak ise örmeyi kullanmaktadır. Örne tekniğinin düğümlene, kenetleme özelliği sanatçının birçok eserinde görülmektedir. Sloane' in çalışmalarının çoğu heykelsi örme yapılar olmasına karşın son yıllarda geniş bir yelpazede lif yorumlamaları ve teknikleri araştırdığı görülmektedir. Sanatçı eserlerinde malzeme olarak sadece iplik ya da elyaf kullanmamış; aktarmak istediği mesaja, düşünceye göre metal, seramik gibi sert malzemelerden de yararlanmış. Sloane, çoğunlukla 3 boyutlu çalışmaların ilgisini çektiğini ifade etmektedir. Oluşturduğu eserlerinde doku ve derinlik algısının sadece sanatsal birikimine katkı sağladığına vurgu yapmaktadır. Ona göre; eserlerindeki yapısal görüntü, kullandığı malzeme ve teknik kadar önemlidir [12].

Sloane, “Yumurta Kabuklarında Yürümek (Walking on Eggshells) eserinde yumurtanın sert ve üç boyutlu kabuk yapısını siyah metal iplik ve örme tekniğinin kenetleme özelliğini kullanarak vermiştir (Şekil 1). Eserin sert bir malzeme ve örme tekniği ile oluşturulan katı heykelsi formuna rağmen ortaya transparan bir görüntü çıkmaktadır. Bu eserde tekstilin yumuşak form algısı ve heykelin sert yapısı birleştirilerek biçimsel ve algısal olarak zıtlık meydana getirilmiştir. Sanatçı bu eserini hazırlarken; zor durumlarda ulusal uzlaşmaya varma konusunda yaşanan ve karşılaşılan zorlukları ana fikir olarak benimsemiştir [13].



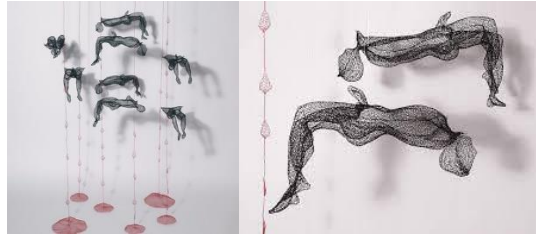
Şekil 1: Yumurta Kabuklarında Yürümek (Walking on Eggshells) (32" x 72" x 72") , 2011
Kaynakça: [16], Erişim Tarihi: 23.05.2022

Sanatçı, stüdyosunda çalışırken sık sık radyo haberlerini dinlemekte, Irak ile ilgili savaş haberlerinden etkilenerek “Cost of War” (Savaşın Maliyeti) isimli eserini yarattığını ifade etmektedir (Şekil 2). Sloane, siyasi manzara hakkında görsel, içgüdüsel ve sanatsal olarak güçlü bir yorum yapmasının yanı sıra evrensel boyutta tanımlama yapmak amacı gütmüştür. Sanatçının savaş karşıtı bu serisi, ulusunun 11 Eylülde gerçekleşen olaylara tepkisini kişisel tepkisi ile birleştirilerek oluşturulmuştur. Bu eserde yer alan figürlerin teknik olarak oluşturulması yaklaşık bir hafta sürmesine rağmen savaşın ortaya çıkardığı yıkım ve maliyetin telafisi bir yılı aşkın sürmüştür. Bu eserdeki savaşta hayatını kaybeden 23 adet erkek figürün renk ve biçimsel özelliği (başlar, ayaklar, cinsel organlar sarkık ve yan yatmış pozisyon), insanın gerçek bedeninin nihai görüntüsüne vurgu yapmak için kullanılmıştır. Keten malzeme seçimi bu amacı yansıtmak için kasıtlı seçilmiştir [13].



Şekil 2: Adrienne Sloane, “Cost of War (Savaşın Maliyeti)”, Makine Örme Tekniği, 30 cm x 62cm, 2006.
Kaynakça: [17], Erişim Tarihi: 23.05.2022

Savaş karşıtı, üç boyutlu bir eser olan “Truth of Power”, “Cost of Power” da yer alan vücut görüntülerinin yeni jenerasyonu olarak oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu eserdeki gövdeler iki parça halinde örülerek birleştirilmiştir. Gövdenin ön kısmının deseni “Cost of Power” eserindeki keten figürler ile aynı biçimde oluşturulmuştur. Ancak bu eserde malzeme olarak tel kullanıldığı için daha heykelsi ve katı bir biçimdedir. “Truth of Power” incelendiğinde; ilmekler azaltılarak ya da arttırılarak beden formunun oluşturulduğu, telin sert yapısı ile heykelsi formunun korunduğu görülmektedir. Bu eser tavandan asılarak sergilenmekte, izleyiciye eserin etrafında dolaşma imkânı vermektedir. Bu dolaşma sırasında meydana gelen hafif esinti ile eserin hareketlenmesi, eserde oluşturulmak istenen etkinin artmasını sağlamakta, bu da sanatçının amacı arasında yer almaktadır. Kadın bedenler, savaşta ölen erkekleri betimleyen “Cost of Power” eserinden gelen geri bildirimlerin bir sonucu olarak esere dâhil edilmiştir. Ayrıca bu eser, sanatçının savaş karşıtı başka bir eseri olan “Fated Glory- 2008” için ilham kaynağı olmuştur [13].



Şekil 3: Truth of Power, (Savaş karşıtı)2007
Excellence in Fibers VII'de Schweinfurth Sanat Merkezi, Auburn, NY
Kaynakça: [17], Erişim Tarihi: 23.05.2022

Sanatçının, “Halatımın Sonunda (At The End of My Rope) isimli heykelsi örme çalışması, 2022 yılında “Fiber Art International, Pittsburgh” da sergilenmiştir. Sloane, bu eserinde; ikonik bir görüntü olan Amerikan bayrağının her daim duygusal bir tepki uyandıran öznel yorumlamalarına sahip olduğuna vurgu yapmıştır (Şekil 4). Başlangıçta iplik üzerinde bir gösteri çağrısına cevap olarak kurgulanan eser, bir ilmekten gevşek bir biçimde sarkan düzensiz yapıda örme bir bayrak izlenimi uyandırmakta; ismi ile birlikte bu eser, günümüzde ülkede neler olduğunu sorgulayan görsel bir yorum haline almaktadır.



Şekil 4: Halatımın Sonunda (At The End of My Rope), (57 (ilmiğin üstü) x 14 1/2) , 2019
Kaynakça: [18], Erişim Tarihi: 23.05.2022

İkonik bir ulusal sembole dayanan “Çözülme (Unraveling), 2018”, sanatçının son on yıl içerisinde tasarladığı bayraklardan üçüncü sırada yer almaktadır ve Fuller Craft Museum,

Brockton, Massachusetts’ de sergilenmektedir. 2016 yılında ülkesinde gerçekleşen siyasi seçimlerden etkilenen sanatçı, o dönemde meydana gelen olayların ulusal birliğe, demokrasiye, ülke olarak temsil ettikleri değerlere zarar veren yönetime gönderme yapmaktadır. Sloane, “Burada yaptığım şey gerçekten demokrasimizin temellerinin altımızdan nasıl söküldüğünün bir temsilidir.” diyerek eserini protesto aracı olarak kullandığını belirtmektedir [14]. “Çözülme” eseri, örme tekniği kullanılarak oluşturulmuş bayrak ve alt katında yer alan metin olmak üzere iki kattan oluşmaktadır ve performansa dayalı bir eserdir (Şekil 5). Eserin örme üst katmanı elle müdahale ile söküldükçe altta yer alan ve sanatçının düşüncelerini içeren metin ortaya çıkmaktadır. Sanatçının bu eserinin sökülebilir yapıda olması ile bir sonuca varması beklenmektedir: Ona göre sökme işlemi mavi kısma geldiğinde yıldızlar bir bir düşecek.



Şekil 5: Çözülme (Unraveling), 2018, Fuller El Sanatları Müzesi, Brockton, MA
Kaynakça: [18], Erişim Tarihi: 23.05.2022

20. yüzyıla kadar tekstil, sanat olmaktan ziyade iki boyutlu bir yüzey oluşturma zanaatı olarak görülmekteydi. Tarihte gerçekleşen önemli olaylar, savaş, kutlama gibi dikkat çekici önemli sahneleri aktarmak amacıyla duvar halıları, kumaş işlemleri, dantel, yorgan yüzeylerinde resmedilmekteydi. Büyük oranda insan ihtiyacına yönelik üretilen tekstil ürünleri bu kalıptan çıkartılarak günümüze kadar geçen süre içerisinde sanatçıların tekstilin genel geçer normlarını yıkması ile sanatsal objeler halini almıştır. Malzeme ve teknik olanakların kısıtlılığı zayıflamış, sanatçılar disiplinlerarası boyutta çalışarak tekstili 3 boyutlu bir şekilde uygulanabilen ifade biçimi olarak kullanmışlardır. Sloane’ in “Not Knots (2019) ve Bluing (2015)” eserlerinin bir kısmında malzeme olarak iplik ve teknik olarak örme, diğer kısmında ise seramik malzeme ile üç boyutlu heykelsi formlar oluşturulmuştur (Şekil 6 & Şekil 7).



Şekil 6: Mavi (Bluing), 5" x 18" x 12", 2015
Kaynakça: [16], Erişim Tarihi: 23.05.2022



Şekil 7: Düğüm Değil (Not Knots), pamuk ve seramik, 2019
Kaynakça: [16], Erişim Tarihi: 23.05.2022

2020 yılının mart ayında dünyanın kendini kapatmasına yanıt olarak Adrienne, maske üretimine yoğunlaşmıştır (Şekil 8). Bu maskeler, sanatçının yorgancılık yapan arkadaş çevresinden kumaş atıkları toplanarak oluşturulmuştur [15].



Şekil 8: Demand Justice (Adalet Talebi), 4.5" x 6.5" x 3.5", 2020
Kaynakça: [19], Erişim Tarihi: 23.05.2022

Sloane için en önemli etkenlerden birisi izleyici bildirimleridir. Sanat eseri aracılığı ile izleyicilerle etkileşim kurmak, gelecekte yapılması planlanan çalışmalar için sanatçı ve izleyici arasında oluşan samimi, duygusal ve entelektüel bağın gelişmesine yardımcı olmuştur.

Sloane' nin teknik, malzeme, konu zenginliği, çeşitli toplumsal meseleler ile ilgili iletmek istediği mesajlar bakımından çalışma prensibi, birçok sanatçı, araştırmacı, yönetmen ve öğrenciye ilham verdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 9: Fazilet Ceyhanlı, Mirach, misina kullanılarak sık tığ işi örme tekniği, 15X10 cm, 2021



Şekil 10: Fazilet Ceyhanlı, Isis, metal iplik kullanılarak sık tığ işi örme tekniği, 35X20 cm, 2021



Şekil 11: Fazilet Ceyhanlı, Dryad, pamuk iplik kullanılarak sık tığ işi örme tekniği, 45X15 cm, 2021

3.SONUÇ

Tekstil teknik, malzeme ve yöntemleri ile oluşturulan tüketim malzemeleri insanoğlunun giyinme, barınma gibi temel ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kullanılmaktayken; zamanla estetik kaygıların güdülmesi ile renk, desen, doku, malzeme açısından görüntü ve anlatım zenginleşmiştir. Geniş zaman aralığı içerisinde geleneksel bir aktarım ve iletişim aracı olan tekstil yöntem ve ürünleri sanat alanında kendine özgü bir yer edinmiştir.

Örme yöntemi kullanılarak elde edilen üç boyutlu heykelsi çalışmalar incelendiğinde; makine ve elde yapılan atkılı örme yöntemi ve düğüm yönteminin yaygın bir biçimde kullanılması dikkat çekmektedir. Sanatçılar, tek iplik sisteminden faydalanarak eserlerini oluştururken, zihinlerinde tasarladıkları form ve görselliğe uygun ilmek arttırma ya da eksiltme imkanı ile çeşitli biçimsel görünüm elde edilirken sanatçıların hayal gücü kadar özgür olmalarına imkan sağlamaktadır. Üç boyutlu heykelsi örme üzerine çalışan sanatçılar, hem form oluşturma aşamasında örmenin yapısal özelliklerinden, hem de örgünün sunduğu doku etkisi olanağından faydalanarak görsel anlatımlarına güç katmaktadırlar. Geçmiş yıllarda örme tekniğinin sanat ile etkileşiminin değerlendirilebileceği kadar örneğe rastlanmamakta ancak günümüzde örmenin sanatsal bir ifade aracı olarak yaygın bir biçimde kullanıldığı görülmektedir. Çünkü örmeye, geçmiş yıllarda çoğunlukla kullanılan geleneksel motif, renk, malzeme ve desenlerin yanında günümüzde özgün yaklaşımlarla farklı ve yeni yorumlamalar kazandırılmış, örme sadece ihtiyaca yönelik bir değer olmanın dışına çıkarılmıştır. Örme tekniğinin geleneksel yapısından uzaklaşarak disiplinlerarası alanda ve farklı sanat dallarında kullanılmasının yanı sıra sosyal, toplumsal ve siyasi mesajların verilmesi amacı ile de kullanıldığı görülmektedir. Örme tekniğinin yapısal özelliği gereği kullanıldığı üç boyutlu heykelsi eserlere farklı dokusal özellikler kattığı, duygusal anlamda etki oluşturduğu, sanatçıların tekniğin sağladığı olanaklar sayesinde iletmek istedikleri mesajları etkili bir biçimde iletebildikleri görülmektedir.

Adrienne Sloane, toplumsal olay ve sorunlara bireysel söylemler getirebilmesi ve bunu etkili bir şekilde ifade edebilmesi için eserlerinin çoğunda örme tekniğinden faydalanmış ancak bunu etkili hale getirmek için örmenin sınırsız üretim tekniğini kullanarak üç boyutlu heykelsi formda sunmuştur. Bu özellik, malzeme çeşitliliği ile birlikte eserlerin görsel ve düşünsel etkisini de güçlendirmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Peker, E., H., (2015), Tekstile Giriş, Özsan Matbaa, İstanbul.
- [2] Oskay, N., (2012), Örmenin Sanattaki Yeri, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tekstil Anasanat Dalı, İstanbul.
- [3] Wilson, J., (2001), Handbook of Textile Design, Principles, Processes and Practice, The Textile Institute, Wood head Publishing Limited, England.
- [4] Sakalauskaite, J., (2012), Lif Sanatı' nın Kavramsal Sanatla İlişkisi, I. Uluslararası Moda ve Tekstil Tasarımı Sempozyumu, s.36, 2012, Antalya.
- [5] Taheri, G., (2019). Türkiye' de Atkılı Örmeye Makinelerin Gelişimi ve Örmeye Modasına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.2
- [6] Searle, K., (2008), Knitting Art: 150 Innovative Works from 18 Contemporary Artists, Voyageur Press, USA.
- [7] Fineberg, J., (2014), 1940' tan Günümüze Sanat Varlık Stratejileri, Karakalem Kitabevi Yayınları.
- [8] Gotthardth, A., (2017), These Artists Are Giving Knitting a Place in Art History, <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-artists-knitting-place-art-history>.
- [9] Dilber, Akyol, B., (2010), Sanatsal Tekstillerin Endüstriyel Tekstil Tasarımında Uygulanışı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tekstil Anasanat Dalı, İstanbul.
- [10] Değirmenci, N., (2019). 21. Yüzyılda 3 Boyutlu Örmeye Heykeller ve Heykelsi Örmeye Çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 5
- [11] <https://adriennesloane.com/free-speech>, Erişim Tarihi: 10.02.2022
- [12] Sloane, A., (2012), Knitting The News and Other Stories, Textile Society of America Symposium Proceedings, Lincoln.
- [13] Sanatçı ile yazılı röportaj, mail ile yapılan görüşme-01.02.2022
- [14] <https://www.wbur.org/news/2019/06/10/artist-adrienne-sloane-the-unraveling-american-flag>, Erişim Tarihi: 08.02.2022
- [15] <https://fiberartinternational.org/interview-with-adrienne-sloane/>, Erişim Tarihi: 01.02.2022
- [16] <https://adriennesloane.com/wire%2Fclay>, Erişim Tarihi: 23.05.2022
- [17] <https://adriennesloane.com/>, Erişim Tarihi: 23.05.2022
- [18] <https://watson.brown.edu/out-of-the-fray/adrienne-sloane>, Erişim Tarihi: 23.05.2022
- [19] <https://fiberartinternational.org/interview-with-adrienne-sloane/>, Erişim Tarihi: 23.05.2022

TAMZARA DOKUMASININ ANALİZİ VE GÜNÜMÜZ MODASI İÇİN YENİDEN TASARLANMASI

Banu YILMAZ AKYÜREK¹, Nurcan BÖLÜK²

¹Mersin Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil Ve Moda Tasarımı Bölümü, Mersin

²Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Teknik Bilimler MYO, Moda Tasarımı Bölümü,
Giresun

E-mail: banuyilmaza@mersin.edu.tr

ÖZET

Çalışma, adını üretiminin yapıldığı Giresun'un Şebinkarahisar ilçesindeki aynı adlı bölgeden alan, mekikli el dokuma sistemiyle üretilmekte olup günümüze kadar ulaşmış "Tamzara dokuması" üzerinedir. Tarihte önemli bir geçim kaynağı olan ancak literatürde neredeyse yer almayan tamzara dokumasının, çalışma kapsamında yürütülen alan araştırmaları ve analizler sonucunda karakteristik özellikleri bilimsel olarak belirlenmiş ve hakkında bir literatür bilgisi oluşturulmuştur. Alan taraması ile bölge halkından edinilen 14 adet tamzara dokuması örneğinin incelenmesiyle, kumaşın örgüsü, çözgü ve atkı sıklığı, iplik numarası gibi bir takım fiziksel özellikleri analiz edilip renk ve desen özellikleri ortaya konmuştur. Belirlenen spesifikasyonları çerçevesinde özüne sadık kalınarak günümüz şartlarında yeniden tasarlanıp üretilen tamzara dokumasının gelecek kuşaklara aktarılması da çalışmanın bir diğer amacıdır.

Anahtar Kelime; Tamzara, Dokuma, Kumaş, Kumaş Analizi, Tasarım

ANALYSIS OF TAMZARA WEAVING AND REDESIGNING FOR TODAY'S FASHION

ABSTRACT

The study is on the "Tamzara weaving", which is produced with the shuttle hand weaving system, which takes its name from the region of the same name in the Şebinkarahisar district of Giresun, where its production is made. As a result of the field researches and analyzes carried out within the scope of the study, the characteristic features of tamzara weaving, which is an important source of income in history but almost not in the literature, have been scientifically determined and a literature information about it has been created. By examining 14 tamzara weaving samples obtained from the people of the region by field scanning, some physical properties such as weave, warp and weft density, yarn number were analyzed and color and pattern properties were revealed. Another aim of the study is to transfer the tamzara weaving, which is redesigned and produced in today's conditions, by staying true to its essence within the framework of the determined specifications.

Keyword; Tamzara, Weaving, Fabric, Fabric Analysis, Design

GİRİŞ

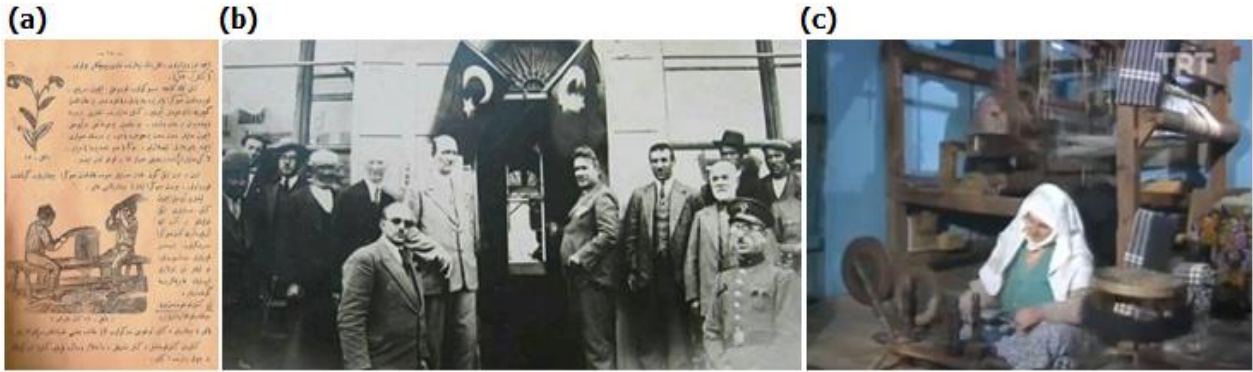
Coğrafi konumundan ötürü pek çok kültürün yaşadığı bilinen Anadolu toprakları, bu zengin kültürünü el dokumalarına da yansıtarak çok çeşitli teknik ve materyal ile bezenmiş özgün el dokumalarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu dokumalardan birisi olan Tamzara dokuması ise Giresun'un Şebinkarahisar İlçesinin Tamzara Mahallesinde doğmuş ve mekikli dokuma sistemiyle üretilerek günümüze kadar gelmiş bir el dokumasıdır. Fakat sanayi devrimi ile her sektörde olduğu gibi tekstil sektöründe de birçok yenilik olmuş ve tekstil materyallerinin üretimindeki teknolojik gelişmeler, tekstil tarihinde yeni bir devri başlatmıştır. Böylece geleneksel el dokumalarının üretim ve tüketim popülaritesi düşmüştür.

Giresun'un ilçesi Şebinkarahisar, Küçük Asya denilen Anadolu yarımadasının kuzeydoğusunda ve Kelkit Vadisinde yer almaktadır. Siyasi, kültürel, ekonomik ve medeniyet yönünden oldukça zengin bir tarihe sahiptir [1]. 1473 yılında Fatih Sultan Mehmet tarafından Osmanlı Devlet idaresine alınan Şebinkarahisar, Osmanlı döneminde uzun süre Sivas'ın bir sancağı olarak kalmış ve 1923 yılında çıkarılan bir kanun ile il olmuştur [2]. Atatürk, Erzurum gezisi sonrası 11 Ekim 1924 tarihinde Şark-ı Karahisar vilayetini ziyaret etmiş ve şehrin adını Şebinkarahisar olarak değiştirmiştir. 20 Mayıs 1933 tarih ve 2197 sayılı kanunla Vilayetlerin yeniden düzenlenmesi çalışmaları kapsamında Şebinkarahisar yeniden ilçe haline getirilmiştir [1].



Şekil 1. Atatürk'ün Karahisar-ı Şarkı ziyareti [3] (sol), Güncel Tamzara Mahallesi fotoğrafı (sağ).

Şebinkarahisar'ın bir mahallesi olan ve "Parlak Şafak" anlamına gelen Tamzara'nın yine kendi adıyla anılan bu dokuma ile tanışması 1800'lü yılların başına dayanmaktadır. Yanında bir dokuma tezgahı ile İran'ın Tebriz şehrinden Şebinkarahisar'a göç eden Hacı Kasım Efendi, Tamzara Mahallesine yerleşip buradaki insanlara dokumacılığı öğretmiştir. Zaman içinde yaygınlaşan bu dokuma Tamzara dokuması adını almıştır. Tamzara mahallesinde Rumlar, Ermeniler ve Türkler bir arada yaşamışlar, yöredeki usta marangozlar dokuma tezgahı üretmişler ve halk bir arada dokumacılık yapmıştır. 1870'li yıllarda Şebinkarahisar'ın başlıca geçim kaynağı dokumacılık olmuş ve üretilen kumaşların yurtdışına dahi ihracatı yapılmıştır. Yörede koyun ve keçi yününden dokunarak elde edilen kumaşlardan zıpka, ceket ve pantolon gibi çeşitli giyim eşyaları ile halı ve kilim üretiminin yapıldığı tarihi belgelerle tespit edilebilmektedir. Yörede ayrıca 1934 yılından itibaren kendir ile Müşabih Bezi dokunduğunu bilinmektedir. Ancak daha sonra bilhassa dokumanın çözgüsünde ham pamuk ipliği kullanımına geçilmiştir. Bu iplikler kök boya ile boyanıp mordanlaması ise yine yöreden çıkarılan şap ile yapılmıştır. Geçmişte kullanılan hayvansal ve bitkisel liflerin Malatya, Kayseri ve Çukurova'dan büyük çileler halinde getirildiği tespit edilmiştir [4]. Osmanlıca ders kitaplarında kendirin Şebinkarahisar'ın madenden sonraki en önemli stratejik ürünü olduğu belirtilmiştir. Şekil 2. a' da verildiği gibi yörede kendir tarımı yapılmış ve bu bitkinin işlenip dokunmasıyla keten bezi elde edilmiştir. 19. Yüzyılın da ülkenin diğer bölgelerinde olduğu gibi burada da dokuma sanayinde önemli düşüşler yaşanarak 1500 civarında olan dokuma tezgahı sayısı, savaşlar ve uluslar arası rekabet yüzünden 1920'lerin başında 75 civarına düşmüştür. 1936' da dokuma sanayinin gelişimi için bir kooperatif kurulmuşsa da devam eden yıllarda Tamzara dokumacılığı sanayi üretimi olmaktan çıkmış ve yeniden evlerde bireysel bir üretim halini almıştır [5, 6, 7, 8].



Şekil 2. a) Osmanlıca "Eşya Dersleri" kitabında yer alan Karahisar Şarki'de üretilen ketenin işlem basamaklarının anlatıldığı bölüm [9], **b)** Tamzara Dokuması Üretim Kooperatifi'nin açılış töreni (1936), **c)** 1987 Yılında Tamzara Dokuması Yapan Bir Aile [10].

Geçmişten günümüze üretimi azalarak gelen Tamzara Dokumasının yeniden hayata döndürülmesi için yapılan ilk ciddi girişim 2010 yılında hayata geçirilen Kadınlar Üretimde Avrupa Birliği Projesi olmuştur. Bu proje ile Şebinkarahisar' da yaşayan ve bir meslek sahibi olmak isteyen kadınlara Tamzara dokumacılığı başta olmak üzere mazmanlık ve kilim dokumacılığı alanlarında meslek edindirme kursları verilmiş ve edindiği bilgi birikimini ileri taşımak isteyen kadın girişimcilerin desteklenerek kendi işlerini kurmalarına teşvik verilmiştir. Tamzara dokumasında elde edilen gelişmeleri sürdürmek için aynı yıl ilçe kaymakamlığı tarafından Doğu Karadeniz Kalkınma Ajansı (DOKA) destekli "İlmek İlmek Turizm" projesi

yapılmıştır. 2015 yılında, Giresun Üniversitesi Feyzi Kırac Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu öğrencileri ile tasarımcı Ahmet Giray Yılmaz'ın Tamzara dokuması ile oluşturdukları giysiler sokak defilesi ile tanıtılmıştır. 2017 tarihinde ikincisi düzenlenen Tamzara Dokuması Sokak Defilesi ise tasarımcı Ahmet Yılmaz Giray tarafından hazırlanan 'His' adlı koleksiyon ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. a) Kadınlar Üretimde Projesi afişi [11], **b)** 1. Tamzara Defilesi Afisi [12], **c)** 2. Tamzara Defilesi Afisi [13].

Tarihte önemli bir geçim kaynağı olan ancak literatürde neredeyse yer almayan tamzara dokumasının, çalışma kapsamında yürütülen alan araştırmaları ve analizler sonucunda karakteristik özellikleri bilimsel olarak belirlenmiş ve hakkında bir literatür bilgisi oluşturulmuştur. Belirlenen spesifikasyonları çerçevesinde özüne sadık kalınarak günümüz şartlarında yeniden tasarlanıp üretilen tamzara dokumasının gelecek kuşaklara aktarılması da çalışmanın bir diğer amacıdır.

MATERYAL-METOD

Yapılan alan araştırmalarında orijinal Tamzara dokuması kumaşlara ulaşabilmek ve hakkında bilgi almak için Sebinkarahisar İlçesi ve Tamzara bölgesinde ikamet eden yöre halkı ile görüşmeler yapılmıştır. Hammadde olarak doğal liflerden oluşan tarihi kumaşlar, uygun şartlarda muhafaza edilmediğinde güneş ışığı, ısı ve nem gibi dış faktörler sebebiyle yapısal olarak tahribata uğrayıp bütünlüğünü kaybederler. Dolayısıyla bu sebeple yapılan görüşmelerde yöre halkı, sahip oldukları Tamzara dokuması kumaşların yıpranması ve bütünlüğünü kaybederek zayıflaması sonucu maalesef ki kumaşı bir şekilde imha etmek durumunda kaldıklarını söylemişlerdir. Ancak 4 adet tarihi tamzara dokuması kumaşa ulaşılabilmişken dokuyucuların bu zanaatı aktardıkları ve 2010 sonrası bölgedeki teşvikler ile yeniden gündeme gelmesi sebebiyle öğrenen dokuyucuların ürettikleri 10 adet örnek kumaş analiz edilmiştir. Kumaş yapısal özellikleri için kumaşın örgüsü, deseni, bir santimetrekaredeki çözgü ve atkı teli sayısı (sıklık), ve iplik numaraları analiz edilmiştir. Diğer taraftan hammadde tayini yapıp, renk ve desen özellikleri, kaynak kişi ve erişim tarihi, dokumanın yapıldığı yıl ve kullanım alanı bilgileri de eklenerek kumaşın karakteristiği ortaya konmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Tamzara bölgesi ve etrafında ikamet eden yöre halkı ile yapılan yüz yüze görüşmelerden ve literatür taramalarından, Tamzara dokuması kumaşları oluşturan atkı ve çözümlük ipliklerinde, iplik materyali olarak üretimin ilk yıllarında yün, keten ve kenevir, daha sonra ise çoğunlukla pamuk ve merserize pamuk olmak üzere az da olsa keten ve kenevirin de kullanıldığı görülmüştür. Analiz edilen örneklerin tamamında hammadde olarak pamuk kullanıldığı görülmüştür.

İncelenen 4 adet 1950-1970 yılları arasında üretilen (Örnek 1-4) Tamzara dokuması kumaş örneklerinde bezayağı, çözümlük rips ve atkı rips örgüleri kullanıldığı görülmüştür. Bu 4 örnekte de farklı renklerdeki atkı ipliği ile yatay çizgi deseni verilmiştir. Rips ve bezayağı kombinasyonu kullanılan örneklerde örgü tipi değişimi atkı renk değişimiyle birlikte ilerlemiştir. Kullanılan tonlar beyaz, siyah, lacivert ve kırmızı olmak üzere genelde canlı renklerdir. İncelenen bir kumaşa ise çizgili ekose deseni görülmüştür.



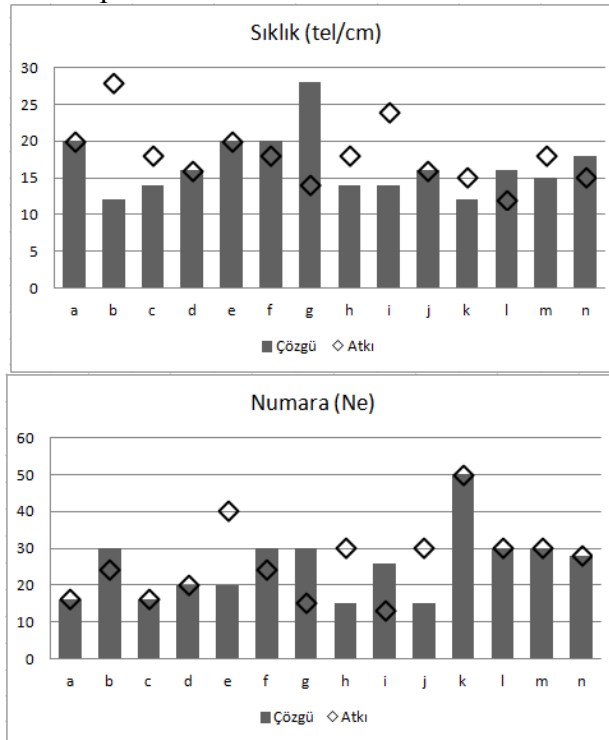
Şekil 4. 1970 yılı öncesi üretilen Tamzara Dokuması örnekleri a)1950'ler, b)1960'lar, c)1960'lar, d)1970'ler [14].

2010 yılı sonrası üretilen 10 adet tamzara dokuması kumaş örneğinden 7 tanesi bezayağı, 2 tanesi çözümlük rips ve 1 tanesi de atkı rips örgüsü ile üretilmiştir (Şekil 5. 2.). Bu örneklerde farklı örgü kombinasyonlarına rastlanmamışken, renkli iplik hem atkı da hem çözümlükte sıklıkla kullanılmıştır. Çizgi deseni de yine hem yatayda hem de dikeyde neredeyse tüm örneklerde görülürken, farklı genişliklerde ekose deseni kullanıldığı görülmüştür. Analizi yapılan bir örnekte Şekil .(j) atlamalı atkı motif deseni kullanılmakla beraberken atlamalı atkı motif farklı yörelerde kullanılan bir desenlendirme tekniğidir. Diğer taraftan 2010 yılı sonrası üretilen tüm dokuma örneklerinde kullanılan renkler genelde pastel tonlar olmak üzere beyaz, krem, gri, açık mavi, gülcürusu, açık yeşil ve turuncudur.



Şekil 5. 2010 yılı sonrası üretilen Tamzara Dokuması örnekleri [14].

Fabrikasyon üretim dokuma kumaşlarda sıklık genellikle çözgü yönünde, atkı yönüne oranla fazladır. Ancak incelenen tamzara el dokuması örneklerin çoğunluğunda atkı sıklığının çözgü sıklığına kıyasla ya daha fazla ya da eşit olduğu tespit edilmiştir. İncelenen tüm dokuma örnekleri içinde (g) kodlu kumaşın çözgü sıklığı atkı sıklığının iki katı kadar olmakla birlikte çözgü ipliği (30/1 Ne, Tek Kat), atkı ipliğinden (30/2 Ne, Çift Kat) iki kat daha kalın seçilmiştir. Bu örneğin örgü tipi 2/1 atkı ripsdir.



Şekil 6. Analizi Yapılan Kumaş Örneklerinin Sıklık ve Numara Değerleri.

4. SONUÇ

Tamzara Dokumasının geçmişte üretildiği bölge için köklü bir geçim kaynağı oluşturmasının yanı sıra bölgenin bilinirliğini ve diğer şehirlerle olan etkileşimini arttırdığı, bölge kütüphanelerinde yer alan kitaplardan ve çalışma kapsamında yapılan görüşmelerden anlaşılmaktadır. Saha taraması ile bölge halkından edinilen tamzara dokumalarından 4 tanesi 1950-1970 yıllarına, 10 tanesi de 2010-2020 yıllarına aittir. Kumaşın üretiminde görülen 40 yıllık bu duraksama, sanayi devrimi ile tekstil materyalleri ve teknolojilerindeki gelişmeler, tekstil sektöründe yeni bir devrin başlaması, el dokumalarının üretim ve tüketim popülaritesinin düşmesi şeklinde açıklanabilir. Üniversite, belediye ve kaymakamlık iş birliği ile 2009 yılında yapılan Avrupa Birliği Projesi ile yeniden hayata dönen tamzara dokuması, sonrasında birçok kurum tarafından yapılan hibe projeleri ve kadın üreticilere verilen destekler ile günümüze gelmiştir.

Bölge halkından edinilen tamzara dokuması örneklerinin incelenmesiyle, kumaşın örgüsü, çözgü ve atkı sıklığı, iplik numarası gibi bir takım fiziksel özellikleri ortaya konmuş, renk ve desen özellikleri kaydedilmiştir. Buna göre incelenen örneklerin tamamında pamuk kullanıldığı görülürken geçmişte yün, keten/kenevir kullanıldığı da görüşmelerde ifade edilmiştir. Örneklerde; bezayağı, çözgü rips ve atkı rips örgüleri kullanıldığı, rips ve bezayağı kombinasyonu kullanılan örneklerde örgü tipi değişiminin atkı renk değişimiyle birlikte yapıldığı görülmüştür. Kullanılan renk tonları genelde pastel renkler olmak üzere beyaz, siyah, mavi, kırmızı ve sarıdır. Yatay çizgi ve ekose ise en çok kullanılan desenlerdir. Yalnızca bir kumaş örneğinin çözgü ve atkı ipliği 50 Ne olması yanında tüm örneklerin atkı ipliği numarası 16-24 Ne, çözgü ipliği numarası 16-30 Ne aralığındadır. Kumaşların sıklığı ortalama olarak çözgü ipliği için 15 tel/cm² ve atkı ipliği için 20 tel/cm² 'dir.

Yapılan kumaş analizleri sonucunda elde edilen karakteristik özellikler ve Tamzara bölgesinin mimari/kültürel yapısı göz önüne alınarak 4 farklı Tamzara dokuması kumaş tasarımı yapılmıştır. Bölge halkı ile yapılan görüşmelerde genellikle ev tekstili olarak kullanıldığı öğrenilen tamzara dokumasının pamuklu olması sebebiyle terletmeyen ve hava geçişini mümkün kılan, aynı zamanda bezayağı ve türevi örgüler ile oluşturulduğu için de dayanıklı bir yapıda olması ileriki çalışmalarda örnek kullanım alanı oluşturmak adına giysi tasarımlarında kullanılması şeklinde bizlere fikir vermiştir.

Tamzara dokumacılığını sürdürmek isteyen yeni nesil dokumacıların desen, renk, kullanılan hammadde ve iplik numarası gibi kriterlere dikkat ederek özgünlüğü zedelememeleri en önemli husustur.

KAYNAKLAR

- Özdemir, A., Özhan, H., (1982), İlçe Oluşunun 50.Yılında Şebinkarahisar, Yeni Şebinkarahisar Yayınları, Ankara.
- Danık, E., (2004), Şebinkarahisar Kalesi, Sanat Tarihi Dergisi. 13.2, 51-78.
- İşte Atatürk Web Sayfası, <https://isteaturk.com/Kronolojik/Tarih/1924/10/12/Mustafa-Kemal-Pasa-nin-Sebinkarahisar-da-ziyaretlerde-bulunmasi-12101924/1> (17 Mayıs 2018)

- Arslan, A., Başaran F.N., (2018), Giresun Şebinkarahisar İlçesinin Kültürel Mirası: Tamzara Bezii TÜBA-KED. 10, 177-197.
- Tosun, M. D., (2015)., Arşiv Belgelerinde Karahisar-ı Şarki (Şebinkarahisar Tarihi), İstanbul: Dijital Matbaa.
- Sabuncu, P., (2013), Ziyanı Değil-Yeni Şebinkarahisar Gazatesi Yazılarım. İstanbul, Yaz Yayınları.
- Çalık, Ü., (2016), Tarih İçinde Şebinkarahisar, Bursa: Emin Yayınları.
- Çiçek, R., (2000), Cumhuriyetin ilk yıllarında Şebinkarahisar'ın Sosyal ve Ekonomik Yapısı. Şebinkarahisar I. Tarih ve Kültür Sempozyumu Bildirileri, Şebinkarahisar Belediyesi Yayınları, syf 63-75.
- Murat Dursun Tosun Web Sayfası,
<https://muratdursuntosun.wordpress.com/2015/05/01/karahisar-i-tamzarada-uretilen-keten-bezi/> (20 Ocak 2019)
- TRT. 1987 Yıllarında Şebinkarahisar. trt-arşiv1987-yıllarındaşebinkarahisarkesitlertrt-arşiv/1 (20 Kasım 2018)
- Şebinkarahisar MYO., (2010), Kadınlar Üretimde Projesi. <http://sebinsbmyo.giresun.edu.tr/index.php?id=372> (05.Ocak.2019)
- Akşam. (2015). Ünlü Tamzara Dokuması Geri Dönüyor. <https://www.aksam.com.tr/kultur-sanat/unlu-tamzara-dokumasi-geri-donuyor/haber-412445> (05 Temmuz 2017)
- Colonia. (2017). Tamzara Defilesi II. <https://www.otelcolonia.com/haber-tamzara-defilesi-ii-50.html> (08.05.2018)
- Bölük N., (2019). Geleneksel Tamzara Dokumasının İncelenmesi Ve Giysi Tasarımlarında Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Danışman Dr. Öğr. Üyesi Banu Yılmaz Akyürek, İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Moda ve Tekstil Tasarımı Ana Bilim Dalı.

PİLİSOLEY TEKNİĞİNDE SARKMA DERESESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN OPTİMİZASYONU

Nilay BIÇAK¹, Ayşegül İLKENTAPAR¹, Tarık ÖZCAN¹, Banu Yeşim BÜYÜKAKINCI²

¹ Vakko, Esenyurt Tasarım Merkezi, İstanbul
aysegule@vakko.com.tr

ÖZET

Örtünme ve doğal olaylardan, saldırılardan korunma içgüdüsüyle tarih öncesi çağlardan başlayarak günümüze kadar uzanmakta olan giysi kullanımı, bireylerin ve toplumun özelliklerini yansıtan canlı bir moda ögesidir. Tasarımcılar, yeniliklerin sürekliliğini sağlayarak moda döngüsünü canlı tutmaktadırlar. Drape, pili ve pilise gibi teknikler, yenilik arayışları sonucu ortaya çıkan ve yüzyıllardan beri giysilerde kullanılan tekniklerdir. Pilise, yüksek ısı altındaki kalıplar veya silindirler arasından geçirilen doğal ve sentetik tabanlı kumaşlara katlama, desen ve şekil verme işlemidir.

Bu çalışmada, giysilerde kullanılan pilise yöntemleri araştırılmış ve Pilisoley tekniğine ait örnekler ele alınmıştır. Pilisoley, verevden kesilmiş kumaş üzerine ütü ile akordeon görünümünde pililer yapılarak oluşturulmaktadır. Pilisoley yapılmış giysilerde sıklıkla “sarkma sorunu” yaşanmaktadır. Bu araştırma aracılığıyla tek seferde doğru kesim değerlerine ulaşılarak sarkmaların ve gereksiz kumaş sarfiyatının önlenmesi, bunlara bağlı olarak da zamandan tasarruf sağlanması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Pili, pilise, pilisoley, giysi, sarkma

OPTIMIZATION OF FACTORS AFFECTING THE DEGREE OF SAGGING IN PILISOLEY TECHNIQUE

ABSTRACT

The use of clothing, starting from prehistoric times with the instinct of covering and protecting from natural events and attacks, is a lively fashion item that reflects the characteristics of individuals and society. Designers keep the fashion cycle alive by ensuring the continuity of innovations. Techniques such as drape, pleat, and pleat are the techniques that emerged as a result of the search for innovation and have been used in clothing for centuries. Pleat is the process of folding, patterning, and shaping natural and synthetic-based fabrics passed between molds or rollers under high heat.

In this study, pleating methods used in garments were researched and examples of the Sunpleat technique were discussed. Pleats are formed by ironing pleats in an accordion-like appearance on fabric cut from a slant. Pleated garments often have a "sagging problem". This research, it

is aimed to reach the correct cut values at once, to prevent sagging and unnecessary fabric consumption, and save time accordingly.

Keywords: Pili, pleat, sun pleat, garment, sagging

1. GİRİŞ

Moda, insanların kendilerine özgü ve farklı olma isteklerinden ortaya çıkan çeşitliliği kapsamaktadır. Pile ve piliseler, hareket özgürlüğü, rahatlık ve stilistik nedenlerle tasarımcılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Kumaş üzerine yapılan pile, pilise gibi dokusal ve Şekil çeşitlikler giysiye farklı bir form, estetik ve görünüm kazandırırken, moda çeşitliliği açısından da büyük önem taşımaktadır.

Bir kumaşta doyunluk ve hacim oluşturmak için uygulanan bir çeşit katlama yöntemi olan pili [1], kağıt ve kumaşların (deri, polyester, selülozik karışımı) yüksek ısı altında katlanması veya kırılması sonucu şekillendirilmesi ile oluşmaktadır [2]. Selülozik ve protein içerikli kumaşlar yapıları gereği pile işlemine uygun değildirler. Bu kumaşlara pile yapılabilmesi için reçine ile ön işlem uygulanması gerekmektedir. Bu kumaşlar düşük pile kalıcılığına sahip olup, bir kaç yıkama sonra pili görünümünü kaybederler. Bu sebeple pile işlemi için polyester ve/veya polyester karışımı kumaşlar tercih edilmektedir [2].

1.1. Giysi Tarihinde Pilise Kullanımı

Pilise uygulama yöntemi tarihte ilk kez Mısır Dönemi'nde karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1-2). Mısır Dönemi'nde eteklerdeki pili sayısının çokluğu ve inceliği, erkeklerin statüsünü gösteren önemli bir özelliktir [3]. Mısır halkının, Nil nehri kenarında bulunan sıcak taşları kullanarak keten kumaşlara basınç uyguladıkları ve pili özelliği kazandırdıkları görülmektedir [4]. Mısır Dönemine ait giysi ve iç giyim örneklerini incelediğimizde, günümüzde likralı kumaş olarak bilinen esnek kumaşın Mısır Dönemi'ndeki karşılığının pilise uygulanmış kumaş olduğunu söyleyebiliriz. Hititler Dönemi'nde, pili kullanılarak tasarlanmış giysi örnekleri Şekil 3'te verilmiştir. Rönesans Dönemi'nin kadın giyiminde, pilili yakaların hakim olduğu demir korseler dikkat çekmektedir [4]. Cumhuriyet Dönemi modasında II. Meşrutiyet Dönemi etkileri görülmektedir; 1923 yılına ait Süs Dergisi'nde, öne ve arkası düz formda olan elbiselerin yan kısımlarına pilise yapıldığından bahsedilmektedir [5]. II. Dünya Savaşı sonrasında Avrupa'dan etkilenen Cumhuriyet Dönemi Türk kadın giyim modasında eskiye dönüş görülmektedir; bol yapılı, bedene oturmayan ve süslemesiz, sade giysiler tasarlamak için pililerden faydalandığı görülmektedir [6].



Şekil 1: Duvar oyması kadın figürleri ve heykellerde görülen bedene yapışık, uzun piliseli giysi [7]



Şekil 2: Mısır Dönemine ait, pilise uygulanmış, ince, keten elbiseler [4]



Şekil 3: Duvar oyması saray soylusu figüründe görülen, arka ve yanlarda dikey pililerin olduğu giysi [7]

1.2. Sanatçı Koleksiyonlarında Pilise Kullanımının Tasarıma Etkilerinin İncelenmesi

“Dünyayı Değiştiren 50 Elbise (Fifty Dresses That Changed the World)” kitabında yer alan 20. yüzyıl tasarımcılarından Mariano Fortuny’nin “Delphos” adlı elbisesine (Şekil 4-5) ait patent bilgilerinde, elbise formunun Antik Yunan’a ait İyon Kitonu olduğu, kumaşının İpek olduğu ve metalik renklere boyandığı, Pilise yönetiminin ise Eski Mısır’da uygulanan doğal yöntem olduğu belirtilmektedir [4].



Şekil 4: Mariano Fortuny, Delphos elbisesi, pilise uygulanmış kumaş [4]



Şekil 5: Mariano Fortuny, Delphos elbisesi, patent için beyan edilen çizim [4]

Miyake’nin “Pleats Please” koleksiyonu, kumaşları hiç kesmeksizin drapaj yöntemiyle tasarlanan ve piliseli kumaş kullanımının hakim olduğu, geometrik ve bol yapılı giysilerden (Şekil 6) oluşmaktadır [4]. Madame Alix Gres, kumaşa akışkanlık kazandırmak ve giyen kişinin bedeni ve hareketleriyle bir bütün oluşturmak için tasarımlarında pilileme tekniğinden faydalanmıştır. Gres tarafından tasarlanan turuncu elbisede (Şekil 7) ince yapıda pililer kullanılmıştır, küçükten büyüğe doğru ve katlı olarak kullanılan pililer tasarıma sütun görünümü kazandırmıştır. Yohji Yamamoto’nun tasarımlarında kendi geliştirdiği pili tekniği ve Gres’in kademeli pili kullanımının etkisi görülmektedir. Yamamoto tarafından tasarlanan

ipek elbisede (Şekil 8) ince pililer ve deniz anemonlarını anımsatan kıvrımlar kullanılarak giysiye hacim kazandırılmıştır [8].



Şekil 6: İsey Miyake, pilise uygulanmış geometrik formda elbiseler [4]



Şekil 7: Madame Alix Gres, Turuncu elbise [8]



Şekil 8: Yohji Yamamoto, Kırmızı elbise, ipek krep [8]

1.3. Giyim Ürünlerinde Kullanılan Pilise Yöntemleri

Elde Piliseleme Yöntemi: İlk olarak kumaş iki kart arasına yerleştirilir, daha sonra kart arasına yerleştirilmiş kumaşa şekil verilir. Kartlar arasındaki kumaş sıkıştırılır, en son olarak da sıkıştırılıp bağlanan kumaş buhar dolabına yerleştirilir ve kalıbın sabitlenmesi sağlanır [9].

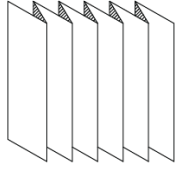
“Pleats Please” Yöntemi: Kağıt katmanları arasına sıkıştırılmış kumaşların ısı ve baskı uygulanarak adeta bir origamiye dönüştürüldüğü, İsey Mikaye tarafından geliştirilen ve kumaşları pilili forma sokarak giysilerde pili kullanmaya yarayan bir yöntemdir [10].

Yatık Pilise Yöntemleri: Yatık piliselerde “Katlama derinliği” ve “üst ölçü-mesafe” olmak üzere iki önemli ölçü parametresi vardır. Derinlik*Üst Ölçü olarak ifade edildir [11].

Düz- Bıçak Pile: Eşit genişlikte, hepsi aynı yöne bakan bir dış kıvrım ve arkasına gizlenmiş bir iç kıvrım olmak üzere iki kıvrımdan oluşur (Şekil 9-10) [13]. Bir kenarı diğerinden daha uzundur; pileler normalde sola doğru bakar, böylece fermuar kadın eteklerinde bir pilenin altına gizlenebilir [11, 12].

Pilikaşe Pile (Kutu Pile, Kanun Pile): Kutu etkisi yaratacak şekilde sol düz bir pili ve ardından sağ düz bir pili her iki taraftan da katlanmıştır (Şekil 11-12) [11, 12]. Pilise için düz, dikdörtgen bir kumaş kullanılır, kenarlar ve dikişler düz olmalıdır. Kullanılacak kumaşın çizgi desenli olması önerilmez [13].

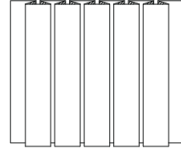
Jakar Pile (Zig-Zag Pile, Başak Pile, Bambu Pile, Zincir Pile): Katlama sağa ve sola zig zag şeklindedir. Düz ve pilikaşede makine ileri geri olmak üzere dikey hareket etmektedir oysa bunda makine sağa ve sola yatay olarak hareket etmektedir. Makine düzeneğinde tarak denilen bir yapı bulunmaktadır, tarağın şekline bağlı olarak pilise görüntüsü de değişmektedir (Şekil 13) [12].



Şekil 9: Bıçak Pile [11]



Şekil 10: Düz Pile, Kumaş [12]



Şekil 11: Pilikaşe Pile [11]



Şekil 12: Pilikaşe Pile, Kumaş [12]

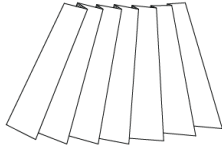


Şekil 13: Jakar Pile [12]

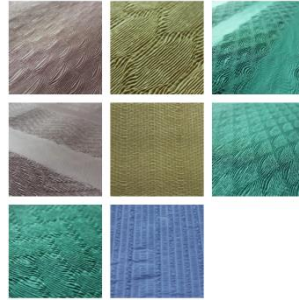
Düz Pile (Dereceli Pile): Dik Pilise yöntemlerinden biridir. Normal düz pile ile aynıdır, ancak alt pili kalçadan kenara değişir ve bu görünür kumaşa bir derece oluşturur (Şekil 14). Kullanılacak kumaş basen ölçüsünün 3 katı olmalıdır [11].

Büzgü Pile: Dik piliseye benzer ancak yapımında kullanılan makine üzerinde 200'den fazla tel vardır, bu da işlem sonrası kumaş üzerindeki görüntü çeşitliliğini arttırmaktadır (Şekil 15) [12].

Akordiyon Pile: Dik Pilise yöntemlerinden biridir. Her ikisi de aynı uzunlukta olan 2 kenarı vardır (Şekil 16). Kullanılacak kumaş basen ölçüsünün 3 katı olmalıdır [11].



Şekil 14: Düz Pile [11]



Şekil 15: Büzgü Pile [14]



Şekil 16: Akordiyon Pile [12]

Pilisoley (Güneş Pile): Dik Pilise yöntemlerinden biridir. Yarım A şeklinde kesilen kumaşların arasına karton kalıp konularak eşit aralıklarla katlanır (Şekil 17) ve yüksek ısıya maruz bırakılır, böylece üst kısımdan alt kısma doğru genişleyen bir pile görünümü elde edilir (Şekil 18) [15]. Güneş ışınlarının bir noktadan başlayıp genişleyerek dağılmasına benzeyen görüntüsü nedeniyle "Güneş Pilise" de denilmektedir [16]. Makinada yapılması uygundur ancak yüksek maliyet ve tek işlemde elde edilen ürün sayısının az olması gibi nedenlerden dolayı elde de yapılabilmektedir [15]. Elde yapıldığında erkekli dişili kartonlar kullanılır [16]. Bel kısmındaki yarı çap uzunluğu arttıkça etek dolgunluğu da artar [13].



Şekil 17: Pilisoley Kumaş [14]



Şekil 18: 180° Pilisoley Uygulaması [12]

1.4. Pilise Kalitesine Etki Eden Faktörler

Plise yapılacak kumaşın içeriğinde en az %30 polyester karışımı olması, plise makinesinde verilen ısı derecesi, verilen buhar dakikası, plisenin açılma süresi ve dayanıklılığı çok önemlidir. Doğal liflere (yün, keten, pamuk, ipek vb.) pile yapılabilmeyle birlikte kumaşlardaki pilise kalıcılığının az olması olumsuzluk olarak değerlendirilmekte ve sıklıkla tercih edilmemektedir. Bu kumaşlara uygulanan pililerin yıkamaya karşı dayanıklı olmadığı bilinmektedir. Hassas yapısından dolayı ipek kumaşlarda ise pliseler daha kısa süreli ısı işleme tabi tutulduklarından, bu kumaşlarda da pilise ömrü kısa olmaktadır [13]. Şenel Genç'in farklı kumaş türleri üzerindeki drape ve pili ilişkisinde kumaş düşüşünü incelediği çalışmaları, vual kumaşların pamuksu yapısının aşağı yönde döküm alan net pililer oluşturmaya imkan sağladığı, denim kumaşlarda daha hacimli ve aşağı yönde dökümü olmayan pililer elde edildiği, saten kumaşın pili oluşumunda en iyi sonuç veren kumaş türü olduğunu göstermektedir [4]. Pilisoleye gidecek kumaşın dikişsiz olması, genellikle yarım daire şeklinde kesilmiş ve kenarsız olması gerekmektedir. Yivlilik istenmediğinde, kumaş kenarları kuru ütüleme ile kıvrılarak pileler keskinleştirilmektedir [13].

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada, 100% Polyester ve Polyester-Pamuk karışımı kumaşlar kullanılmıştır. Kullanılan kumaş cinsleri, karışım oranları ve gramajları Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Kumaş Bilgileri

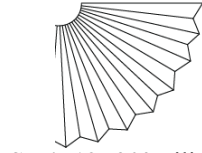
%100 POLYESTER KUMAŞLAR						
KUMAŞ CİNSİ	Multi Şifon (75-95g/m ²)	İpek Krep (95-115g/m ²)	Manolya /Escada (115-135g/m ²)	Multi Şifon (75-95g/m ²)	İpek Krep (95-115g/m ²)	Manolya /Escada (115-135g/m ²)
GRAMAJ (g/m ²)	82	108	125	80	114	125

POLYESTER PAMUK KARIŞIMLI KUMAŞLAR						
KUMAŞ CİNSİ	%35 Pamuk %65 Polyester (70-100g/m ²)	%55 Pamuk %45 Polyester (100-130g/m ²)	%65 Pamuk %35 Polyester (130<g/m ²)	%35 Pamuk %65 Polyester (70-100g/m ²)	%55 Pamuk %45 Polyester (100-130g/m ²)	%65 Pamuk %35 Polyester (130<g/m ²)
GRAMAJ (g/m ²)	75	116	215	75	116	215

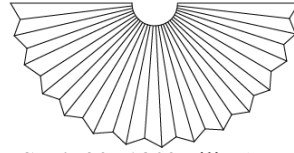
2.2. Metot

Vakko'da 2 farklı pilise yöntemi uygulanmaktadır. Düz Plise yönteminde, modellerin etek uçlarına temiz kıvrıma yapıldıktan sonra pilise işlemi yapılmaktadır. Bu makaleye de konu olan Pilisoley yönteminde, önce pilise kalıbı çalışılmıştır, daha sonra bu kalıp pilise işlemi için piliseciye gönderilmiştir. Pilise işleminden gelen hacimli formdaki kalıplar, tela ile yapıştırıldıktan sonra sabitleştirilmektedir.

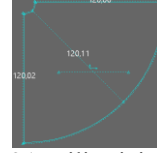
Pilisoley desenler, kumaşlardan 90°'lik (Şekil 19 ve 21) ve 180°'lik (Şekil 20 ve 22) parçalar kesilmek suretiyle oluşturulmuştur. Kalıplar 0,3 – 3 cm arasında hazırlanmıştır, ortalama 15-20 dk buhar altında pilisoley işleminin uygulanmıştır.



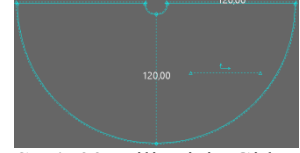
Şekil 19: 90° Pilisoley Kalıp



Şekil 20: 180° Pilisoley Kalıp



Şekil 21: Pilise için Giden 90° Kalıp



Şekil 22: Pilise için Giden 180° Kalıp

100% Polyester kumaşlar, 75-95 gr, 95-115 gr ve 115-135 gr olmak üzere; Polyester/Pamuk karışımli kumaşlar ise 70-100 gr, 100-130 gr ve 130 < gr olmak üzere 3 er gruba ayrılmıştır (Tablo 2-3).

Tablo 2. Pilisoley Uygulaması, %100 Polyester Kumaşlar

%100 POLYESTER KUMAŞLAR						
GRAMAJ (g/m ²)	75-95	95-115	115-135	75-95	95-115	115-135
AÇI	90° 'lik kumaş (Çeyrek Daire)			180° 'lik kumaş (Yarım Daire)		
PİLİSE GÖRSEL						

Tablo 3. Pilisoley Uygulaması, Polyester-Pamuk Karışımli Kumaşlar

POLYESTER PAMUK KARIŞIMLI KUMAŞLAR						
GRAMAJ (g/m ²)	70-100	100-130	130<	70-100	100-130	130<
AÇI	90°'lik kumaş (Çeyrek Daire)			180°'lik kumaş (Yarım Daire)		
PİLİSE GÖRSEL						

Pilisoley işleminin sonrasında kumaşlarda oluşan sarkma miktarının hesaplanarak optimize edilmesi amacıyla aşağıdaki formülden (1) yararlanılmıştır.

$$\% \text{ Sarkma oranı} = (\text{sarkma} / \text{ilk etek boyu}) \times 100 \quad (1)$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Sunulan makalede, “kumaş cinsi ve kumaş ağırlığının pilisoley giysilerde oluşan sarkmayla ilişkisi” hesaplanarak tablolar (Tablo 4 – 6) oluşturulmuş ve elde edilen veriler çalışma görselleriyle desteklenmiştir.

Üç farklı ağırlıktaki %100 Polyester ve Polyester/Pamuk karışımli kumaşlardan, 90°'lik ve

180°'lik parçalar kesilerek “çeyrek daire”lik ve “yarım daire”lik parçalar için de pilisoley çalışmaları yapılmıştır (Tablo 4 – 5).

Tablo 4. Pilisoley Uygulaması Sonrası Kumaşa Oluşan Sarkma, %100 Polyester Kumaşlar

%100 POLYESTER KUMAŞLAR						
KUMAŞ	Multi Şifon	İpek Krep	Manolya /Escada	Multi Şifon	İpek Krep	Manolya /Escada
GRAMAJ (g/m ²)	75-95	95-115	115-135	75-95	95-115	115-135
AÇI	90°'lik kumaş (Çeyrek Daire)			180°'lik kumaş (Yarım Daire)		
PİLİSE GÖRSEL						
SARKMA (cm)	11	14	18	12	14	18
SARKMA MİKTARI İÇİN KALIPTA YAPILAN İŞLEM						

Tablo 5. Pilisoley Uygulaması Sonrası Kumaşa Oluşan Sarkma, Polyester-Pamuk Karışımli Kumaşlar

POLYESTER PAMUK KARIŞIMLI KUMAŞLAR R						
KUMAŞ	%35 Pamuk %65 Polyester	%55 Pamuk %45 Polyester	%65 Pamuk %35 Polyester	%35 Pamuk %65 Polyester	%55 Pamuk %45 Polyester	%65 Pamuk %35 Polyester
GRAMAJ (g/m ²)	70-100	100-130	130<	70-100	100-130	130<
AÇI	90°'lik kumaş (Çeyrek Daire)			180°'lik kumaş (Yarım Daire)		
PİLİSE GÖRSEL						
SARKMA (cm)	1,5	1,5	1	1,5	1	1
SARKMA MİKTARI İÇİN KALIPTA YAPILAN İŞLEM						

Pilisoley yapılan kumaşlarda oluşan sarkma miktarları ölçülerek (%) sarkma oranları hesaplanmış (Tablo 6), farklı ağırlıklardaki ve farklı parça büyüklüklerindeki kumaşların sarkmaya etkileri incelenmiştir.

Tablo 6. Sarkma Miktarı Optimizasyonu

%100 POLYESTER KUMAŞLAR			
GRAMAJ (g/m ²)	75 - 95	95 - 115	115 - 135
% SARKMA MİKTARI 90°'lik Kumaş	9.1	11.7	15
% SARKMA MİKTARI 180°'lik Kumaş	10	11.7	15

POLYESTER PAMUK KARIŞIMLI KUMAŞLAR			
GRAMAJ (g/m ²)	70 - 100	100 - 130	130 <
% SARKMA MİKTARI 90°'lik Kumaş	1.2	1.2	0.8
% SARKMA MİKTARI 180°'lik Kumaş	1.2	0.8	0.8

%100 polyester kumaşlarda kumaş ağırlığı arttıkça sarkma oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Polyester-pamuk karışımlarında ise kumaş ağırlıklarının sarkmaya önemli bir etkisinin olmadığı ve bu oranın çok düşük sınırlarda kaldığı (%0.8-%1.2) görülmüştür.

Pilisoley yapılan her iki kumaş cinsinde de kumaş büyüklüklerinin (90°-180°) sarkmayı etkilemediği tespit edilmiştir (Tablo 6).

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Polyester kumaşlarda, kumaş gramajı arttıkça sarkma oranlarının arttığı, Polyester-pamuk karışımı kumaşlarda ise gramaj artışının sarkmaya önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Pilisoley için farklı büyüklükte (90° ve 180°) kumaş parçaları kullanılmasının da sarkmayı etkilemediği belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda; pilisoleye gönderilen çeyrek ve yarım dairelik kumaş parçalarının, sarkma oranlarının benzer olduğu ve sarkmayı etkileyen en önemli kriterin kumaş ağırlığı olduğu da tespit edilmiştir.

Karışım kumaşlarda, pamuk oranının artması, kumaş ağırlığını geometrik olarak arttırmaktadır. Sonuçlara bakıldığında, karışım kumaşlardaki pamuk oranlarının artmasının sarkmada önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu da; %100 pamuklu kumaş kullanıldığında sarkmanın önemli bir sorun olarak görülmeyeceğini düşündürmektedir. Pilise ve pilisoley uygulamalarında ağırlıklı olarak polyester kumaşlar kullanılsa da, pamuklu kumaşların da tasarım amaçlı çalışmalarda kullanıldığı bilinmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda doğal kumaşlar (pamuklu ve/veya yünü) için de böyle bir çalışmanın yapılması hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamıza desteklerinden dolayı Vakko yöneticilerimizden Bahise Kurt'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Elliott, V., The world of pleats - explained!, <https://byhandlondon.com/blogs/by-hand-london/26070276-the-world-of-pleats-explained>, 07.04.2022.
2. Anonymous, Pili Nedir, Pileli Ne Demek, Plise Kumaş Nasıl Yapılır, <https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2017/11/plise-kumas-nedir.html>, 03.04.2022.
3. Tatal, T., 2018, 17. ve 18. Yüzyıllarda Osmanlı Giyim Kültürüne Batı Giyim Kültürünün Etkileri, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tekstil ve Moda Tasarımı Sanat Dalı, İstanbul.
4. Genç, Ş., 2012, Giyim Tasarımında Drapajın Kullanımı, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tekstil Anadanat Dalı, İstanbul.
5. Bukarlı, E., 2017, Meşrutiyet'ten Cumhuriyet'e Kadın Kıyafetinin Dönüşümü, International Periodical for the Languages-Literature and History of Turkish or Turkic, Volume:12/1, 55-78.
6. Ağaç, S., Çivitci, Ş., Boğday Saygılı, B., 2007, Cumhuriyet'ten Günümüze Kadın Giyim Kültüründeki Değişimler Üzerine Bir Araştırma, Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi-38.ICANAS, 1-21, 10-15 Eylül 2007, Ankara.
7. Yıldız, D., 2022, Giysilerin Tarihsel Sürecine Genel Bir Bakış, TJSS The Journal of Social Science, Volume:6, Number:11, 170-190.
8. Aydınç Bölüt, S., 2020, Giysi Tasarımında Drapenin Rolü: Madame Alix Gres Örneği, Aydın Sanat, Yıl:6, Sayı:12, 113-121.
9. Anonymous, How Pleated Fabric is Made and Common Types of Pleat, <https://www.thefashionstudenthub.com/blog/the-secrets-to-pleating>, 24.02.2022.
10. Yıldız, Ş., Turunç Y., 2019, Moda Tasarımcısı Issey Miyake'nin Koleksiyonlarının Tasarım Ögeleri Bakımından İncelenmesi, IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı, 560-577./pilisoley-nedir-pili-soley-elbise-ne.html, 03.04.2022.
11. Anonymous, Pleating Styles, <https://www.cimentpleating.com/services>, 26.02.2022.
12. Anonymous, Pilise Nedir?, <https://www.tunaplise.com/plise-nedir.html>, 08.04.2022.
13. Anonymous, Pleating Styles, <https://www.parispleaters.com.au/pleating-styles>, 08.04.2022.
14. Anonymous, Soley, <http://www.hakplise.com/portfolio/soley/>, 08.04.2022.
15. Anonymous, Plisoley Plise, <http://www.ucarplise.com/plisoleyplise.aspx>, 03.04.2022.
16. Anonymous, Pilisoley Nedir, <https://tekstilsayfasi.blogspot.com/>, 03.04.2022.

SICAK HAVA İLE BAĞLAMA METODU KULLANILARAK GELİŞTİRİLEN AKUSTİK DOKUSUZ YÜZEYLER

Selahattin ONUR, Burcu DADAŞ, Hatice KOÇ
Merkas Tekstil, Ar-Ge Merkezi, İstanbul
selahattin.onur@merkas.com.tr

ÖZET

Günlük yaşantıda çevresel faktörlerden dolayı çeşitli gürültüler meydana gelir. Yaşanılan ortamların kalitesini artırmak için gürültü kontrolü sağlanmalıdır. Gürültüyü önlemek veya azaltmak için yapılarda çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de parke altı şiltelerdir. Pazarda mevcut olan parke altı şilteler gürültü önlemede etkili olsa da zaman zaman yetersiz kaldığı durumlar gözlemlenmiştir. Özellikle pandemi sürecinde evlerde çokça vakit geçirilmesi bu şiltelerin performanslarındaki yetersizliği ortaya çıkarmıştır. Makalede, standart şiltelere göre daha iyi performans sergileyen dokunmamış yüzeylerden bahsedilmektedir. Elde edilen dokunmamış yüzeylerin 100 – 5000 Hz frekanslarındaki akustik davranışları incelendi. Ayrıca, serbest top düşme ve ses frekansı ölçüm testleri de yüzeylere uygulandı. Yapılan ölçümler sonucunda, kullanılan üretim tekniği ve elyafın yüzeylerin akustik özelliklerini geliştirdiği gözlemlendi. Böylelikle ‘‘Sıcak Hava Metodu’’ ile geliştirilen yüzeyler akustik izolasyon ürünlerinin kullanıldığı alanlara kazandırıldı.

Anahtar kelimeler: Gürültü kontrolü, parke altı şilteler, dokunmamış yüzey, akustik izolasyon, sıcak hava metodu ile bağlama

NEW SOLUTION FOR SILENT FLOOR BOARD WITH AIR THROUGH BONDED NONWOVEN TECHNOLOGY

ABSTRACT

Various noises occur from the environmental factors, in daily life. The noise control must be provided to increase the quality of living environments. Various materials are used in the construction to provide or reduce noise. One of them is the parquet mattresses. Although the parquet mattresses on the market are effective in preventing noise, it should be aimed to produce more effective surfaces. Spending a lot of time at home, especially during the pandemic, has revealed the inefficacy in the performance of these mattresses. The article discusses nonwovens that outperform standard mattresses. Acoustic behavior of the obtained nonwoven surfaces at frequencies of 100 – 5000 Hz was investigated. In addition, free ball drop and sound frequency measurement tests were also applied to the surfaces. As a result of the measurements, it was observed that the production technique used and the fiber improved the acoustic properties of the surfaces. Thus, the surfaces developed with the "Air-Through Bonded Method" were brought to the acoustic insulation sector.

Keywords: Noise control, parquet mattresses, nonwoven, acoustic insulation, air-through bonded

1.GİRİŞ

Sesin iki temel belirleyicisi frekansı ve şiddetidir. Sesin şiddeti doğrudan kulak zarına ulaşan mekanik basınçla ilişkilidir ve desibel (dB) olarak ölçülür. Kulağımız 0-140 dB arası sesleri algılar. 140 dB kulakta ağrı, kulak zarında yırtılma gibi etkiler yapar.

Frekans ise saniyede geçen titreşim sayısıdır ve birimi hertz'dir (Hz). İnsan kulağı 20-20.000 Hz arasındaki sesleri duyar. Bu sınırın altındaki seslere infrasonik, üstündeki seslere de ultrasonik sesler denir. Konuşma sesi aralığı da 500-2000 hz arasında değişir. Uluslararası standartlara göre, işitme sistemine zarar veren gürültü düzeyi 100-10.000 Mhz ve 85 dB düzeyidir [6].

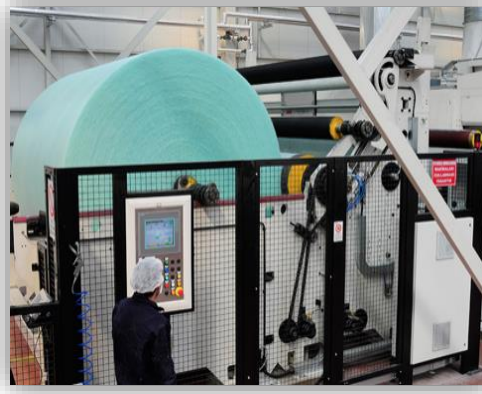
Kulağa zarar veren bu seslerin oluşturduğu gürültüleri önlemek ve kulak sağlığına dikkat etmek adına ses yalıtımı büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü ses yalıtımı, ortamdaki sesin diğer ortamlara geçişini azaltarak gürültü oluşumunu engellemektedir. Ses yalıtımının sağlanabilmesi için malzemenin gözenekli bir yapıda olması gerektiği yapılan literatür araştırmaları sonucu belirlendi. [1] Ses, yumuşak ve gözenekli maddelere çarptığında bu maddeler tarafından emilir ve ses yalıtımı gerçekleşir [2]. Böylece gözenek sayısı yüksek olan "Sıcak Hava ile Bağlama" yöntemiyle elde edilmiş yüzeylerin uygun olabileceği düşünüldü ve bu kapsamda proje başlatıldı.

2.MATERYAL ve METOT

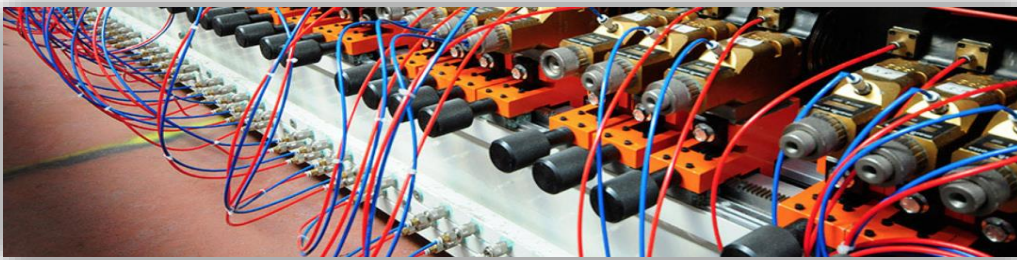
Proje sonucunda geliştirilen nonwoven yüzeyler sıcak hava ile bağlama metoduna göre üretildi. Bu metotta hammaddeler elyaflardır. Elyaf lar istenilen özellikleri sağlayacak şekilde harmanlandı ve karıştırıldı. Homojen bir şekilde karışımı sağlanan bu elyaflar taraklardan geçirilerek birbiri ile tutunacak şekilde tarandı. Ardından hareketli bantlar sayesinde fırına gönderildi. Bu teknikte düşük erime noktasına sahip polimerler bağlayıcı olarak kullanıldı. Fırına giren yüzey belli bir sıcaklığa maruz kaldığında düşük erime noktasına sahip olan polimerler eriyerek diğer liflerin arasında bir bariyer oluşturdu ve birbirlerine tutunmalarını sağladı. Böylece istenilen gözenekli, havaleli yüzeyler elde edilmiş oldu. [3]



Şekil 1. Merkas Tekstil sıcak hava metodu ile üretim prosesi



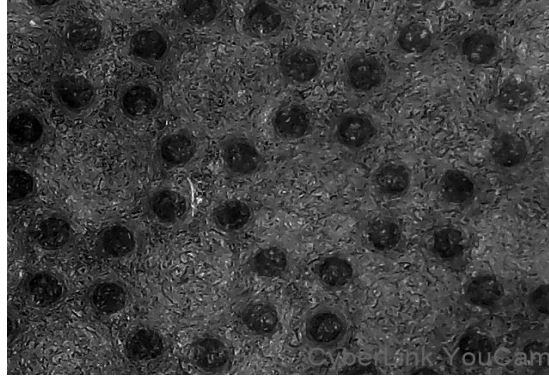
Şekil 2. Sarım nitesi



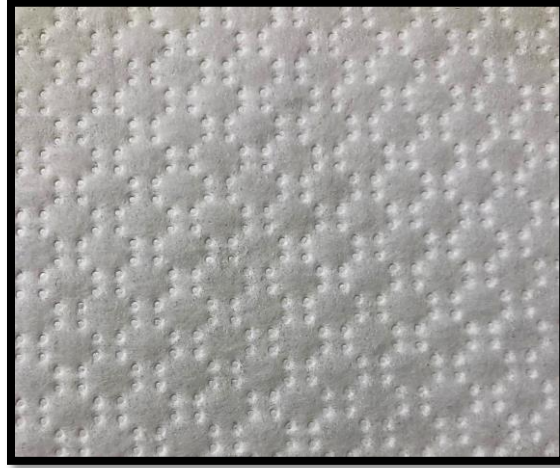
Şekil 3. Kesim prosesi

Burada önemli olan elyafların birbirleri ile olan uyumlarının doğru bir Şekilde Őeilmesidir. nk uygun kombinasyonlar ile kullanılacağı sektörün isteklerine yanıt verebilecek yüzeylerin geliştirilmesi muhtemeldir. Projede işletmede standart olarak kullanılan polyester, polipropilen, polietilen gibi elyafların yanı sıra ses emici özelliğe sahip elyaflar da kullanıldı.

Elyaf seçimlerinin belirlenmesinin ardından ses yalıtımına katkı sağlayabilecek diğer yüzey özellikleri de araştırıldı. Elde edilen veriler karşılaştırıldığında girintili çıkıntılı ve pürüzlü yüzey yapısına sahip maddelerin dağınık yansıma sebebinin dolayısıyla sesin daha çok yalıtılmasına katkı sağladığı görüldü. Bu sebeple fonksiyonel yüzeyde performans artırımını sağlamak amacıyla 3 boyutlu kabartma metodu ile yüzey üzerine efekt verildi. Çünkü bu efektler dokunmamış yüzeylerin termoplastik özelliklerinden dolayı şekil alabilmesinde katkı sağlamaktadır [5]. Bu şekilde girinti çıkıntı şeklinde yüzey pürüzlülüğü artırılmaktadır.



Şekil 4. Kabartma deseni



Şekil 5. Kabartma desenli dokunmamış yüzey

3.BULGULAR ve TARTIŞMA

Kullanılacak elyaf çeşitleri ve uygun harmanlar neticesinde 6 farklı deneme ürünü geliştirildi. Bu ürünler;

1.Numune: 40 Gsm 2 denye PE/PET kabartma desenli dokunmamış yüzey

2.Numune: 80 Gsm 2 denye PE/PET kabartma desenli dokunmamış yüzey

3.Numune: 80 Gsm 2 denye PE/PET kabartma desenli laminasyonlu dokunmamış yüzey

4.Numune: 80 Gsm 6 denye PE/PET kabartma desenli dokunmamış yüzey

5.Numune: 150 Gsm 7 denye Octolobal elyaf içerikli dokunmamış yüzey

6.Numune: 80 Gsm 2 denye PE/PET çift katmanlı kabartmalı dokunmamış yüzey

Elde edilen numunelerin parke altı kullanımına uygunluğunun kontrolü için ses yutum ve ses iletim kaybı testleri gerçekleştirildi.

3.1. Empedans tüp testi;

Bu ölçüm yöntemi, en hızlı ses yutma katsayısı belirleme yöntemidir. Akustik yalıtım performansı belirlenmek istenen ürünlerden küçük numuneler alınır. Ses yutum katsayısı, malzemeyi etkileyen ve malzemeden yansıyan ses dalgalarının ölçülmesiyle elde edilen yüzey empedansından hesaplanır. [4]

Standart şiltelerin ölçüm şekillerine göre çeşitli testler gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları, Tablo 1, 2, 3 ve 4'te gösterilmektedir.

Tablo 1. Zemin yönü ses yutum katsayısı (α) değerleri

Frekans (Hz)	Rakip	Rakip şilte ve standart zemin	Mantar şilte ve standart zemin	Standart şilte ve standart zemin	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5	Numune 6
63	0	0,04	0,03	0,04	0,05	0,07	0,04	0,11	0,07	0,07
80	0	0,02	0,02	0,03	0,05	0,02	0,05	0,05	0,04	0,03
100	0	0,05	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,03	0,04	0,04
125	0	0,04	0,02	0,03	0,06	0,03	0,05	0,04	0,07	0,03
160	0	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03
200	0	0,04	0,02	0,01	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,03
250	0	0,03	0	0	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,03
315	0,02	0	0	0,02	0	0	0,01	0	0,01	-0,01
400	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,06	0,04	0,03
500	0,03	0	0	0,02	0,14	0,07	0,03	0,19	0,12	0,08
630	0,04	0,02	0,01	0,03	0,23	0,18	0,05	0,42	0,16	0,14
800	0,01	0	0,06	0	0,33	0,24	0,03	0,39	0,26	0,29
1000	0,03	0	0,08	0	0,43	0,29	0,05	0,33	0,37	0,44
1250	0,04	0,04	0,09	0,04	0,18	0,23	0,07	0,2	0,22	0,17
1600	0,05	0,06	0,1	0,05	0,3	0,42	0,07	0,35	0,17	0,07
2000	0,05	0,07	0,09	0,06	0,44	0,4	0,07	0,36	0,18	0,07
2500	0,05	0,08	0,04	0,07	0,3	0,27	0,08	0,27	0,17	0,08
3150	0,01	0,07	0,03	0,07	0,18	0,2	0,08	0,2	0,14	0,07
4000	0	0,02	0,07	0,09	0,17	0,14	0,04	0,15	0,12	0,06
5000	0	0,07	0,03	0,08	0,12	0,12	0,09	0,07	0,13	0
6300	0,05	0,05	0,07	0,08	0,1	0,1	0,09	0,06	0,13	0,04

Tablo 2. Şilte yönü ses yutum katsayısı (α) değerleri

Frekans (Hz)	Rakip	Rakip şilte ve Mantar şilte Standart şilte			Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5	Numune 6
		standart zemin	ve standart zemin	ve standart zemin						
63	0,11	0	0	0,03	0,05	0,11	0,02	0,02	0,16	0,07
80	0,08	0,03	0,03	0,03	0,06	0,09	0,05	0,01	0,14	0,01
100	0,09	0,02	0,02	0,04	0,07	0,1	0,05	0,04	0,16	0,03
125	0,07	0,02	0,02	0,02	0,06	0,09	0,04	0,04	0,17	0,04
160	0,07	0,02	0,02	0,02	0,06	0,08	0,03	0,04	0,14	0,03
200	0,06	0,02	0,03	0,02	0,06	0,08	0,03	0,04	0,13	0,02
250	0,05	0,01	0,01	0,02	0,06	0,07	0,03	0,04	0,12	0,01
315	0,01	0	0	0	0,03	0,04	0	0	0,1	-0,01
400	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,01
500	0	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02	0,04	0,1	0
630	0,03	0,03	0,03	0,04	0,08	0,09	0,06	0,08	0,09	0,05
800	0	0	0	0,03	0,06	0,06	0,03	0,06	0,06	0
1000	0	0	0,01	0,03	0,08	0,07	0,04	0,06	0,05	0,01
1250	0,04	0,04	0,05	0,04	0,15	0,11	0,07	0,09	0,07	0,05
1600	0,06	0,06	0,06	0,04	0,12	0,12	0,08	0,13	0,1	0,08
2000	0,06	0,07	0,07	0,05	0,12	0,14	0,1	0,14	0,12	0,09
2500	0,06	0,09	0,08	0,07	0,15	0,2	0,1	0,17	0,13	0,14
3150	0,05	0,09	0,07	0,08	0,2	0,33	0,09	0,18	0,14	0,12
4000	0	0,07	0,01	0,11	0,29	0,34	0,01	0,24	0,17	0,11
5000	0,02	0,07	0,01	0,12	0,28	0,22	0,07	0,35	0,24	0,12
6300	0,1	0,09	0	0,14	0,21	0,17	0,09	0,39	0,25	0,15

Tablo 3. Zemin yönü ses iletim kaybı(TL) değerleri

Frekans (Hz)	Rakip	Rakip şilte ve Mantar şilte Standart şilte			Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5	Numune 6
		ve standart zemin	ve standart zemin	ve standart zemin						
100	10,31	16,87	13,66	18,76	15,3	13,96	17,27	13,5	8,24	5,98
125	12,03	19,33	14,1	19,96	15,12	13,5	18,1	14,22	9,91	6,95
160	5,24	22,78	6,99	13,29	8,1	6,37	13,14	14,92	11,01	7,95
200	11,25	25,94	11,74	15,71	12,97	10,81	18,32	15,98	12,28	9,3
250	20,83	35,59	21,04	20,31	24,89	20,74	24,97	16,56	13,1	10,53
315	15,12	25,67	19,73	18,97	27,46	19,02	21,96	15,96	14,47	11,94
400	15,58	32,18	19,55	18,77	25,3	15,03	21,01	14,19	15,39	13,06
500	16,01	39,31	14,83	18,42	43,23	16,02	21,86	15	17,76	15,1
630	22,22	34,46	15,87	23,24	44,78	17,99	28,46	16,07	14,06	17,01
800	22,64	28,68	20,59	26,36	39,94	22,22	22,32	16,98	15,87	18,09
1000	22,51	22,14	22,2	25,46	35,37	21,52	23,79	18,38	18,9	19,26
1250	25,61	28,83	24,48	27,65	32,92	22,31	27,02	20,33	21,41	21
1600	26,5	32,05	25,3	28,59	34,35	25,85	28,78	21,94	22,23	20,83
2000	27,62	30,69	26,9	29,68	25,82	22,59	34,43	25,5	23,31	22,18
2500	28,82	33,44	28,04	30,56	21,77	24,97	40,42	30,49	25,45	27,67
3150	29,68	36,36	29,44	31,78	25,12	28,45	43,19	36,25	27,77	29,86
4000	31,02	35,19	31,32	32,92	25	28,77	47,37	44,73	31,24	37,89
5000	31,62	36,87	32,21	33,14	27,86	29,32	41,98	42,44	34,54	35,66

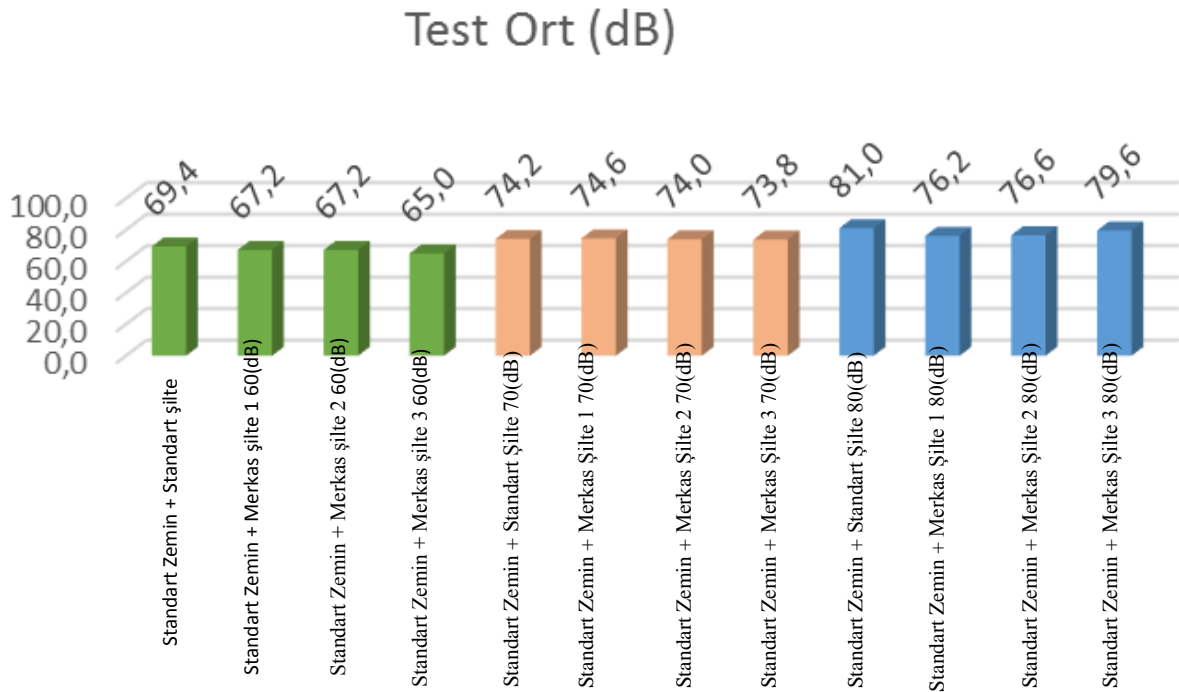
Tablo 4. Şilte yönü ses iletim kaybı(TL) değerleri

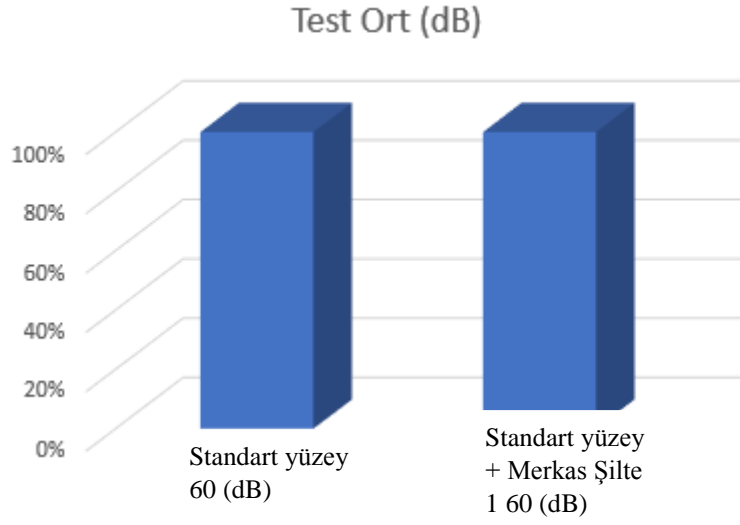
Frekans (Hz)	Rakip	Rakip şilte ve standart zemin	Mantar şilte ve standart zemin	Standart şilte ve standart zemin	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5	Numune 6
100	10,78	17,19	13,72	14,73	45,31	9,4	34,78	11,47	9,26	7,17
125	11,08	20,92	15,75	15,29	47,93	14,21	34,98	10,83	10,04	8,4
160	4,35	16,61	11,28	10,98	41,94	12,71	31,05	15,72	10,89	9,51
200	10,03	20,39	13,18	16,82	37,55	14,9	32,16	14,07	11,64	10,73
250	19,62	29,16	23,11	25,27	59,17	24,88	41,82	15,64	12,24	11,72
315	16,76	27,11	20,99	23,32	40,98	24,17	37,26	15,89	13,15	12,6
400	16,06	28,68	20,66	22,35	26,99	24,26	30,84	18,27	14,37	13,53
500	15,59	29,83	18,81	22,25	21,35	27,07	34,91	17,09	14,62	14,96
630	20,47	33,52	16,09	26,27	27,39	33,14	37,16	15,09	16,12	16,72
800	21,24	22,75	23,31	21,46	22,73	34,13	27,67	16,64	16,97	16,89
1000	21,55	29,34	21,33	24,84	25,7	32,31	31,74	20,2	18,33	19,3
1250	24,34	26,45	24	27,75	25,38	28,44	29,92	22,56	20,45	21,01
1600	25,55	29,08	24,67	29,92	27,68	29,13	39,16	23,8	24,55	19,74
2000	26,48	30,33	25,71	31,32	28,96	29,84	32,1	24,55	30,51	18,17
2500	27,47	31,37	26,82	31,72	29,86	29,66	33,13	26,22	37,3	21,16
3150	29,12	32,65	28,23	33,03	31,19	31,61	37,88	27,68	43,87	20,32
4000	30,65	34,08	30,14	34,35	32,85	33,43	35,49	30,23	41,33	27,66
5000	31,86	34,53	31,23	35,07	33,8	34,52	37,1	31,53	38,39	31,81

3.2. Serbest top düşme testi;

Deneyde 46 gram ağırlığında ve 42 mm çapında bir golf topu kullanıldı. Golf topu 150 cm mesafeden zemine serbest düşmeye bırakıldı. Desibel ölçer, topun panel yüzeyine düştüğü noktadan 130 cm uzağa yerleştirildi. Ortam gürültüsü ortalama 63 dB olarak ölçüldü. Test sonuçlarını Tablo 5 ve 6’da gösterilmiştir.

Tablo 5.Serbest top düşme test sonuçları (dB)

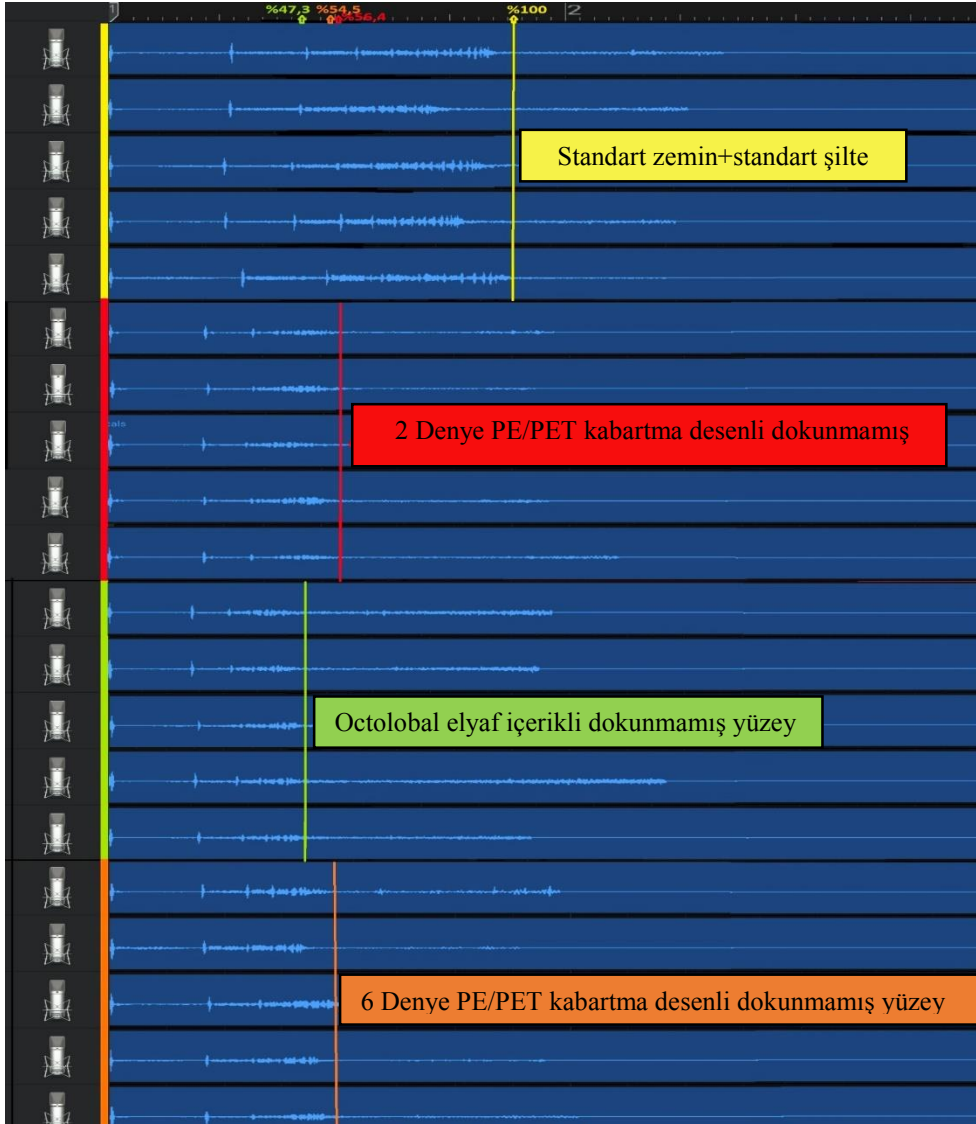




Şekil 6. Standart zemin ve Merkas şilteli standart zemin test sonucu karşılaştırılması.

3.3. Ses frekansı ölçüm testi;

Deney için ağırlığı 46 gram, çapı ise 42 mm olan golf topu kullanıldı. Golf topu 150 cm mesafeden parke üzerine serbest düşme yapacak şekilde bırakıldı. Frekans ölçümü topun düştüğü yerden 40 cm uzaklıkta IPAD ile profesyonel kayıt yazılımı yardımıyla gerçekleştirildi. Test ölçüm değerleri Tablo 7’de gösterilmektedir.



Şekil 7. Ses frekansı ölçüm testi sonuçları

4.SONUÇ

Ses yutum, ses iletim ve serbest top düşme testlerine tabii tutulup verimlilik analizi yapılan ürünler pazarda yer alan referans ürünler ile kıyaslandı.

Denemeler sonucunda %60 ses izolasyonu sağladığı söylenen pazardaki mevcut ürünlerin tarafımızca yapılan numunelere göre daha düşük performans gösterdiği yönündedir.

Her bir örneğin test sonuçları karşılaştırıldığında ise en iyi performansa sahip denemelerin yüksek denye ve ses emici olarak bilinen elyaf ile üretilen örnekler olduğu sonucuna varıldı.

KAYNAKÇA

Kaya, A.İ., Dalgat T., (2017), Ses Yalıtımı Açısından Doğal Liflerin Akustik Özellikleri, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,1, 25-37.

Güner, Ç. Gürültünün Sağlık Üzerine Etkileri, <https://www.ttb.org.tr/STED/sted0700/5.html>, 04.07.2022 17.31

Karthik, T. Karan, P.C. Rathinamoorthy R. (2016). Nonwoven process structure properties and applications, WPI Publishing, India.

Akustik Empedans Tüpü ile Ses Geçiş Kaybı ve Ses Yutum Katsayısı (Kundt's Tube), <https://marmatek.com/2015/03/23/akustik-empedans-tupu-kundts-tube/>, 04.07.2022 17.39

Baeurle SA, Hotta A, Gusev AA (2006). "On the glassy state of multiphase and pure polymer materials". Polymer. 47 (17): 6243–6253.

Güler, Ç. (2011), Gürültü, Palme Yayınevi, Ankara

SPUNBOND-MELTBLOWN-SPUNBOND (SMS) DOKUSUZ YÜZEYLERİN AKUSTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Onur DİRİ, Yılmaz ERBİL

Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana
erbily@cu.edu.tr

ÖZET

Çalışma alanlarında, işletmelerde ve birçok alanda yüksek seslerle karşılaşmaktadır. Bu tür yüksek seslerin kontrol altına alınabilmesi için ortamların gürültü ölçümü önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, Spunbond-Meltblown-Spunbond (SMS) dokusuz yüzey kumaşların, akustik test düzeneğiyle gürültü ölçümlerini yapmaktır. Bu amaçla ses/gürültü ölçüm kutusu tasarlanmıştır. Akustik test için tasarlanmış bu kutu, akustik ölçüm tekniklerinden olan empedans tüpü yönteminden esinlenilmiştir. Ancak empedans tüpünden farklı olarak sesin frekansı değil, desibeli ölçülmektedir. Ölçümlerde 4 cm, 6,5 cm, 7,5 cm ve 13 cm iç çember boyutunda plakalar kullanılmıştır. Bu ölçümlerde 230 g/m² ağırlığında SMS dokusuz yüzey kullanılmıştır. Numune kullanıldığında yaklaşık 10 dB düşüş gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gürültü ölçümü, desibel, dokusuz yüzey, SMS, akustik

INVESTIGATION OF ACOUSTIC PROPERTIES OF SPUNBOND- MELTBLOWN-SPUNBOND (SMS) NONWOVENS

ABSTRACT

Loud voices are encountered in work areas, businesses, and many areas. Noise measurement of the environment is important to control such loud sounds. The aim of this study is to make noise measurements of Spunbond-Meltblown-Spunbond (SMS) nonwoven fabrics with an acoustic test setup. For this purpose, a sound/noise measurement box has been designed. This box designed for acoustic testing is inspired by the impedance tube method, which is one of the acoustic measurement techniques. However, unlike the impedance tube, the sound is measured in decibel, not the frequency. Plates with inner circle size of 4 cm, 6.5 cm, 7.5 cm, and 13 cm were used in the measurements. SMS nonwovens with a weight of 230 g/m² were used in these measurements. When the sample was used, a decrease of about 10 dB was observed.

Keywords: Noise measurement, decibel, nonwoven, SMS, acoustic

1. GİRİŞ

Gürültü; insanların işitme sağlığını ve algılamasını negatif yönde etkileyen, bunun yanında fizyolojik ve psikolojik dengeyi bozabilen, kişinin verimliliğini düşüren, çevrenin sakinliğini bozarak niteliğini değiştiren çok önemli bir çevre kirliliği çeşididir [1]. Gürültü, duyulması hoş olmayan, maruz kalınmak istenmeyen katı, sıvı ve gazlarda basınç değişiklikleri ile meydana gelen mekanik titreşimlerdir. Hava basıncında oluşan değişimler, dalgalar halinde duyu

organlarına gelir ve ses olarak duyulur. Bir titreşim karakteristik olarak, frekans ve şiddeti ile ifade edilir [2]. Gürültü tüm canlıların hayatını birçok yönden olumsuz olarak etkilemektedir. Gürültüyü azaltmak için kaynakta azaltma yöntemi, engeller aracılığıyla azaltma yöntemi, bireysel korunma yöntemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kaynak ile alıcı arasına engel koyma yöntemi ise en etkili korunma yöntemlerinden birisidir [3].

Gürültüyle savaşmanın en etkili yolu olan gürültü denetimi, gürültünün insan üzerinde oluşturacağı zararlı etkileri en aza indirmek için alınacak önlemleri kapsar. Gürültüyle mücadele metotları akustik düzenleme ve ses yalıtımı olarak ikiye ayrılır. Akustik düzenleme; mevcut kapalı ortamda yansıma (reverberasyon) süresinin düzenlenmesidir. Yapı elemanları vasıtasıyla iletilen seslerin miktarlarını azaltmak için alınan önlemlere ses yalıtımı denir [4]. Gürültü kontrolü sistemleri, kapalı alanlarda bir engelle veya kontrolü sağlayabilen ses absorpsiyon niteliği yüksek malzemelerle yapılmaktadır. Gürültü kontrolü; herhangi bir ses kaynağından yayılan gürültü niteliğine sahip sesleri, kabul edilebilir seviyeye indirmek, akustik özelliğini değiştirmek, etki süresini azaltmak, hoş giden veya daha az rahatsız eden bir başka ses ile maskelemek gibi yöntemlerle zararlı etkilerini tamamen veya kısmen yok etmek için yapılan işlemleri kapsar. Çalışma kapsamında 2000 Hz frekansta gürültü kontrolünün sağlanabildiği görülmüştür. Gürültü kontrol uygulamalarında özellikle yüksek değerdeki frekans aralıklarında daha yüksek ses emicilik özelliği elde edildiğinden dolayı tekstil bazlı ses yutucu malzemelerin kullanılma oranlarında artış olduğu görülmektedir [5]. Ses/gürültü ölçüm kutusu için farklı ağırlıklara sahip dokusuz yüzeyler kullanılmıştır. Tekstil sektöründe akustik uygulamalar için genellikle dokusuz yüzey, dokuma ve örme kumaşlar kullanılmaktadır. Özellikle gelişen teknolojiyle birlikte akustik uygulamalarda dokusuz yüzeyler veya lif esaslı keçe ürünler ön plana çıkmıştır. Dokuma kumaşların kalınlıklarının dokusuz yüzey veya lif esaslı keçe malzemelere kıyasla daha az olması sebebiyle ses emicilik özellikleri daha düşüktür [6]. Numune ölçümlerinde dokusuz yüzeylerin sıcaklık ve nem değerleri koşullandırma yapılarak ölçülmüştür. Tekstil yüzeylerin akustik davranışları yüzeyin özgül yapısına, gözenekliliğine, iplik yoğunluğuna, sıcaklık ve nem koşullarına göre değişkenlik gösterir [7]. Bir malzemenin sesi absorbe edebilmesi için o malzemede ses dalgalarının rahatça hareket edebilmesi gerekir. Bunun için o malzeme gözenekli bir yapıda olmalıdır. Ses, malzemenin dar kanallarından yayılır ve enerjiyi lifler arasındaki sürtünme nedeniyle kayıp, viskoz yayılım veya her ikisinin bir kombinasyonu ile dağıtır. Bu nedenle, malzemenin gözenekliliği, ses emme performansı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çok gözenekli bir malzeme, ses dalgası liflere dokunmadan malzemenin içinden geçtiği için yüksek absorpsiyon sağlamaktadır. Düşük gözenekli bir malzeme, sesin emilmesi için malzemeye yayılmasına izin vermeyebilir [8].

Ses emme performansı tekstil bazlı malzemelerin birlikte kullanılmasıyla ve malzemelerin kalınlıklarının artmasıyla artar. Küçükali ve ark., PVA yapıda nanolifli malzemenin spacer örme kumaşlarla kompozitlerinin ses emme performansını incelemiştir. Sonuçlara göre spacer kumaşların nanolifli malzemeyle birlikte kullanılması ses emme performansını artırıcı etki göstermiştir. Ayrıca kütle artışı ve numune arasındaki hava boşluğundaki artışla ses emme performansı artmıştır [9].

Yüzeylerin kendilerine özgü özellikleri ses emme performansını etkileyen önemli faktörler arasındadır. Soltani ve Norouzi, kumaş mikro yapısının ses absorpsiyon davranışı üzerindeki etkisini araştırmak için farklı kalınlıklara, gözeneklere, lif çaplarına ve düzlem boyunca lif

yönelimlerine sahip lifli yapıları analiz etmişlerdir. Sonuçlar, aynı %91 gözenekliliğe ve 16 µm elyaf çapına sahip numuneler için, kumaş kalınlığında 2 cm'ye kadar bir artışın ses absorpsiyonunda bir artışa yol açtığını göstermiştir. Kalınlıktaki daha fazla artış, yüksek frekans bantlarında ses absorpsiyonunu iyileştirmemiştir. 3D üniform izotropik örneklerin en yüksek ses absorpsiyonu sergilediği sonucuna ulaşılmıştır [10].

Dokusuz yüzeylerin akustik alanında sıkça kullanılmasıyla birlikte özellikle otomotiv sektöründe gürültü kontrolü amacıyla ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Abdelfattah, Ghalia ve Eman, araç içi gürültüyü önleme amaçlı otomobil iç bileşenlerinde kullanılacak polyester ve içi boş polyester liflerinden oluşan %100 polyester elyaf, %75 polyester / %25 içi boş polyester elyaflar ve %55 polyester/%45 içi boş polyester lifler içeren üç farklı lif karışım oranında farklı gramajlarda dokusuz yüzeyler üretmiştir. Yüksek oranda içi boş liflerle üretilen numuneler en yüksek ses yutma oranlarını kaydederken, %100 polyester liflerle üretilen numuneler en düşük ses yutma katsayısına sahiptir. Buna ek olarak kumaş gramajı ile ses yutma verimi arasında doğrudan bir ilişki olduğu da tespit edilmiştir [11].

Geri dönüştürülmüş yapıların elde edilmesi hem sürdürülebilirlik açısından hem de akustik uygulamalar için fayda sağlamaktadır. Dikiş yoğunluğu fazla olan geri dönüştürülmüş malzemelerin gözenekliliği düşüktür. Saravana ve Ramesh, üç farklı yapıda geri dönüştürülmüş dokusuz yüzey elde etmişlerdir. %50 polipropilen, %20 PET ve %30 içi boş PET oranlarına sahip lif kombinasyonları harmanlanarak alınmıştır. Akustik uygulama amacıyla 250, 300 ve 450 dikiş yoğunluğuna sahip iğneyle delinmiş dokusuz yüzeyler elde edilmiştir. Sonuçlara göre 250 dikiş yoğunluğuna sahip yüzeylerin akustik özelliğinin, diğer numunelere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca PET, içi boş PET ve polipropilen gibi yapıların, jüt, yün ve odun kömüründen daha yüksek akustik performansa sahip olduğu tespit edilmiştir [12].

Kenevir bazlı yapılar ses absorpsiyon uygulamalarında sıkça kullanılmaktadır. Liao ve ark., gürültü kontrolü uygulamalarında kullanmak amacıyla kenevir liflerini çeşitli kombinasyonlarla kullanarak ses emme performanslarını analiz etmişlerdir. Sonuçlara göre kenevir liflerinin hem çok katmanlı yapılarla hem de çok bileşenli ses absorpsiyon malzemeleriyle birlikte kullanıldığında pozitif etkisinin olduğunu görmüşlerdir. Kenevirin iyi ses absorpsiyon özelliklerine sahip gelecek vaat eden bir doğal elyaf olduğu sonucuna ulaşmışlardır [13].

2.MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında akustik özelliklerin tespiti için bir akustik test düzeneği tasarlanmıştır. Testlerde kullanılan numune 230 g/m² ağırlığa sahip SMS dokusuz yüzeydir. Ölçümlerde 5 g/m² ağırlığa sahip PAN, TPU, PVDF dokusuz yüzeyleri ile 230 g/m² dokusuz yüzey birlikte kullanılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre günde 8 saatten fazla 85 desibel (dB) üzerinde sese maruz kalmak, işitme kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle ölçümlerde gürültü sınırı değeri olan 85 desibel düzeyi belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerle hoparlör ile desibelmetrenin konumları belirlenmiştir. Ayrıca gürültü kaynağının frekans ve desibel değerlerine ulaşılmıştır. Şekil1.'de ölçümü yapılan 230 g/m² SMS dokusuz yüzey görülmektedir. Ayrıca Tablo-1.'de 230 g/m² dokusuz yüzey numunenin özellikleri ve Tablo-2.'de kullanılan farklı yüzey yapısındaki numunelerin özellikleri verilmiştir.



Şekil1. 230 g/m² SMS dokusuz yüzey

Tablo-1. 230 g/m² dokusuz yüzey numunenin özellikleri

Katman türü (SMS)	Lif içeriği	Elyaf ort. çapı (µm)	Yapıştırma	Katmanların temel ağırlığı (g/m ²) (S1/M2/S1)	Temel toplam ağırlık (g/m ²)	Ort. kalınlık (mm)	Kumaş yoğunluğu (g/cm ³)
Spunbond	Polipropilen	16,97	Termal	17	230	2,59	0,09
Meltblown	Polipropilen	2,47	-	196			
Spunbond	Polipropilen	16,97	Termal	17			

230 g/m² SMS yapının katmanları spunbond, meltblown ve spunbond olmak üzere 3 katmanlıdır. Lif içeriği polipropilen yapıdadır. Her katmanın kendi ağırlığı bulunmaktadır. Bu ağırlıkların toplamıyla 230 g/m² SMS dokusuz yüzey elde edilmiştir.

Tablo-2. Kullanılan polimer yapılar ve ağırlıkları

Tip (Sandviç yapısı)	Yüzey (PP)	Polimer (Nanofiber mat)	Nanofiber matın ağırlığı (g/m ²)
A (sadece SMS)	x	x	x
A1	17 g/m ² PP spunbond nonwoven	PAN	5
A2		PVDF (Kynar 2801)	5
A3		PVDF (Kynar 761)	5
A4		TPU (BASF Elastollan (İnce))	5
A5		TPU (BASF Elastollan (Kalın))	5

Ölçümlerde ses yutma katsayısının belirlenmesi için A, A1, A2, A3, A4 ve A5 olmak üzere farklı polimer yapısında nanomat yapılar kullanılmıştır. Kullanılan numunelerin gürültü ölçümleri için Tablo-3.'te numune kullanılmadan ve Tablo-4.'te numune kullanıldığında farklı konumlarda ölçümlere yer verilmiştir.

Tablo-3. Numune kullanılmadan yapılan ölçüm sonuçları

FREKANS (Hz)	H ₂ -T ₁ (dB)	H ₂ -T ₂ (dB)	H ₂ -T ₃ (dB)
1000	73,20	77,00	82,60
2000	83,10	85,10	89,70
3000	72,10	76,30	83,70
4000	75,90	80,70	86,80
5000	75,20	79,80	88,10

Burada hoparlör için konumlar: H₁: En uzak, H₂: Orta nokta, H₃: En yakın. Desibelmetre için: T₁: En uzak, T₂: Orta nokta, T₃: En yakın. Numune kullanılmadan önce yapılan ölçümlerde 85 dB değeri olan gürültü sınırı değeri ölçülmüştür. Frekans tespiti için numune kullanıldığı anda ses iletim kaybı değeri tespit edilebilmektedir.

Tablo-4. Numune kullanıldığında yapılan ölçüm sonuçları

FREKANS (Hz)	H ₂ -T ₁ (dB)	H ₂ -T ₂ (dB)	H ₂ -T ₃ (dB)
1000	69,80	75,60	80,90
2000	79,80	80,70	81,10
3000	66,10	68,50	77,50
4000	66,80	73,80	80,20
5000	67,00	73,10	80,70

Frekansın belirlenmesi: Yapılan ölçümlerde 2000 Hz frekansta en yüksek ve en doğru sonuçlar elde edilmiştir.

Hoparlör ve Desibelmetre Konumlarının Belirlenmesi: H₂-T₂ konumu belirlenmiştir. Desibelmetre ve hoparlör, ölçüm düzeneğinin orta noktasına konumlandırılmıştır. 85,10 dB olarak ölçülmüştür. Tekstil sektöründe akustik özelliklerin belirlenmesi amacıyla bazı standart test yöntemleri uygulanmaktadır. Bu testlerden bazıları Tablo-5.'te açıklanmaktadır.

Tablo-5. Akustik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan standart test yöntemleri

Ölçüm Standardı	Yöntemin İçeriği	Ölçülen Parametre
ASTM E1050-12	Bir empedans tüpü kullanarak akustik malzemelerin absorpsiyonunu belirlemek için standart test yöntemi, iki mikrofon ve dijital frekans analiz sistemi.	Ses absorpsiyon katsayısı
ASTM E492-09	Kılavuz çekme makinesi kullanılarak zemin-tavan düzeneklerinden darbe sesi iletiminin laboratuvar ölçümü için standart test yöntemi	Gürültü azaltma ve ses iletim kaybı
ASTM E336-16	Binalardaki odalar arasında hava kaynaklı ses zayıflamasının ölçümü için standart test yöntemi	
SAE J1400	Düz malzemelerin ve düzeneklerin havadaki ses bariyeri performansının laboratuvar ölçümü	

Çalışmada Tablo-5.'te verilen akustik test standartlarından SAE J1400 test standardı kullanılmıştır. Bu standarda göre bazı şartlar şu şekildedir:

Kaynak ve alıcı oda sıcaklıkları $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmalıdır. Bağıl nem her iki oda için %40 ile %70 arasında kontrol edilmelidir. Sıcaklık ve nem, referans numunelerin ve test numunelerinin ölçümleri arasında $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $\pm \%5\text{ RH}$ 'den fazla değişmemelidir.

Test numuneleri, testten en az 12 saat önce test odalarıyla aynı sıcaklık ve neme koşullandırılmalıdır.

Test numunesi homojen tek katmanlı bir malzeme olabilir. Çok katmanlı malzeme, geçirimsiz bir tabakası olmayan gözenekli bir malzeme kullanılabilir.

İlgilenilen frekans aralığı 100 Hz ile 8000 Hz frekans aralıklarıdır. Ancak test prosedüründe 1000 Hz ile 2500 Hz arası frekanslar en güvenilir sonuçları içermektedir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Test Koşulları

Çalışmada SAE J1400 standardına göre bu koşullar uygulanmıştır. Sıcaklık değeri $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve her iki oda için bağıl nem değeri %56 olarak belirlenmiştir. Test numuneleri 24 saat test odasıyla aynı sıcaklık ve nem değerine göre koşullandırılmıştır. Test numunesi ise çok katmanlı SMS yapıda dokusuz yüzeylerdir. Gürültü ölçümleri için ses kaynağı 2000 Hz frekans olarak belirlenmiştir.

3.2. Ses İletim Kaybı Değerlerinin Hesaplanması

Ses yutma katsayısı, bir yüzeyde yutulan ses enerjisinin o yüzeye gelen toplam ses enerjisine oranıdır. Ses iletim kaybı, bir malzemenin ses yutma kapasitesini desibel cinsinden veren bir özelliğidir. Ses iletim kaybı formülü denklem (1)'de görülmektedir.

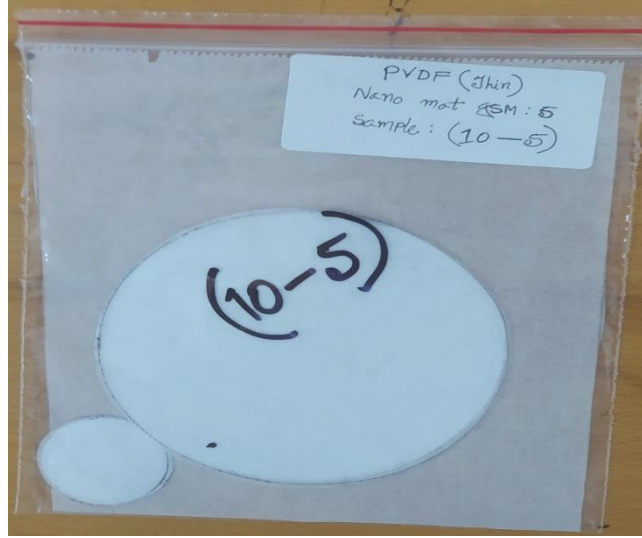
$$TL = 10 \log \frac{W_1}{W_2} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanır. Burada W_1 , malzemenin üzerine gelen ses enerjisidir. W_2 ise emilim sonrası gelen ses enerjisidir. Tablo-6.'da empedans tüpü yöntemiyle ölçülen malzemelerin ses absorpsiyon katsayısı ve akustik test düzeneği ile ölçülen malzemelerin ses iletim kaybı değerleri görülmektedir. Denklemden yola çıkarak her yüzeyin ayrı ayrı ölçümleri yapılmıştır ve sonuçlar listelenmiştir.

Tablo-6. Ses yutma katsayısı ve ses iletim kaybı değerleri

Yöntem \ Yüzeyler Yapısı	230 g/m ² SMS yüzey	PAN	PVDF (Thin)	PVDF (Thick)	TPU (Thin)	TPU (Thick)
Empedans tüpü yöntemi	0,14	0,20	0,22	0,20	0,20	0,21
Akustik test düzeneği ölçüm yöntemi	0,19	0,20	0,23	0,21	0,21	0,21

Empedans tüpü yöntemiyle yüzeylerin ses yutma katsayıları 0,14 ile 0,22 değerleri arasındadır. Akustik düzenekle yapılan ölçümlerde 0,19-0,23 aralığında ses iletim kaybı değerleri bulunmuştur. Yüzey yapısı ile malzemelerin ses emme performansı arasında değişiklik olduğu görülmektedir. Ölçüm düzeneklerinde PVDF(Thin) nanomat yüzeyin ses iletim kaybı değeri en yüksektir. Şekil2.'de nanomat yüzeyin yapısı görülmektedir.



Şekil2. 5 g/m² ağırlığa sahip PVDF(Thin) nanomat

3.3. İstatistiksel Analiz Aracılığıyla Verilerin Yorumlanması

Spss paket programı aracılığıyla, empedans tüpü yöntemi ile akustik test düzeneği arasındaki anlamlılık düzeyi Tablo-7.'de detaylı olarak açıklanmıştır. Analize tabi tutulan N=6 tane veri değişkeni arasında empedans tüpü yöntemiyle akustik düzenek arasında anlamlılık bulunmaktadır. Anlamlılık (significant) düzeyi için pearson korelasyon faktörü kullanılmıştır. Empedans tüpü yöntemiyle akustik test düzeneği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (sig. değeri <0,05) Buna ek olarak bu iki değişken arasında çok yüksek korelasyon olduğu görülmektedir. (pearson aralığı>0,80)

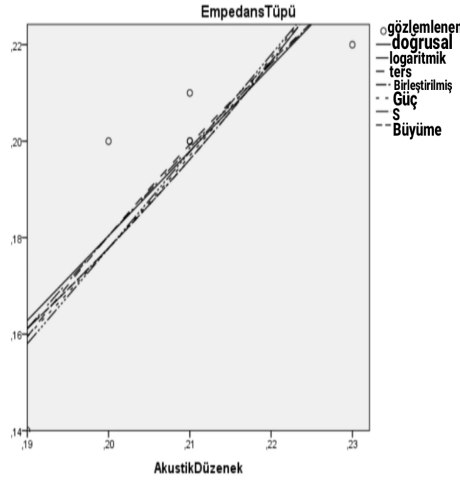
Tablo-7. Verilerin anlamlılık düzeyleri

Korelasyon

		AkustikDüzenek	YüzeyYapısı	EmpedansTüpü
AkustikDüzenek	Pearson Korelasyon	1	,44	,83*
	Sig. (2-tailed)		,38	,04
	N	6	6	6
YüzeyYapısı	Pearson Korelasyon	,44	1	,62
	Sig. (2-tailed)	,38		,18
	N	6	6	6
EmpedansTüpü	Pearson Korelasyon	,83*	,62	1
	Sig. (2-tailed)	,04	,18	
	N	6	6	6

3.4. Regresyon Eğri Tahmin Grafiği

Regresyon eğri tahmini grafiği sonuçlarına göre empedans tüpü yöntemiyle akustik test düzeneği arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Yapılan analizde yüzey yapısının belirleyicilik katsayısı da oldukça yüksektir. Açıklayıcı değişkenlere ait kısmi regresyon eğri tahmini grafiğinde Şekil3.'e bakıldığında pozitif doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir.



Şekil3. Empedans tüpü ile akustik düzenek grafiği

4. SONUÇ

Bu çalışmada farklı yüzey yapısında dokusuz yüzeylerin akustik performanslarının analizi yapılmıştır. Bu analizde yüzeylerin performansını ölçmek için bir test düzeneği tasarlanmıştır. Empedans tüpü yöntemiyle ölçülen dokusuz yüzeylerin akustik özelliklerine, tasarlanmış bu düzenekle ulaşılmaya çalışılmıştır. Akustik test düzeneğinde ölçüm yapılırken yüzeylerin gramaj değerleri ve yüzeyde bulunan polimer yapısı önemli bir faktördür.

Gürültü ölçümleri için 85 dB değeri esas alınarak yapılan ölçümlerde, hoparlör ve desibelmetrenin, akustik test düzeneği içerisinde orta konuma alınması en doğru sonucu göstermiştir. Bu konum H₂-T₂ konumudur. 5 farklı frekans aralığında (1000,2000,3000,4000 ve 5000 Hz) yapılan ölçümlerde 2000 Hz frekans değeri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında SAE J1400 test koşulları uygulanmıştır. Bu koşullar için 1000 Hz-2500 Hz aralığında bir frekans değerinin uygun olması koşulu bulunmaktadır. Dolayısıyla yapılan ölçümlerle test koşullarına uygun bir şekilde 2000 Hz ses kaynağı kullanılması gerektiği görülmüştür. Dokusuz yüzeylerde kenevir gibi yapıların ses emicilik üzerinde olumlu yönde etkisinin olduğu görülmüştür. Bu yapılarla çok farklı kalınlık ve kombinasyonlarla geliştirilebilir akustik malzemelerin üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Empedans tüpü yöntemiyle yüzeylerin ses yutma katsayısı 0,14 ile 0,22 arasında bulunmuştur. Burada hesaplanan değerler frekans cinsinden bulunmuştur. Akustik test düzeneğinde de empedans tüpü yöntemine çok yakın değerlerde ses iletim kaybı değerleri bulunmuştur. Akustik test düzeneği ile empedans tüpü yöntemi arasında pearson korelasyon faktörü 0,83 olarak bulunmuştur. Bu 2 değişken arasında çok yakın ilişki olduğu ve ses absorpsiyon değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bu ölçümlerde 230 g/m² ağırlığa sahip SMS dokusuz yüzeyle, farklı yapıda nanomat yapıları kullanılmıştır. Akustik test düzeneği ve empedans tüpü yönteminde PVDF(Thin) yapıdaki nanomat yapının ses iletim kaybı değeri en yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum sesi en çok bu yüzeyin absorbe ettiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

[1] R. Çelen, “Bikomponent köpük ipliklerle kumaş yapılarının termal ve akustik

- özelliklerinin iyileştirilmesi,” 2021, Accessed: May 22, 2022. [Online]. Available: <http://193.140.245.211/handle/11452/23704>.
- [2] M. Tedik, “Plastik enjeksiyon tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından gürültü ölçümü ve uygulamaları,” 2021, Accessed: May 20, 2022. [Online]. Available: <https://acikerisim.rumeli.edu.tr:6060/xmlui/handle/1/259>.
- [3] E. E. Maraş, G. Uslu, and A. Uslu, “Effects of Noise Barriers on Reducing Highway Traffic Noise,” *Int. Ref. J. Eng. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11, 2016, Accessed: May 20, 2022. [Online]. Available: www.irjes.com.
- [4] Anonim, “Ses yalıtımı,” *Anonim*, pp. 1–2, 2017, Accessed: May 20, 2022. [Online]. Available: <https://www.izoder.org.tr/dosyalar/Bina-ve-Tesisatta-Ses-Yalıtımı.pdf>.
- [5] D. Li, D. Chang, B. Liu, J. T.-I.-N. and NOISE-CON, and undefined 2014, “Improving sound absorption bandwidth of micro-perforated panel by adding porous materials,” *acoustics.asn.au*, Accessed: May 20, 2022. [Online]. Available: https://acoustics.asn.au/conference_proceedings/INTERNOISE2014/papers/p264.pdf.
- [6] X. Tang, X. Zhang, X. Zhuang, H. Zhang, and X. Yan, “Acoustical analysis of corduroy fabric for sound absorption: Experiments and simulations,” *J. Ind. Text.*, vol. 48, no. 1, pp. 201–220, Jul. 2018, doi: 10.1177/1528083717725912.
- [7] Y. A. Kang, E. N. Lee, K. C. Lee, S. M. Choi, and E. J. Shin, “Acoustic properties of sound-absorbing polyester fabrics woven with thick staple and thin draw textured yarn for use in interior decoration,” *J. Text. Inst.*, vol. 110, no. 2, pp. 202–210, Feb. 2019, doi: 10.1080/00405000.2018.1508798.
- [8] “Fluid Dynamics for Physicists by T. E. Faber (1995-08-25): Books.” <https://www.amazon.com/Fluid-Dynamics-Physicists-Faber-1995-08-25/dp/B01FKTGUV8> (accessed May 20, 2022).
- [9] M. Kucukali Ozturk, B. Nergis, and C. Candan, “The effect of mass per unit area on the sound absorption behavior of the combined structures from nanofibrous membrane and porous material Evaluation of Low and High Density Polyethylene Bottle Caps in Composite Structures by Recycling with Textile Wastes View project İTÜ Genel Araştırma Projesi/41926-Düşük ve Yüksek Yoğunluklu Polietilen Şişe Kapaklarının Tekstil Atıkları ile Birlikte Geri Dönüştürülerek Kompozit Yapılarda Değerlendirilmesi View project,” 2014, Accessed: May 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/354544289>.
- [10] P. Soltani, M. N.-J. of S. and Vibration, and undefined 2020, “Prediction of the sound absorption behavior of nonwoven fabrics: Computational study and experimental validation,” *Elsevier*, Accessed: May 22, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022460X20304387>.
- [11] A. Mahmoud, G. El-Shenawy, and E. Ramadan, “Using Nonwoven Hollow Fibers to Improve Cars Interior Acoustic Properties,” *Res. J. Text. Appar.*, vol. 16, no. 3, pp. 49–56, Aug. 2012, doi: 10.1108/RJTA-16-03-2012-B005/FULL/HTML.
- [12] T. S. Kumar and M. R. Kumar, “Development of Needle Punched Non-woven Fabrics for Acoustic Application,” *Int. J. ChemTech Res. CODEN*, vol. 8, no. 7, pp. 21–26, 2015.

- [13] J. Liao, S. Zhang, and X. Tang, “Sound Absorption of Hemp Fibers (*Cannabis Sativa* L.) Based Nonwoven Fabrics and Composites: A Review,” <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1764453>, 2020, doi: 10.1080/15440478.2020.1764453.

TIBBİ TEKNİK TEKSTİLLERDE LAMİNASYON İŞLEMLERİNİN YAPIŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

N. Sinem BALCI¹, A. Merih SARIİŞİK¹, Bekir BOYACI², Tuğçe UYSAL²

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir

²Sun Tekstil Ar-Ge Merkezi, İzmir

merih.sariisik@deu.edu.tr

ÖZET

Tıbbi tekstiller alanında kullanılan cerrahi giysilerden su iticilik, su geçirmezlik, antibakteriyel, sterilizasyona uygun olma, statik olarak elektriklenmemesi gibi bazı özellikler beklenmektedir. Bu çalışmada, cerrahi giysi olarak üretilmesi hedeflenen lamine bir kumaşın laminasyon işlemi öncesi yüzey modifikasyonu (korona deşarj uygulaması) ve su iticilik işlemi uygulandıktan sonra yapıştırma etkinliğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda; tıbbi tekstillerde kullanılmak üzere %100 poliester esaslı antistatik iplik ilaveli süprem örgülü zemin kumaşlar sıcak eriyik laminasyon makinesinde dot teknolojisi kullanılarak reaktif poliüretan sıcak eriyik yapıştırıcı ile birleştirilmiştir. Lamine kumaş üretimi sırasında orta katman olarak mikrogözenekli poliüretan film kullanılmıştır. Standart proseslerden farklı olarak laminasyon öncesi yüzey modifikasyonu (korona deşarj uygulaması) ve su iticilik işlemi uygulanmış ve lamine kumaşlar 3 farklı grupta sınıflandırılarak uygulanan işlemlerin yapıştırma üzerine etkinliği araştırılmıştır. Lamine edilmiş kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesi için yıkama öncesi ve 1, 5 ve 10 tekrarlı yıkamalar sonrası kumaşlarda su iticilik testi, temas açısı testi, hidrostatik basınç testi, adhezyon testi ve su buharı direnci testi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonunda, lamine edilmiş kumaşların yıkama işlemlerinden sonra delaminasyona uğramadıkları görülmüştür. Her tip kumaş için yıkama sonrası su iticilik değerlerinin ve temas açısı sonuçlarının düştüğü belirlenmiştir. Hidrostatik basınç testi, kumaşlar sızdırma yaptığı için yıkama sonrası devam ettirilememiştir. Kumaşların su buharı dirençleri ise laminasyon sonrası artmıştır. Adhezyon test sonuçları ise, kumaşlar arasında önemli değişiklikler olmadığını ve korona deşarj uygulamasının bu tip kumaşlarda etkisinin olmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi tekstiller, laminasyon, korona deşarj uygulaması, performans testleri

DEVELOPING THE ADHESIVE EFFICIENCY OF LAMINATION PROCESSES IN MEDICAL TECHNICAL TEXTILES

ABSTRACT

Some properties such as water repellency, waterproofness, antibacterial, sterilization suitability, and non-static electricity are expected from surgical garments used in the field of medical textiles. In this study, it was aimed to improve the bonding efficiency of a laminated fabric, which is intended to be produced as a surgical garment, after applying surface modification (corona discharge application) and water repellency before the lamination process. In this

context; 100% polyester based single jersey knitted floor fabrics with antistatic yarn added for use in medical textiles were combined with reactive polyurethane hot melt adhesive using dot technology in a hot melt lamination machine. During the production of laminated fabric, microporous polyurethane film was used as the middle layer. Unlike standard processes, surface modification (corona discharge application) and water repellent treatment were applied before lamination, and laminated fabrics were classified in 3 different groups and the effectiveness of the applied processes on bonding was investigated. In order to determine the performance properties of laminated fabrics, water repellency test, contact angle test, hydrostatic pressure test, adhesion test and water vapor resistance test were performed on the fabrics before washing and after washing with 1, 5 and 10 repetitions.

At the end of the study, it was observed that the laminated fabrics did not undergo delamination after washing processes. It was determined that the water repellency values and contact angle results decreased after washing for each type of fabric. The hydrostatic pressure test could not be continued after washing because the fabrics leaked. The water vapor resistance of the fabrics increased after lamination. Adhesion test results showed that there were no significant changes between fabrics and corona discharge application had no effect on these types of fabrics.

Keywords: Medical textiles, lamination, corona discharge application, performance tests

1. GİRİŞ

Teknik tekstiller için farklı kaynaklarda farklı tanımlamalar yapılmış olsa da yaygın şekilde kullanılan teknik tekstiller tanımı “Estetik ve dekoratif karakteristiklerinden ziyade, öncelikli olarak teknik performans ve fonksiyonel özellikleri için üretilmiş tekstil materyalleri ve ürünleri” olarak tanımlanmaktadır [1]. Teknik tekstiller yeni ürünlerin keşfi, yeni ihtiyaçları karşılaması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine ikame edilmesi nedeniyle büyük potansiyel arz etmekte ve tekstil sanayisi içerisindeki rekabetin güçlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzde teknik tekstil üretimi her geçen gün artmakta ve gerek toplamda gerekse de kullanım alanlarına göre alt gruplar itibariyle geleneksel tekstil ürünlerinden daha fazla büyümesi beklenmektedir. Jeotekstiller, taşımacılık tekstilleri, tarım tekstilleri, hijyen ve tıbbi tekstiller, tekstil takviyeli kompozitler, yüksek performanslı elyaflar, akıllı tekstiller, koruyucu giysiler, bina ve inşaat teknik tekstilleri yüksek büyüme beklenen ürün gruplarıdır [2].

1.1 Tıbbi Tekstiller

Tıp ve hijyen teknik tekstilleri, teknik tekstiller içerisinde hızlı büyüme gösteren ve geniş bir ürün grubunu oluşturan alanlardan biridir. Bu alandaki ürünler; ameliyat iplikleri, cerrahi elbise ve örtüler, bandajlar, tıbbi maskeler, ıslak mendiller, kadın hijyen bağları, idrar tutucu bezler ve su geçirmez yatak kılıfları gibi ürünlerden oluşmaktadır [3].

Bir malzemenin su, yağ ve alkol bazlı maddeler gibi sıvıları itme kabiliyeti, tıbbi tekstillerin sahip olması gereken önemli özelliklerinden biridir. Hastane ve hemşire uniformalarında görüldüğü gibi minimalden, cerrahlar tarafından düşük ve yüksek riskli ameliyatlara kadar hem su geçirmez hem de nefes alabilen kumaşlara ihtiyaç duyulmaktadır [4].

1.2 Laminasyon

Son yıllarda klasik tekstillerin yerini hızla almaya başlayan teknik tekstillerin üretiminde kullanılan kumaşlara fonksiyonel özellik kazandırmak ve kullanım alanlarını artırmak amacıyla uygulanan tekniklerden biri laminasyondur. Laminasyon, birden fazla materyali tek bir kompozit yapı elde etmek üzere yapıştırarak birleştirme işlemidir. Kumaş katmanlarını birbirleriyle veya kumaş ve materyali birleştirerek laminat malzeme elde edilebilmektedir. Lamine kumaşlarda zemin kumaş ve birleştirme materyali olmak üzere iki veya daha çok katman bulunmaktadır. Tıbbi tekstiller içinde araştırma ve yeniliklere açık bir ürün grubunu oluşturan bu lamine kumaşlar, tekstil endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Laminasyon tekniği ile üretilen kumaşlar ziraat tekstilleri, endüstriyel tekstiller, ev tekstilleri, ayakkabı astarları, spor malzemeleri, otomotiv tekstilleri, koruyucu giysiler ve medikal uygulamalarda kullanılmaktadır [5-8].

Laminasyon işleminde; kumaşın orijinal özelliklerini korumak ve görünüm, tutum ve dayanıklılığa sahip esnek bir laminant üretmek için birçok farklı tipte teknik, yapıştırıcı ve makine kullanılmaktadır. Literatürde alevli laminasyon ve sıcak eriyik laminasyon olmak üzere iki tip laminasyon yöntemi bulunmaktadır [6, 7]. Bu çalışmada medikal ürünlere yönelik bir yapıştırıcı kullanıldığından sıcak eriyik laminasyon yöntemi ile dot teknolojisi uygulanmıştır.

Laminasyon tekniği ile birleştirilen kumaşlara bazı bitim işlemleri uygulanmaktadır. Uygulanan bitim işlemlerine örnek olarak su iticilik, su geçirmezlik, güç tutuşurluk, antimikrobiyal, kir ve yağ iticilik bitim işlemleri ile yüzey modifikasyonu işlemi verilebilir. Bu işlemler son kullanım alanında istenen fonksiyonlara bağlı olarak seçilmektedir. Örneğin; alevle temas eden malzemeler için güç tutuşurluk öne çıkarken, medikal ürünler için su iticilik ve antimikrobiyal özellikler ön plandadır [6, 8-9]. Bu çalışmada kumaşlara su iticilik bitim işlemi ile yüzey modifikasyon uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Laminasyon alanında literatürde oldukça fazla yayın bulunmaktadır. Sıcak eriyik laminasyon yöntemi ile yapılan çalışmalardan Sivri [10], lamine edilmiş yarı-geçirgen kumaşların konfor özelliklerine etki eden bazı parametreleri, iki farklı tipte yarı-geçirgen membran türü deney kapsamına alarak konfor özellikleriyle birlikte incelemiştir. Yapılan çalışmada giysi ve vücut arasındaki boşluk arttıkça su buharı geçirgenliğinin düştüğü, su buharı direncinin ise yükseldiği görülmüştür. Ayrıca kaplama kalınlığı arttıkça su buharı geçirgenliği düşmüştür. Nefes alabilir su geçirmez yapıların tasarımında kullanılacak kumaş türünde, geçirgen membran karakteri membranın ya da polimer tabakanın ana kumaşa uygulanış metodunun çok iyi belirlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Wang ve arkadaşları çalışmalarını poliester film laminasyonunun, polipropilen dokusuz yüzey kumaşın su emiciliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı poliester/polipropilen kompozit dokusuz yüzey kumaşların geliştirilmesi ve kullanımı için deneysel bir temel oluşturmaktır [11]. Knizek ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise dış giyim için nanolif membran esaslı bir lamine kumaş elde edilmesi amaçlanmıştır. İki ve üç katlı lamine kumaşlar üretilmiştir. Bu kumaşların yüz malzemesi için %100 poliester dokuma kumaş ve %100 pamuk dokuma kumaş kullanılmıştır. Elektrospinning yöntemi ile 5g/m²'lik poliüretan bir nanolif tabakası üretilmiştir. Sıcak eriyik laminasyon yönteminde dot uygulaması ile kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir. Nanolif tabakası ile iyi hidrostatik direnç, buhar geçirgenliği ve rüzgar geçirmezlik özellikleri

sağladığı bu çalışmada doğrulanmıştır. Nanolif katmanın kötü hava ve çevre koşullarına karşı bir bariyer görevi gördüğü, outdoor ve spor giyime uygun iki katmanlı ve üç katmanlı laminatların başarıyla oluşturulduğu sonucuna varılmıştır [12].

Bu çalışmada tıbbi tekstillerde kullanılmak üzere laminasyon yöntemi ile laminant kumaş üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen laminantların özellikleri performans testleri ile incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

Bu çalışmada; üç katlı laminant elde edebilmek için bir ve üçüncü katman olarak %100 poliester süprem örgülü ve statik elektriklenmeyi önleyici antistatik iplik ilaveli kumaş kullanılmıştır. Kullanılan ipliğin numarası 50 Denye'dir. Kumaş, çapı 32 inç ve inceliği 36 E (iğne/inç) olan makinede örülmüştür. Kumaşın metrekare ağırlığı 60 g/m² olup eni 150 cm'dir. Örme kumaşlar dokuma kumaşlardan daha hafif, daha esnek yapıda olmaları ve daha iyi konfor özellik sağlayabilmeleri sebebiyle çalışmada tercih edilmiştir.

Su iticilik bitim işlemi için su itici katyonik 6 karbonlu florokarbon ve çapraz bağlayıcı olarak izosiyanat bazlı katyonik kimyasal kullanılmıştır. Su iticilik bitim işlemi uygulanan kumaşların yıkama işlemleri ECE-A, sodyum perborat ve tetraasetilendiamin (TAED) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Laminasyon işleminde uygulama sıcaklığı 90-110°C olan reaktif poliüretan bazlı sıcakta eriyen yapıştırıcı kullanılmıştır. Kullanılan yapıştırıcı dot laminasyon için uygulanabilen ve tıbbi ürünlere yönelik bir yapıştırıcıdır. Yapıştırıcının suya veya doğaya bir zararı yoktur.

Ayrıca, lamine kumaş üretimi sırasında orta katman olarak mikrogözenekli poliüretan film kullanılmıştır. Mikrogözenekli filmler, nefes alabilir yapılarda tercih edilen önemli film çeşitlerindedir. Tablo 1'de kullanılan filmin özellikleri verilmektedir.

Tablo 1. Laminasyon işleminde kullanılan film özellikleri

Film Özellikleri	
Gerilme Mukavemeti	40 kg/cm ² (ASTM D412)
Kalınlık	60 mikron
En	150 cm
Su geçirmezlik	>7000 mmH ₂ O (JIS-L-1092B)
Su buharı geçirgenliği	>7000 g/m ² /gün (JIS-L-1099A1)
Erime noktası	180°C

2.2 Metot

Standart proseslerden farklı olarak laminasyon öncesi kumaşlara yüzey modifikasyonu (korona deşarj uygulaması) ve su iticilik bitim işlemi uygulanmıştır.

2.2.1 Su İticilik Bitim İşleminin Uygulanması

Kumaşlara su iticilik özelliği kazandırmak amacıyla farklı su iticilik reçeteleri ile ön çalışmalar yapılmıştır. Uygulanan reçeteler Tablo 2’de verilmiştir. Bölüm 2.1’de belirtilen kimyasallarla hazırlanan çözeltiler emdirme yöntemine göre uygulanmış ve daha sonra ramözde 160°C’de 1 dakika fikse edilmiştir.

Tablo 2. Su iticilik reçeteleri

Reçete	Katyonik 6 Karbonlu Florokarbon	İzosiyanat Bazlı Katyonik Çapraz Bağlayıcı	Asetik Asit (%60)
A	100 g/L	30 g/L	0,5 ml
B	50 g/L	15 g/L	0,5 ml
C	150 g/L	45 g/L	0,5 ml
D	30 g/L	9 g/L	0,5 ml

Ön hazırlık çalışması kapsamında uygulanan reçetelerdeki kumaşlara yıkama öncesi ve 1, 5, 10 yıkama sonrası sprey testi yapılarak su iticilik değerleri ISO standardına göre değerlendirilmiştir. Yıkama işlemi laminasyon öncesi ve laminasyon sonrası olmak üzere 1, 5 ve 10 tekrar olarak BS EN ISO 26330 6A standardına göre 40°C’de 49 dakika ile Wascator makinesinde gerçekleştirilmiş ve kumaşlar düz bir zemin üzerinde kurutulmuştur.

Tablo 3’te yer alan su iticilik test sonuçlarına göre; laminasyon işleminden önce uygulanmak üzere C reçetesi olan 150 g/L kimyasal içeren reçete ile çalışılmaya karar verilmiştir.

Tablo 3. Su iticilik test sonuçları

A Reçetesi	B Reçetesi	C Reçetesi	D Reçetesi
Yıkama Öncesi			
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
1 Yıkama			
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 3
5 Yıkama			
ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 3
10 Yıkama			
ISO 3	ISO 3	ISO 5	ISO 3

2.2.2 Korona Deşarj İşleminin Uygulanması

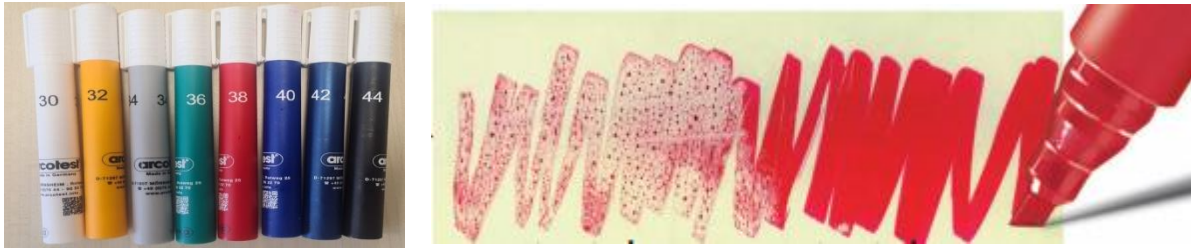
Yüzey modifikasyonunun genel amacı; lifin bariyer özelliklerini, ıslanabilirliğini, sızdırmazlığını, basılabilirliğini ve boya alımını, diğer malzemelere yapışmasını iyileştirmek için yüzeye bazı fonksiyonel gruplar ekleyerek bir polimerin en dış tabakasını değiştirmektir [13]. Piyasada sentetik liflerin özelliklerini iyileştirmek için çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılır. Fiziksel yöntemler; korona deşarjı, plazma, lazer, elektron ışını ve nötron ışınlamaları işlevselleştirmeleridir. Kimyasal yöntemler ise; enzimatik modifikasyon, süper kritik karbondioksit uygulaması, sol-jel tekniği, çok tabakalı kaplama tekniği ve farklı reaktiflerle işlemdir [14].

Bu çalışmada, koronadeşarj uygulaması ile zemin kumaşın yüzey gerilimini artırarak filme olan yapışkanlığının artırılması hedeflenmiştir. Bu işlem Sun Tekstil A.Ş.'de bulunan ve Şekil 1'de gösterilen makinede gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Koronadeşarj makinesi

Laminasyon sırasında yapışma etkinliğinden iyi bir sonuç alabilmek için işlemden önce yüzey enerjisini ölçmek gerekmektedir. Yüzey enerjisi için belirlenen limit değer 38mN/m'dir. Yüzey enerjisi bu değerden düşük ise yapışma zayıf olur, bu değer üzerinde ise yapışma yeterli olacaktır. Su itici kumaşta yüzey enerjisi korona kalem kullanılarak belirlenmektedir. Korona kalem ile değerlendirme yapılırken eğer mürekkebin çizgisi en az 2 saniye geçtikten sonra değişmeden kalıyorsa yani damlacık haline dönüşmüyorsa; materyalin yüzey enerjisi sıvının yüzey gerilimi ile aynı ya da daha fazladır. Bu durumda yüzeye daha yüksek değerdeki bir test kalem uygulanmaktadır. Korona kalemleri ve performanslarına ait görüntüler Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Korona kalemleri ve değerlendirme örneği

Tablo 4'te korona kalemlerinin bu çalışmada kullanılan kumaş için değerlendirmesi gösterilmektedir. Bu tabloya göre su itici uygulanmış kumaşta 36'lık ve 38'lik kalemde sonucun kötüleştiği görülmüştür. Bu sebeple korona prosesi mürekkebin işleyebileceği değerlere göre belirlenmiştir. Yapılan çalışmada 12,5 Amper'lik bir akımın iyileştirdiği görülmüştür. Bu değer üzerindeki akım denemelerinde de kumaşta delik oluştuğu görülmüştür.

Tablo 4. Korona kalemi değerlendirmeleri

			
Ham kumaş	Su itici kumaş (S)	Su itici + Korona işlemleri gören kumaş (SC)	Korona + Su itici işlemleri gören kumaş

Lamine kumaşlar 3 farklı grupta sınıflandırılmıştır. Bunlar; su itici (S) kumaş, su itici+korona işlemi gören kumaş (SC) ve korona+su itici işlemleri gören kumaş (CS)'tir.

2.2.3 Laminasyon İşlemi

Laminasyon işlemi, işletme tipi sıcak eriyik laminasyon makinesinde dot teknolojisi kullanılarak 10 m/dakika hızla gerçekleştirilmiştir. Film zemin kumaşa 100°C'de 5700 mps viskozitedeki yapıştırıcı ile lamine edilmiştir. Silindir üzerindeki dot sayısı 134 CP'dir. Laminasyon işleminin gerçekleştirilmesinde kullanılan makine Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Laminasyon makinesi

2.3 Performans Değerlendirme Yöntemleri

Lamine edilmiş kumaşların performans özelliklerinin belirlenmesi için yıkama öncesi ve 1, 5 ve 10 tekrarlı yıkamalar sonrası kumaşlarda su iticilik testi, temas açısı testi, hidrostatik basınç testi, adhezyon testi ve su buharı direnci testi gerçekleştirilmiştir.

2.3.1 Su İticilik Testi

Su iticilik testi Testex TF160 sprej test cihazında BS EN ISO 4920:2012 test standardına göre yapılmış ve görsel olarak değerlendirilmiştir.

2.3.2 Temas Açısı Testi

Temas açısı ölçüm testinde Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde bulunan Biolin Scientific cihazı kullanılmıştır. Her kumaş örneği için 3 tekrar yapılarak temas açısı ölçülmüş ve damla hacmi 0,3-0,4 µL aralığında damlatılmıştır.

2.3.3 Hidrostatik Basınç Testi

Bu test T375 Hydrostatic Head Tester cihazında ISO 811 standardına göre gerçekleştirilmiştir.

2.3.4 Adhezyon Testi

Her tip kumaş için tam ende 1 metre üzerinden diagonal olarak 5'er adet atkı ve çözgü yönündeki kumaşlar ile ISO 2411 standardına göre Zwick Roell Z010 cihazında adhezyon testi uygulanmıştır. Ölçüm uzunluğu 75 mm, test hızı ise 100 mm/dakika'dır.

2.3.5 Su Buharı Direnci Testi

BS EN ISO 11092:2014 standardına göre numune hazırlanarak Permatest cihazında 3 tekrarlı olarak test işlemi gerçekleştirilmiştir. Kumaşın iki yüzü arasındaki su buharı basınç farkı, gradyan yönünde birim alan başına ortaya çıkan buharlaşma ısı akışına bölünerek su buharı direnci (Ret) değeri hesaplanır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında kumaşlara yapılan performans testlerinin sonuçları değerlendirilmiştir. %100 poliester antistatik iplik ilaveli kumaşlardan laminasyon öncesi ve mikrogözenekli poliüretan film ile laminasyon işlemi sonrası 10 adet örnek elde edilmiştir. Kumaşlara uygunlanan spreyci testi sonrası elde edilen su iticilik değerleri Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5. Su iticilik değerleri

Kumaş Tipi		Yıkamasız	1 Yıkama	5 Yıkama	10 Yıkama
İşlem Görmüş Laminesiz Kumaşlar	SC kodlu kumaş	ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
	CS kodlu kumaş	ISO 5	ISO 5	ISO 5	ISO 5
Lamine Edilmiş 3 Katlı Kumaşlar	S kodlu kumaş	ISO 5	ISO 4	ISO 3	ISO 3
	SC kodlu kumaş	ISO 5	ISO 3	ISO 3	ISO 2
	CS kodlu kumaş	ISO 5	ISO 4	ISO 3	ISO 2

Tablo 5 incelendiğinde; laminesiz kumaşlarda yıkama işlemi yapılsa dahi su iticilik değerleri değişmezken, laminasyon işleminden sonra yıkama işleminin etkisi ile bu değerler düşmüştür.

Her tip kumaş için 3 tekrarlı olarak yapılan temas açısı test sonuçlarının ortalaması Tablo 6'da belirtilmiştir.

Tablo 6. Temas açısı değerleri

Kumaş Tipi		Yıkamasız	1 Yıkama	5 Yıkama	10 Yıkama
İşlem Görmüş Laminesiz Kumaşlar	S kodlu kumaş	159,61°	159,90°	157,04°	156,86°
	SC kodlu kumaş	161,12°	157,47°	163,09°	143,81°
	CS kodlu kumaş	156,96°	167,34°	160,76°	149,69°
Lamine Edilmiş 3 Katlı Kumaşlar	S kodlu kumaş	161,27°	131,10°	119,66°	123,04°
	SC kodlu kumaş	153,59°	124,33°	128,32°	116,98°
	CS kodlu kumaş	161,66°	124,33°	132,66°	125,21°

Tablo 6'ya göre; laminesiz kumaşlar için yıkama işleminin temas açısını etkilemediği söylenebilir. Lamine kumaşlar için ise; yıkanmamış kumaşların temas açısı ortalaması yıkanmamış kumaşlardan daha yüksek çıkmıştır. Bu kumaşlarda yıkama sonrası su iticilik değeri düştüğü için temas açısı değerinin de yıkamadan sonra düşmesi beklenebilecek bir sonuçtur.

Yıkamasız lamine kumaşlar için hidrostatik basınç testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Bununla birlikte, test sırasında kumaşlar cihaza gerildiği plakaların arasından sızdırma yaptığı için yıkama yapılan kumaşlardan ölçüm alınamamıştır. Ancak çıkan sonuçlar ISO 13795 standardına göre yüksek performanslı tıbbi tekstillerin kritik bölgeleri için olan sınır 1000 mm H₂O'nun üzerinde olduğu için istenilen değeri karşılamakta, su geçirmez sayılabilmektedir. Filmlü yapılarda su geçiriminin kolay olmadığı, filmin tek başına su geçirmezlik değerinin 7000 mmH₂O olabildiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 7. Yıkamasız kumaşlarda hidrostatik basınç testi sonuçları

Kumaş Tipi	Hidrostatik Basınç Değeri (mmH ₂ O)
S kodlu kumaş	3080
SC kodlu kumaş	3240
CS kodlu kumaş	3460

Laminasyon sonrası yapışma etkinliğinin incelenmesi üzerine yapılan adhezyon testinin sonuçları, yıkama öncesi ve yıkamalar sonrası olmak üzere 5 tekrarın ortalaması alınarak, Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Adhezyon testi sonuçları

Kumaş Tipi		Yıkamasız	1 Yıkama	5 Yıkama	10 Yıkama
S kodlu kumaş	Çözümlü yönünde	15,7 N	15,2 N	17,2 N	14,6 N
	Atkı yönünde	14,5 N	16,2 N	12,9 N	13,2 N
SC kodlu kumaş	Çözümlü yönünde	16,4 N	17,7 N	18,0 N	16,9 N
	Atkı yönünde	16,0 N	14,3 N	14,9 N	12,7 N
CS kodlu kumaş	Çözümlü yönünde	15,5 N	16,1 N	18,4 N	15,3 N
	Atkı yönünde	15,4 N	14,3 N	13,7 N	14,2 N

Tablo incelendiğinde; her kumaş tipini kendi arasında yıkama öncesi ve yıkamalar sonrası olarak karşılaştırdığımızda kuvvet değerleri arasında önemli değişiklikler görülmemektedir. Laminasyonda ortalama 15 g/m² yapışkan aktarımı gerçekleştirilmiş olmasına rağmen tam olarak homojen dağılamadığından bölgesel olarak 14 ile 16 g/m² olacak şekilde değişebilmektedir. Bu değişimin elde edilen sonuçlar arasındaki farklılığın sebebi olduğu düşünülebilir.

Ayrıca, su iticilik bitim işlemi sonrası laminasyon, su iticilik+korona deşarj işlemleri sonrası laminasyon ve korona deşarj+su iticilik işlemleri sonrası laminasyon olarak karşılaştırılma yapılmak istendiğinde; kuvvet değerlerinin ortalamaları arasında önemli değişiklikler görülmemiştir. Dolayısıyla; korona deşarj işleminin bu çalışmada etkisinin görülmediği söylenebilmektedir. Kumaşın düşük gramajlı ve ince iplikli yapısından dolayı korona şartlarının arttırılması gerçekleşmemiştir. Daha ağır kumaşlara, daha yüksek güç (amper) ile uygulanırsa korona etkisinin daha belirgin şekilde görülebileceği ön görülmektedir. Su buharı direnci test sonuçları ise, laminasyon öncesi ve laminasyon sonrası 3 tekrarların ortalaması alınarak Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Su buharı direnci test sonuçları (Ret) (m².Pa/W)

Kumaş Tipi		1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar	Ortalama
Ham Kumaş		0,87	0,86	0,92	0,88
İşlem Görmüş Laminesiz Kumaşlar	S kodlu kumaş	0,92	0,96	0,94	0,94
	SC kodlu kumaş	0,96	0,95	1,01	0,97
	CS kodlu kumaş	1,14	-	-	1,14
Lamine Edilmiş 3 Katlı Kumaşlar	S kodlu kumaş	18,72	18,25	18,36	18,44
	SC kodlu kumaş	21	21,2	21,14	21,11
	CS kodlu kumaş	19,39	19,4	19,4	19,37

Tablo 9'da görüldüğü üzere; laminasyon öncesi kumaşların su buharı direnci çok düşükken laminasyon sonrası dirençleri artmıştır. Lamine kumaş üç katmanlı ve ortasında film bulunduran bir yapı olduğu için su buharı direnci yükselmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, cerrahi giysi olarak üretilmesi hedeflenen %100 poliester lamine bir kumaşın laminasyon işlemi öncesi su iticilik bitim işlemi ve fiziksel bir yüzey modifikasyon işlemi olan korona deşarj işlemi uygulandıktan sonra yapıştırma etkinliğinin geliştirilmesi araştırılmıştır. Oluşturulan üç katmanlı lamine kumaşın bir yüzü su itici iken diğer yüzü işlem uygulanmamış kumaştır. Böyle bir kumaş oluşturmanın amacı cerrahi giyside kumaşın ön yüzü kan, su gibi sıvı maddelere karşı bariyer görevi yaparken, arka yüzü de ter emicilik gibi farklı bir bitim işlemine uygun konfor özelliği geliştirilmiş bir ürün tasarlamaktır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen performans testleri sonuçları tıbbi tekstiller alanında böyle bir üç katmanlı yapının bu amaçlar için oluşturulabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda, korona deşarj işlemi uygulamasının bu tip kumaşlar için etkisinin olmadığı ve korona akımı

artırıldığında bu kumaşların zarar görmesi nedeniyle bu işlemin daha ağır gramajlı kumaşlar için uygulanırsa etkisinin görülebileceği sonucunu çıkarılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, sanayi ortaklı bitirme projeleri kapsamında medikal tekstil pazarında büyümeyi hedefleyen Sun Tekstil Ar-Ge Merkezi ile ortak olarak yapılmıştır. Desteklerinden dolayı Sun Tekstil'e çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Textile Terms and Definitions, 9th ed., Textile Institute, ed. Beech, S. R., Manchester, Textile Institute, 1991.
- [2] Emek, A. ve Kuyumcu, O., (2008), Teknik Tekstiller, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.
- [3] Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T. ve Tarakçıoğlu, I., (2007), Teknik Tekstiller ve Kullanım Alanları (Bölüm 1), Tekstil ve Konfeksiyon, 2, 79-82.
- [4] William, J. T., (2018), Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing, Woodhead Publishing, Elsevier.
- [5] Armağan, O. G., (2007), Farklı Lif Tipleriyle Üretilen Lamine Kumaşların Performanslarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [6] Fung, W., (2002), Coated and Laminated Textiles, 1st Edition, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC.
- [7] Giesmann, A., (2012), Coating Substrates and Textiles, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [8] Sular, V. ve Bulut, Y., (2015), Kaplama ve Laminasyon Teknikleri ile Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri ve Performans Testleri, Tekstil ve Mühendis, Sayı: 70-71, 5-16.
- [9] Sular, V., (2021), Teknik Tekstillere Uygulanan Performans Testleri, Ders Notu, Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği, İzmir.
- [10] Sivri, Ç., (2008), Membranla Lamine Edilmiş Nefes Alabilir Kumaşların Konfor Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [11] Wang, Z. ve ark., (2019), Effect of Polyethylene Film Lamination on the Water Absorbency of Hydrophilic-finished Polypropylene Non-Woven Fabric, Fibers and Polymers, Vol. 20, No:7, 1404-1410.
- [12] Knizek, R., Karhankova, D., Bajzık, V., Jırsak, O., (2019), Lamination of Nanofibre Layers for Clothing Applications. Fibres&Textiles in Eastern Europe, Vol. 27, 1 (133).
- [13] Fabbri, P., Messori, M., (2017), Surface Modification on Polymers: Chemical, Physical, and Biological Routes, University of Bologna, Bologna, Italy.
- [14] Parvinzadeh, M., (2013), Surface Modification of Synthetic Fibers to Improve Performance: Recent Approaches, Department of Textile, Islamic Azad University, Shahre Rey Branch, Tehran, Iran.

TAM FAKTÖRİYEL DENEYSEL TASARIM YÖNTEMİ İLE DOKU İSKELESİ TASARIMLARINDA ÖNE ÇIKAN PARAMETRELERİN LİF ÇAPI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Suzan ÖZDEMİR, Janset ÖZTEMUR, Hande SEZGİN, İpek YALÇIN ENİŞ
İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, Gümüşsuyu,
Beyoğlu, İstanbul
ozdemirsu@itu.edu.tr

ÖZET

Hedef dokuyu yapısal, mekanik, biyolojik ve topografik özellikleri açısından en iyi şekilde taklit ederek fonksiyonel bir doku iskelesi geliştirmek, doku mühendisliğinin başlıca amacıdır. Doku mühendisliği uygulamalarında biyomalzeme seçimi ve üretim parametreleri, mekanik özellikler, hücre etkileşimleri, biyouyumluluk, biyobozunurluk, anti-toksisite ve hücre gelişimi için temel yapının sağlanması açısından önemli role sahiptir. Bu çalışmada, elektro-lif çekim yöntemi ile PCL ve PLA polimerleri saf ve karışım halinde kullanılarak, düz ve döner toplayıcı üzerinde yüzeyler üretilmiş olup, karışım oranı ve toplayıcı seçiminin lif çapı üzerindeki etkileri tam faktöriyel deneysel tasarım yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, karışım oranının ve toplayıcı tipinin lif çapı üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Doku Mühendisliği, Elektro-lif Çekim, Tam Faktöriyel Tasarım

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF IMPORTANT PARAMETERS ON FIBER DIAMETER BY FULL FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN METHOD

ABSTRACT

The main goal of tissue engineering is to develop a functional tissue scaffold by mimicking the target tissue in terms of its structural, mechanical, biological, and topographic properties. In tissue engineering applications, biomaterial selection and production parameters have an important role in providing a substitute that can satisfy mechanical properties, cell interactions, biocompatibility, biodegradability, anti-toxicity, and cell growth. In this study, PCL and PLA polymers were used in neat and blended form to produce fibrous surfaces on flat and rotary collectors by the electrospinning method, and the effects of blend ratio and collector selection on fiber diameter were investigated with full factorial experimental design. Results showed that blend ratios and collector type were statistically effective on fiber diameter.

Keywords: Tissue Engineering, Electrospinning, Full Factorial Design

GİRİŞ

Doku mühendisliği; hasar gören dokunun işlevini onaran, koruyan veya iyileştiren biyolojik ikamelerin geliştirilmesine yönelik mühendislik ve yaşam bilimlerinin ilkelerini uygulayan disiplinler arası bir alandır [1]. İşlevsel bir doku üretmek için, tasarlanmış yapıların hücre dışı matrisi (ECM) taklit edebilmesi, dokuya oksijen ve besin sirkülasyonu sağlaması ve doku

yenilenmesi döneminde metabolik atıkları uzaklaştırabilmesi gerekir. Bu sebeple gelişmiş fonksiyonel üç boyutlu yapı iskeleleri üretmek doku mühendisleri için daimi bir çaba haline gelmiştir [2]. Yapı iskelelerinin klinik uygulamadaki kabulünü artırmak için, yalnızca teorik olarak değil, pratik uygulamada da rol oynayabilecek belirli yapısal, biyolojik ve mekanik özellikleri elde etmek esastır. Uygun bir iskele, hücre büyümesi, vaskülarizasyon, proliferasyon ve konak entegrasyonu için minimum gereksinimlerle vücut dokularını onarabilmeli ve mekanik dayanımı sağlayabilmeli, iyileşme süreci sırasında veya sonrasında doğal olarak bozularak yerini hedef dokuya bırakabilmelidir [3]. İskelenin başarısı, mekanik özellikler (ör. Young modülü), yapısal özellikler (ör. gözeneklilik), biyoyumluluk ve biyobozunurluk dahil olmak üzere bir dizi parametreye dayanır [4]. Bu özelliklerin eldesinde, malzeme seçimi ve üretim metodu büyük rol oynamaktadır [5]. Doğal biyobozunur polimerler, biyoyumluluk ve hücre aktivitelerinde oldukça başarılı olurken, sentetik polimerler, yüksek mukavemet ve kontrol edilebilir bozunma hızı gibi özellikleri ile öne çıkmaktadırlar. Her biyomalzemenin güçlü yönlerinin yanı sıra iyileştirilmesi gereken zayıf yönlerinin de bulunması, iki veya daha fazla polimerin karışım formunda kullanması gerekliliğini gündeme taşımaktadır [6]. Biyoyumlu bir polimer olan polikaprolakton (PCL), oldukça esnek yapısı ve rejenere doku gelişimine zaman tanıyacak biyobozunma süresine sahip olmasından dolayı doku mühendisliği uygulamalarında büyük rağbet görmektedir [7]. Diğer yandan, yüksek biyoyumluluğu ve üstün mekanik özellikleri sayesinde polilaktik asit (PLA) sıklıkla tercih edilen bir diğer biyomalzeme konumundadır [8]. Ancak, PCL'nin biyoyumluluğunun PLA'nınki kadar yüksek olmaması ve PLA'nın kırılabilir yapısı gibi nedenler bu iki malzemenin karışım formunu çekici kılmaktadır [9]. Biyomalzeme seçimi kadar yüzey üretim yöntemi ve parametreleri de doku iskelelerinin uygulanabilirliği açısından önem taşımaktadır. Elektro-lif çekim yöntemi, lif çapı ve gözenek boyutunun ayarlanabilir olması, basit mekanizması ve pek çok biyopolimerin kullanımına elverişliliği sayesinde sıklıkla tercih edilen bir yüzey üretim tekniğidir [10,11]. Ayrıca, farklı toplayıcı sistemlerinin modifikasyonu ile alternatif üç boyutlu yapıların üretimine elverişli hale gelmesi bu yöntemi spesifik uygulama alanları için de çekici kılmaktadır [12]. Öte yandan, yüzey morfolojisinin optimizasyonunda sıklıkla kullanılan düz toplayıcı sistemine kıyasla, tübüler formda üretime izin veren döner toplayıcı sistemlerinde elde edilen lif özellikleri farklılık gösterebilmektedir [13].

Bu çalışma kapsamında, elektro-lif çekim yöntemi kullanılarak, saf ve karışım halindeki PCL ve PLA polimerlerinden, hem düz toplayıcı hem de 5 mm çaplı döner toplayıcı üzerinde yüzeyler üretilmiş, elde edilen bu yüzeylerin morfolojileri, lif çapı ile birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca, toplayıcı tipi ile polimer karışım oranının lif çapı üzerindeki etkisi, tam faktöriyel deneysel tasarım yöntemi ile analiz edilmiş, ilgili faktörlerin ana etkileri ve ikili etkileşimleri irdelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada PCL (Mn 80,000) ve PLA (Mn 230,000) polimerleri ağırlıkça %8'lik kloroform/asetik asit/etanol (8/1/1 ağırlık oranında) çözelti sistemi kullanılarak saf ve karışım formda çözülmüşlerdir. Tüm polimerler ve kimyasallar Sigma Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından tedarik edilmiştir. PCL/PLA karışım oranları 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40,

50/50, ve 0/100 olarak belirlenmiştir. Solüsyonlar homojen bir karışım elde edebilmek için 4 saat boyunca manyetik karıştırıcı ile karıştırıldıktan hemen sonra elektro-lif çekim işlemine tabi tutulmuştur.

Metot

2.2.1 Yüzeylerin üretimi

Numuneler yatay besleme yönüne sahip elektro-lif çekim cihazı (Basic System – Inovenso, Türkiye) ile üretilmiştir. Düzlemsel ve tübüler numunelerin üretiminde düz ve döner toplayıcılardan faydalanılmıştır. Saf ve karışım polimer solüsyonları 10 ml'lik plastik şırınga pompası kullanılarak 3-5 ml/sa besleme hızı ile aralarındaki mesafe 20 cm olan 0,6 mm iç çaplı iğne ucu ile toplayıcı arasında 12 ± 2 kV'lık voltaja maruz bırakılmışlardır. Üretimler 20 ± 2 °C sıcaklıkta ve $35 \pm 10\%$ bağıl nem altında gerçekleştirilmiştir. Üretim süresi, yeterli duvar kalınlığı elde edilebilmesi açısından 1,5 saat olarak belirlenmiştir. Numune kodları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Numune kodları ve detayları

Numune kodları	Toplayıcı tipi	PCL/PLA karışım oranı
PCL_100_D	Düz	100/0
PLA_100_D	Düz	0/100
PCLPLA_90_D	Düz	90/10
PCLPLA_80_D	Düz	80/20
PCLPLA_70_D	Düz	70/30
PCLPLA_60_D	Düz	60/40
PCLPLA_50_D	Düz	50/50
PCL_100_T	Döner	100/0
PLA_100_T	Döner	0/100
PCLPLA_90_T	Döner	90/10
PCLPLA_80_T	Döner	80/20
PCLPLA_70_T	Döner	70/30
PCLPLA_60_T	Döner	60/40
PCLPLA_50_T	Döner	50/50

2.2.2 Lif çaplarının ölçülmesi

Yüzeylerdeki lif çaplarının analizi, taramalı elektron mikroskobu (SEM, TESCAN - VEGA3) kullanılarak elde edilen görseller üzerinden Image J Yazılım Sistemi (sürüm 1.8.0) ile ölçülmüş olup her numune grubu için 3'erli tekrar halinde 50 farklı lifin ortalama lif çapları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.3 Deneysel tasarım

Bu çalışmada, iki faktörün lif çapları üzerindeki etkisini analiz etmek için genel tam faktöriyel tasarım yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel analiz için Minitab 16 İstatistiksel Analiz programından faydalanılmıştır. Farklı seviyeli iki parametre olduğu için genel tam faktöriyel tasarım seçilmiştir.

İncelenen parametreler ve seviyeleri Tablo 2'de verilmiştir. Faktör olarak polimer karışım oranı ve toplayıcı tipi seçilmiş olup, lif çapı yanıt olarak belirlenmiştir. Tablo 2'de gösterildiği gibi, polimer karışım oranı 7 seviyeli, toplayıcı tipi ise 2 seviyelidir. Parametrelerin önemi ANOVA analizi ile belirlenmiştir. Deney tasarımı, parametre düzeylerinin tüm olası kombinasyonlarını içermektedir. Minitab yazılım programı tarafından sağlanan genel tam faktöriyel tasarım düzeninde bu çalışmada tek tekrar için, 14 adet deney çalışması yapılması gerekmektedir. Çalışma kapsamında üç tekrarlı faktöriyel deney yapıldığı için; deneysel tasarım düzeninde 42 (2x7x3) deney yapılmıştır.

ANOVA analizinde, önerilen deneysel modelin iyi tahmin edilip edilmediğini değerlendirmek için belirlilik katsayısı (R-sqr) ve düzeltilmiş belirlilik katsayısı (R-adj) değerleri hesaplanmıştır [14]. Önerilen modelin parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlılığı, %95'lik güven aralığında değerlendirilmiş olup p değeri 0,05'ten küçük olan faktörlerin yanıt üzerinde etkili olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 2. Deney tasarımında kullanılan parametreler ve seviyeler

	Seviyeler						
Parametreler	1	2	3	4	5	6	7
PCL/PLA karışım oranı	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	0/100
Toplayıcı tipi	Düz	Döner					

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Lif çapı analizi

Numunelerden 3 tekrar halinde ölçülen lif çapı sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Düz toplayıcı kullanılarak üretilen numune grubunda en düşük lif çapı PCL_100_D numunesi ile elde edilirken, döner toplayıcı kullanılarak üretilen numune grubunda en düşük lif çapı PCL_100_T numunesinde gözlemlenmiştir. Öte yandan, her iki grupta da saf PLA kullanılan numuneler en yüksek lif çaplarına sahiptir. PCL/PLA karışım numunelerinin lif çapları değerlendirildiğinde PLA oranının artmasıyla birlikte lif çaplarında artış gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, kullanılan PLA polimerinin PCL polimerinden daha yüksek bir moleküler ağırlığa sahip olmasıdır. Bu polimerler farklı moleküler ağırlıklara sahip olduklarından, saf ve karışım numunelerin ortalama lif çapları birbirinden farklıdır. Daha yüksek moleküler ağırlığın çözelti viskozitesinde artışa neden olduğu ve bu durumun elektro-lif çekim işleminde lif çaplarının artmasına neden olduğu bilinmektedir [15,16,17]. Sonuç olarak yapıya PLA ilavesi ile lif çapları artarken üretilen yüzeyler daha homojen hale gelmiştir.

Öte yandan, her grupta aynı bileşime sahip numunelerin lif çapları birbirleriyle karşılaştırıldığında toplayıcı tipinin etkisi oldukça açıktır. Düz toplayıcı yerine döner toplayıcı kullanıldığında lif çaplarının azaldığı gözlenmiştir. Bu durum, döner toplayıcının rotasyon hareketi ve hızı nedeniyle liflerin çekim işlemine maruz kalması ile açıklanabilir [18].

Tablo 3. Lif çapları

Numune kodu	Ortalama lif çapı ± SS (µm)		
	1. ölçüm	2. ölçüm	3. ölçüm
PCL_100_D	1.349 ± 0.838	1.297 ± 0.643	1.358 ± 0.534
PCLPLA_90_D	1.401 ± 0.483	1.368 ± 0.546	1.435 ± 0.645
PCLPLA_80_D	1.476 ± 0.484	1.442 ± 0.533	1.497 ± 0.456
PCLPLA_70_D	1.553 ± 0.504	1.496 ± 0.645	1.564 ± 0.657
PCLPLA_60_D	1.649 ± 0.448	1.638 ± 0.546	1.667 ± 0.345
PCLPLA_50_D	1.670 ± 0.725	1.663 ± 0.657	1.693 ± 0.647
PLA_100_D	1.884 ± 0.681	1.798 ± 0.746	1.891 ± 0.738
PCL_100_T	1.125 ± 0.600	1.098 ± 0.567	1.139 ± 0.456
PCLPLA_90_T	1.169 ± 0.486	1.135 ± 0.498	1.210 ± 0.474
PCLPLA_80_T	1.273 ± 0.373	1.257 ± 0.355	1.302 ± 0.435
PCLPLA_70_T	1.356 ± 0.452	1.338 ± 0.647	1.379 ± 0.526
PCLPLA_60_T	1.409 ± 0.570	1.381 ± 0.857	1.445 ± 0.635
PCLPLA_50_T	1.481 ± 0.723	1.459 ± 0.689	1.513 ± 0.710
PLA_100_T	1.759 ± 0.680	1.713 ± 0.740	1.776 ± 0.650

İstatistiksel analiz

Minitab tarafından sağlanan ANOVA analizinin sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. SS ve p değerleri, karışım oranının ($p=0.000<0.05$), toplayıcı tipinin ($p=0.000<0.05$) ve bu iki parametre arasındaki ikili etkileşimin ($p=0.021<0.05$) lif çapı değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu doğrulamıştır.

Analysis of Variance for Lif çapı, using Adjusted SS for Tests

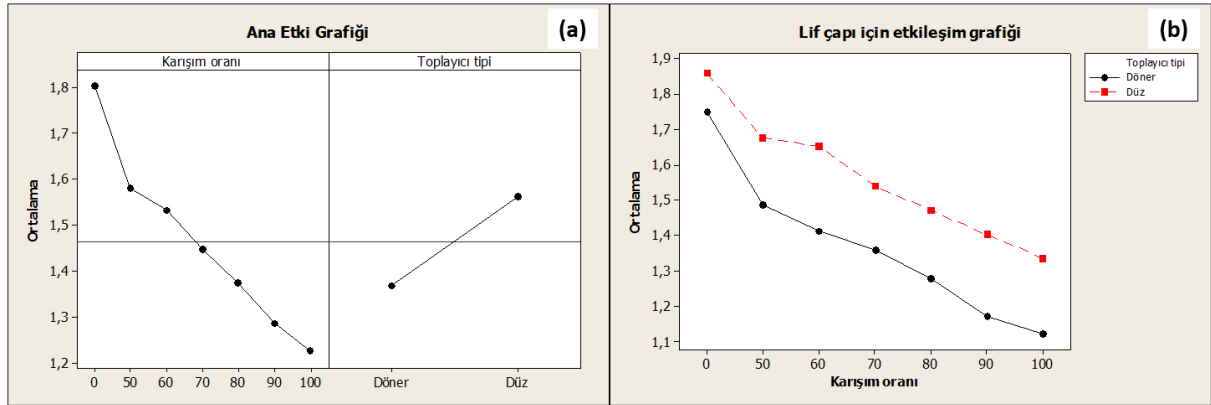
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Karışım oranı	6	1,37357	1,37357	0,22893	245,24	0,000
Toplayıcı tipi	1	0,39479	0,39479	0,39479	422,92	0,000
Karışım oranı*Toplayıcı tipi	6	0,01699	0,01699	0,00283	3,03	0,021
Error	28	0,02614	0,02614	0,00093		
Total	41	1,81149				

S = 0,0305528 R-Sq = 98,56% R-Sq(adj) = 97,89%

Şekil 1. ANOVA analizi ile elde edilen sonuçlar (serbestlik dereceleri, kareler toplamı, ortalama kareler, F ve p değerleri, R-kareler)

Karışım oranları aynı seviyede tutulduğunda lif çapı değerleri kullanılan toplayıcı tipine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, PCL/PLA karışım oranı seviyesi 50/50 olarak tutulduğunda, düz toplayıcı tipi seviyesinde 1.670 µm'lik bir lif çapına sahip olan yüzeyin, döner toplayıcı kullanıldığında 1.481 µm'lik bir lif çapına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Diğer karışım oranları için de lif çapı değerleri incelendiğinde aynı durum gözlenmekte, bu durum toplayıcı tipinin lif

çapı üzerindeki etkisini gözler önüne sermektedir. Toplayıcı tipi aynı seviyede tutulup farklı karışım oranlarının lif çapı üzerindeki etkisi incelendiğinde de aynı durum söz konusudur. Örneğin toplayıcı tipi seviyesi olarak düz toplayıcı seçildiğinde, numunelerde PLA polimer oranlarının artmasıyla birlikte lif çapının arttığı gözlemlenmiştir. Döner toplayıcı tipinin seçildiği durumda ise yine PLA oranının artmasıyla birlikte lif çapı artmaktadır; dolayısıyla yanıt değerlerindeki değişimin karışım oranlarının seviyeleri ile de doğrudan ilişkili olduğu kolaylıkla gözlemlenebilir. Parametrelerin ana etki ve ikili etkileşim grafikleri Şekil 2’de verilmiştir. İkili etkileşim grafiğine bakıldığında bir kesişim görülme de dağılım çizgilerinin birbirine paralel olmadığı anlaşılmakta bu da parametrelerin ikili etkileşiminin lif çapı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Lif çapları için ana etki grafikleri (a) ve etkileşim grafikleri (b)

SONUÇ

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular, karışım oranı ve toplayıcı tipinin lif çapı üzerinde etkili olduğunu göstermiş olup, yüzeylerde PLA oranının artması lif çapını arttırırken döner toplayıcı kullanılması lif çapının azalmasına neden olmuştur. İstatistiksel analiz sonucunda elde edilen p değerleri ve etkileşim grafikleri ile bu etkiler doğrulanmış olup, lif çapının kullanım alanına bağlı olarak optimize edilmesinin üretim parametrelerindeki değişikliklerle mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 121M309 no'lu Tübitak Projesi ve 43368 no'lu İTÜ Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmektedir.

REFERANSLAR

- Langer, R., & Vacanti, J. (2016). Advances in tissue engineering. *Journal of Pediatric Surgery*, 51(1), 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2015.10.022>
- Rahmati, M., Mills, D. K., Urbanska, A. M., Saeb, M. R., Venugopal, J. R., Ramakrishna, S., & Mozafari, M. (2021). Electrospinning for tissue engineering applications. In *Progress in Materials Science* (Vol. 117). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2020.100721>
- Eltom, A., Zhong, G., & Muhammad, A. (2019). Scaffold Techniques and Designs in Tissue Engineering Functions and Purposes: A Review. In *Advances in Materials Science and Engineering* (Vol. 2019). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2019/3429527>
- Mhanna, R., & Hasan, A. (2016). Introduction to Tissue Engineering. In *Tissue Engineering for Artificial Organs: Regenerative Medicine, Smart Diagnostics and Personalized Medicine* (Vols. 1–2, pp. 1–34). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/9783527689934.ch1>
- Wubneh, A., Tsekoura, E. K., Ayranci, C., & Uludağ, H. (2018). Current state of fabrication technologies and materials for bone tissue engineering. In *Acta Biomaterialia* (Vol. 80, pp. 1–30). Acta Materialia Inc. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2018.09.031>
- Karkan, S. F., Davaran, S., Rahbarghazi, R., Salehi, R., & Akbarzadeh, A. (2019). Electrospun nanofibers for the fabrication of engineered vascular grafts. In *Journal of Biological Engineering* (Vol. 13, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13036-019-0199-7>
- Mohamed, R. M., & Yusoh, K. (2015). A Review on the Recent Research of Polycaprolactone (PCL). *Advanced Materials Research*, 1134, 249–255. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1134.249>
- Yazdanpanah, A., Amoabediny, G., Shariatpanahi, P., & Nourmohammadi, J. (2014). *Synthesis and Characterization of Polylactic Acid Tubular Scaffolds with Improved Mechanical Properties for Vascular Tissue Engineering Human Nervous tissue engineering using Human Stem Cells View project magnetic bioactive glass drug delivery system for cancer hayperthermia View project*. <https://www.researchgate.net/publication/263853010>
- Sankaran, K. K., Krishnan, U. M., & Sethuraman, S. (2014). Axially aligned 3D nanofibrous grafts of PLA-PCL for small diameter cardiovascular applications. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 25(16), 1791–1812. <https://doi.org/10.1080/09205063.2014.950505>
- Cui, W., Zhou, Y., & Chang, J. (2010). Electrospun nanofibrous materials for tissue engineering and drug delivery. *Science and Technology of Advanced Materials*, 11(1), 014108. <https://doi.org/10.1088/1468-6996/11/1/014108>
- Ercolani, E., del Gaudio, C., & Bianco, A. (2015). Vascular tissue engineering of small-diameter blood vessels: Reviewing the electrospinning approach. In *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* (Vol. 9, Issue 8, pp. 861–888). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/term.1697>
- Kim, J. F., Kim, J. H., Lee, Y. M., & Drioli, E. (2016). Thermally induced phase separation and electrospinning methods for emerging membrane applications: A review. *AIChE Journal*, 62(2), 461–490. <https://doi.org/10.1002/aic.15076>

- Li, S., & Lee, B. K. (2021). Hydrodynamic and electrical interactions in electrospinning of polymer fibers over a liquid collector. *Journal of Applied Polymer Science*, 138(43). <https://doi.org/10.1002/app.51271>
- Ramlow, H., Marangoni, C., Motz, G., & Machado, R. A. F. (2022). Statistical optimization of polysilazane-derived ceramic: Electrospinning with and without organic polymer as a spinning aid for manufacturing thinner fibers. *Chemical Engineering Journal Advances*, 9, 100220. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100220>
- Koski, A., Yim, K., & Shivkumar, S. (2004). Effect of molecular weight on fibrous PVA produced by electrospinning. *Materials Letters*, 58(3–4), 493–497. [https://doi.org/10.1016/S0167-577X\(03\)00532-9](https://doi.org/10.1016/S0167-577X(03)00532-9)
- Oztemur, J., & Yalcin-Enis, I. (2021). Morphological analysis of fibrous webs electrospun from Polycaprolactone, polylactic acid and their blends in chloroform based solvent systems. *Materials Today: Proceedings*, 46(April), 2161–2166. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.638>
- Zhang, X., Kotaki, M., Okubayashi, S., & Sukigara, S. (2010). Effect of electron beam irradiation on the structure and properties of electrospun PLLA and PLLA/PDLA blend nanofibers. *Acta Biomaterialia*, 6(1), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2009.06.007>
- Yuan, H., Zhou, Q., & Zhang, Y. (2017). Improving fiber alignment during electrospinning. In *Electrospun Nanofibers* (pp. 125–147). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100907-9.00006-4>

KEVLAR® LİF ATIKLARI İÇEREN DİKİŞLİ/DİKİŞSİZ SANDVIÇ KOMPOZİTLERİN DARBE DAYANIMLARI

Gaye KAYA, Erdem SELVER, Arzu ATICI, Tebernuş DİNÇER

*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş
gkaya@ksu.edu.tr*

ÖZET

Sandviç kompozitler, mekanik performanslarının yanı sıra hafifliklerinden dolayı, gittikçe artan bir ilgiye sahip yapısal tasarımlardır. Ancak, sandviç kompozitlerin maliyetinin fazla olması ve darbe esaslı yüklemelerde delaminasyona uğrayarak yapısal bütünlüğünü kaybetmesi kullanımını sınırlayan unsurlar arasındadır. Tekstil sektöründeki hızlı büyüme, aynı oranda artan atık miktarına neden olmaktadır. Atıkların ekonomi ve çevre bakımından en uygun biçimde dönüşümü ise sürdürülebilir üretim için kaçınılmazdır. Bu çalışmada, atık (tarak altı telefi) Kevlar® lifleri ile takviye edilen poliüretan (PU) sert köpük/petekli karton çekirdek ve atık (kenar saçak) Kevlar® lifi/epoksi dış yüzeyden oluşan sandviç kompozitler geliştirilmiştir. Geliştirilen sandviç kompozitler düzlem-dışı dikiş ile takviye edilerek, dikişli ve dikişsiz sandviç kompozitlerin darbe dayanım özellikleri karşılaştırılmıştır. Dikişli sandviç kompozitler, dikişsiz sandviç kompozitlere kıyasla daha yüksek enerji absorpsiyonu göstermiştir. Sandviç kompozitlerin dikiş ile takviyesi, dış yüzey/çekirdek delaminasyonunu engelleyerek enerji absorpsiyonunu artırmıştır. Çekirdek yapıda Kevlar® lif takviyesi, sandviç kompozitlerde süneklikte artışa neden olmuştur. Kevlar® lif artış miktarı ile absorplanan darbe enerjisinin arttığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sandviç kompozit, Atık lif, Kevlar®, Dikiş, Darbe dayanımı.

IMPACT RESISTANCE OF KEVLAR® FIBER WASTE REINFORCED STITCHED/UNSTITCHED SANDWICH COMPOSITES

ABSTRACT

Sandwich composites are structural designs of increasing interest due to their lightness as well as their mechanical performance. However, the high cost of sandwich composites and the loss of structural integrity by delamination under impact load are among the factors limiting their use. The rapid growth in the textile sector causes an increasing amount of waste at the same rate. The most appropriate recycling of waste in terms of economy and environment is inevitable for sustainable production. In this study, sandwich composites consisting of a polyurethane (PU) rigid foam/honeycomb cardboard core reinforced with waste (combing waste) Kevlar® fibers and a waste (fabric edge) Kevlar® fiber/epoxy face sheets were developed. The developed sandwich composites were reinforced with through-the-thickness stitching, and the impact resistance of stitched and unstitched sandwich composites were compared. Stitched sandwich composites showed higher energy absorption compared to unstitched sandwich composites. Reinforcing sandwich composites with stitching prevented

face sheet/core delamination and increased energy absorption. The Kevlar® fiber reinforcement in the core structure caused an increase in ductility in the sandwich composites. It was concluded that the absorbed impact energy increased with the increase in Kevlar® fiber amount.

Key Words: Sandwich composites, waste fiber, Kevlar®, Stitching, Impact resistance.

1. GİRİŞ

Sandviç yapılar, bileşenlerinin sağladığı yüksek dayanım özelliklerinden dolayı yüksek performans gerektiren uygulamalarda tercih edilmektedir [1]. İki tabaka arasına, farklı bir formdaki farklı bir malzemenin yerleştirilmesi ile elde edilen yapılara sandviç kompozitler adı verilir [2]. Poliüretan (PU) ve polistiren (PS) köpük gibi malzemeler sandviç panel uygulamalarında tercih edilen çekirdek malzemelerindendir. Sandviç kompozitlerde tafting, dikiş ve Z-pin yöntemleri, dış yüzey ve çekirdek malzeme arasındaki zayıf ara/yüz özelliklerinin üstesinden gelmek ve/veya köpük esaslı çekirdek yapıları kalınlıkları boyunca güçlendirmek için kullanılır. Böylece, dış yüzey ve çekirdek yapı arasındaki kayma esaslı bozunmalar, polimerik esaslı yapıştırıcılara kıyasla çok daha güçlü bir birleştirme etkisi oluşturan dikiş ile minimize edilmektedir. Lascoup vd. [3], PU köpük çekirdek ve E-cam dış yüzey kumaşları, yapının kalınlığı boyunca açılmalı dikişle birleştirmiştir. Dikişin toplam panel ağırlığını artıran bir faktör olduğu düşünülse de, dayanım ve modül özelliklerinin dikişsiz panellerden daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Dikiş yoğunluğu ve dikiş genişliği gibi proses parametreleri sandviç performansında önemli etkenler olarak değerlendirilmiştir. Guan vd. [4], dikişsiz sandviç kompozitlerle, ortogonal ve açılmalı dikişli PVC çekirdek/S-cam/epoksi sandviçlerin balistik performansını karşılaştırmıştır. Dikişli sandviç kompozitlerin balistik performansının daha iyi olduğu ifade edilmiştir. Santhanakrishnan vd. [5], köpük çekirdek/cam kumaşı/epoksi sandviç kompozitlerin dikişli ve dikişsiz formlarının düşük hız darbe özelliklerini farklı enerji seviyelerinde araştırmıştır. Dikişin, sandviç panellerin balistik limitini, dikişsiz panellerden yaklaşık %60 daha fazla arttırdığı belirtilmiştir. Han vd. [6], 6, 12 ve 18 mm dikiş mesafeleri kullanılarak dikilen poliüretan köpük çekirdek/karbon dokuma dış yüzey/epoksi sandviç kompozitlerin darbe davranışını incelemiştir. Dikiş ipliğinin, hasar alanını azaltan ve nihai dayanımı arttıran, delaminasyon yayılımında çatlağın ilerlemesini durdurucu bir rol oynadığı ifade edilmiştir. Dikişli sandviç kompozitlerin daha fazla darbe yükünü taşıyabilecekleri, daha fazla darbe enerjisini absorpladıkları, daha düşük darbe hasarı gösterdikleri ve aynı darbe enerji seviyelerinde daha iyi darbe performansı sergiledikleri belirtilmiştir [7].

Bu çalışmada, atık (tarak altı telefi) Kevlar® lifleri ile takviye edilen poliüretan (PU) sert köpük/petekli karton çekirdek ve atık (kenar saçak) Kevlar® lifi/epoksi dış yüzeyden oluşan sandviç kompozitler geliştirilmiştir. Geliştirilen sandviç kompozitler düzlem-dışı dikiş ile takviye edilerek, dikişli ve dikişsiz sandviç kompozitlerin darbe dayanım özellikleri karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çekirdek Yapı Üretimi

Çekirdek yapıda, 20 mm hücre boyutunda ve 20 mm kalınlıkta petekli kartonlara, ağırlıkça farklı oranlarda (%0, %2, %5 ve %10) kırpıntı Kevlar® lifi ile takviye edilen PU köpük ile dolgu yapılmıştır. Tarak altı telefi Kevlar® lifleri, elyaf kesme makinesi (060 KCE/PLS, Kaym Makine, Türkiye) kullanılarak kırpıntı formuna dönüştürülmüştür. Kırpıntı Kevlar® liflerin ortalama lif boyu 9,20 mm, lif çapı ise 12,01 µm olarak ölçülmüştür. PU köpük bileşenlerinden polyol içerisine, kırpıntı Kevlar® lifinin ilave edilerek karıştırılması sağlanmıştır (Şekil 1). Karıştırma işlemi, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, mekanik karıştırıcı (Isolab, Almanya) ile 23±2°C’de, 500 rpm karıştırma hızında 5 dak. ön karıştırma sağlanmış, daha sonra karıştırma hızı kademeli bir biçimde 2000 rpm’e çıkarılarak bu hızda 15 dak. daha karıştırma işlemine devam edilmiştir. Karıştırma işleminin ikinci aşamasında, ultrasonik banyo (35 kHz, Isolab, Almanya) kullanılmıştır. Ultrasonik banyoda, 23±2°C’de 5 dak. karıştırma yapılmıştır. Son aşamada, bu karışıma izosiyanat ilavesi yapılarak karıştırmaya manuel olarak devam edilmiş ve köpük oluşumu sağlanmıştır.



Şekil 1. Polyol/kırpıntı Kevlar® karıştırma işlemi.

Kırpıntı Kevlar® lifi ile takviye edilen PU köpük, oda sıcaklığında petek karton yapıya eşit bir biçimde manuel olarak aktarılmıştır (Şekil 2). Hazırlanan kalıp, prese yerleştirilerek (Wermac® H501, Türkiye), oda sıcaklığında 6 bar basınç altında 45 dak. bekletilmiş ve çekirdek yapı üretimi tamamlanmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla, çekirdek yapıda PU/Kevlar dolgusu olmayan karton yapılar da kullanılmıştır.



Şekil 2. Çekirdek yapıların üretim aşamaları.

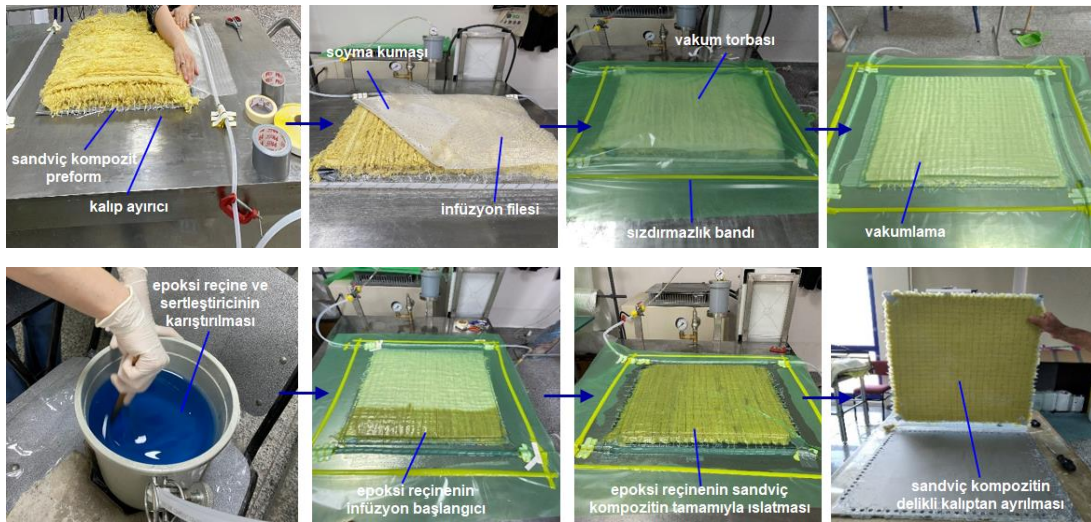
2.2. Sandviç Kompozit Üretimi

Kenar saçak Kevlar® atıkları ve çekirdek yapının birleştirilmesiyle sandviç kompozitler üretilmiştir. Kenar saçak Kevlar® lifleri 3000 denye ve atkı sıklığı 8 tel/cm'dir. Kenar saçaklar, ayrıca 12 tel/cm sıklığında polyester çözümlü iplikleri içermektedir. Saçak eni 65 mm olarak ölçülmüştür. Kenar saçakların serimi, geliştirilen lif serme mekanizması vasıtasıyla kalıp üzerine (50×50 cm'lik çerçevede, 2 cm aralıklı pinlere) $[0^\circ/90^\circ]_5$ oryantasyonda gerçekleştirilmiştir. Sandviç kompozitin dış yüzeylerinden alt yüzey kompozitini oluşturacak $[0^\circ/90^\circ]_5$ 'lik serim tamamlandıktan sonra, orta katmana çekirdek yapı yerleştirilmiştir. Sandviç kompozitin dış yüzeylerinden üst yüzey kompozitini oluşturacak $[0^\circ/90^\circ]_5$ 'lik serim, çekirdek yapı üzerinde gerçekleştirilmiş ve böylece tek bir çerçeve kullanılarak sandviç kompozit bileşenleri kompakt bir biçimde ortaya çıkartılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Sandviç kompozit preformunun üretim aşamaları.

Sandviç kompozit üretimi, vakum infüzyon (VARTM) yöntemi ile epoksi reçine ve sertleştirici (L160 reçine/H160 sertleştirici, 100/25) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 4). Kürleşme 50°C 'de 2 saat süreyle gerçekleştirilmiştir.



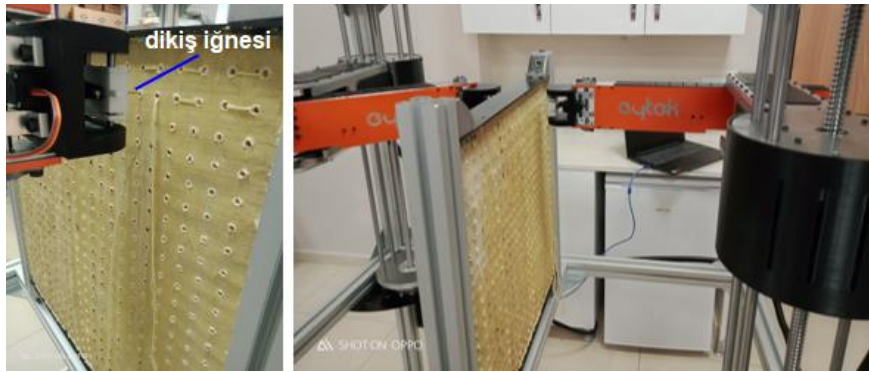
Şekil 4. Sandviç kompozitin infüzyon aşamaları.

Tablo 1'de, üretilen sandviç kompozitler tanımlanmıştır. Buna göre çekirdek yapıda, köpüksüz (NPU) ve %0 (PU0), %2 (PU2), %5 (PU5) ve %10 (PU10) kırpıntı Kevlar® takviyeli PU köpük

dolgulu petekli karton yapılar kullanılarak dikişsiz/dikişli (UC/SC) sandviç kompozitler üretilmiştir.

2.3. Robotik Dikiş

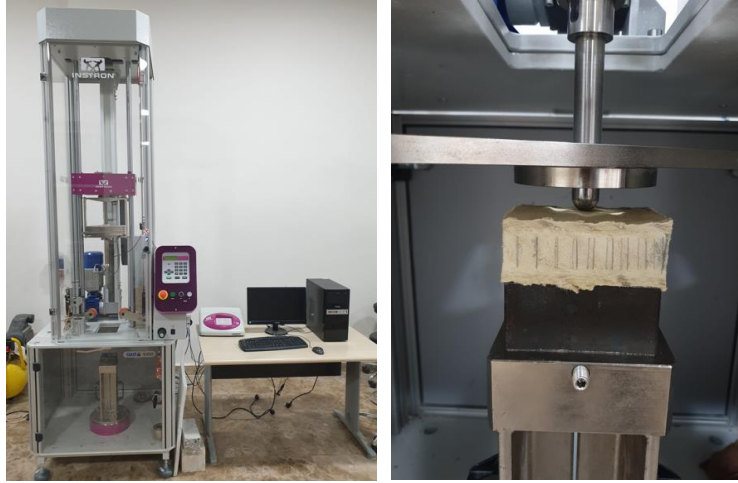
Sandviç kompozitlerin dikişli tipleri için, geliştirilen robotik dikiş mekanizması kullanılmıştır. Dikimi yapılacak 50×50 cm boyutundaki sandviç kompozitlere, CNC tezgah kullanılarak 20 mm aralıklarla 4 mm çapında delikler açılmıştır. Şekil 5'te gösterildiği gibi, dikimi yapılacak sandviç kompozit, robotik dikiş mekanizmasının ortasında bulunan çerçeveye yerleştirilerek dikey konumda sabitlenmiştir. Belirlenen dikiş eni ve dikiş adımına göre programlanan robot kolları, yazılımda belirlenen işlem adımlarına uygun olarak dikim işlemini gerçekleştirmektedir. Burada, delik kısmı ortasında bulunan ve bu sisteme özel tasarlanan dikiş iğnesine Kevlar® iplik (çözgü levendi atığı) geçirilmektedir. Dikimi tamamlanan sandviç kompozitlere el-yatırma rulosu vasıtasıyla epoksi reçine uygulanmıştır.



Şekil 5. Sandviç kompozitlerin robotik dikimi.

2.4. Darbe Dayanımı Testi

Sandviç kompozitlerin darbe dayanımı testi ASTM D7136-15 (2015) test standardına uygun olarak, Instron CEAST 9350 test cihazında, düşen ağırlık (drop-weight) test metoduna göre 100J enerji seviyesinde yapılmıştır (Şekil 6). Darbe testleri, her bir enerji seviyesi için her bir numuneden 3'er tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çapı 20 mm olan yarı-küresel geometride vurma ucu kullanılmıştır. Sandviç kompozitlerin boyutları 100×100 mm'dir. Darbe test numuneleri, 40 mm'lik dairesel deliğe sahip, üst ve alt kısmında sıkıştırma düzeneği bulunan çerçevenin arasına yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Darbe test cihazı ve test numunesinin çerçeveye yerleşimi.

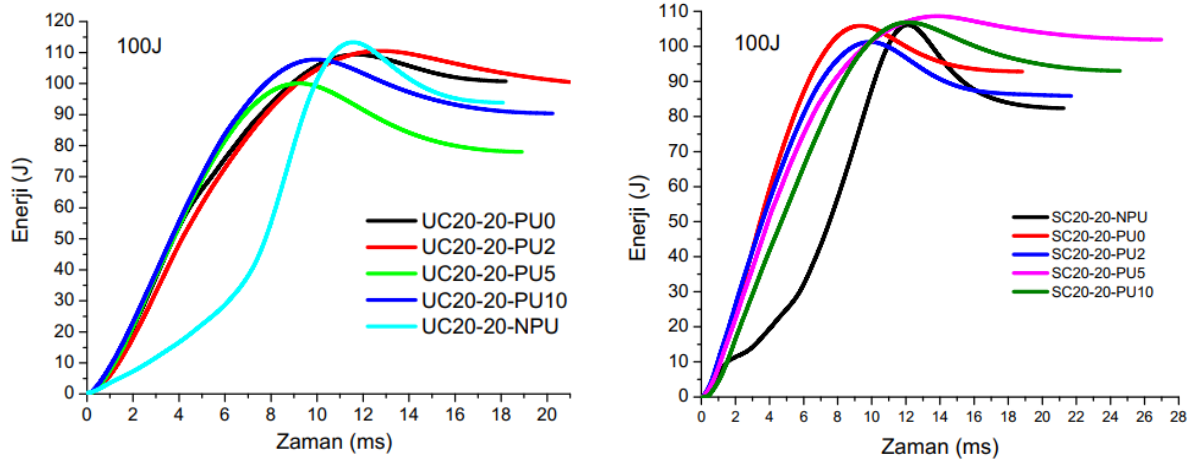
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 1’de, sandviç kompozitlerin darbe testi sonuçları verilmiştir. Kırpıntı lif içermeyen sandviç kompozitler daha yüksek darbe dayanım kuvveti göstermiştir. Ancak bu yapılar, darbe yükü altında daha az deformasyona sahip olmuştur, bu da lif ilavesi ile süneklikte bir artış olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 1. Sandviç kompozitlerin darbe testi sonuçları.

Sandviç kodu	Kırpıntı Kevlar® lif oranı (ağırlıkça, %)	Dikiş	Enerji absorpsiyonu (J)
UC20-20-NPU	Köpüksüz	-	92,85
UC20-20-PU0	0	-	92,27
UC20-20-PU2	2	-	95,95
UC20-20-PU5	5	-	84,67
UC20-20-PU10	10	-	89,58
SC20-20-NPU	Köpüksüz	Dikişli	83.89
SC20-20-PU0	0	Dikişli	90.98
SC20-20-PU2	2	Dikişli	95.58
SC20-20-PU5	5	Dikişli	100.28
SC20-20-PU10	10	Dikişli	95.68

Şekil 7’de, sandviç kompozitlerin enerji-zaman eğrileri verilmiştir. Enerji-zaman grafikleri incelendiğinde ise, özellikle dikişli sandviç kompozitlerde %2, %5 ve %10 lif içeren sandviç kompozitlerin diğer kompozitlerden daha yüksek enerji absorplama yeteneğine sahip olduğu görülmüştür. Lif artış miktarı ile absorplanan darbe enerjisinin arttığı söylenebilir. Dikişli sandviç kompozitler, dikişsiz sandviç kompozitlere kıyasla daha yüksek enerji absorpsiyonu göstermiştir.



Çekirdek kısmında sadece karton petek içeren dikişsiz (UC-20-20-NPU) numunesinin 100 J darbe kuvveti altında çekirdeğinde köpük bulunan yapılardan bir miktar daha yüksek çıkmıştır. Ancak, karton içeren sandviç kompozitin daha az enerji absorpladığı enerji-zaman grafiğinden görülebilmektedir. NPU yapılarıdaki zayıf çekirdek, darbe yükü altında ezilme göstererek yapı bütünlüğünü tamamen kaybetmiştir. Bu da, darbe yükünün üst yüzeydeki kompozit yapıdan doğrudan alt yüzeydeki kompozit yapıya iletilmesine neden olmuştur. Böylece, darbe yükünü iki katmanlı dış yüzey kompozit karşılamıştır. Ancak, sandviç kompozitten beklenen enerji absorpsiyonunu karşılayamamıştır. Aynı yapının dikişli olanında ise (SC-20-20-NPU), çekirdeğinde köpük bulunan yapılardan daha düşük enerji absorpsiyonu görülmüştür. Dikiş, zayıf yapıdaki karton çekirdeği takviye etmiştir.

Dikişli sandviç kompozitler, dikişsiz sandviç kompozitlere kıyasla daha yüksek enerji absorpsiyonu göstermiştir. En yüksek enerji absorpsiyonunu, %5 lif içeren dikişli sandviç kompozit (SC-20-20-PU5) göstermiştir. Sandviç kompozitlerin dikiş ile takviyesi, dış yüzey/çekirdek delaminasyonunu engelleyerek enerji absorpsiyonunu artırmıştır. Dikiş, sandviç kompozitte hasarı engelleyici ve geciktirici bir etki göstermiştir [7]. Dikiş takviyesinin hasar alanlarını azalttığı ve dikişsiz yapılara kıyasla sandviç kompozitlerin enerji absorpsiyonunu artırdığı görülmüştür [8, 9].

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, atık (tarak altı telef) Kevlar® lifleri ile takviye edilen poliüretan (PU) sert köpük/petekli karton çekirdek ve atık (kenar saçak) Kevlar® lifi/epoksi dış yüzeyden oluşan sandviç kompozitler geliştirilmiştir. Geliştirilen sandviç kompozitler düzlem-dışı dikiş ile takviye edilerek, dikişli ve dikişsiz sandviç kompozitlerin darbe dayanım özellikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar şunlardır:

Çekirdek yapıdaki kırıntı Kevlar® lif ilavesi ile sandviç kompozitlerin darbe yükü altında daha sünek bir davranış sergilediği görülmüştür.

Çekirdek yapıdaki kırıntı Kevlar® lif miktarı arttıkça absorplanan darbe enerjisinin arttığı söylenebilir.

Çekirdek yapıda sadece karton içeren sandviç kompozitin daha az enerji absorpladığı görülmüştür. Sandviç kompozitlerdeki zayıf çekirdek, darbe yükü altında ezilme göstererek yapı bütünlüğünün kaybedilmesine neden olmuştur.

Dikişli sandviç kompozitler, dikişsiz sandviç kompozitlere kıyasla daha yüksek enerji absorpsiyonu göstermiştir.

Sandviç kompozitlerin dikiş ile takviyesinin, dış yüzey/çekirdek delaminasyonunu engelleyerek enerji absorpsiyonunu artırdığı söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 219M172. Kevlar® lif atıklarının temininde desteklerini esirgemeyen Kipaş Tekstil'te teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Yang, P., Shams, S.S., Slay, A., Brokate, B., Elhajjar, R., (2015), Evaluation of Temperature Effects on Low Velocity Impact Damage in Composite Sandwich Panels with Polymeric Foam Cores, *Composite Structures*, 129, 213-23.
2. Ratwani, M. M., (2010), *Composite Materials and Sandwich Structures- A Primer*, Rto-En-Avt., 156, 1-16.
3. Lascoup, B., Aboura, Z., Khellil, K., Benzeggagh, M., (2006), On the Mechanical Effect of Stitch Addition in Sandwich Panel, *Composites Science and Technology*, 66, 1385-98.
4. Guan, Z.W., Aktas, A., Potluri, P., Cantwell, W.J., Langdon, G., Nurick, G.N., (2014), The Blast Resistance of Stitched Sandwich Panels, *International Journal of Impact Engineering*, 65, 137-45.
5. Santhanakrishnan, R., Samlal, S., Joseph Stanley, A., Jayalatha. J., (2018), Impact Study on Sandwich Panels with and without Stitching, *Advanced Composite Materials*, 27(2), 163-82.
6. Han, F., Yan, Y., Ma, J., (2018), Experimental Study and Progressive Failure Analysis of Stitched Foam-Core Sandwich Composites Subjected to Low-Velocity Impact, *Polymer Composites*, 39(3), 624-35.
7. Xia, F., Wu, X., (2010), Study on Impact Properties of Through-Thickness Stitched Foam Sandwich Composites, *Composite Structures*, 92(2), 412-21.
8. Martins, A.T., Aboura, Z., Harizi, W., Laksimi, A., Khellil, K., (2018), Analysis of the Impact and Compression After Impact Behaviour of Tufted Laminated Composites, *Composite Structures*, 184, 352-61.
9. Hartley, J.W., Kratz, J., Ward, C., Partridge, I.K., (2017), Effect of Tufting Density And Loop Length On The Crushing Behaviour Of Tufted Sandwich Specimens, *Composites Part B: Engineering*, 112, 49-56.

CAM İPLİĞİNDEN ATKILI ÖRME KUMAŞ VE PVC KÖPÜK ÖZ YAPISI KULLANILARAK YÜKSEK ÇARPMA DAYANIMLI SANDVIÇ KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ

M. Erdem İNCE, Rahime ÇULPAN, M. Batuhan ÇİMEN, Başak Kübra ARAS
Gaziantep Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Gaziantep
eince@gantep.edu.tr; meince@ncsu.edu

ÖZET

Bu çalışmada atkılı örme kumaş takviyeli, köpük özlü, sandviç kompozit malzeme üretilmiştir. Boru formunda üç boyutlu üretilen atkılı örme cam iplik kumaşlar PVC köpük malzemeye giydirilmiş ve bu öncül forma vakum infüzyon yoluyla polyester reçine emdirilmiştir. Karşılaştırma amaçlı olarak köpük yüzeylerinin dokuma kumaş ile güçlendirildiği kontrol numuneleri de üretilmiştir. Üretilen kompozit test numunelerine (20 ve 80 Joule olmak üzere) iki farklı enerji seviyesinde darbe dayanımı testi uygulanmıştır. Numunelerin sergiledikleri maksimum çarpma yükleri ve emdikleri çarpma enerjileri kayıt altına alınmıştır. Atkılı örme kumaş kullanımının sandviç kompozitin çarpma dayanımını nasıl etkilediği irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: cam ipliği, atkılı örme kumaş, köpük malzeme, sandviç kompozit malzeme, çarpma dayanımı.

PRODUCTION OF IMPACT-RESISTANT SANDWICH COMPOSITE MATERIAL FROM WEFT KNITTED GLAS YARN FABRIC AND PVC FOAM CORE STRUCTURE

ABSTRACT

Sandwich composite reinforced by weft-knitted fabric and PVC foam core was produced in this study. 3D tubular weft knitted glass yarn fabrics were dressed on PVC foam and the polyester resin was impregnated into this preform by vacuum infusion. For comparison purposes, control samples where the foam surfaces were reinforced with woven fabric were also produced. Impact strength test at two different energy levels (20 and 80 Joule) was applied to the composite specimens. The maximum impact loads and the absorbed impact energies were recorded. It was examined how the use of weft-knitted fabric affected the impact strength of the sandwich composite.

Keywords: glass yarn, weft-knitted fabric, foam material, sandwich composite material, impact resistance.

1. GİRİŞ

Sandviç kompozitler yapısal malzemelerde yüksek eğilme ve çarpma dayanımı sağladıkları için büyük ölçüde kullanılmaktadırlar. Sandviç kompozit malzemedede orta katman hafif ve hacimli, hücreli veya köpüklü yapı iken yüzeylerde lif takviyeli polimer kompozit malzeme

kullanılmaktadır. Yüzeylerde takviye malzemesi olarak genellikle dokuma kumaş kullanılmaktadır. Halbuki köpük veya hücreli öz yapıyı daha iyi sarma (örtme) açısından ve nihai ürünün çarpma performansı açısından atkılı örme kumaş kullanımının daha avantajlı olacağını yaptığımız literatür taraması işaret etmektedir. Bu çalışmada atkılı örme kumaşın dokuma kumaşa nazaran daha esnek ve üç boyutlu şekli kolayca alabilir özelliği ve daha yüksek çarpma enerjisini emebilir yapısı ön plana çıkarılarak yenilikçi, atkılı örme kumaş takviyeli, köpük özlü, sandviç kompozit malzeme tasarlanması planlanmıştır. Bu bağlamda boru formunda üç boyutlu üretilen atkılı örme cam iplik kumaşlar köpük malzemeye giydirilmiş ve bu öncül forma vakum infüzyon yoluyla boşluksuz ve havasız bir şekilde polyester reçine emdirilmiştir. Karşılaştırma amaçlı olarak köpük yüzeylerinin dokuma kumaş ile güçlendirildiği kontrol numuneleri de üretilmiştir. Üretilen dokuma ve atkılı örme kumaş takviyeli sandviç kompozit panellerinden 100x100 mm² boyutunda kesilen çarpma testi numunelerine fiziksel testler ve (20 ve 80 Joule olmak üzere) iki farklı enerji seviyesinde INSTRON® marka CEAST 9350 model tam teçhizatlı test cihazında serbest düşme kuleli çarpma (darbe dayanımı) testi uygulanmıştır. Numunelerin sergiledikleri maksimum çarpma yükü ve emdikleri çarpma enerjileri kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler detaylı istatistiksel analiz süreçlerine tabi tutulmuş ve atkılı örme kumaş kullanımının sandviç kompozitin fiziksel ve çarpma dayanımı özelliklerinde nasıl bir değişime neden olduğu gözler önüne serilmiştir. Atkılı örme kumaş kullanımı ile daha hafif ve daha yüksek çarpma dayanımlı sandviç kompozit malzeme geliştirilmesi planlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE KAYNAKÇA

Taşımacılık, denizcilik, havacılık ve uzay gibi günümüz modern endüstrileri hafif, mukavim, esnek, darbe/aşınma/çürüme dayanımlı ve hasar toleranslı ürünlere ihtiyaç duymaktadır. Ancak metal, seramik ve polimer gibi geleneksel malzemelerden birinin tek başına kullanılmasıyla ortaya çıkan ürün bu ihtiyacı karşılayamamaktadır. Bu ihtiyacı karşılama adına, farklı malzeme tiplerinin bir araya getirilmesi ile ortaya çıkan ve adına kompozit malzemeler denen yeni nesil malzeme grubu ön plana çıkmaktadır. Kompozit malzemede en az iki farklı malzeme grubu temsilcisi aynı çatı altında bir araya gelmekte ve her bir bileşen kendisinden beklenen özelliğini sergilemektedir [1-3]. Kompozit malzemeler grubunda lif takviyeli polimerler önemli bir paya sahiptir. Bu bağlamda kompozit malzemeye en tipik örnek fiberglastır. Fiberglasta sertleşmiş polyester reçine içine gömülü halde bulunan seramik temsilcisi cam lifleri malzemeye sertlik, elastik modül, mukavemet, çarpmaya karşı dayanım ve hasar toleransı sağlarken; lifleri çevreleyen polimer temsilcisi polyester reçine ise malzemeyi dış etkenlerden korumakta, uygulanan yükü etkin bir şekilde liflere transfer etmekte ve bütünleşik yapının hacimsel yoğunluğunu düşürmektedir. Lifler kesikli veya sonsuz uzunlukta, münferit olarak veya muhtelif tekstil kumaşlarına dönüştürülmüş yüzey formunda kompozit endüstrisi tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır [4-6].

Bu çalışmada atkılı örme kumaş tek bir parça halinde boru formunda üretilmiş ve bu üretilen boru kumaş köpük malzemeye giydirilmiştir. Böylece tek bir hamlede köpük öz yapısının hem alt hem de üst yüzeyi fit bir şekilde kumaşla örtülmüştür. Yani atkılı örme kumaşın üç boyutlu şekli kolayca alabilme avantajı kullanılmıştır. İkinci katman olarak üretilen boru formundaki kumaş da yine aynı şekilde köpük malzemeye giydirilmiştir. Böylece kısa bir sürede herhangi bir kıvrılma, katlanma, buruşma ve yırtılma olmaksızın istenilen kumaş gerginliğinde köpük

malzemenin yüzeyleri istenilen kalınlıkta kumaş istifi ile örtülmüştür. Üretilen bu üç boyutlu sandviç formun vakum infüzyon yolu ile polyester reçineyle birleştirilmesi neticesinde ise yenilikçi bir atkılı örme kumaş takviyeli sandviç kompozit üretilmiştir. Üretilen sandviç kompozit malzemenin yüksek seviyede çarpma dayanımı sergilemesi beklenmiştir. Nitekim literatür çalışmaları atkılı örme kumaş takviyeli kompozitlerin diğer tekstil kumaşları ile takviye edilen kompozitlerden daha iyi çarpma dayanımı sergilediğini göstermektedir [7-11]. Üretilen kompozit malzemede yer alan köpüğün de esnek (darbe sönümleyici) bir karakter sergilemesi atkılı örme kumaş ile beraber hareket etmesini sağlayıp ve iki bileşen arasında sinerji yaratarak son ürünün çarpma dayanımını (çarpma enerjisi emilimini) arttıracakı düşünülmüştür. Bu bağlamda üretilen atkılı örme kumaş takviyeli sandviç kompozitin muadil dokuma kumaş takviyeli sandviç kompozitten daha yüksek çarpma dayanımı sergilemesi beklenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında nominal numarası 136 tex, her bir lifinin çapı 9 mikron olan cam ipliği kullanılmıştır. Bu cam ipliğinden iki kat iplik, bölümümüz laboratuvarında bulunan Brother KH 868 marka, elle çalışan, 5E incelikte atkılı örme kumaş makinesine beslenmiştir [12]. Örme makinesinden boru formunda süprem düz kumaş mimarisinde kumaşlar üretilmiştir. Şekil 1’de atkılı düz örme makinemizde tüp formunda cam iplik kumaş örülürken çekilmiş fotoğraf görülmektedir.



Şekil 1. Atkılı düz örme makinesinde tüp formunda cam iplik kumaş üretilirken çekilmiş fotoğraf

İncelenmek üzere mercek altına alınan ilk faktör köpük malzemenin alt ve üst yüzeylerinde yer alacak kumaş tipidir. Bu faktörün alt seviyeleri olarak 3 kat dokuma kumaş ve 2 kat örgü kumaş olarak seçilmiştir. Bir diğer faktör ise çarpma enerjisidir. Çarpma enerjisi seviyesi olarak düşük ve yüksek seviyeler sırasıyla 20 Joule ve 80 Joule olarak seçilmiştir. Bu bağlamda geliştirilen deneysel çalışma planı Çizelge 1’de verilmektedir. Dokuma kumaş olarak alansal yoğunluğu 300 g/m² olan bezayağı cam iplikten dokuma kumaş tedarik edilmiştir.

Çizelge 1. Deneysel çalışma planı

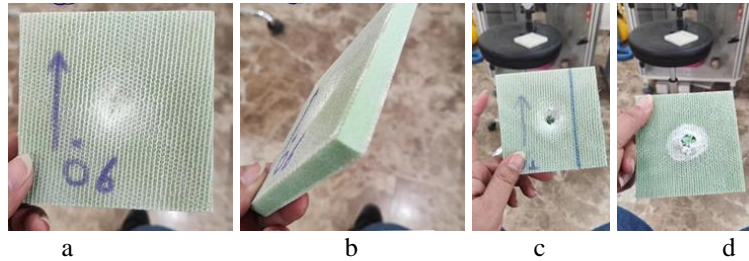
Takviye kumaşı tipi	Çarpma enerjisi seviyesi [J]
Örgü kumaş	20
Dokuma kumaş	80

Boru formunda iki kat cam ipliğinden örgü makinesinde 2 seviye gerginlik (kam) ayarında örülen kumaşlar köpük malzemeye giydirilmiştir. Kaç kat örgü kumaş giydirileceğine dokuma kumaş köpük kombinasyonu ile aynı kalınlığa ulaşma hedefi gözetilerek karar verilmiştir. PVC köpük malzemenin alt yüzeyine 3 kat dokuma kumaş, üst yüzeyine 3 kat dokuma kumaş

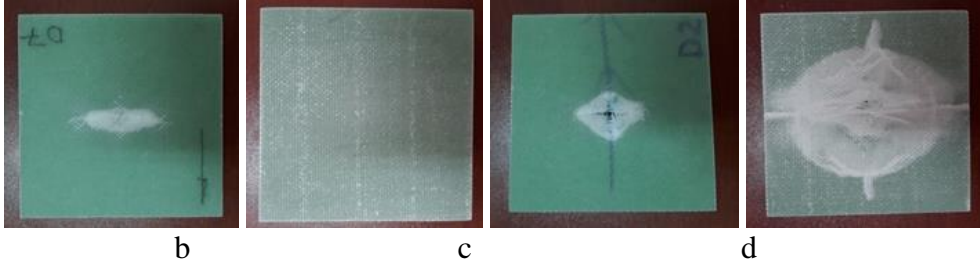
yerleştirildiğinde ulaşılan toplam kalınlığın, PVC köpük malzemeye iki defa örgü boru kumaş giydirildiğinde (köpük alt yüzeyinde iki kat örgü kumaş ve köpük üst yüzeyinde iki kat örgü kumaş kombinasyonunda) karşılaştırılabilir kalınlığa ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla dokuma kumaşa “3 kat dokuma kumaş+ PVC köpük + 3 kat dokuma kumaş” birleşimiyle çalışılırken, örgü kumaşa “2 kat örgü kumaş + PVC köpük + 2 kat örgü kumaş” birleşimiyle çalışılarak eşit kalınlığa ulaşılmıştır. Bu şekilde oluşturulan birleşim boğçaları vakum torbası içine yerleştirilmiştir. Vakum torbası içine reçine giriş ve çıkış hatlarını oluşturan spiral hortum yerleştirilmiştir. Spiral hortumların üzerine poliüretan vakum konektörleri yerleştirilmiştir. Konektörlere ise infüzyon hortumları bağlanmıştır. Reçine çıkış hortumu önce reçine kaçış kabına bağlanmıştır, reçine kaçış kabı ise vakum pompasına bağlanmıştır. Reçine girişi kapatılmış ve vakum pompası çalıştırılarak vakum torbasında her hangi bir kaçak olup olmadığı kontrol edilmiştir. Tamamen ıslatılan birleşimler bir gün süreyle reçine donma işlemine bırakılmıştır. Bir gün sonunda vakum infüzyon sarf malzemeleri sökülmüş ve kompozit paneller ortaya çıkarılmıştır. Üretilen kompozit panellerinden 100x100 mm² boyutunda darbe dayanımı test numuneleri CNC router makinesinde kesilmiştir. Kesilen darbe testi numunelerinin kenarları zımparalanmış ve numunelerin en, boy, kalınlık ve ağırlıkları ölçülerek istatistiksel analiz programına aktarılmıştır. Darbe testi numuneleri Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesine götürülerek orada bulunan INSTRON® marka CEAST 9350 model tam teçhizatlı serbest düşme test cihazında 20 ve 80 Joule enerji seviyelerinde darbe testine tabi tutulmuştur (Şekil 2). Darbe testi sonrası çekilmiş numune fotoğrafları ise Şekil 3 ve Şekil 4’de verilmektedir.



Şekil 2. Darbe dayanımı testi esnasında çekilmiş fotoğraflar



Şekil 3. Farklı (a ve b: 20 J, c ve d: 80 J) enerji seviyelerinde darbe testine maruz bırakılmış örgü kumaş takviyeli sandviç kompozitler

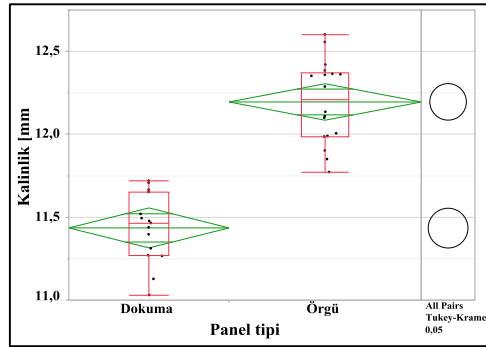


a b c d
Şekil 4. Farklı (a ve b: 20 J, c ve d: 80 J) enerji seviyelerinde darbe testine maruz bırakılmış dokuma kumaş takviyeli polimer matris sandviç kompozitler

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sandviç kompozit numunelerinin fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması

Şekil 5 ve Çizelge 2 üretilen kompozit panellerin kalınlığının karşılaştırılmasını göstermektedir. Örgü sandviç paneller dokuma sandviç panellerden istatistiki olarak anlamlı seviyede daha yüksek kalınlık sergilemiştir. Örgü kumaş yapısının gözenekli, hacimli ve üç boyutlu bir yapıya sahip olması kalınlığının da yüksek çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 5. Kompozit panellerinin kalınlığının karşılaştırılması

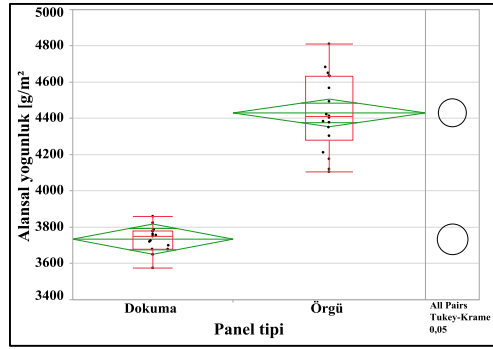
Not: Yeşil elmasların alt ve üst köşeleri arasındaki mesafe % 95 güven aralığını temsil etmektedir. Her bir panel tipi seviyesi için hesaplanan ortalama kalınlık değeri için bir adet karşılaştırma dairesi sağ taraftaki sütunda verilmektedir. Önemli seviyede birbirinden farklı olan ortalamaları temsil eden karşılaştırma daireleri ya kesişmemekte ya da hafifçe kesişmektedir.

Çizelge 2. Kompozit panellerinin kalınlığının karşılaştırılması

Özellik	Panel tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Kalınlık [mm]	Örgü	A	18	12,20	0,25	12,08	12,30	<0,0001
	Dokuma	B	15	11,44	0,21	11,32	11,56	

Not: Aynı alfabetik büyük harfle birleştirilmeyen seviyeler birbirlerinden önemli seviyede farklıdır ($\alpha = 0,05$). n: ölçüm sayısı, ort: ortalama, ss: standart sapma, AL: alt limit, ÜL: üst limit. Limitler % 95 güven seviyesine göre tesis edilmiştir. 0,05'den küçük olan p-değeri iki seviye arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu bir ifadesi olup kırmızıya boyanmıştır.

Şekil 6 ve Çizelge 3 kompozit panel tipinin kompozit malzemenin alansal yoğunluğuna etkisi göstermektedir. Kalınlıkta olduğu gibi örgü kompozit hacimli ve gözenekli yapısından kaynaklı olarak dokuma kompozitten daha fazla alansal yoğunluk sergilemiştir.

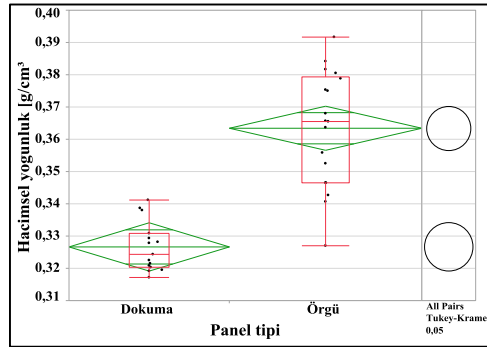


Şekil 6. Kompozit panellerinin alansal yoğunluğunun karşılaştırılması

Çizelge 3. Kompozit panellerinin alansal yoğunluğunun karşılaştırılması

Özellik	Panel tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Alansal yoğunluk [g/m ²]	Örgü	A	18	4430,39	203,98	4354,2	4506,6	<0,0001
	Dokuma	B	15	3734,30	71,88	3650,8	3817,8	

Şekil 7 ve Çizelge 4 kompozit panellerinin hacimsel yoğunluğunun karşılaştırılmasını göstermektedir. Kalınlık ve alansal yoğunluk sonuçlarına paralel olarak örgü sandviç kompozit dokuma sandviç kompozitten daha yüksek hacimsel yoğunluk sergilemiştir.



Şekil 7. Kompozit panellerinin hacimsel yoğunluğunun karşılaştırılması

Çizelge 4. Kompozit panellerinin hacimsel yoğunluğunun karşılaştırılması

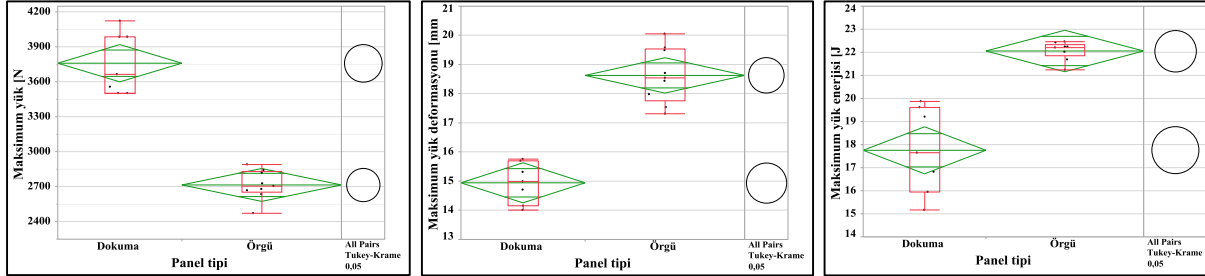
Özellik	Panel tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Hacimsel yoğunluk [g/cm ³]	Örgü	A	18	0,36	0,02	0,36	0,37	<0,0001
	Dokuma	B	15	0,33	0,01	0,32	0,33	

4.2. Sandviç kompozit numunelerinin darbe dayanımlarının karşılaştırılması

4.2.1. 20 J darbe enerjisi seviyesinde yapılan testlerin mukayesesi

20 J darbe enerjisi seviyesinde vurucu uç numuneyi tam olarak delememiş ve geri sekmiştir. Şekil 8 ve Çizelge 5 kompozit numunelerinin maksimum yük noktasında sergiledikleri performansların karşılaştırmasını göstermektedir. Dokuma kumaş takviyeli kompozit, örgü kumaş takviyeli kompozite nazaran istatistiki olarak anlamlı seviyede (yaklaşık % 38,5) daha yüksek maksimum yük sergilemiştir. Ancak örgü takviyeli kompozitler maksimum yük noktasına kadar daha çok deforme olarak daha fazla maksimum yük enerjisi emmişlerdir. Bu

sonuç örme kumaşın dokuma kumaşa nazaran daha fazla deformasyona izin veren yapısına atfedilmiştir.

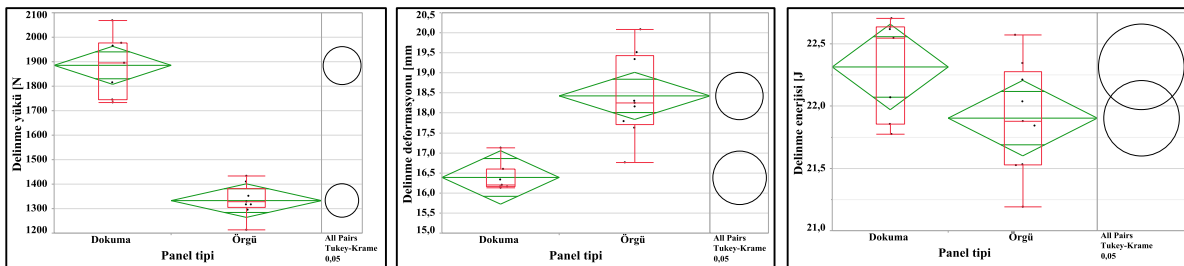


Şekil 8. Kompozit numunelerinin maksimum yük noktasında sergiledikleri performansların karşılaştırılması...

Çizelge 5. Kompozit panellerinin maksimum yük performanslarının karşılaştırılması

Özellik	Panel tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Maksimum yük [N]	Dokuma	A	7	3760,63	264,52	3516,0	4005,3	<0,0001
	Örgü	B	9	2715,64	125,53	2619,1	2812,1	
Maksimum yük deformasyonu [mm]	Örgü	A	9	18,63	0,94	18,02	19,23	<0,0001
	Dokuma	B	7	14,94	0,70	14,26	15,63	
Maksimum yük enerjisi [J]	Örgü	A	9	22,06	1,87	21,16	22,96	<0,0001
	Dokuma	B	7	17,75	0,39	16,73	18,77	

Şekil 9 ve Çizelge 6 kompozit numunelerinin delinme noktasında (gözlemlenen maksimum yükün yarıya düşüp vurucu ucun numuneye nüfuz ettiği (içine işlediği) noktada) sergiledikleri performansların karşılaştırmasını göstermektedir. Beklenildiği üzere dokuma kompozit örgü kompozite nazaran daha fazla delinme yükü sergilemiştir. Çünkü delinme yükü olarak doğrudan maksimum yükün yarısı esas alınmaktadır ve maksimum yük açısından dokuma kompozit örgü kompozite üstünlük sağlamıştır. Ancak delinme noktasında meydana gelen deformasyon açısından örgü kompozit dokuma kompozite istatistiki olarak anlamlı seviyede üstünlük sağlamıştır. Bu sonuç yine örgü kumaşın dokuma kumaşa nazaran daha esnek ve gerdirilebilir yapısına bağlanmıştır. Ancak delinme enerjileri incelendiğinde dokuma kompozitin örgü kompozite nazaran daha fazla delinme enerjisi sergilediği gözlemlenmiştir. Delinme enerjisi açısından iki kompozit panel tipi arasında istatistiki olarak anlamlı bir sonuca ulaşamamıştır (p-değeri > 0,05).

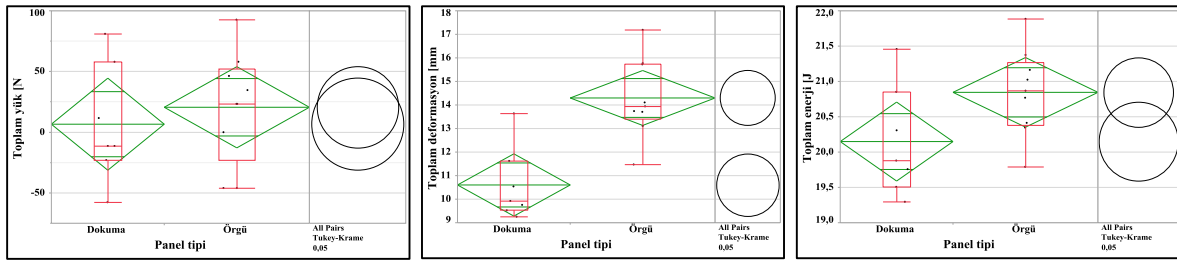


Şekil 9. Kompozit panellerinin delinme noktası performanslarının karşılaştırılması

Çizelge 6. Kompozit panellerinin delinme noktası performanslarının karşılaştırılması

Özellik	Kompozit tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Delinme yükü [N]	Dokuma	A	7	1885,27	126,49	1807,6	1963,0	<0,0001
	Örgü	B	9	1332,78	63,82	1264,3	1401,3	
Delinme deformasyonu [mm]	Örgü	A	9	18,42	1,04	17,84	19,01	0,0002
	Dokuma	B	7	16,39	0,36	15,72	17,06	
Delinme enerjisi [J]	Dokuma	A	7	22,32	0,40	21,97	22,66	0,0748
	Örgü	A	9	21,90	0,44	21,60	22,21	

Şekil 10 ve Çizelge 7, 20 J enerji seviyesinde kompozit panellerinde darbe testinin sona erdiği, vurucu ucun geri tepip (sekip), numune ile temasının kesildiği nokta (total nokta veya kopma noktası olarak da tabir edilen nokta, ölçülen yükün çok düştüğü ve bazen de çok düşük seviyelerde negatif ve pozitif değerler arasında gidip geldiği nokta) açısından performans karşılaştırmasını göstermektedir. Toplam yük performansı açısından iki panel arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak örgü panel toplam noktasında dokuma panele nazaran (istatistiki olarak anlamlı seviyede) daha çok deformasyon sergilemiştir. Toplam enerji açısından örme kompozit dokuma kompozitten daha yüksek enerji sergilemiştir. Ancak bu fark istatistiki olarak anlamlı bir seviyeye ulaşamamıştır.



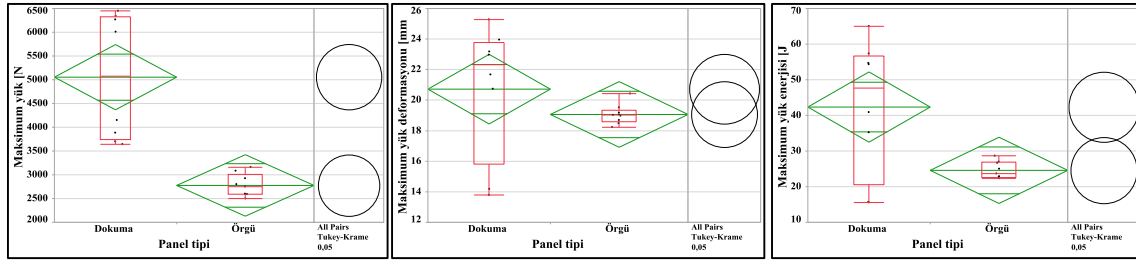
Şekil 10. Kompozit panellerinin toplam nokta performanslarının karşılaştırılması

Çizelge 7. Kompozit panellerinin toplam nokta performanslarının karşılaştırılması

Özellik	Kompozit tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Toplam yük [N]	Örgü	A	9	20,54	45,78	-12,89	53,98	0,5636
	Dokuma	A	7	6,60	48,04	-31,31	44,51	
Toplam deformasyon [mm]	Örgü	A	9	14,30	1,69	13,13	15,46	0,0005
	Dokuma	B	7	10,60	1,55	9,28	11,93	
Toplam enerji [J]	Örgü	A	9	20,84	0,62	20,35	21,34	0,0646
	Dokuma	A	7	20,15	0,77	19,59	20,71	

4.2.2. 80 J darbe enerjisi seviyesinde yapılan testlerin mukayesesi

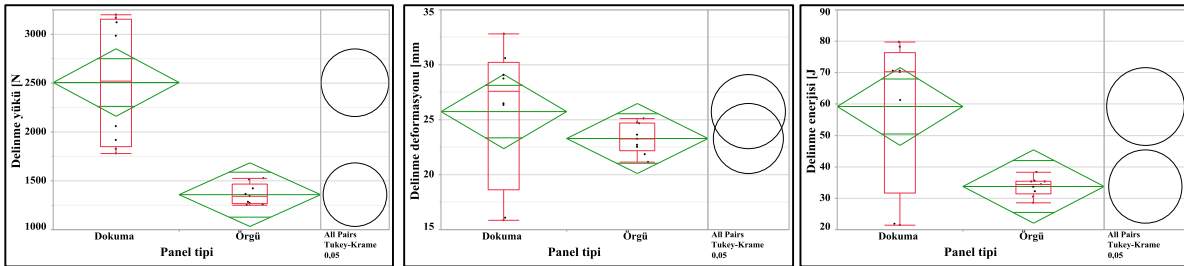
80 J enerji seviyesinde her iki panelde de tam delinme meydana gelmiştir. Şekil 11 ve Çizelge 8 maksimum yük noktası açısından iki panelin karşılaştırılmasını göstermektedir. Maksimum yük performansı açısından dokuma paneli örgü paneline açık ara bir üstünlük sağlamıştır. Benzer şekilde maksimum yük noktasındaki deformasyon açısından da dokuma panel örgü paneline üstünlük sağlamış ancak bu fark istatistiki olarak anlamlı bir seviyeye ulaşamamıştır. Diğer taraftan dokuma panel maksimum yük noktasına kadar örgü panelinden daha fazla enerji emmiştir.



Şekil 11. Kompozit numunelerinin maksimum yük noktasında sergiledikleri performansların karşılaştırılması
Çizelge 8. Kompozit numunelerinin maksimum yük noktasında sergiledikleri performansların karşılaştırılması

Özellik	Panel tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Maksimum yük [N]	Dokuma	A	8	5054,27	1310,00	4367,6	5740,9	0,0001
	Örgü	B	9	2775,99	234,97	2128,6	3423,4	
Maksimum yük deformasyonu [mm]	Dokuma	A	8	20,72	4,37	18,44	23,00	0,2770
	Örgü	A	9	19,06	0,64	16,91	21,21	
Maksimum yük enerjisi [J]	Dokuma	A	8	42,34	18,97	32,49	52,20	0,0136
	Örgü	B	9	24,58	2,35	15,29	33,87	

Şekil 12 ve Çizelge 9, 80 J darbe enerjisi seviyesinde yapılan testlerde delinme noktası performansı açısından numunelerin karşılaştırılmasını göstermektedir. Beklenildiği üzere dokuma panel örgü panelden daha yüksek delinme yükü sergilemiştir. Çünkü maksimum yükün yarıya düştüğü nokta delinme noktası olarak esas alınmıştır. Delinme deformasyonu açısından iki panel arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak dokuma panel delinme noktasına gelinene kadar örgü panelinden daha fazla enerji emmiştir.



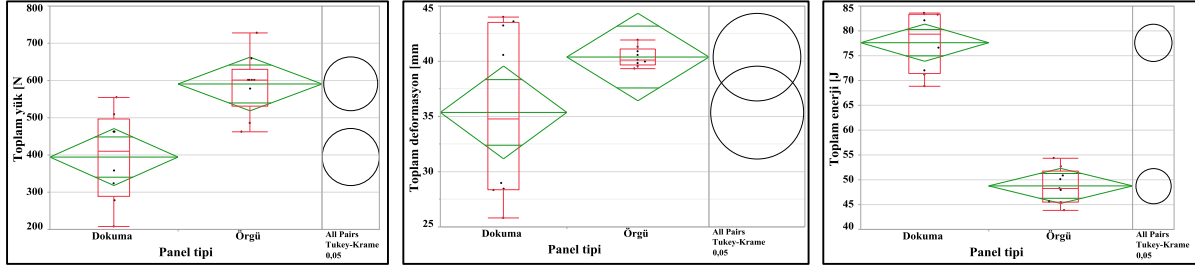
Şekil 12. Kompozit panellerinin delinme noktası performanslarının karşılaştırılması

Çizelge 9. Kompozit panellerinin delinme noktası performanslarının karşılaştırılması

Özellik	Kompozit tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Delinme yükü [N]	Dokuma	A	8	2506,19	661,11	2160,8	2851,6	0,0001
	Örgü	B	9	1358,46	107,03	1032,8	1684,1	
Delinme deformasyonu [mm]	Dokuma	A	8	25,74	6,39	22,37	29,12	0,2782
	Örgü	A	9	23,30	1,37	20,11	26,48	
Delinme enerjisi [J]	Dokuma	A	8	59,23	23,85	46,84	71,61	0,0061
	Örgü	B	9	33,75	2,92	22,07	45,23	

Şekil 13 ve Çizelge 10, 80 J enerji seviyesinde toplam nokta performansları açısından panellerin karşılaştırılmasını göstermektedir. Örgü paneli dokuma paneline nazaran daha yüksek toplam yük performansı sergilemiştir. Örgü panel dokuma panele nazaran daha fazla toplam deformasyon sergilese de aradaki bu fark istatistik olarak anlamlı bir seviyeye ulaşamamıştır. Ancak beklenilenin aksine dokuma kompozit paneli örme kompozit paneline nazaran istatistik

olarak anlamlı seviyede daha yüksek toplam enerji emilimi performansı sergilemiştir. Bunun nedenleri arasında örgü panelinin daha düşük lif içeriğine sahip olması sayılabilir.



Şekil 13. Kompozit panellerinin toplam nokta performanslarının karşılaştırılması

Çizelge 10. Kompozit panellerinin toplam nokta performanslarının karşılaştırılması

Özellik	Kompozit tipi		n	ort	ss	AL	ÜL	p-değeri
Toplam yük [N]	Örgü	A	9	590,64	80,36	518,57	662,70	0,0012
	Dokuma	B	8	394,35	121,11	317,91	470,79	
Toplam deformasyon [mm]	Örgü	A	9	40,38	0,85	36,42	44,34	0,0838
	Dokuma	A	8	35,37	8,11	31,17	39,57	
Toplam enerji [J]	Dokuma	A	8	77,61	6,23	73,87	81,36	<0,0001
	Örgü	B	9	48,77	3,52	45,24	52,30	

5. SONUÇ

Bu çalışmada PVC köpük malzemesinin alt ve üst yüzeyleri cam iplik dokuma ve atkılı örme ile kaplanarak sandviç kompozit malzeme üretilmiştir. Üretilen kompozit panelleri 20 ve 80 J olmak üzere iki farklı enerji seviyesinde darbe dayanımı testine tabi tutulmuştur. Köpük malzemenin yüzeyinin cam iplik dokuma veya atkılı örme kumaş ile güçlendirilmesinin kompozit malzemenin fiziksel özelliklerini ve darbe dayanımının nasıl etkilediği detaylı veri analizleri ve görsel grafiklerle ortaya konmuştur.

20 J enerji seviyesinde hem dokuma hem de örme kompozit delinmemiş, vurucu uç geri sekmiştir. Bu enerji seviyesinde maksimum yük noktasında, yük açısından dokuma kumaş örme kumaşa üstünlük sağlarken, deformasyon ve emilen enerji açısından örme kumaş dokuma kumaşa üstünlük sağlamıştır. Deneyin neticelendiği, bir başka deyişle numune ile vurucu ucun temasının kesildiği noktada, örme kumaş dokuma kumaşa deformasyon ve emilen enerji açısından üstünlük sağlamıştır.

80 J enerji seviyesinde hem dokuma hem de örgü kompozit numunelerinde tam delinme gerçekleşmiştir. Bu enerji seviyesinde maksimum yük noktasında dokuma kumaş örme kumaşa hem yük, hem deformasyon hem de emilen enerji açısından üstünlük sağlamıştır. Tam delinmenin gerçekleştiği, bir başka deyişle deneyin neticelendiği nokta açısından, beklenenin aksine dokuma kumaş örme kumaştan daha fazla enerji emilimi sergilemiştir. Bu sonuç örgü panelinin düşük lif içeriğine atfedilmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Chawla, K. K., (1998), Composite materials: science and engineering, Springer, New York.

2. Mazumdar, S. K., (2002), Composites manufacturing: materials, product, and process engineering, CRC Press, Boca Raton Fla.
3. Campbell, F.C., (2004), Manufacturing Processes For Advanced Composites, Elsevier, Oxford, UK.
4. Callister, W.D., (2007), Material Science and Engineering An Introduction, John Wiley & Sons, Inc., New York.
5. Strong, A. B., (2008), Fundamentals of Composites Manufacturing, SME, Dearborn, Michigan.
6. Clyne, T.W., Hull, D., (1990), An Introduction to Composite Materials. Cambridge University Press, Cambridge.
7. Pandita, SD., Faloner, D., Verpoest, I., (2002), Impact Properties of Weft Knitted Fabric Reinforced Composites, Composites Science and Technology, 62, 7-8, 1113-1123.
8. de Araújo, M., Fanguero, R., Hong, H., (2003), Modelling and Simulation of the Mechanical Behaviour of Weft-Knitted Fabrics for Technical Applications Part I: General Considerations and Experimental Analyses, AUTEX Research Journal, 3, 3, 111-123.
9. Alpyildiz, T., İçten, B.M., Karakuzu, R., Kurbak, A., (2009), The Effect Of Tuck Stitches On The Mechanical Performance of Knitted Fabric Reinforced Composites, Composite Structures, 89, 3, 391-398.
10. Abounaim, Md., Hoffmann, G., Diestel, Olaf., Cherif, C., (2010), Thermoplastic Composite From Innovative Flat Knitted 3D Multi-layer Spacer Fabric Using Hybrid And The Study Of 2D Mechanical Properties, Composites Science and Technology, 70, 2, 363-370.
11. Pandey, D.N., Kumar, P., (2016), Advancement In Knitted Structure For Industrial Applications – A Review, International Journal of Advanced Engineering Research and Technology (IJAERT), 4, 7, 2348-8190.
12. Brother Industries Ltd., (1990), How to Use Your Knitting Machine, Brother Industries Ltd., Japan.

TAKVİYE ELYAF TİPİNİN BİYOBOZUNUR KOMPOZİTLERİN MEKANİK PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Banu YILMAZ AKYÜREK

Mersin Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil Ve Moda Tasarımı Bölümü, Mersin
E-mail: banuyilmaza@mersin.edu.tr

ÖZET

Yapısal mühendislik malzemeleri arasında en önemlilerinden birisi olan polimer matrisli elyaf takviyeli kompozitler üstün hafiflik, mukavemet ve elastik modül özellikleri sebebiyle bir çok geleneksel malzemeye ikame olarak tercih edilmektedir. İklim krizi, küresel ısınma, çevre kirliliği gibi gündemler, endüstriyel malzemelerde çevre dostu, sürdürülebilir ve yenilenebilir doğal malzemelerin geliştirilmesi ve kullanımı yönündeki çalışmaları artırmıştır. Dolayısıyla biyobozunur bir matris ve doğal liflerin takviye olarak kullanıldığı biyobozunur kompozit malzemeler ön plana çıkmıştır. Çalışma kapsamında biyobozunur kompozitlerde takviye elemanı olarak kullanılan doğal elyaf tiplerinin kompozit malzeme üzerindeki mekanik performans etkileri, literatürdeki çalışmaların sonuçları üzerinden değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler; Biyobozunur, Elyaf, Takviye, Kompozit, Performans Özellikleri

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF REINFORCEMENT FIBER TYPE ON MECHANICAL PERFORMANCE PROPERTIES OF BIODEGRADABLE COMPOSITES

ABSTRACT

Polymer matrix and fiber reinforced composites, one of the most important structural engineering materials, are preferred as a substitute for many traditional materials due to their superior lightness, strength and elastic modulus properties. Agendas such as climate crisis, global warming and environmental pollution have increased the efforts to develop and use environmentally friendly, sustainable and renewable natural materials in industrial materials. Therefore, biodegradable composite materials, in which a biodegradable matrix and natural fibers are used as reinforcement, have come to the fore. Within the scope of the study, the mechanical performance effects of natural fiber types used as reinforcing elements in biodegradable composites on the composite material were evaluated through the results of the studies in the literature.

Keywords; Biodegradable, Fiber, Reinforcement, Composite, Performance Properties

1. GİRİŞ

Tekstil yapısal kompozitler farklı şekillerde 1930 yıllardan bu yana endüstride kullanılan ve son 30 yıldan bu yana özellikle yüksek dayanımlı ve modüllü lif teknolojisindeki gelişmelerle karbon, cam, aramid ve polietilen liflerinin gelişmesi ile aktif bir araştırma alanı olmuştur. Bu malzemelerin geleneksel metal ve seramiklere kıyasla spesifik özelliklerinin yüksek olması örneğin hafif ve spesifik dayanım-modül değerleri gibi, hava, deniz ve kara taşıma araçlarında kendilerine kullanım yeri bulma şansı yakalamışlardır. Günümüzde ise artan oranda kullanılmakta olup gelecekte nanolif ve nano matrislerdeki gelişmeler ile daha aktif bir araştırma alanı olarak kendisini göstereceği tahmin edilmektedir [1].

Kompozit malzeme, fiziksel veya kimyasal özellikleri farklı iki veya daha fazla malzemenin bir araya getirilerek, gelişmiş üstün özelliklere sahip üçüncü bir malzemeyle sonuçlanan makroskopik bir kombinasyondur [2]. Kompozitler, yapısal yükü taşıma fonksiyonunu yerine getiren takviye elemanı ve takviye malzemesinin bütünlüğünü koruyan ve yükü takviye elemanına ileten matris fazından oluşur [1]. Kompozit malzemelerin geleneksel malzemelere göre daha avantajlı olmasının nedenleri, elde edilen yeni malzemenin yapısal tasarımın çok daha yönlü olması ile ortaya çıkan yüksek özgül mukavemet, sertlik ve yorulma gibi özellikler olarak sıralanabilir. Kompozitler sağladıkları avantajlar sayesinde otomobil, uçak ve gemi imalat sanayilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [2].

Kompozit malzemeler matris sistemine göre polimer, metal ve seramik olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır. Polimer matrisli kompozitler (PMK'ler) yapısal mühendislik malzemeleri arasında en önemlilerinden birisidir. Matris bileşeni olarak polimer ve takviye elemanı olarak lif kullanılan PMK'de, lif malzemesinin mukavemeti ve elastik modülü, matris malzemesinden çok daha yüksektir [3]. Polimer kompozit malzemeler, iki ana polimer grubu olan termoplastik ve termoset matris malzemelerinden oluşurlar. Termoplastikler naylon, akrilik, polietilen, polistiren gibi polimer çeşitlerinden oluşan, ısı basınç yardımıyla yeniden şekillendirilebilen ve tekrar eritilerek kullanılabilen malzemelerdir. Diğer yandan termosetler ise epoksiler, poliamidler, polyesterler gibi polimer türlerinden oluşan, bir defaya mahsus olmak şartıyla ısı ve basınç yoluyla şekillendirilebilen malzemelerdir. Bu polimer matrislerine liflerin eklenmesi ile oluşturulan kompozit malzemeler istenilen biçim ve boyutlarda şekillendirilebilir. Korozyona karşı sağladıkları kuvvetli dirençle birlikte yüksek mukavemet ve sertlik gibi davranışlar sergilerler. Yüksek mekanik özelliklere sahip olması, üretim maliyetinin düşük ve üretim proseslerinin kolay olması, kullanımının yaygın olmasının nedenleri arasında sıralanabilir. Polimerik kompozit malzemelerin bileşenlerinin düşük yoğunluğa sahip olması, üstün spesifik özellikler sergilemelerine neden olur [4, 5].

Polimer matrisli kompozitlerin hafiflik, en uygun mukavemet ve rijitlik için elyaf kombinasyonlarının yapılabilmesi, geliştirilmiş yorulma ömrü, yüksek korozyon direnci, daha az parça ve bağlantı elemanı kullanılması sonucu düşük montaj maliyeti gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Yüksek mukavemetli elyafların özgül mukavemet (mukavemet/yoğunluk) ve özgül modül (modül/yoğunluk) değerleri uzay ve havacılıkta kullanılan eşdeğer metalik alaşımlara göre oldukça yüksektir. Bu durum iyi derecede ağırlık kazanımı ki bunun sonucu olarak performansta gelişim, daha yüksek taşıma kapasitesi, daha uzun menzil ve yakıt

tasarrufu olarak geri dönüşüm sağlanabilmektedir. Aynı şekilde korozyon direnci de yine kompozitlerin üstün özellikleri arasındadır [6].

Dünyanın ortak sorunu haline gelen çevresel sorunlar ve bunların çözümü için yasal yaptırımlar sürekli artmaktadır. Günümüzde çevreye zararlı atık miktarlarını azaltmaya yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Çevresel kirlilik ve küresel ısınma gündemi kompozit malzemelerde yüksek performanslı lif takviyeli kompozitlerin yerine bitkisel lif takviyeli ya da biyobozunur sentetik bileşenlerden oluşturulmuş kompozitlerin kullanımını doğurmuştur. Biyobozunurluk, malzemenin mikroorganizmaların enzimatik mekanizmaları yardımıyla karbondioksit, metan, su ve inorganik bileşiklere dönüştürülmesidir (Şekil 1) [7]. Doğal lifler yenilenebilir, doğada biyolojik olarak parçalanabilir ve sürdürülebilir malzemelerdir. Dolayısıyla takviye ettikleri kompozit de biyobozunur bir matrisle elde edilmişse ortaya çıkan nihai ürün biyobozunur bir kompozit olarak çevre dostu bir yaklaşım sergilemiş olur [8, 9]. Kompozit malzemede en fazla tercih edilen doğal lifler pamuk, keten, sisal, jüt hindistan cevizi, hint keneviri, muz vb.dir (Şekil 2) [10, 11]. Doğal liflerin cam gibi alternatiflerine oranla birçok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Ekolojik karakterleri, yüksek sağlamlık ve sertlik performansı göstermeleri, biyobozunur olmaları, düşük maliyetleri, aşındırıcı olmayan yapıları, kolay üretilebilir olmaları, yüksek dolgu oranları, düşük yoğunlukları, çok geniş ve farklı tipteki çeşitliliğe sahip olmaları gibi özellikleri doğal liflerin, neden birçok endüstrisinin ilgisini çektiğini açıklamaktadır. Bununla birlikte üretim sırasında kümelenmeye meyletmesi, düşük termal stabilitesi, nemden etkilenmesi gibi dezavantajları doğal liflerin polimer kompozitlerde kullanımını sınırlamaktadır. Ama bu problemlerin farklı dolgu ve katkı maddeleri kullanılarak en aza indirilmesi mümkündür [9]. Mekanik özellikler değerlendirildiğinde doğal liflerle takviye edilen kompozitlerin özgül mekanik özellikleri (mekanik özellik / yoğunluk) yüksek performanslı lif takviyeli kompozitler ile rekabet edebilecek seviyededir [12, 13].



Şekil 1. Biyobozunur kompozitlerin doğal ve endüstriyel döngüsü [14].



Şekil 2. Biyobozunur kompozitlerde en çok tercih edilen doğal lifler [15].

2. MATERYAL-METOD

Litertaürde kompozitlerin performanslarının deneysel olarak belirlendiği çalışmalarda mekanik karakterizasyon için çekme, eğme, basma, darbe vb. gibi mekanik testlerin yapıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada, literatür taraması yapılarak önceki çalışmalarda biyobozunur kompozitlerde takviye elemanı olarak kullanılan doğal elyafların kompozit malzeme üzerindeki performans etkileri çeşitli parametreler ışığında karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

Motru ve diğerleri [16], geliştirdikleri kimyasal yüzey işlemlili keten lifi takviyeli PLA matrisli biyokompozitlerin mekanik olarak karakterizasyonunu yapmışlardır. Islanma ve yapışmayı iyileştirmek için silan kimyasal yüzey işlemi uygulanmıştır ve farklı ağırlık oranlarında (%7.9, %13.6 ve %17.6) keten lifi içeren kompozitler sıcak press kalıplama ile hazırlanmıştır. Tüm örneklerde PLA ve Keten lifi arasındaki yapışmanın, enine kesit bölgesi boyunca tek tip olduğu görülmüştür. Kompozitin nihai mukavemeti gibi mekanik özelliklerindeki iyileşme lif içeriği arttıkça fark edilirken, bu işlenmiş lif / PLA kompozitler için, keten lifinin kimyasal işleminden kaynaklanan hemiselülozun ortadan kaldırılması nedeniyle azalmış, bu da çekme mukavemetinde azalmaya neden olan lif ayrışmasındaki artışa neden olmuştur. Kompozit, ağırlıkça %13,6' lık bir sıkıştırma mukavemetine sahiptir ve PLA/keten elyaf kompozit tabakasının absorbladığı darbe enerjisi 25 ila 30 Joule düzeyindedir.

Graupner ve Müssig [17], sıcak press tekniği kullanarak ürettikleri kütle olarak %30 liyosel ve kütle olarak %40 kenaf lifi takviyeli, poli (3-hidroksibutirat) (PHB) ve PLA matrisli kompozitlerin özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; çekme testlerinin, %30 liyosel/PLA kompozitlerinin 9.3 GPa ile elde ettiği maksimum young modülüne karşılık gelen

148 ve 89 N/mm² ile maksimum eğilme ve çekme mukavemetini yakaladığını, ayrıca maksimum eğilme modülünün %40kenaf/PHB için 7.1 GPa ölçüldüğünü göstermiştir. Shore D sertliğinde kenaf/PHB için 73.1 ve liyosel/PLA için 83.6 artış sağlanmıştır.

Shih ve Huang [18], eriyik harmanlama yöntemiyle hazırladıkları PLA/muz lifi (BF) kompozitlere uyguladıkları mekanik testlerde, eğilme ve çekme dayanımlarının lif yüklemesi ile belirgin şekilde arttığını ve 40 phr lif ile güçlendirildiğinde 65.4 ve 78.6 MPa ürettiğini görmüştür. Ayrıca kompozitlerin darbe dayanımları, lif miktarı arttıkça PLA ile zayıf bağlanması söz konusu olması sebebiyle azalmıştır.

Takviye elemanı ve matrizen sonra arayüz bir kompozitin üçüncü bileşeni olarak görülmektedir. Lif ve matris arası bağlanmanın zayıflığı kompozit malzemeler için ciddi bir problemken, doğal liflerde arayüzün düzgünsüzlüğü en çok karşılaşılan sorunlardan birisidir. Arayüzün geliştirilmesi ile kompozit malzemenin karakteristik özelliklerindeki iyileşme aşağıdaki çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile ortaya konmuştur.

Marques ve diğerleri [19], tekrarlı şekilde gerçekleştirilen alkali işlemin jüt/PP kompozitlerinin yapısal ve mekanik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Alkali işlem sonucunda termal özelliklerin geliştiğini ve kristalizasyon derecesinin arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca alkali işlemle birlikte lignin ve hemiselülozun jüt liflerinden uzaklaştırıldığı Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) çalışmaları ile tespit edilmiştir. Alkali işlemle birlikte kompozitlerin mekanik özelliklerinde de gelişme kaydedilmiştir.

Siddika ve diğerleri [20], %5 NaOH çözeltisi ile yapılan alkali işlem sonucunda hibrit jüt/hindistan cevizi lifi/PP kompozitlerinin eğme ve darbe mukavemetinin arttığını gözlemlemişlerdir.

Sudha ve diğerleri [21], jüt/vinil ester kompozitlerinde, liflere uygulanan NaOH işlemi sonucunda kompozitlerin mekanik özelliklerinin geliştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu durumun sebebi olarak alkali işlemle birlikte jüt liflerinden lignin ve hemiselülozun uzaklaşması ve bu suretle daha iyi bir lif/matris yapışmasına sağlandığı belirtmiştir.

Karaduman [22], dokusuz yüzey jüt lifi/PP karışımı kumaşlar ve mantar plaka kullanılarak sandviç kompozit malzemeler üretmiştir. Kompozitlerin viskoelastik özellikleri incelenmiş, bu özelliklere liflere uygulanan alkali işlemin etkileri araştırılmıştır. Alkali işlemle birlikte kompozitlerin depolama modülü, kayıp modülü ve sönümlenme parametresi değerlerinde artış meydana gelmiş, geçiş sıcaklığı değerleri daha yüksek seviyede tespit edilmiştir. Bu durum alkali işlemle birlikte lif/matris yapışmasındaki gelişmeye bağlanmıştır. SEM analizi, lif/matris arayüz yapışmasındaki bu gelişmeyi kanıtlar niteliktedir. Zira alkali işlemli numunelerde çok daha kaliteli bir lif/matris yapışması gözlemlenmiştir.

Atabek ve diğerleri [23], yaptıkları çalışmada kalsiyum hipofosfit (CHP) ve magnezyum hipofosfit (MHP) emdirilmiş jüt elyaf (JE) ile katkılanırılan poli(laktik asit) (PLA) biyokompozitlerinin ısıl ve güç tutuşurluk özelliklerinin incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda ağ. %5 ve %10'luk CHP ve MHP çözeltileri ile ayrı ayrı işlem görmüş JE kurutulduktan sonra sabit oranda (ağ. %20) PLA içerisine eriyik harmanlama yöntemiyle ilave edilerek

biyokompozitler üretilmiştir. Üretilen PLA biyokompozitlerin ısı özellikleri termogravimetik analiz (TGA), güç tutuşurluk özellikleri ise limit oksijen indeksi (LOI), dikey (UL-94V) ve yatay yanma (UL-94HB) testleri ile değerlendirilmiştir. TGA test sonuçlarından, CHP ve MHP emdirilmiş JE'nin ilavesiyle PLA biyokompozitlerinin ısı kararlılığı ve kül kalıntısı miktarının arttığı ve bunlara bağlı olarak da güç tutuşurluk özelliklerinin iyileştiği tespit edilmiştir.

Khan ve diğerleri [14], doğal liflerin çekme ve eğilme mukavemetleri üzerine yaptıkları incelemede, ağırlıkça %30-40 lif oranında, 20–50 mm civarı elyaf uzunluğunda ve liflerin ağırlıkça %5 alkali işlem görmesiyle daha iyi çekme/eğilme mukavemeti ve modül değerleri alındığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca uzun/kısa lif ve partikül kombinasyonunun, lif ve matris arasındaki boşlukları azalttığı için çekme ve eğilme özelliklerini iyileştirmekte olduğunu görmüşlerdir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Kompozit malzeme, fiziksel veya kimyasal özellikleri farklı iki veya daha fazla malzemenin bir araya getirilerek, gelişmiş üstün özelliklere sahip üçüncü bir malzemeyle sonuçlanan makroskopik bir kombinasyonudur. Kompozitler, yapısal yükü taşıma fonksiyonunu yerine getiren takviye elemanı ve takviye malzemesinin bütünlüğünü koruyan ve yükü takviye elemanına ileten matris fazından oluşur. Yapısal mühendislik malzemeleri arasında en önemlilerinden birisi olan polimer matrisli elyaf takviyeli kompozitlerde lif malzemesinin mukavemeti ve elastik modülü, matris malzemesinden çok daha yüksektir. Son yıllarda fosil kaynaklı endüstriyel malzemelerin çevresel zararları (küresel ısınma, çevre kirliliği) ve petrol rezervlerindeki azalma bu malzemeler yerine çevre dostu ve yenilenebilir doğal malzemelerin geliştirilmesi ve kullanımı yönündeki çalışmaları artırmıştır. Biyobozunurluk, mikroorganizmaların enzimatik mekanizmaları yardımıyla bir malzemenin karbondioksit, metan, su ve inorganik bileşiklere yani toprakta bulunan bakterilerce hızla tüketilerek basit kimyasal maddelere dönüştürülmesidir. Dolayısıyla biyobozunur bir kompozitin bütün bileşenleri de biyobozunur olmalıdır. Doğal lifler yenilenebilir, doğada biyolojik olarak parçalanabilir ve sürdürülebilir malzemelerdir.

Basit erişilebilirlik, düşük yoğunluk, düşük fiyat, güçlü termal ve akustik yalıtım, çevre dostu olma, geri dönüştürülebilirlik, yenilenebilirlik ve yeterli mekanik özellikler doğal elyafların çok sayıda uygulamada sentetik elyafların yerini alabilecek kapasitede olduğunu göstermektedir. Doğal elyaflar çevre bilincinin artmasının bir sonucu olarak günümüzde polimer matrisli kompozitlerde kullanılan etkili takviye malzemelerinden birisi olmuştur. Doğal lifler, birçok alanda insan yapısı liflerin yerine kullanılabilen yetenekli malzemelerdir. Kompozit alanının sürdürülebilir ve yenilenebilir kaynaklarından birisi haline geleceği düşünülen doğal elyafların takviye olarak kullanılması sonucu üretilen biyobozunur kompozitler inşaat, bina, paketleme, ulaşım, askeri, spor ekipmanları ve tıp endüstrilerinde sera gazı emisyonlarını azaltmak için tercih edilmektedir. Bu tür kompozitlerin diğer uygulamalarda da yaygın olarak kullanılması beklenmekle birlikte, doğal lifler ve matris arasında zayıf ara yüzey bağlanması, yüksek nem emicilik, zayıf ateş direnci, düşük darbe mukavemeti ve sınırlı dayanıklılık gibi dezavantajlar, biyobozunur kompozitlerin geleneksel kompozitlerin yerine geçebilecek kadar iyi bir muadil olma olasılığını düşürmektedir. Çalışmada yapılan literatür teması edinilen bilgiler, araştırmacılara doğal lif bazlı biyokompozit malzemelerin farklı özelliklerini kavramaları için

yardımcı olacak ve biyokompozitlerde kullanılan doğal lif tiplerinin kompozit malzemenin mekanik performansın etkisini ortaya koyarak, doğal lif takviyeli kompozitlerin mekanik sınırlarını kavramaları için yardımcı olacaktır. Böylece daha yüksek performansa sahip yeni nesil yeşil malzemelerin oluşturulmasına olanak tanıyacaktır. Arayüzey geliştirme çalışmalarının bir sonucu olarak kompozit içerisinde yüzde olarak doğal lif katkı oranını artması ise istenen mekanik dayanıma ulaşılacağı düşünülmektedir.

Bambu lifleri inşaat endüstrisinde kullanılan bir lifken, muz bitkisinin büyük bir kısmından elde edilen çevre dostu muz lifi, yüksek alfa selülozu ve düşük lignin yüzdesi içeriği nedeniyle genellikle iyi mekanik özelliklere sahip bir elyafır. Jüt lifi, çok miktarda üretilmesi ve ucuz olması bakımından doğal lifler arasında en çok kullanılanlar arasındadır. Literatürde doğal lif takviyeli kompozitlerin yüksek performanslı kimyasal lif takviyeli kompozitlere göre daha düşük maliyet, daha az makine donanımı yıpranması, üretim sırasında daha az enerji gereksinimi, daha az sağlık ve güvenlik riski gibi özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Mekanik özellikler değerlendirildiğinde keten ve kenevir gibi doğal liflerle takviye edilen kompozitlerin özgül mekanik özellikleri (mekanik özellik / yoğunluk) cam lifi kompozitleri ile rekabet edebilecek seviyededir. Başka bir çalışmada ise PLA/Jüt kompozitinin mekanik özellikler bakımından PP/Keten kompozitine önemli bir alternatif olabileceği keşfedilmiştir.

Özgül mukavemet açısından bakıldığında yüksek mukavemet/ağırlık oranına sahip olarak oldukça üstün performans gösteren doğal lif katkılı biyobozunur kompozitler bu özellikleri sebebiyle geniş uygulama alanı bulmaktadır. Halihazırda otomobilin iç/dış parçaları olan bagaj astarı, yedek lastik astarı, yan ve arka kapı paneli, arka saklama rafı, yedek lastik astarı, iç motor kapağı, motor yalıtımı, güneşlik, tampon, tekerlek kutusu, ses yalıtım panelleri vb. gibi mobil taşımacılıkta sıklıkla kullanılan doğal lif katkılı biyobozunur kompozitler, gelecekte daha yaygın olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Yılmaz B., (2009). Yüksek Lisans Tez, Kesişmesiz Geliştirilmiş Cam / Polyester Öncekilli Kompozit Yapıların Performanslarının Deneysel Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Bilimleri İle Teknolojisi Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye.
2. Kushwaha, S., Bagha, A. K. (2020). Application of composite materials for vibroacoustic – A review. *Materials Today: Proceedings*.
3. Wang, Z., Xu, J., Lu, Y., Hu, L., Fan, Y., Ma, J., Zhou, X. (2017). Preparation of 3D printable micro/nanocellulose-poly(lactic acid) (MNC/PLA) composite wire rods with high MNC constitution. *Industrial Crops and Products*, 109(October), 889–896.
4. Sabari Narayanan, G., Senthil Kumar, K. (2020). Study of mechanical properties of the polymer matrix composite material (solid wool). *Materials Today: Proceedings*.
5. Koodalingam, B., Senthilkumar, P., Rajesh Babu, S. (2020). Study of mechanical properties of the polymer matrix composite materials using pistachio shells. *Materials Today: Proceedings*.
6. F.C. Campbell, *Structural Composite Materials*, ASM International, 2010.
7. Ceylan, S. 2014. Polivinil Alkol (PVA) Temelli Kriyojel Doku İskelelerinin Üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin Üniversitesi. Mersin.
8. Eckert C (2000) Opportunities for natural fibers in plastic composites. In: *Proceedings of the progress in wood fibre plastic composites*, Toronto, ON.

9. Donmez Cavdar A, Boran S. (2016) Doğal liflerin otomotiv sanayinde kullanımı, Kastamonu Univ Orman Fak Derg 16:253-263.
10. Santos PA, Giriolli JC, Amarasekera J, Moraes G (2008) Natural fibers plastic composites in automotive applications. In:SPE Automotive Composites Conference & Exhibition Troy, MI, USA, pp 1-9.
11. Spoljaric S, Genovese A, Shanks RA (2009) Polypropylenemicrocrystalline cellulose composites with enhanced compatibility and properties. Compos Part A Appl Sci Manufac 40:791-799.
12. Wambua P, Ivens J, Verpoest I. "Natural fibres: Can they replace glass in fibre reinforced plastics?". Composites Science and Technology, 63(9), 1259-1264, 2003.
13. Joshi S V., Drzal LT, Mohanty AK, Arora S. "Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites?". Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 35(3), 371-376, 2004.
14. Khan MZ, Srivastava SK, Gupta M. Tensile and flexural properties of natural fiber reinforced polymer composites: A review. Journal of Reinforced Plastics and Composites. 2018;37(24):1435-1455. doi:10.1177/0731684418799528
15. A. Ashothaman, J. Sudha and N. Senthilkumar, A comprehensive review on biodegradable polylactic acid polymer matrix composite material reinforced with synthetic and natural fibers, Materials Today: Proceedings, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.047>
16. S. Motru, V.H. Adithyakrishna, J. Bharath, R. Guruprasad, Development and evaluation of mechanical properties of biodegradable PLA/flax fiber green composite laminates, Materials Today: Proceedings, Volume 24, Part 2, 2020, Pages 641-649. Doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.318.
17. Nina Graupner, Jörg Müssig, A comparison of the mechanical characteristics of kenaf and lyocell fiber reinforced poly (lactic acid) (PLA) and poly(3- hydroxybutyrate) (PHB) composites, Compos. Part A: Appli Sci. Manuf. 42 (12) (2011) 2010–2019, <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2011.09.007>
18. Y.-F. Shih, C.-C. Huang, Polilaktik asit (PLA)/muz lifi (BF) biyolojik olarak parçalanabilen yeşil kompozitler, J. Poly. Araş. 18 (6) (2011) 2335–2340, <https://doi.org/10.1007/s10965-011-9646-y>.
19. De Fatima V. Marques M, Melo RP, Da S. Araujo R, Do N. Lunz J, De O, Aguiar V. "Improvement of mechanical properties of natural fiber-polypropylene composites using successive alkaline treatments". Journal of Applied Polymer Science, 132(12), 1-12, 2015.
20. Siddika S, Mansura F, Hasan M, Hassan A. "Effect of reinforcement and chemical treatment of fiber on The Properties of jute-coir fiber reinforced hybrid polypropylene composites". Fibers and Polymers, 15(5), 1023-1028, 2014.
21. Sudha S, Thilagavathi G. "Effect of alkali treatment on mechanical properties of woven jute composites". Journal of the Textile Institute, 107(6), 691-701, 2016.
22. Y. Karaduman. Doğal lif takviyeli mantar esaslı sandviç kompozitlerin viskoelastik özellikleri, Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 27(7), 1257-1261, 2018. doi:10.5505/pajes.2018.56492
23. Atabek Savaş, L. , Erdem, A. , Kaplan, A. & Doğan, M. (2021). Kalsiyum Hipofosfit ve Magnezyum Hipofosfit Emdirilmiş Jüt Elyaf Katkılı Poli (Laktik Asit) Biyokompozitlerinin Isıl Ve Güç Tutuşurluk Özelliklerinin İncelenmesi . Tekstil ve Mühendis , 28 (121) , 16-22 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/teksmuh/issue/61158/908940>

SOYA PROTEİN ELYAFI İÇEREN DENİM KUMAŞLARIN YIRTIILMA VE KOPMA MUKAVEMETİ İLE DİKİLEBİLİRLİK ÖZELLİĞİNİN OPTİMİZASYONU

İpek DÖNMEZ UZUN¹, Emel Ceyhun SABİR²

¹BOSSA T.A.Ş. Ar-Ge İşletmesi, Adana,

²Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana
idonmez@bossa.com.tr

ÖZET

Bu çalışmada; denim ürün grubu kumaşlarda atkı ipliğinde kullanılmak üzere, pamuk ve pamuk/soya karışım iplikleri üretilmiştir. İplikler %100 pamuk, %70-30 pamuk-soya, %90-10 pamuk-soya ve %50-50 pamuk-soya, şeklinde dört harman kullanılmıştır. İplikler Ne10 ve Ne16 şeklinde iki farklı numarada üretilmiştir. Çözümlü ipliği numarası sabit tutulmuştur ve Ne9,8'dir. Bu ipliklerle denim kumaş türünde elastansız (rijit) ve elastanlı mamul kumaşlar üretilmiştir. Çalışmada optimizasyon tekniği olarak Taguchi Metodu kullanılmıştır. Soya protein elyafı içeren denim kumaşlardan pantolon dikimi yapılmış ve dikilebilirlik özelliği incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Denim, Soya lifi, Pamuk, Taguchi optimizasyon, Dikilebilirlik, Yırtılma ve Kopma Mukavemeti

OPTIMIZATION OF SEWABILITY BY TEARING AND TENSILE STRENGTH OF DENIM FABRICS CONTAINING SOYBEAN PROTEIN FIBER

ABSTRACT

In this study; cotton and cotton/soybean blend yarns were produced to be used in weft yarn in denim product group fabrics. Yarns were used in four blends as 100% cotton, 70-30% cotton-soybean, 90-10% cotton-soybean and 50-50% cotton-soybean. Yarns are produced in two different numbers as Ne10 and Ne16. The warp thread count is kept constant and is Ne9.8. With these yarns, denim fabric type fabrics without elastane (rigid) and with elastane were produced. Taguchi Method was used as optimization technique in the study. Trousers were sewn from denim fabrics containing soy protein fiber and its sewability was investigated.

Keywords: Denim, Soybean fiber, Cotton, Taguchi Optimization, Sewability, Tearing and Tensile Strength

1.GİRİŞ

Denim, gerek günlük ve gerekse şık giyim kategorisinde olmak üzere dünya modasının en cazibeli ürün grubudur. Denim kumaşın bu denli büyük talep içermesi bu kumaş türünde

yenilikçi çalışmaların da önünü açmaktadır. Farklı lifler, denim kumaşta merak uyandıran ve tercihe neden olan yeni yaklaşımlara neden olabilmekte ve ürünün katma değerini arttırabilmektedir. Denim giysiler, dünyanın en eski kumaş çeşitlerinden biri olan denim kumaşlardan üretilen ve yıllardır süregelen yoğun ürün geliştirme faaliyetleri sonucunda daima genç kalabilen giysilerdir. Çok farklı dikim modelleriyle konfeksiyonu yapılan denim giysilere endüstriyel yıkama işlemleri uygulanarak son görünümüleri verilmekte ve bunlar da yüksek katma değerli moda ürünleri haline getirilmektedir. Sarpkaya ve Sabır (2011) çalışmasında tekstil işletmeleri için önemli olan haşıl prosesinin ipliğe uygulanması, haşıl prosesinin maliyeti ve haşılama işlemi sırasında karşılaşılan sorunlar incelenmiştir. Haşıl makinesi temel olarak besleme kısmı, haşıl teknesi, kurutma bölgesi ve dokuma levendine sarım bölümlerinden oluşmaktadır. Geleneksel haşılama uygulamalarında nişasta, selüloz türevleri gibi doğal kaynaklı ve polivinilalkol ve akrilat vb. sentetik kaynaklı haşıl maddeleri de kullanılmaktadır. Çalışmada Taguchi metodu kullanılarak haşılamada meydana gelen haşıl maddeleri hataları, ipliğin sebep olduğu hatalar, haşılama sırasında meydana gelen hatalar, makine ve donanım hataları incelenerek çözüm önerileri getirilmiştir [1]. Denim giysiden beklenen performans özelliklerinin yanı sıra bir takım dikiş performans özellikleri bulunmaktadır. Dikim görüntüsü ve performansı giysinin performansını, estetik görüntüsünü, ömrünü ve tüketici tarafından satın alınmasını etkileyen önemli parametrelerden biridir. Dikim görüntüsü ve performansı, kumaş, dikiş ipliği ve iğne arasındaki ilişkilere, seçilen dikiş tipi ve dikim çeşidine, dikiş makinelerinin ve uygulanan ütü işleminin performansına, malzemenin işlenişine, ekipmanların uygun çalışmasına ve bakımlarının yapılıp yapılmamasına bağlı olarak değişir. Dikim kalitesi, numuneler üzerinde yapılan kontroller ve üretim sırasındaki kontrollerle değerlendirilir. Müşteriler satın alma kararından önce dikim görüntüsü ve performansını, kendi standartlarına ve geçmiş deneyimlerine dayanarak ve giysinin orijinal haldeki bakım talimatları ile giyim sonrasındaki durumuna göre değerlendirirler. Dikim görüntüsü ve performansı, monte edilen malzeme kombinasyonları, dikimin uygulanış biçimi ve ütü işlemlerine bağlı olarak değişiklik gösterir

Giysilerin kullanım ve görünüm kalitesini belirleyen en önemli faktör kumaşın kalitesidir. Ancak kumaş kalitesi tek başına, yüksek kalitede giysiler üretmek için gerekli tüm kriterleri karşılayamaz. Giysi oluşturma aşamasında kaliteyi etkileyen başka faktörler de vardır ve bu faktörlerin en önemlilerinden biri dikiş kalitesidir. Giysileri oluşturan dikişler hem estetik hem de fonksiyonel açıdan yeterli olmalıdır [2]. Dokuma kumaşlarda dikiş işlemi süresince iyi bir dikilebilirlik özelliği, dikiş iğnesinin kumaş içerisinden geçerken atkı ve çözgü ipliklerinin birbirinden ayrılması ve bu sayede dikişin kumaşa zarar vermeden gerçekleştirilmesi suretiyle elde edilebilir [3]. Doba Kadem ve Gülsen Bakıcı, Dikilebilirlikle ilgili %100 pamuklu denim kumaşların üç farklı atkı ipliği numarası ve üç farklı atkı ipliği sıklığının dikilebilirlik özelliğine etkisini incelemişlerdir [4]. Çalışmanın amacı oldukça yaygın olarak kullanılan denim kumaşına farklı bir hammadde ile üretim gerçekleştirmek ve yeni hammadde içeriğiyle yenilikçi bir denim kumaş üretimi sağlamaktır. Üretilen kumaşlardan pantolon dikimi yapılarak

soya protein elyafı içeren pantolonun dikilebilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Soya protein elyafı sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler sayesinde ve sahip olduğu yumuşaklık, pürüzsüzlük, dökümlülük, sürdürülebilir, yenilenebilir ve doğada çözünür olma gibi özellikler ile tekstil endüstrisinde önemli kazanmaktadır. Ülkemizde bu lif yeni tanınmaya başlanmıştır ve lif hakkında bulunan sınırlı sayıda bilimsel çalışmalar tekstil sektörü için yeterli bilgi kaynak sunamamaktadır. Bu çalışma ile denim kumaşlarda farklı oranlarda soya protein elyafı içeren atkı iplikleri kullanılarak bilimsel çalışmalara ışık tutması amaçlanmaktadır.

2.MATERYAL VE METOT

Çalışmaya konu olan kumaşların iplik üretimleri, mamul kumaş haline getirilmeleri ve bitim işlemi olarak farklı yıkama işlemleri ile pantolon dikimi BOSSA T.A.Ş. Denim İşletmeleri'nde (Adana) yapılmıştır. İplik ve kumaşlara ait testler Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü ve BOSSA T.A.Ş laboratuvarlarında tamamlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan materyaller, pamuk ve soya/pamuk karışımı liflerdir. Bu lifler işletme koşullarında farklı karışım oranlarında iplik materyaline ve daha sonra mamül kumaş materyaline dönüştürülmüştür. Denim kumaşında en çok 3/1 Z dimi örgü ile dokunduğu için bu çalışmada 3/1 Z dimi örgü ile kumaşlar dokunmuştur. Çalışmada dört farklı atkı ipliği kullanılarak dokunan kumaşların tarak no ve tarak enleri aynı olup 60/4, 180 cm dir. İnce numaralı atkı ipliğinin kullanıldığı kumaşlarda görüntünün/yapının salık olmaması için atkı sıklığı arttırılmıştır. Taguchi metodu ile soya protein elyafının denim kumaşlarındaki performans ortaya konulmuştur. Kumaşları kalite kontrol aşamasına kadar işletmede kolay takibini sağlamak için kodlar verilmiştir. Denim kumaşına 'D' kodu verilmiştir. Kodlamada ilk hane kumaş tipini, 2. hane ise kumaşın numarasını ifade etmektedir. Çizelge 1 de planlanan kumaşların genel özellikleri verilmiştir.

Denim kumaşlarında üretilecek kumaşı belirlemede bir optimizasyon tekniği olan Taguchi optimizasyonuna uygun deney planı uygulanmıştır. Çalışmada 3 faktör (girdi değişkeni) bulunmaktadır. Bu faktörler ve seçilmiş seviyeleri; Harman 4 seviye, atkı ipliği 2 seviye ve elastan durumu 2 seviye şeklindedir. Çizelge 3'de denim kumaş için Taguchi metodu deney planı kodlu olarak görülmektedir. Çizelge 4 de ise, aynı deney planını göstermekle birlikte, Taguchi deney planında kodlu ve açıklamalı deney planı verilmiştir. Kodlu plan deney planı Faktör kodu ve seviye numaralarından ibarettir ve açıklamalı deney planında faktörlerin adı ve seviyenin açıklaması yer alır. Çalışmada denim giyime yönelik deneylerin ayırt edici olabilmesi için Çizelge 5 deki gibi deney kodu şeklinde giyim grubuna özel kodlama yapılmıştır. Denim giyim için D (D-1, D-2, D-3, D-4) kodu kullanılmıştır. Çizelge 2 de zemin rengi, atkı ipliği, çözgü ipliği ve elyaf harmanı bilgileri verilmiştir. Taguchi metodu, üründe ve proseste, değişkenliği oluşturan ve kontrol edilemeyen faktörlere karşı, kontrol edilebilen faktörlerin düzeylerinin en uygun kombinasyonunu seçerek, ürün ve prosesteki değişkenliği en aza indirmeye çalışan bir deneysel tasarım metodudur. Bu metot; ürünlerin kalitesinin

iyileşmesinde etkili olmasının yanı sıra, kalite geliştirmede çok daha az deneme ile daha iyi sonuç alma imkânını vermektedir. Problem verilerinin analizinde ve gerekli grafiklerin çizdirilmesinde MINITAB 16 paket programı kullanılmıştır.

Çizelge 1. Planlanan kumaşların genel özellikleri [5]

Sıra	Kumaş Kodu	Çözümlü İpliği	Atkı İpliği	Streç / Rijit	Çözümlü İpliği Rengi	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)
1	D1	Ne 9,8/1Pamuk	R-16/1 (% 100 Pamuk) +78 dtex Elastan	Streç	İndigo rengi	20	28,8
2	D2	Ne 9,8/1Pamuk	R-16/1 (%90 Pamuk-%10 Soya)	Rijit	İndigo rengi	20	28,8
3	D3	Ne 9,8/1Pamuk	R-10/1 (%70 Pamuk-%30 Soya)	Rijit	İndigo rengi	16,5	28,8
4	D4	Ne 9,8/1Pamuk	R-10/1 (%50 Pamuk-%50 Soya)+ 78 dtex Elastan	Streç	İndigo rengi	16,5	28,8

Çizelge 2. Kumaşlara ait yapısal özellikler [5]

Parametre	Seviye	İplik Numarası Kodu	Açıklama
Zemin Rengi	1		Çözümlü boyama (Denim kumaş için)
Atkı İpliği	4	D-A1	Ne 16/1 +78 dtex Elastan (% 100 Pamuk)
		D-A2	Ne 16/1 (%90 Pamuk-%10 Soya)
		D-A3	Ne 10/1 (%70 Pamuk-%30 Soya)
		D-A4	Ne 10/1 + 78 dtex Elastan (%50 Pamuk-%50 Soya)
Çözümlü İpliği	1	D-Ç1	Ne 9,8/1 (Denim)
Elyaf Harmanı	4		Pamuk
			Pamuk –Soya -Elastan
			Pamuk -Elastan
			Pamuk -Soya

Çizelge 3. Denim kumaş için Taguchi Optimizasyon Planı

Faktör Kodu	Faktör Adı	Seviye	Seviye-1	Seviye-2	Seviye-3	Seviye-4
A	Harman	4	% 100 Pamuk	%10 Soya	%30 Soya	%50 Soya
B	Atkı İplik numarası	2	Ne10	Ne16	-	-
C	Elastan durumu	2	Rijit	Elastanlı	-	-

Çizelge 4. Denim kumaş için kodlu ve açıklamalı deney planı

Kodlu deney planı				Açıklamalı deney planı				
Deney No	FAKTÖRLER			Deney no	Deney Kodu	FAKTÖRLER		
	A	B	C			A	B	C
1	1	2	2	1	D-1	% 100 pamuk	Ne16	Elastanlı
2	2	2	1	2	D-2	% 10 soya	Ne16	Rijit
3	3	1	1	3	D-3	% 30 soya	Ne10	Rijit
4	4	1	2	4	D-4	% 50 soya	Ne10	Elastanlı

Üretilen mamul kumaşların çözgü kopma mukavemeti (kgf), çözgü yırtılma mukavemeti (gf), atkı kopma mukavemeti (kgf) ve atkı yırtılma mukavemeti (gf) değerleri ölçülmüştür. Kumaşlar yırtılma mukavemeti standardı ASTM D 1424 ve kopma mukavemeti standardı ASTM D 5034'na göre ölçülmüştür. Ayrıca D1, D2, D3 ve D4 mamul kumaşlarına atkı yönünde ve çözgü yönünde dikiş açılma testleri (kgf) yapılmıştır. Dikiş açılma testi ISO 13935-2'ye göre ölçülmüştür. Ticari atkı ve çözgü dikiş açılma mukavemet değeri standart minimum 14 kgf 'dir. "Kuvvet ölçülemedi" ifadesi, kumaşta dikiş açılması uygulansa bile görülmediğini gösterir.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Deney planına göre üretilen D1, D2, D3 ve D4 mamul kumaşlarına atkı yönünde ve çözgü yönünde dikiş açılma mukavemet testleri yapılmış Çizelge 5'de verilmiştir. Ticari atkı ve çözgü dikiş açılma mukavemet değeri standart minimum 14 kgf 'dir.

Çizelge 5. D1, D2, D3, D4 mamul kumaşlarının dikiş açılması mukavemet testi sonuçları

Kumaş Kodu	Atkı		Çözgü	
	Uygulanan Maksimum Kuvvet (N)	Dikiş Açılması (kgf)	Uygulanan Maksimum Kuvvet (N)	Dikiş Açılması (kgf)
D1	Kumaş gramajına göre zorlanan kuvvet 60 N	Kuvvet ölçülemedi	Kumaş gramajına göre zorlanan kuvvet 60 N	Kuvvet ölçülemedi
D2		Kuvvet ölçülemedi		Kuvvet ölçülemedi
D3		Kuvvet ölçülemedi		Kuvvet ölçülemedi
D4		Kuvvet ölçülemedi		Kuvvet ölçülemedi

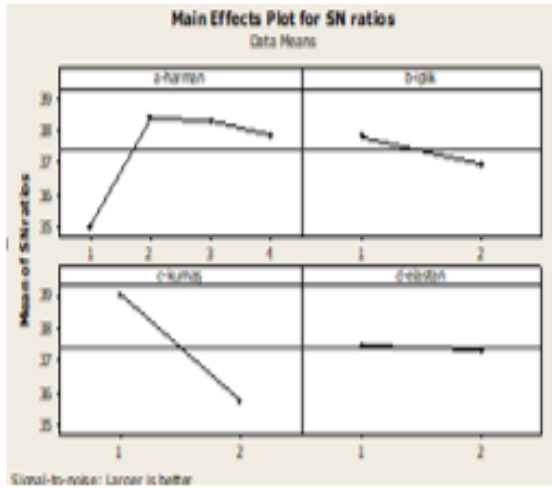
3.1. Kumaş Performans ve Dikilebilirlik Testleri için Taguchi Optimizasyonu

Taguchi metoduna göre denim kumaş performans test sonuçları için Sinyal/Gürültü hesaplamaları önemlidir. Taguchi Deney Tasarımı yönteminde elde edilen deney sonuçları sinyal/gürültü (S/N) oranına çevrilerek değerlendirilmektedir. Sinyal/gürültü oranı değeri

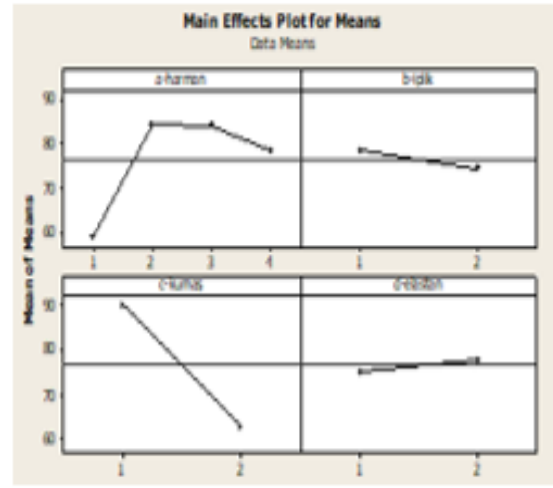
küçük değer iyi, büyük değer iyi, nominal değer iyi olarak kalite değerinin hedeflendiği değere göre farklı şekillerde hesaplanır ve analiz edilir [6]. Seçilmiş performans parametreleri için Sinyal/Gürültü yönünden yapılan seçimler Çizelge 6'da verilmiştir. Şekil 1'de Taguchi metoduna göre kopma mukavemeti (çözgü) Sinyal/Gürültü (S/N) grafiği ve Şekil 2 'de ortalama değer grafiği verilmiştir.

Çizelge 6. Kumaş testleri için Taguchi'de Sinyal/Gürültü ve grafik yönünden yapılan seçimler

Kumaş Testleri	Seçimler	Sinyal/Gürültü (Eşitlik)
Yırtılma Mukavemeti (Çözgü ve Atkı)	En Büyük en iyi (Larger is better)	$\frac{S}{N} = -10\log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right)$
Kopma Mukavemeti (Çözgü ve Atkı)	En Büyük en iyi (Larger is better)	$\frac{S}{N} = -10\log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right)$
Dikilebilirlik	En Büyük en iyi (Larger is better)	$\frac{S}{N} = -10\log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right)$



Şekil 1. Sinyal/Gürültü grafiği değeri

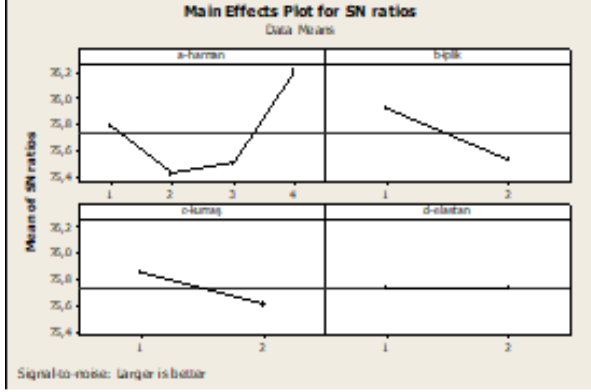


Şekil 2. Ortalama değer grafiği

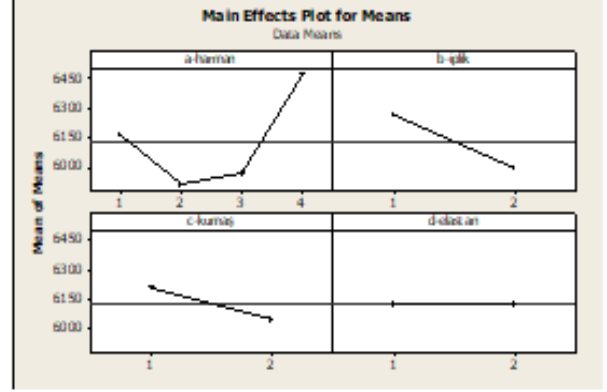
Sinyal/Gürültü grafiğinde, kopma mukavemeti (çözgü) değeri sonuçları için en iyi kombinasyon görülmektedir. A-2, B-1 ve C-1 kombinasyonu kopma mukavemeti (çözgü) değeri için önerilmektedir. Kombinasyon değerleri; A-2 , %90 pamuk-%10 soya protein elyafı harmanı, B-1, Ne10 ipliği, C-1 rijittir. Şekil 3'de Taguchi metoduna göre yırtılma mukavemeti (çözgü) değerinin Sinyal/Gürültü (S/N) grafiği ve Şekil 4 'de ortalama değer grafiği verilmiştir.

Sinyal/Gürültü grafiğinde, yırtılma mukavemeti (gf) sonuçları için en iyi kombinasyon görülmektedir. A-4, B-1, C-1 ya da 2 kombinasyonu yırtılma mukavemeti (gf) değeri için önerilmektedir. Kombinasyon değerleri; A-4 , %50 pamuk-%50 soya protein elyafı harmanı, B-1, Ne10 ipliği ve C-1 rijit ya da elastan'dır. Şekil 5'de Taguchi metoduna göre kopma

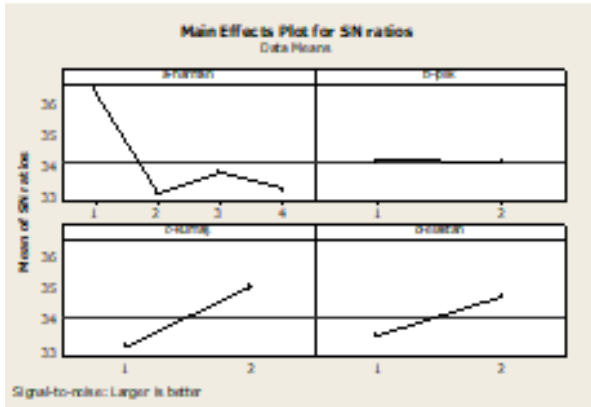
mukavemeti (atkı) değerinin Sinyal/Gürültü (S/N) grafiği ve Şekil 6 'da ortalama değer grafiği verilmiştir.



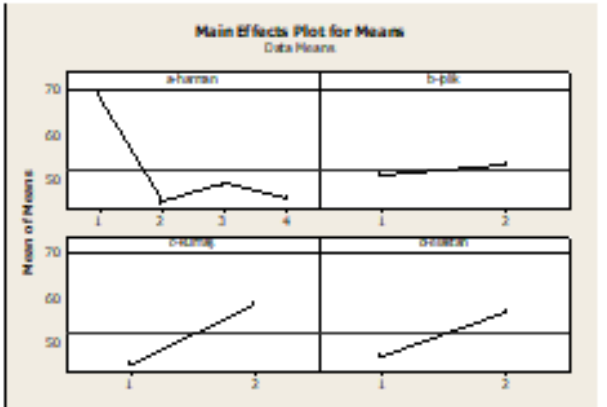
Şekil 3. Sinyal/Gürültü grafiği



Şekil 4. Ortalama değer grafiği



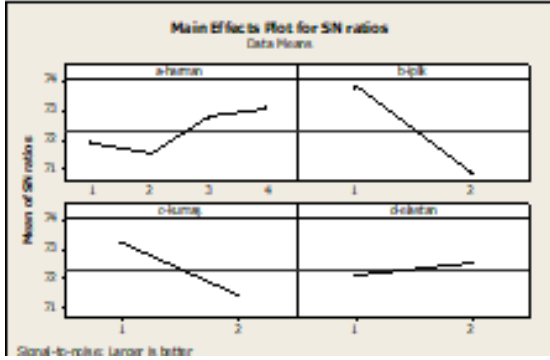
Şekil 5. Sinyal/Gürültü grafiği



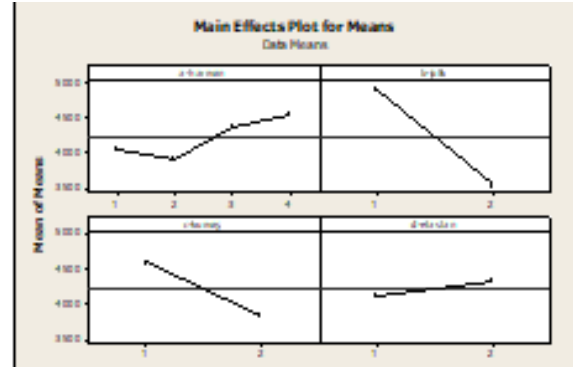
Şekil 6. Ortalama değer grafiği

Sinyal/Gürültü grafiğinde, kopma mukavemeti (atkı) (kgf) sonuçları için en iyi kombinasyon görülmektedir. A-1, B-1, 2, C-2 kombinasyonu kopma mukavemeti (atkı) (kgf) değeri için önerilmektedir. Kombinasyon değerleri; A-4 , %100 pamuk harmanı, B-1, Ne10 ipliği ve C-2 de elastan'dır. Şekil 7'de Taguchi metoduna göre kopma mukavemeti (atkı) değerinin Sinyal/Gürültü (S/N) grafiği ve Şekil 8 'de ortalama değer grafiği verilmiştir.

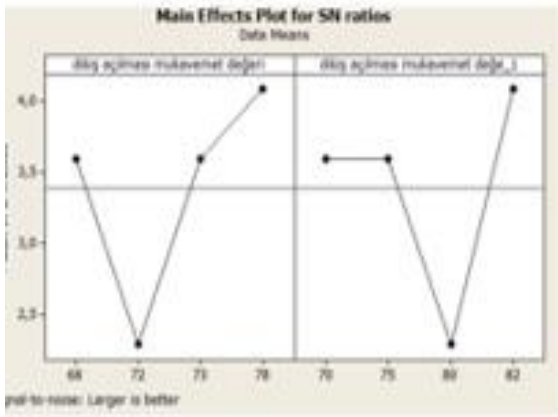
Sinyal/Gürültü grafiğinde, yırtılma mukavemeti (atkı) (gf) sonuçları için en iyi kombinasyon görülmektedir. A-4, B-1, C-2 kombinasyonu yırtılma mukavemeti (atkı) (gf) değeri için önerilmektedir. Kombinasyon değerleri; A-4 , % 50 pamuk-%50 soya protein elyafı harmanı, B-1, Ne10 ipliği ve C-2 ise elastan'dır. Şekil 9'da Taguchi metoduna göre dikiş açılma mukavemet değerinin Sinyal/Gürültü (S/N) grafiği ve Şekil 10 'da ortalama değer grafiği verilmiştir.



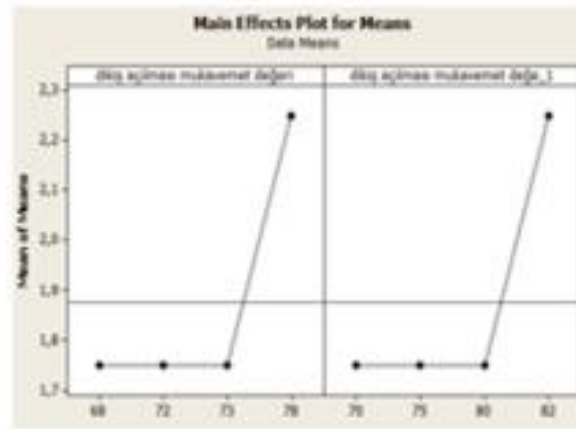
Şekil 7. Sinyal/Gürültü grafiği



Şekil 8. Ortalama değer grafiği



Şekil 9. Sinyal/Gürültü grafiği



Şekil 10. Ortalama değer grafiği

Sinyal/Gürültü grafiğinde, dikiş açılma mukavemet (kgf) sonuçları için en iyi kombinasyon görülmektedir. A-4, B-1, C-2 kombinasyonu dikiş açılma mukavemet (kgf) değeri için önerilmektedir. Kombinasyon değerleri; A-4 , % 50 pamuk-%50 soya protein elyafı harmanı, B-1, Ne10 ipliği, C-2 ise elastan'dır.

3.2. Pantolon Dikimi

Mamul denim kumaşlarından pantolon dikimi yapılarak soya protein elyafı içeren kumaşların pamuk harmanlı kumaşlara kıyasla dikilebilirliği incelenmiştir. Yapılan dikim sonucunda soya protein elyafı içeren denim kumaşların dikilebilirliği pamuk içeren kumaşlar gibi kolay dikilebilir olduğu görülmüştür. Optimizasyonu yapılan dikim yapılan denim pantolonların görselleri ise Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Üretilen ve dikim yapılan denim pantolon ürünlerin görselleri

4. SONUÇ

Bu çalışmada soya protein lifinin farklı oranlarda pamuk lifi ile karıştırılarak üretilen atkı ipliklerinin denim kumaş konstrüksiyonunda kullanılabilirliği ve Taguchi metodu ile yırtılma mukavemeti, kopma mukavemeti ve dikilebilirlik özelliklerinin sahip olduğu optimum denim kumaş üretiminin tespiti araştırılmıştır. Taguchi metodunda test parametresini seçerken *Larger is better* ve *Smaller is better* ifadelerinin seçilebilir. Bu ifadeler *Yüksek olursa değeri iyidir* ya da *Düşük olursa değeri iyidir, değişmez* 'dir. Çalışmada üretilen denim kumaşlara yönelik elde edilen bulgular soya protein lifinin kullanımıyla ilgili kabul edilir sonuçlar olduğunu göstermiştir. Kumaş mamul test mukavemet parametrelerine sinyal/gürültü analizi yapıldığında harmanın, çözgü yönlü yırtılma mukavemeti ile çözgü yönlü ve atkı yönlü kopma mukavemeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca atkı iplik numarasının, atkı yönlü yırtılma mukavemeti üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Aynı zamanda pantolon dikilebilirliği incelendiğinde ise, denim kumaşın soya protein elyafı içermesinin dikilebilirliğine olumsuz etki etmediği görülmüştür.

Çalışmada yapılan kumaş performans testlerinde soya protein elyafının seçilen performans özelliklerini azaltıcı bir etki sağlamadığı görülmüştür. Yenilikçi bir lif olarak denim kumaşlarda soya protein elyafı kullanılabilir olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Çalışmada Ne10 ve Ne16 gibi denim kumaşta en fazla kullanılan atkı iplik numaraları kullanılmıştır. Farklı numarada atkı ipliğinde farklı oranlarda soya protein lifinin kullanılmasının kumaşta olumsuz bir etki oluşturmadığı da ortaya konulmuştur

Teşekkürler:

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiş olup teşekkür ederiz (Proje ID: FYL-2020- 12387). Deneysel üretim ve pantolon dikimi için BOSSA T.A.Ş'ye teşekkür ederiz.

5.KAYNAKÇA

- [1] Sarpkaya C., Sabır E. C., (2011), Haşıl Prosesinin Önemi, Maliyet Analizi, Karşılaşılan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri, Tekstil ve Mühendis, Volume 18, Sayı 83, 8 – 13.
- [2] Bahar, S., (2006). Farklı Dikim ve Yıkama Türlerinin Dikim Performans Özelliklerine Etkisinin Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- [3] Manich, A.M., Domingues, J.P., Sauri, R.M., Barella, A., (1998). Relationships between fabric sewability and structural, physical, and FAST properties of woven wool and wool-blend fabrics, Journal of the Textile Institute, Vol. 89, Part 1, No. 3, pp.579-589.
- [4] Gulsen Bakıcı, G., Doba Kadem F., (2018). An Experimental Study On Sewability Properties Of 100% Cotton Denim Fabrics, Tekstil ve Konfeksiyon 28(2).
- [5] Dönmez, İ., (2021). Denim ve Spor Giyim Kumaşlarında Soya Elyafının Kullanımı Ve Performansı, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [6] Özgür E., Sarpkaya Ç., Sabır. E.C., (2015). The Optimization Of Woven Fabric Tensile Strength With Taguchi Method Based On Grey Relational Analysis. Tekstil Ve Konfeksiyon 25(4).

DENİM ÜRÜNLERDE APRE KULLANIMI İLE TERMAL KONFOR ÖZELLİKLERİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Murat ŞENSOY¹, Ceylin ALPEREN¹, **Hatice ACIKGÖZ TUFAN**^{2*}, Elçin EMEKDAR²,
Umut Kıvanç ŞAHİN^{2,3}, Senem KURŞUN BAHADIR^{3,4}

¹ Su Global Ar-Ge Merkezi, Çorlu, Tekirdağ

² İTÜ, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul

³ CETEX *Center of Excellence for Textiles*, İTÜ Arı Teknokent, İstanbul

⁴ İTÜ, Makina Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul

*acikgozh@itu.edu.tr

ÖZET

Konfor özelliklerinin uygun olması kullanıcıların ürünlerin tercihini artırmaktadır. Bu çalışmadan çeşitli konfor artırıcı apre kimyasallarının farklı oranlarda denim kumaşa spreyleme metodu ile uygulanması sonucu konfor özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Elde edilen numunelere kopma ve yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, kılcal ıslanma, kuruma hızı testleri uygulanmıştır. Tüm bu testlerde apre uygulanmamış kumaşa göre ciddi konfor performansı artışı olmuştur. Kimyasal oranlarının artırıldığı numunelerde iyileşme oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir ve oranın artırılması ile düşük oranlı reçeteye göre minimum %13 performans artışı gözlemlenmiştir.

Anahtar kelime: denim, termal, konfor, spre, apre

IMPROVING THERMAL COMFORT PROPERTIES BY USING FINISHING IN DENIM PRODUCTS

ABSTRACT

The convenience of the comfort features increases the preference of the products for the users. In this study, it is aimed to improve the comfort properties as a result of the application of various comfort-enhancing finishing chemicals to the denim fabric at different ratios by spraying method. Tensile and tear strength, air permeability, water vapor permeability, capillary wetting and drying speed tests were applied to the samples obtained. In all these tests, there was a significant increase in comfort performance compared to the unfinished fabric. It is seen that the improvement rates are higher in the samples where the chemical ratios are increased, and with the increase of the ratio, a minimum 13% performance increase was observed compared to the low ratio recipe.

Key words: denim, thermal, comfort, spray, finishing

1. GİRİŞ

Tüketicilerin giysi tercih kriterlerinde ilk sırada olan konfor etkeninin, özellikle termal konforunun denim kıyafetlerde geliştirilmesi tüketiciler tarafından istenmektedir [1–3]. Termal konforu yeterli olmayan ürünler satın alınsa dahi tüketiciler tarafından iade edilmekte ya da

tekrar tercih edilmemektedir. Tüm bunlar ürün geri dönüşü, müşteri memnuniyetsizliği şeklinde olumsuz sonuçlar yaratmaktadır.

Termal konfor; kişinin bir ürünü giydiğinde sıcaklık, nem, hava akımı açısından bedensel ve zihinsel faaliyetleri sırasında belli bir rahatlık içinde bulunmalarıdır. Bu noktada sıcaklığın kıyafet ile kişi arasında hapsolması ve terlemeye sebep olması ciddi bir sorundur. Bu terin dışarıya atılması ve uygun hava akımının sağlanamaması kişinin son derece rahatsız hissetmesine sebep olmaktadır. Bu tip bir sorunun yaşanmaması için literatürde pek çok konfor iyileştirici çalışma yapılmaktadır[1–3]. Kıyafetler, yaşanan sıcaklık farklarını dengelemeli, fazla nem/teri dışarı atmalı ve uygun hava akımını vücut etrafında sağlamalıdır.

Termal konforu iyileştirmek amacıyla konfor iyileştirici apre kimyasalları ve yardımcı kimyasallar denim kumaşa spreyleme tekniği ile uygulanmış olup ardından denim kumaşlara sıcaklık yardımıyla fikse işlemi yapılmıştır. Elde edilen numunelere mukavemet (kopma ve yırtılma mukavemeti) ve konfor testleri (hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, kılcal ıslanma, kuruma hızı) uygulanmıştır.

2. MALZEMELER VE METOTLAR

2.1. Malzemeler

3/1 Z Dimi denim kumaşlar hammadde olarak kullanılmıştır. Kumaş detayları Tablo 'nin Apre Uygulanmamış Kumaş sütununda yer almaktadır. Konfor artırıcı apre kimyasalları apre ürünü olarak yer almıştır.

2.2. Metotlar

Üretilen denim kumaşlara Tablo 'de verilen reçeteler kullanılarak kimyasal karışımı ters yüzeylerinden spreyleme yöntemi ile uygulanmıştır. Spreyleme sonrası 140°C'de kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1: Kumaşlara uygulanan apre reçeteleri

Kimyasal Adı	1.Reçete	2. Reçete
A(mikro kapsül içinde parafin)	20 g/mL	80 g/mL
B (Akrilat kopolimer noniyonik dolgu malzemesi)	8 g/mL	40 g/mL
C(polisiloksan noniyonik yüzey aktif madde)	17.5 g/mL	32.5 g/mL

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Apre uygulanmamış ve her iki reçetenin de ayrı ayrı uygulandığı numuneler kalınlık, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, kılcal ıslanma, kuruma hızı gibi termal konfor testlerinin yanı sıra uygulanan apre işleminin kumaşların genel yapısına ve mekanik özelliklerine etkisinin tespit edilmesi için gramaj, sıklık, kopma ve yırtılma mukavemeti ve aşınma dayanımı testlerine tabi tutulmuştur. Kullanılan test standartlarına dair bilgiler Tablo 'de verilmiştir.

Apre uygulanan ve uygulanmayan kumaşların gramaj değerleri incelendiğinde beklendiği gibi uygulanan kimyasal miktarı arttıkça kumaş gramajının arttığı görülmüştür. Hava geçirgenliği

testinde apre uygulanmamış, 1. reçete uygulanmış ve 2.reçete uygulanmış kumaşların sonuçları sırasıyla 129,56, 47,99 ve 54,81mm/s olmuştur. Apreleme işlemi ile hava geçirgenliği önce azalmakta ancak kimyasal oranının artması ile birlikte artmaktadır. Su buharı geçirgenliği testinde apre uygulanmamış, 1. reçete uygulanmış ve 2.reçete uygulanmış kumaşların sonuçları sırasıyla 1002,56, 873,434 ve 999,26 g/m²/gün olmuştur. Apreleme işlemi ile su buharı geçirgenliği önce azalmakta ancak kimyasal oranının artması ile birlikte artmaktadır. Bunun sebebi gözeneklerin bir kısmının kimyasal işlem sırasında kapanmasıdır.

Tablo 2: Tüm testler ve numunelerin sonuçları

	Testler	Apre Uygulanmamış	1. Reçete Uygulanan Numune	2. Reçete Uygulanan Numune
1.	Gramaj (g/m ²) (EN 12127)	359,8	417,3	433,1
2.	Sıklık (2 cm)			
	Atkı	38	38	38
	Çözüğü	57	57	57
3.	Kalınlık (mm) (EN ISO 5084)	0,833	0,892	0,915
4.	Hava Geçirgenliği (mm/s) (EN ISO 9237, 20cm ² ;100Pa)	129,56	47,99	54,81
5.	Su Buharı Geçirgenliği (g/m ² /gün) (TS EN ISO 15496)	1002,56	873,434	999,26
6.	Kılcal İslanma (mm/s)	Atkı ve çözüğü	Atkı ve çözüğü	Atkı ve çözüğü
	a)Dikey Kılcal İslanma(Kısa-Uzun) (DIN53924)	0,01	0,01	0,01
	b)Yatay Kılcal İslanma (mm ² /s)[4]	0,90	0,92	1,02
7.	Kuruma Hızı (g/m ² /h)[5,6]	56,24	79,01	93,67
8.	Kumaş Kopma Mukavemeti (N) (TS EN ISO 13934-1)			
	Atkı	425,4	808,05	819,94
	Çözüğü	1139,7	1629,73	1834,96
9	Kumaş Yırtılma Mukavemeti (N) (TS EN ISO 13937-2)			
	Atkı	36,14	48,86	55,98
	Çözüğü	54,18	61,42	71,22
10.	Aşınma Dayanımı (30.000 Devir) (TS EN ISO 21947-2)	Kopuş Yok	Kopuş Yok	Kopuş Yok

Kılcal ıslanma testinde dikey kılcal ıslanma için atkı ve çözüğü yönündeki tüm sonuçları 0,01 mm/s'dir ve aynıdır. Yatay ıslanma testinde apre uygulanmamış, 1. reçete uygulanmış ve 2.reçete uygulanmış kumaşların sonuçları sırasıyla 0,90, 0,92 ve 1,02 mm²/s olmuştur. Apre uygulaması ile kılcal ıslanma artmıştır. Kimyasal oranındaki artış ıslanma artışını artırmıştır. Kuruma hızı testinde apre uygulanmamış, 1. reçete uygulanmış ve 2.reçete uygulanmış

kumaşların sonuçları sırasıyla 56,24, 79,01 ve 93,67 g/m²/h olmuştur. Apre uygulaması ile kuruma hızı artmıştır. Kimyasal oranındaki artış ıslanma artışını artırmıştır.

Apre uygulanmayan kumaşın kopma mukavemeti çözümlü ve atkı yönünde sırasıyla 1139,7 ve 425,4N'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözümlü ve atkı yönünde sırasıyla 36,14 ve 54,18N'dur. 1. reçete uygulanan kumaşın kopma mukavemeti çözümlü ve atkı yönünde sırasıyla 1629,73 ve 808,05N'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözümlü ve atkı yönünde sırasıyla 48,86 ve 61,42N'dur. 2. reçete uygulanan kumaşın kopma mukavemeti çözümlü ve atkı yönünde sırasıyla 1834,96 ve 819,94N'ken aynı kumaşın yırtılma mukavemeti çözümlü ve atkı yönünde sırasıyla 71,22 ve 55,98N'dur. Ayrıca aşınma dayanımı testinden bütün numuneler 30000 devir sonrasında hiç kopuş olmayarak geçmiştir. Elde edilen sonuçların önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir[7-9].

SONUÇ

Konfor özelliklerini artırmak ürünlerin tercih edilme oranlarını artırmaktadır. Bu çalışmada iki farklı reçete ile termal konfor geliştirici apre uygulaması spreylenerek gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları incelendiğinde, her iki reçete de hava ve su buharı geçirgenliği önce düşmüş sonra artmıştır. İlk haline göre düşük olsa da hala kabul edilebilir seviyelerdedir. Uygulanan aprenin konsantrasyonu arttıkça denim kumaşların kılcal ıslanma ve kuruma hızı performanslarının iyileştiği gözlemlenmiştir. Hava ve su buharı geçirgenliği içinci reçete ile %15 civarında artış gösterirken, kuruma hızı yaklaşık %20 oranında artmıştır. Konfor özelliklerini geliştirmenin yanı sıra uygulanan kimyasallar denim kumaşlara ait kopma ve yırtılma mukavemetlerinde de artış sağlamıştır. 2. Reçete ile atkı yönündeki kopma mukavemetindeki iyileşme limitli kalırken çözümlü yönündeki kopma mukavemeti %13'e kadar yükselmiştir. Yırtılma mukavemetleri incelendiğinde ise çözümlü ve atkı yönünde ortalama %15 iyileşme gözlemlenmiştir. Aşınma performansında herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada yer alan sonuçlar Su Global Ar-Ge Merkezi bünyesinde yürütülen RD-001 nolu "Denim Ürünlerinin Termal Özelliklerinin İyileştirilmesi" başlıklı projesinin bir parçasıdır. Yazarlar çalışma boyunca olan desteklerinden dolayı Su Global Tekstil ve Konfeksiyon Sanayi A.Ş.'ye teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

- [1] Cimilli Duru, S.; Şahin, U. K. Effects of Yarn Type, Process History, Softener Type and Concentration on Wicking and Drying Properties of Cotton Plain Knitted Fabrics. *J. Text. Inst.* **2020**, *111* (8), 1166–1175. <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1689773>.
- [2] Şahin, U. K.; Cimilli Duru, S. Effects of Softener Applications on Air and Water Vapor Permeability of Cotton Knitted Fabrics Produced with Different Yarns. *Tekst. ve Konfeksiyon* **2017**, *27* (3), 275–282.
- [3] Cimilli Duru, S.; Candan, C. Wicking and Drying Behaviors of Knitted Fabrics Produced with Different Polyamide Yarns. *Tekst. ve Konfeksiyon* **2016**, *26* (3), 280–286.
- [4] Zhuang, Q.; Harlock, S. C.; Brook, D. B. Transfer Wicking Mechanisms of Knitted Fabrics Used as Undergarments for Outdoor Activities. *Text. Res. J.* **2002**, *72* (8), 727–734. <https://doi.org/10.1177/004051750207200813>.

- [5] Fourt, L.; Sookne, A. M.; Frishman, D.; Harris, M. The Rate of Drying of Fabrics. *Text. Res. J.* **1951**, *21* (1), 26–33. <https://doi.org/10.1177/004051755102100107>.
- [6] Coplan, M. J. Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers and Blends. *Text. Res. J.* **1953**, *23* (12), 897–916. <https://doi.org/10.1177/004051755302301207>.
- [7] Doba Kadem, F.; Saraç, E. G. An Experimental Application on Denim Garment to Give Thermal Regulation Property. <http://dx.doi.org/10.1080/00405000.2016.1166822> **2016**, *108* (3), 353–360. <https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1166822>.
- [8] Eryuruk, S. H. Analyzing Thermophysiological Comfort and Moisture Management Behavior of Cotton Denim Fabrics. *Autex Res. J.* **2020**. <https://doi.org/10.2478/AUT-2019-0073>.
- [9] Hosen, F.; Asif, A. K. M. A. H.; Hasan, M. Z.; Mahmud, S. T.; Islam, M. R. Evaluation of Comfort and Thermal Properties of Stretch Denim Fabric by Applying Different Softeners. *Indian J. Sci. Technol.* **2021**, *14* (8), 752–764. <https://doi.org/10.17485/IJST/V14I8.190>.

PBT’NİN DOKUMA KUMAŞLARDA FİZİKSEL PERFORMANSA ETKİSİ*

Merve Kavuzlu¹, Nihat Çelik²

¹Bossa Tekstil A.Ş, Adana, ²Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ana Bilim dalı

MKavuzlu2@bossa.com.tr

ÖZET

Günlük giyimde sıkça kullanılan denim ve spor giysilik kumaşların kullanım ömrünün uzun olması istenir. Özellikle elastan içerikli denim kumaşların deformasyonu sık görülen performans sorunudur. Çalışmada bu performans sorununa yönelik iyileştirme araştırması yapılmıştır. 3/1 Z dimi örgüde, aynı niteliklere ve proses şartlarına sahip kumaşlar core spun ve üç bileşenli iplik kullanılarak incelenmiştir. Üç bileşenli iplik yapısında dış katmanda pamuk, merkezde PBT ve elastan içeren kumaşla, iki bileşenli ipliğin kullanıldığı kumaşlar karşılaştırılmış PBT’nin performans iyileştirme seviyesi araştırılmıştır. Mamul kumaşların fiziksel performanslarını tespit etmek için elastikiyet, kalıcı uzama, kopma -yırılma mukavemeti değerlendirilmiştir. İncelemeler ve istatistiksel verilere göre Pamuk/PBT/Elastan karışımli ipliğin, pamuk/elastan içerikli ipliğe göre kumaşta kalıcı uzama değerine olumlu etki ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PBT (polibütilen teraftalat), Dual core, Elastan, Pamuk, Ring İplik Eğirme

THE EFFECT OF PBT ON THE PHYSICAL PERFORMANCE IN WOVEN FABRICS

ABSTRACT

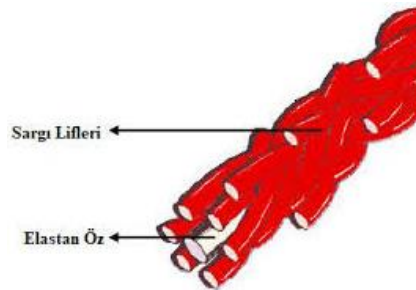
Denim and sportswear fabrics, which are frequently used in daily wear, are required to have long lasting. Especially the deformation of denim fabrics containing elastane is a common performance problem. In this study, improvement research was conducted for this performance problem. In 3/1 Z twill weave, fabrics with the same qualities and process conditions were examined using core spun and three-component yarn. The performance improvement level of PBT was investigated by comparing the fabrics containing cotton in the outer layer, PBT and elastane in the center and the fabrics using two-component yarn in the three-component yarn structure. Elasticity, permanent elongation, tensile-tear strength were evaluated to determine the physical performances of the finished fabrics. According to the examinations and statistical data, it has been determined that Cotton/PBT/Elastane blended yarn has a positive effect on the permanent elongation value of the fabric compared to cotton/elastane-containing yarn.

KeyWords: PBT (polybutyleneterephthalate), Dual core, Elastane, Cotton, Ring Spinning

*Aynı BaşlıklıYüksek Lisans Tezinden Üretilmiştir.

1.GİRİŞ

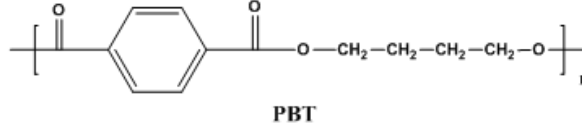
Günümüzde giyilen denim ve spor giyim ürünlerden modaaya uygunluğunun dışında giyim performansının da yeterli düzeyde olması beklenmektedir. Denim ve spor giyim kumaşlar hem alt hem üst giyimde karşımıza çıkabilmektedir Satın alınan ürünlerin uzun ömürlü olmaları kullanıcıların beklentilerinin başında gelmektedir. Bunun sonucu olarak da, farklı üretim yöntemlerinin yanı sıra, farklı performans özelliklerine sahip yeni elyaf türleri ve karışımları geliştirilmeye başlanılmıştır. Kumaşların uzun ömürlü olmaları sektörde marka güvenilirliğini ve satışlarını da pozitif olarak etkilemektedir. Pazarlama stratejisi olarak dayanıklı kumaşlar her zaman dikkat çekmektedir. Son zamanda yapılan araştırmalar kullanıcıların beklentilerinde uzun ömürlülüğün önemli parametrelerden biri olduğunu ortaya koymaktadır. Doğal elyaf içerikleri ile beraber sentetik elyafların katkısıyla elde edilen iplikler bu amaca hizmet edebilmektedir. Markaların üreticilerden beklentisi dayanıklı ve fiziksel performansı yüksek ürün çıktısıdır. Bu amaçla üreticiler yeni ipliklerle farklı çalışmalara yönelmişlerdir. Araştırmalar, 1970 sonrası tekstilde ürün çeşitliliğinin arttığını ve bu genişlemeyle birlikte özlü ipliklerin de kullanıldığını göstermektedir [1]. Şekil 1’de yapısı görünen özlü iplikler, aynı merkezli iki lif demet yapısından meydana gelmektedir. Bu lif demetlerinden birincisi, ipliğe fonksiyonellik kazandırmak amacıyla kullanılan ve iplik merkezinde var olan öz, diğeri ise çoğunlukla konfor özelliğinden dolayı kullanılan ve özü kaplayan (sargı) tabakasıdır [2]. Merkezinde elastan içeren elastomerik yani özlü iplik üretimi, genel itibari ile modifiye olan vaterde ve açık uç Dref-3 özlü iplik eğirme sisteminde üretilebilmektedir[3,4,5]. İplik merkezinde bulunan ve monofilament, multifilament ya da kesikli elyaftan oluşan öz ile onu saran kesikli elyaflardan var olan manto, birlikte kompozit iplik yapısını meydana getirir [6].



Şekil 1. Özlü İplik Yapısı [7]

PBT, 1,4 bütülen glikol ile dimetrit tereftalat veya tereftalik asidin esterleşme reaksiyonu sonucu elde edilen yarı kristal termoplastik malzemesidir. PBT, politetrametilen tereftalat ya da 4 GT (her bir tereftalat birimi arasında 4 adet metilen birimi içeren yapı) olarak da tanımlanabilmektedir. Bu polimer için kullanılan terim Politetrametilen tereftalat'tır. Ancak Polibütülen tereftalat (PBT) reçine uygulamalarında daha çok tercih edilen bir kısaltmadır. Tekstil sektöründe kullanılabilen yapının polimerleşme sıcaklık derecesi 90°C ile 200°C değerlerinde olup kullanım yerine göre farklılaşabilir[8]. PBT elyaf çekim üretim yöntemleri, PET çekim üretim yöntemleriyle çok benzerdir. PBT ve PET polimerlerine ortalama 250°C ısıyla eriyikten lif çekimi uygulanmaktadır. PBT lifi: ısısal bozunma direnci, sürtünme ve giyim esnasındaki aşınmalara karşı dayanım, kusursuz yüzey düzgünlüğü, uzama yeteneği, yaş uzama geri kazanımı, klorlu suda yaş boyutsal stabilite, renk haslığı ve iyi boyanabilme gibi birçok özelliğın yanı sıra, iyi elektrik yalıtımı ve kimyasal maddelere karşı dayanım özellikleri de sergiler [9]. Elastik ve aynı zamanda yüksek performanslı polyester liflerin tekstil ürünlerinde

kullanılması, tekstil ürünlerine çeşitli fonksiyonellikler kazandırmak açısından önemli bir yere sahiptir [10,11]. PBT'nin moleküler formülü $(C_{12}H_{12}O_4)_n$ dir. DMT (dimetil tereftalat) ile 1,4 bütan diol (BDO)'ün birleşip polimerleşmesi sonucu oluşan polimerik malzeme olan PBT'nin kimyasal formülü Şekil 2'de yer almaktadır [12].



Şekil 2. PBT kimyasal formülü

Önceki çalışmalarda, PBT ile özlü iplik oluşumu, PBT ipliklerin mekanik analizleri, PBT'nin özlü ipliklere sağladığı avantajlar, PBT karışımlarının boyanması, özlü iplik üretim teknikleri konularına ulaşılmıştır. Yapılan çalışmanın önceki çalışmalardan farkı; PBT'nin, kumaş konstrüksiyon ve prosesi sabit tutularak mamul ürünlerdeki fiziksel performansına katkısının araştırılmasıdır.

2.MATERYAL VE METOT

2.1.Materyal

Hammadde olarak, spor giyim, denim kumaş üretiminde sıkça kullanılan Pamuk, Pamuk/Elastan ve Pamuk/PBT/Elastan ve Polyester/Pamuk/Elastan ipliği seçilmiştir. Pamuk karışımli numunelerde kullanılan iplikler ring eğirme yöntemiyle tek özlü iplik ve ring iplik makinesinde özel bir aparat ile çekim bölgesine PBT'nin beslenmesiyle elde edilmiştir. Numunelerin örgüleri 3/1 Z olarak sabit tutulmuştur. Kullanılan tüm ipliklerin elyafı Amerikan Sawgin menşelidir ve ipliklerin tamamı Z büküm yönlüdür. Çalışma kapsamında Ne 8, 10, 12, 16 numaralı CO/PBT/EL içeren iplikler ve Ne 18 olarak CO/PES/EL içerikli iplik ring iplik makinesinde çift özlü iplik (dual core yöntemle) üretilmiştir. Bu ipliklere karşılık PBT içermeyen ring makinesinde tek özlü iplik (core spun) yöntemiyle Ne 8, 10, 12, 16 numaralı ipliklerin üretimi yapılmıştır. Elastan içermeyen iplikler ise Ne 7, 10, 13 numaralarda üretilerek çözgü ve/veya atkıda kullanılmıştır. Özlü iplik üretimi Marzoli firmasına ait ring iplik makinesinde gerçekleştirilmiştir. Çift özlü PBT (polibütilentereftalat) ve elastan içerikli iplik üretimi için makineye ilave edilen aparatlar; PBT ve elastan kılavuzu, elastan çekim silindiri, PBT için çalgık ve kılavuzlardır. Çift özlü iplik üretiminde 56 dtex PBT'ye uygulanan çekim 1,05'dir. Öz kısmına PBT ve elastan olmak üzere iki farklı filament beslenmiştir. PBT İplik üretimlerindeki çalışma şartları Çizelge 1'de verilmiştir. Tüm PBT içerikli ipliklerin fitil numarası 0,55, PBT inceliği 56dtex, iğ devri 10000 (d/dk) ve PBT çekimi 1,05 olarak sabit tutulmuştur. İpliklerin üretim sürecinden sonra ilk gruptaki numunelerin çözgüsü seri çözgü makinesinde çekilmiştir ve picanol dokuma makinesinde dokunmuştur. Her grubun kendi içinde terbiye prosesleri aynıdır.

Çizelge 1. PBT ve elastan içerikli özlü iplikler için çalışma şartları

İplik Numarası (Ne)	PBT Dtex	ELASTAN Dtex	Büküm Katsayısı (α_c)	Büküm ($T/^\circ$)	PBT Çekimi (-)	ELASTAN Çekimi (-)
16/1 CO/PBT/EL	56	78	4,5	18	1,05	3,8
16/1 CO/PBT/EL	56	127	4,5	18	1,05	3,5
12/1 CO/PBT/EL	56	127	4,5	15,2	1,05	3,5
10/1 CO/PBT/EL	56	78	4,3	13,9	1,05	3,8
8/1 CO/PBT/EL	56	78	4,3	12,5	1,05	3,8

Bu araştırmada 6 grup numune mevcut olup, ilk 4 grup indigo boyalı denim, son 2 grup ise çözümlü atkı ekru spor giyim numunesinden oluşmaktadır. 1 numaralı kumaş numunesi K1, bu numuneye karşılık gelen PBT içerikli kumaş numunesi ise K1P olarak kodlanmıştır. Numunelerin gruplandırılması ve kumaşların konstrüksiyon özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Kumaşların konstrüksiyon özellikleri

Numune Kodu	Çözümlü Ne	Atkı Ne	EA Dtex	Tarak No	Tarak Eni	Mekanik Atkı Sıklık (tel/cm)	Mekanik Çözümlü Sıklık (tel/cm)
K1	13/1-Karde	18/1 PES+K+EL	127	125/2	215	20	25
K1P	13/1-Karde	16/1 Pamuk/PBT/EL	127	125/2	215	19	25
K2	13/1-Karde	16/1 Karde/EL	78	68/4	215	20	27,2
K2P	13/1-Karde	16/1 Pamuk/PBT/EL	78	68/4	215	20	27,2
K3	10/1 Karde	12/1 Karde/EL	127	95/2	215	16,5	19
K3P	10/1 Karde	12/1 Pamuk/PBT/EL	127	95/2	215	16,5	19
K4	10/1 Karde/EL	10/1 Karde	78	68/4	175	15	27,2
K4P	10/1 Pamuk/PBT/EL	10/1 Karde	78	68/4	175	15	27,2
K5	8/1 Karde/EL	7/1 Karde	78	64/4	170	13	25,6
K5P	8/1 Pamuk/PBT/EL	7/1 Karde	78	64/4	170	13	25,6
K6	13/1-Karde	16/1 Karde/EL	78	135/2	215	20,5	27
K6P	13/1-Karde	16/1 Pamuk/PBT/EL	78	135/2	215	20,5	27

2.2.Metot

Mamul kumaşa uygulanacak performans testleri Çizelge 3’te birimleri ile birlikte verilmiştir.

Çizelge 3. Mamul kumaşa uygulanan test standartları ve birimleri

Test Adı	Birim	Test Standardı
Gramaj	g/m ²	ASTM D 3776
En	cm	ASTM D 3774
Atkı-Çözümlü Kopma Mukavemeti	kg	ASTM D 5034
Atkı-Çözümlü Yırtılma Mukavemeti	g	ASTM D 1424
Atkı-Çözümlü Çekme	%	ISO 6330
Elastikiyet	%	ASTM D 3107
Kalıcı Uzama	%	ASTM D 3107

3.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kumaşlara uygulanan mamul test sonuçları bu bölümde verilmiş ve elde edilen değerlerin ortalamaları karşılaştırılmıştır. PBT’nin mamul kumaş performansı üzerine etkisi tek etken varyans analizi ANOVA ile değerlendirilmiştir. %95 güven aralığında çalışılmış olup, analiz sonucu elde edilen “p” değerinin (anlamlılık düzeyi) 0,05 değerinden büyük/küçük olmasına göre ilişkinin olup/olmadığı belirlenmiştir. Anlamlılık düzeyini ifade eden “p” değeri 0,05 değerinden büyükse anlamlı fark yok, 0,05 değerinden küçük ise değerler arası anlamlı fark var

sonucuna ulaşılabilmektedir. Numunelerin gramaj, elastikiyet, kalıcı uzama, çözgü&atki yırtılma ve kopma test sonuçları Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Numunelerin test sonuçları

Numune Adı	En (cm)	Gramaj (g/m ²)	Yıkamalı Elastikiyet (%)	Yıkamalı Kalıcı uzama (%)	Çözgü&Atki Yırtılma Mukavemeti (grf)	Çözgü&Atki Kopma Mukavemeti (kgf)
K1	115	380	77,5	6	4000&2800	55&30
K1P	120	365	70	6	4000&2800	55&25
K2	144	300	41	9	3100&2100	40&25
K2P	134	320	52,5	8	3100&2100	40&25
K3	123	320	45	10	4000&2800	43&34
K3P	123	320	45	7	4000&2800	42&33
K4	154	354	32	8	4000&2800	63&43
K4P	155	365	36	7	4000&2800	55&35
K5	152	390	26	8	2200&2000	35&25
K5P	155	390	26	6	2200&2000	35&25
K6	139	300	46	6,8	4400&2200	58&30
K6P	140	310	48	5,6	4410&2400	57&31

(1.1) örnek denklemi ile K1-K1P numuneleri için gramaj bağıl fark (%) sonucu aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Denklemdeki BF_G , gramaj bağıl farkını ifade etmektedir. Her grup için aynı yöntemle bağıl fark hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalar mutlak değer olarak tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada kumaşın referans değerleriyle (PBT olmadan), kumaşın PBT’li değerleri arasındaki fark daima pozitif değer olarak ele alınmıştır. 6 grubun kendi içinde gramaj bağıl farklarının %0 ile %6,6 arasında değiştiği gözlenmiştir.

$$BF_G = \frac{|K1P - K1|}{K1} \times 100 (\%) = \frac{|365 - 380|}{380} \times 100 = \%3,9 \quad (1.1)$$

Çizelge 5. Numunelerin gramaj anova analizi

GRUPLAR	df	MS	F	P-değeri	BF_G (%)
K1-K1P	1	672,4	7,09657	0,028630	3,9
K2-K2P	1	902,5	34,44656	0,000375	6,6
K3-K3P	1	3,6	0,113208	0,745177	0
K4-K4P	1	291,6	12,90265	0,007064	3
K5-K5P	1	2,5	0,344828	0,573251	0
K6-K6P	1	176,4	12,87591	0,007102	3

Mamul gramaj ANOVA ve Bağıl fark sonucu Çizelge 5 ‘te verilmiştir. K1-K1P, K2-K2P, K4-K4P ve K5-K5P sonuçlarının ANOVA analizine göre PBT’nin gramaj üzerinde etkisinin olduğu söylenebilir. K3-K3P ve K5-K5P gruplarının gramaj değerleri aynı olduğundan ANOVA sonucunda farklılık görülmemiştir. Tespit edilen değerlerin çoğunluğu $p=0,05$ değerinden küçük olduğundan PBT ile gramaj üzerinde anlamlı bir farklılık bulunduğu sonucuna varılabilir.

(1.1) örnek denklemi ile K1 ile K1P numuneleri için elastikiyet bağıl fark (%) sonucu hesaplanmıştır. BF_E , elastikiyet bağıl farkını ifade etmektedir. Her grup için aynı yöntemle bağıl fark hesaplamaları yapılmıştır. Bağıl fark oranları %0-28 aralığında değişmektedir.

Çizelge 6. Numunelerin elastikiyet anova analizi

GRUPLAR	df	MS	F	P-değeri	BF _E (%)
K1-K1P	1	119,716	29,76159	0,000605	9,6
K2-K2P	1	303,601	49,74212	0,000107	28
K3-K3P	1	0,256	0,194529	0,670850	0
K4-K4P	1	51,076	31,22005	0,000518	12,5
K5-K5P	1	0,009	0,003417	0,954821	0
K6-K6P	1	16,641	8,633463	0,018759	4

Numunelerin elastikiyet sonuçlarının Anova analizi ve Bağlı fark sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir. İlk 3 ve 6. grubun numuneleri atkı elastanlı, 4. ve 5. grubun numuneleri ise çözümlü elastanlı ürünlerdir. Dolayısıyla verilen değerler numunelerin elastanlı iplik yönündeki elastikiyet sonuçlarıdır. K3-K3P ve K5-K5P grubunun test sonuçları aynı olduğu için ANOVA analizinde ilişki yok sonucu çıkmıştır. K1-K1P, K2-K2P, K4-K4P ve K6-K6P gruplarının sonuçları yorumlandığında PBT içerikli numuneler PBT içermeyen numunelere göre elastikiyet anlamında farklılık oluşturduğu sonucuna ulaşılabilir. Tespit edilen değerlerin çoğunluğu p=0,05 değerinden küçük olduğundan PBT’nin elastikiyet üzerinde anlamlı bir fark taşıdığı söylenebilir.

(1.1) örnek denklemi ile K1 ile K1P numuneleri için kalıcı uzama bağlı fark (%) sonucu hesaplanmıştır. BF_K, kalıcı uzama bağlı farkını ifade etmektedir. Her grup için aynı yöntemle bağlı fark hesaplamaları yapılmıştır. Bağlı fark oranları %0-30 aralığında değişmektedir.

Çizelge 7. Numunelerin mamul kalıcı uzama anova analizi

GRUPLAR	df	MS	F	P-değeri	BF _K (%)
K1-K1P	1	0,016	0,206452	0,661638	0
K2-K2P	1	2,704	37,81818	0,000274	11
K3-K3P	1	13,689	39,67826	0,000233	30
K4-K4P	1	4,356	16,53131	0,003604	12,5
K5-K5P	1	10,201	36,43214	0,000311	25
K6-K6P	1	3,6	28,23529	0,000716	17,6

Mamul kalıcı uzama ANOVA sonucu Çizelge 7 ‘de verilmiştir. 1. grubun her iki numunesinde (K1-K1P) kalıcı uzama değerleri aynı olduğundan p değeri anlamlı fark yok olarak sonuç vermiştir. Ancak K2-K2P, K3-K3P, K4-K4P, K5-K5P, K6-K6P numunelerinin ANOVA sonuçlarına baktığımızda PBT ile kalıcı uzama test değerinde anlamlı bir fark elde edildiği sonucuna ulaşılabilir. Tespit edilen değerlerin çoğunluğu p=0,05 değerinden küçük olduğundan PBT’nin kalıcı uzama üzerinde anlamlı bir fark taşıdığı söylenebilir. K1 numunesinin atkısı PES/Pamuk/EL, K1P numunesinin atkısı ise Pamuk/PBT/EL ‘dir. Aynı konstrüksiyon ve proses akışında yürüyen numunelerin test sonuçlarında PES ve PBT ‘nin kalıcı uzama sonucu bakımından benzer özellikler taşıdığı sonucu çıkarılabilir. K2 numunesinin atkısı Pamuk/EL, K2P numunesinin atkısı Pamuk/PBT/EL ‘dir. K2P olarak geliştirilen numune daha yüksek elastikiyette daha düşük kalıcı uzama değerinde sonuç vermiştir. Aynı şekilde Pamuk/PBT/EL içeren K4P-K6P numuneleri Pamuk/EL içerikli K4-K6 numunelerine göre yüksek elastikiyet düşük kalıcı uzama ile sonuçlanmıştır. Pamuk/EL içerikli K3 ve K5 numunelerine karşılık

Pamuk/PBT/EL içerikli geliştirilen K3P-K5P numuneleri aynı elastikiyette daha düşük kalıcı uzama değerine sahiptir.

(1.1) örnek denklemi ile K1 ile K1P numuneleri için çözgü/atki yırtılma bağıl fark (%) sonucu hesaplanmıştır. $BF_{ÇY}$ çözgü yırtılma, BF_{AY} atki yırtılma bağıl farkını ifade etmektedir. Her grup için aynı yöntemle bağıl fark hesaplamaları yapılmıştır. Bağıl fark oranları çözgü yırtılma için %0-0,2, atki yırtılma için %0-9 aralığında değişmektedir

Çizelge 8 'de numunelerin çözgü & atki yırtılma mukavemeti anova analiz sonuçları ve bağıl fark sonuçları yer almaktadır. Test edilen değerlerin çoğunluğu $p=0,05$ değerinden büyük olduğundan PBT ile çözgü&atki yırtılma mukavemeti arasında anlamlı bir fark yok sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 8. Numunelerin mamul çözgü&atki yırtılma mukavemeti anova analizi

GRUPLAR	df		MS		F		P-değeri		BF(%)	
	Çözgü	Atki	Çözgü	Atki	Çözgü	Atki	Çözgü	Atki	$BF_{ÇY}(\%)$	$BF_{AY}(\%)$
K1-K1P	1	1	122,5	40	0,020524	0,242424	0,889627	0,635687	0	0
K2-K2P	1	1	160	202,5	0,014177	0,014475	0,908159	0,907204	0	0
K3-K3P	1	1	160	202,5	0,015184	0,062621	0,904970	0,808707	0	0
K4-K4P	1	1	22,5	22,5	0,003123	0,002822	0,956806	0,958935	0	0
K5-K5P	1	1	640	202,5	0,09078	0,053536	0,770871	0,822829	0	0
K6-K6P	1	1	62,5	102616,9	0,581395	19,1337	0,467650	0,002367	0,2	9

(1.1) örnek denklemi ile K1 ile K1P numuneleri için çözgü/atki kopma bağıl fark (%) sonucu hesaplanmıştır. $BF_{ÇK}$ çözgü kopma, BF_{AK} atki kopma bağıl farkını ifade etmektedir. Her grup için aynı yöntemle bağıl fark hesaplamaları yapılmıştır. Bağıl fark oranları çözgü kopma için %0-12, atki kopma için %0-18 aralığında değişmektedir

Çizelge 9 'da numunelerin çözgü & atki kopma mukavemeti anova analiz ve bağıl fark sonuçları yer almaktadır. Test edilen değerlerin çoğunluğu $p=0,05$ değerinden büyük olduğundan PBT ile çözgü&atki kopma mukavemeti arasında anlamlı bir fark yok sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 9. Numunelerin mamul çözgü&atki kopma mukavemeti anova analizi

GRUPLAR	df		MS		F		P-değeri		BF(%)	
	Çözgü	Atki	Çözgü	Atki	Çözgü	Atki	Çözgü	Atki	$BF_{ÇK}(\%)$	$BF_{AK}(\%)$
K1-K1P	1	1	0,121	60,025	0,041963	47,1524	0,842806	0,000129	0	16
K2-K2P	1	1	0,625	0,009	0,115207	0,004111	0,743030	0,950447	0	0
K3-K3P	1	1	0,784	4,096	0,185936	1,05404	0,677704	0,334617	2,3	2,9
K4-K4P	1	1	148,225	152,881	12,05081	24,7741	0,008425	0,001083	12	18
K5-K5P	1	1	0,1	0,4	0,015385	0,117647	0,904348	0,740439	0	0
K6-K6P	1	1	2,5	1,225	0,19305	2,969697	0,672016	0,123131	1,7	3,3

4.SONUÇLAR

Çalışmada aynı iplik numarasında tek özlü iplikler ve siro yöntemle PBT/elastan ile çift özlü iplikler üretilmiş birebir konstrüksiyonlarda kullanılmıştır. Çözgüsü indigo boyalı, atkısı beyaz denim kumaşlar ve çözgüsü & atkısı beyaz iplikli boyamaya hazır üretilen spor giyim kumaşlar gruplandırılarak numuneler yürütülmüştür. Bu sayede PBT'nin kullanımının kumaş performansına ürün gamı bazında ne gibi etkilerinin olduğu araştırılmıştır. Elde edilen mamul kumaşlara gramaj, elastikiyet, kalıcı uzama, çözgü&atkı yırtılma ve kopma mukavemet testleri uygulanmıştır. PBT içeren ve içermeyen numuneler olarak gruplama yapılmıştır. Toplamda 6 grup için test sonuçları kendi aralarında değerlendirilmiştir.

PBT içeren numune test sonuçlarına bakıldığında; aynı denim proses ve makine şartlarında yürüyen PBT içerikli K2P, K3P ve K4P numuneleri, tek özlü iplik içeren aynı konstrüksiyonlu K2, K3 ve K4 numunelerine göre kalıcı uzama testi olarak daha düşük sonuçlanmıştır. Atkısında PES/EA ve kıyaslamalı olarak CO/PBT/EA kullanılan K1 ve K1P numunelerinde ise kalıcı uzama aynı sonuçlanmıştır. PBT lifi de bir çeşit PES olduğu için kalıcı uzama olarak aynı değer elde edilmesi beklenen bir sonuç olmuştur. Spor giyim boyamaya hazır kumaş süreci ve makina şartlarıyla yürütülen PBT içerikli K5P ve K6P numuneleri, tek özlü iplik içeren aynı konstrüksiyonlu K5 ve K6 numunelerine göre kalıcı uzama test değeri olarak düşük sonuçlanmıştır. Bağlı fark ve istatistiki değerlere baktığımızda da sayısal verilerin bu yorumları doğruladığı yönünde netice elde edilmiştir. Eldeki veriler incelendiğinde polyester bazlı yeni nesil elyaf olan PBT'nin siro yöntemiyle elastanın makineye beslenerek elde edilen ipliğin kullanıldığı numunelerde, tek özlü ipliğe kıyasla kumaşın performans bakımından özellikle kalıcı uzamasını iyileştirdiği gözlenmiştir. Bu durum PBT'nin uzama geri kazanım özelliği gereği beklenen bir sonuç olmuştur.

Elastikiyet olarak, PBT kullanılan numuneler tek özlü iplik kullanılan numuneler ile bağlı fark ve ANOVA analizleriyle kıyaslandığında PBT'nin elastikiyet değeri üzerinde anlamlı fark meydana getirdiği sonucuna ulaşılmıştır. PBT içeren numuneler çoğunlukla elastikiyet anlamında yüksek sonuç vermiştir. PBT'nin ürüne elastikiyet kazandırması, diğer kimyasal bazlı elyaflara göre üstün özelliğidir. Ek olarak atkısında PES/EA kullanılan K1 numunesinin elastikiyeti, PBT içerikli K1P numunesine göre daha yüksektir. Bu durum polyester lifinin yüksek elastikiyet özelliği ile ilişkilendirilebilir.

PBT'nin kumaş fiziksel değerlerine Anova analizine göre anlamlı fark oluşturması, bağlı fark sonuçlarının da %7'nin üzerinde sonuç vermesiyle ilişkilendirilebilir. Hazırlanan bu çalışma, kullanım amacına yönelik PBT içerikli siro ipliğin mamul kumaş üzerindeki performansı için yol gösterici olmuştur.

5.KAYNAKLAR

[1] Yeşilkütük, N., (2000), Ring İplik Makinelerinde Sergili İpliklerin (CoreYarn) Eğilmesinde Bazı Üretim Parametrelerinin İplik Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, (73s).

- [2] Babaarslan, O., (2001), Method of Producing a Polyester/Viscose Core-Spun Yarn Containing Spandex Using a Modified Ring Spinning Frame, *Textile Research Journal*, 71 (4): 367- 371
- [3] Sawhney, A.P.S., Harper, R. J., Ruppenicker, G. F., Robert, K.Q., (1991), Comparison of Fabrics Made with Cotton Covered Polyester Staple-Core Yarn and 100% Cotton Yarn, *Textile Res. J.*, 61,2,71-74.
- [4] Sawhney, A.P.S., Robert, K.Q., Ruppenicker, G.F., (1989), Device for Producing Staple-Core/Cotton-Wrap Ring Spun Yarns, *Textile Res. J.*, 59,9,519-524.
- [5] Sawhney, A.P.S., Robert, K.Q., Ruppenicker, G.F., Kimmel, L.B., (1992), Improved Method of Producing Cotton Covered/Polyester Staple-Core Yarn on a Ring Spinning Frame, *Textile Res. J.*, 62,1,21-25.
- [6] Goswami, B.C., Martindale, J.G., Scardino, F.L., (1997), *Textile Yarns Technology, Structure and Application*, Wiley-Interscience Publication.
- [7] Vuruşkan D., Babaarslan O., İlhan İ., (2013), Ring İplik Eğirme Makinesinin Elastan İçerikli Özlü (Kor) İplik Üretmek Üzere Modifikasyonu, *Tekstil ve Mühendis*, 20:89, 1-10.
- [8] Pişkin, E., 2003, *Polimerler II*, PAGYAY Yayıncılık, İstanbul.
- [9] Yolaçan, G., 2006, *Polibütilen Tereftalat (PBT) ve Karışımlarının Boyanması*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- [10] Başer, İ. : 2003, "Elyaf Bilgisi", Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- [11] Broadbent, A.D., 2001, "Basic Principles of Textile Colouration", Society of Dyers and Colourists, Canada.
- [12] Timur, G., 2013, *Plastik Enjeksiyon Kalıpcılığında PBT/PC/ABS Malzemenin Geri Dönüştürülmesi Sonucu Mekanik ve Kimyasal Özelliklerindeki Değişimin Araştırılması*, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 117 sayfa.

ŞÖNİL İPLİK ÜRETİM FABRİKASINDA ENERJİ VERİMLİLİK UYGULAMALARI

Duygu DURDU KOÇ, Kübra YILMAZ, Miray ARIKAN, Arif ŞENER, Tuğçe
DEMİRDELEN

Ulusoy Tekstil San. Tic. A.Ş. Arge Merkezi, Adana / Türkiye
duygu@samtekstekstil.com

ÖZET

Enerji, sanayileşmenin alt yapısı ve günlük hayatın vazgeçilmez bir unsurudur. Sanayisi, ekonomisi ve nüfusu ile hızla büyümekte olan ülkemizde enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Buna bağlı olarak giderek yükselen enerji fiyatları, enerji talebinin mevcut kaynaklarla karşılanmasının yetersiz kalması, teknolojik gelişmeler, küresel ısınma gibi çevresel sorunlar, ihracat yapılan firmaların sürdürülebilirlik talepleri ve geleneksel kaynakların hızla tüketilmesi mevcut enerji potansiyelinin daha verimli ve etkin kullanılmasını gerekli hale getirmiştir.

Faaliyet alanı ne olursa olsun ulusal ve uluslararası rekabette yer edinebilmek için kuruluşların da enerji girdi maliyetlerinin azaltarak enerji verimliliğine gereken önemi vermesi şarttır. Ülkemizde enerji tüketiminin yaklaşık %40'ı sanayi kuruluşları tarafından kullanıldığı için bu alanda yapılacak enerji verimliliği çalışmaları ayrı bir öneme sahiptir.

Bu kapsamda; sanayinin en önemli kollarında biri olan tekstil sektöründe faaliyet gösteren şönil iplik üretim fabrikası ele alınmıştır. Şönil iplik üretim fabrikasında yapılan analizler sonucunda, en önemli enerji tüketim kaynaklarının makinelerde yer alan iğ motorları olduğu tespit edilmiştir. Verimlilik sınıfı düşük olan bu elektrik motorlarının her arıza sonrasında yapılan onarım işlemi sonucunda %1-4 arasında verim kaybı meydana geldiği gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma doğrultusunda düşük verimlilik sınıfına sahip elektrik motorları premium verimlilik sınıfına sahip olan elektrik motorları ile değiştirilerek, mevcut sistemde elektrik tüketiminde %15-20 oranında tasarruf elde edilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Verimli Elektrik Motorları, Enerji verimliliği, Yeşil Sanayi, Şönil Makine, Tekstil

ENERGY EFFICIENCY APPLICATIONS IN CHENIL YARN PRODUCTION FACTORY

ABSTRACT

Energy is an indispensable element of the infrastructure of industrialization and daily life. The need for energy in our country, which is growing rapidly with its industry, economy and population, is increasing day by day. Accordingly, rising energy prices, insufficient meeting of the energy demand with existing resources, technological developments, environmental problems such as global warming, the sustainability demands of exporting companies and the

rapid consumption of traditional resources have made it necessary to use the existing energy potential more efficiently and effectively.

Regardless of the field of activity, in order to take a place in national and international competition, it is imperative that organizations give importance to energy efficiency by reducing their energy input costs. Since approximately 40% of energy consumption in our country is used by industrial organizations, energy efficiency studies in this field have a special importance.

In this context; The chenille yarn production factory operating in the textile sector, which is one of the most important branches of the industry, is discussed. As a result of the analyzes made in the chenille yarn production factory, it has been determined that the most important energy consumption sources are the spindle motors in the machines. It has been observed that these electric motors with low efficiency class result in 1-4% efficiency loss as a result of the repair process after each failure. In line with the work done, electric motors with low efficiency class were replaced with electric motors with premium efficiency class, resulting in 15-20% savings in electricity consumption in the current system.

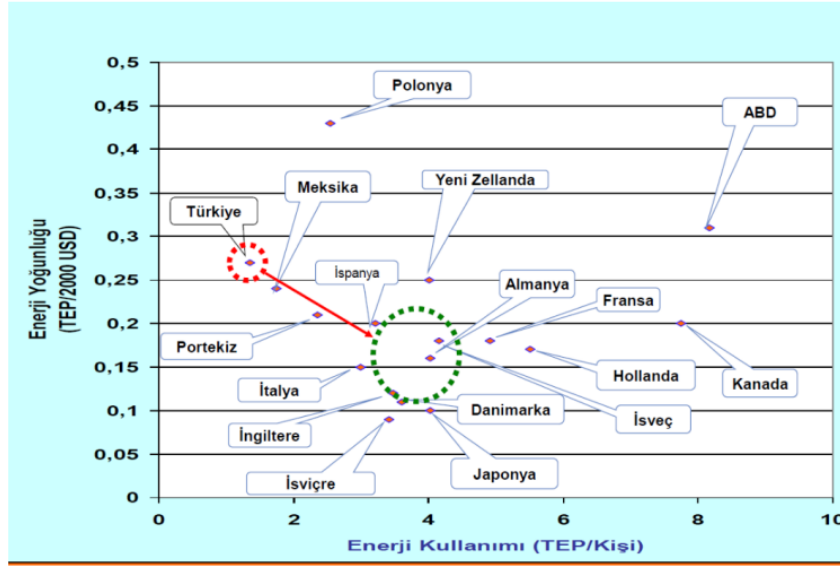
Keywords: Efficient Electric Motors, Energy efficiency, Green Industry, Chenille Yarn, Textile

1. GİRİŞ

Günümüzde yaşam standartlarının yükselmesi, teknolojinin gelişmesi ve sanayi faaliyetleri ile enerji tüketiminin her geçen gün arttığı görülmektedir. Bu duruma karşı fosil kaynaklardaki azalmalar enerji ihtiyacının karşılanmasındaki devamlılığı riske atmaktadır. Enerji tüketimindeki artış ve kaynakların azalmaya başlaması enerji verimliliği kavramını ortaya çıkarmıştır. Enerji verimliliği; üretim kalitesini ve miktarını düşürmeden ekonomik ve sosyal faydaları engellemeden tüketilen enerji miktarının en aza indirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Son zamanlarda azalan enerji kaynaklarına artan maliyetlerin ve çevresel etkilerin de eklenmesiyle birlikte enerji kaynaklarının üretimden başlayarak son tüketime kadar geçen tüm adımlarda en yüksek verimlilikte kullanılması gerekmektedir.

Gelişmekte olan bir ülke olarak artan sanayi kollarına paralel bir şekilde enerji ihtiyacımız da artmaktadır. Nihai enerji tüketimimize bakıldığında ise diğer ülkeler gibi en önemli pay %30-40 oranı ile sanayi sektörüne ait olduğu görülmektedir.

Enerji verimliliğinde en önemli doğrulama parametrelerinden biri ise enerji yoğunluğu değeri olarak kabul edilmektedir. Enerji yoğunluğu, gayri safi yurt içi hasıla başına tüketimi gerçekleşen birincil enerji miktarı şeklinde ifade edilmektedir. Bu değer genellikle 2000\$'lık GSYİH'nın TEP (Ton Eşdeğer Petrol) cinsinden tüketilen enerji miktarına oranı ile ortaya konulmaktadır. Ortaya çıkan sonuç ise ülkelerin enerji verimliliği potansiyellerini göstermektedir.



Grafik 1. UEVEP'dan aktarılan Uluslararası Enerji Ajansı (2017) [1]

Enerjiyi verimli kullanabilmek ve enerji yoğunluğunu azaltabilmek adına yapılacak tasarruf çalışmaları uzun vadeli ve maliyetli çalışmalardır. Gelişmekte olan ülkelerin ise gün geçtikçe artan enerji ihtiyaçları ve yatırım için maddi kaynakların sınırlı olması gibi durumları göz önüne alındığında enerjiyi verimli kullanma konusu ve bu alanda geliştirecekleri stratejileri daha önemli hale gelmeye başlamıştır. Bu doğrultuda; enerjinin etkin kullanılmasına ek olarak sürdürülebilir kalkınma, ekolojik dengenin korunması ve çevresel faktörleri de etkilediği için en büyük görev sanayi kuruluşlarına düşmektedir. Sanayi kuruluşları göz önüne alındığında tekstil sektörünün hem ülkemizde hem de dünyada geçmişten günümüze kadar sahip olduğu ürün çeşidi ve fonksiyonel kullanım alanları ile birlikte ayrı bir önem taşıdığı görülmektedir. Sağladığı istihdam alanları, üretimi ve ihracat payı ile yarattığı katma değer ve kalkınmaya yapmış olduğu destek ile tekstil sektörü sanayi kuruluşları içinde ayrıcalıklı bir yer edinmiştir.

Tekstil sektörü, prosesi gereği büyük miktarlarda enerji ve hammadde, bayar madde, kimyasal gibi kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde ise enerji kaynakları azalırken, kullanılan enerji maliyetleri sürekli artmaktadır. Bunun nedeni enerjinin verimli kullanılmamasıyla birlikte ortaya çıkan enerji rezervlerindeki azalmalardır. Değişen dünya düzeni, pandemi koşulları, ekonomik krizler, ülkeler arası çıkar çatışmalarından dolayı ortaya çıkan siyasi gerginliklerin getirdiği savaş gibi durumlar göz önüne alındığında ülkelerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri seviyeye gelmeleri her anlamda dışa bağımlılıklarını azaltmaları enerji alanında yapacakları çalışmalar ile mümkün olacaktır. Ülke bazında ihracat payları değerlendirildiğinde ise enerji çalışmaları sanayi sektöründe, özellikle yukarıda değinilen nedenlerden dolayı tekstil alanında elzem halde gelmiştir.

Enerjiyi verimli kullanmak için öncelikle gerekli analiz çalışmaları yapılarak önemli enerji kullanıcılarının belirlenmesi gerekmektedir. Enerjinin en çok kullanıldığı alanlar tespit

edildikten sonra enerji yoğunluğu ve verimliliği çalışmaları yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır. Alınacak önlemler için yapılacak yatırımların geri ödeme sürelerin çok uzun olmadığı görülmektedir.

Geliştirilecek enerji yönetim sistemleri sağlayacağı faydalar değerlendirildiğinde, tüm sektörlerde olduğu gibi tekstil sektöründe de enerjinin verimli kullanılması ve maliyetlerin azaltılmasına açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle enerji verimliliği alanında yapılacak iyileştirme çalışmaları ile tekstil sektörü başta olmak üzere üretimi ile sanayiye yön veren tüm kuruluşlar maliyetlerini azaltarak uluslararası anlamada rekabetçi yönlerini artıracak, dışa bağımlılığı düşürerek ülke ekonomisine ayrıca büyük katkı sağlayacaktır. Tüm bunlara ek olarak enerjinin verimli kullanılması ile ürün başına düşen karbon emisyonu azaltılarak çevreci ve sürdürülebilir prosesler geliştirilmesi mümkün hale gelecek, bu sayede Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında uygulanmaya başlayacak olan yaptırımlara karşı ülke olarak stratejik avantajlar sağlamaya imkan verecektir.

Sanayi sektöründe yapılacak iyileştirme çalışmaları hem araştırmacıların çalışmalarına konu olmuş hem de literatürde yer alan bu çalışmalar sonraki projeler için kaynak haline gelmiştir. Bu kapsamda yapılan inceleme çalışmalarında 2018 yılında Cabak'ın yaptığı çalışma incelenmiştir. Bir tekstil fabrikasını ele aldığı bu çalışmada enerji verimliliği ve enerji tasarrufu imkanlarını değerlendirmiştir. Mevcut kompresörün, buhar hatları ve vanaları yalıtılmış olan turbo kompresör ile değiştirilmesi sonucu elde edilen kazanımları değerlendirmiş, basınçlı hava sistemlerindeki kayıpların ve kaçakların önlenmesini sağlayacak tedbirleri ele almıştır. Ayrıca aydınlatma sisteminin LED ışıklarla değiştirilmesi ve arıtma sisteminde yer alan blowerların değiştirilmesinin ortaya çıkardığı kazanımlar incelenmiş, ramöz makinelerindeki ısı geri kazanımları da ayrıca incelenmiştir [2].

Yacout ve arkadaşları 2014 yılında yaptıkları çalışmada ISO 50001 enerji yönetim sürecini ele almıştır. Mısır'daki tekstil endüstrisinde uygulanabilecek bu süreci değerlendirdiği çalışmada verimli aydınlatma sistemleri, kompresör kaçaklarının önlenmesi, verimsiz motorların değiştirilmesi ve buhar kondensat geri kazanımlarını incelemiştir. Yapılan iyileştirme çalışmaları ile enerji tüketiminde aylık %3,9'luk tasarruf sağlandığı ve buna bağlı olarak 919.500 EGP (Mısır Poundu) maddi kazanım elde edildiğini hesaplamıştır. Yapılan enerji tasarrufu çalışmalarının sadece tekstil değil diğer sektörlerde de uygulanabileceğini ayrıca vurgulamıştır [3].

2012 yılında Öztürk yaptığı çalışmada bir tekstil fabrikasını ele almış ve buradaki üretim hatlarını inceleyerek makinelerde enerji tasarrufu yapılacak yerleri belirlemiştir. Bu çalışmada enerji kazanım miktarını ve amortisman sürelerini hesaplayarak projelerin en yüksek oranda kazanç ile yapılması için önerilerde bulunmuştur. Bu kapsamda öneride

bulunduğu 12 adet proje ile 3,369 TEP/Yıl enerji kazancı elde edilebileceğini ortaya koymuştur [4].

1981 yılında Elektrik İşleri Etüt idaresi bünyesinde kurulan ve 1993 yılında Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi (UETM)'ne dönüştürülen yapı tarafından enerji verimliliği çalışmaları yürütülmektedir [5]. Daha sonra bu birim bünyesinde sanayide enerji verimliliği çalışmalarının takibine ve artırılmasına yönelik Sanayide Enerji Verimliliği Şubesi açılmıştır. Elektrik İşleri Etüt idaresi genel Müdürlüğü'nün kapatılmasının ardından enerji verimliliği ile ilgili süreçlerin takibi Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) bünyesine geçmiştir. YEGM tarafından; Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP) ve Gönüllü Anlaşmalar gibi süreçler başta olmak üzere sanayi sektöründeki üreticileri, enerji verimliliği çalışmalarında desteklemek amaçlı birçok teşvik mekanizmasını yürütülmektedir.

Enerjiyi doğru kullanmak, tasarruf sağlamak ve enerji verimliliğini artırmak için Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik doğrultusunda yıllık enerji tüketimi 1000 TEP ve üzeri olan işletmelere resmi kaynaklarca bazı sorumluluklar yüklenmiştir. Bu sorumlulukların başında işletmede enerji tüketimi süreçleri ile yakından ilgilenmek üzere bir enerji yöneticisinin atanması gelmektedir [6]. Bu sürecin devamı niteliğinde sanayi kuruluşlarına; enerji verimliliğini artırıcı önlemler almak, enerji etüdü yaptırmak, spesifik enerji tüketimlerini izlemek, enerji tasarrufuna yönelik planlar hazırlamak, enerji yönetimi sistemlerini oluşturmak gibi sorumluluklar da yüklenmektedir.

Yönetmeliklerce sanayi kuruluşlarına yüklenen bu sorumluluklar ve yasal düzenlemelerin devamı olarak; ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi standardı ise 2013 yılında Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından kabul edilmiştir.

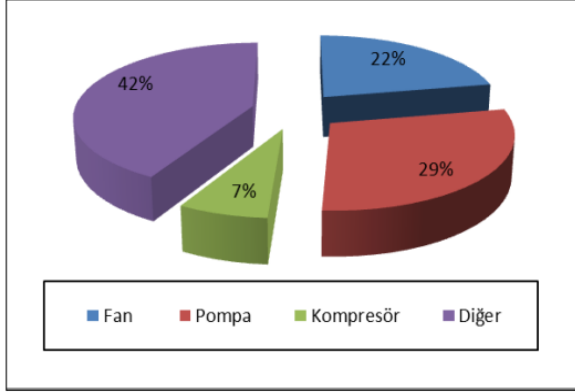
Hammadde tedarik sürecinden nihai ürün oluşumuna kadar geçen sürede enerjinin verimli kullanılmasını temel alan ISO 50001 standardı sadece sanayi kuruluşları için değil enerjiyi daha efektif kullanmak isteyen tüm kurum ve kuruluşlar için yol gösterici olma özelliği taşımaktadır. Bu yönlendirmelerinin ve faydalarının yanı sıra ISO 50001 standardı kuruluşlar için çevre dostu bir işletme olduğuna dair önemli bir kanıt oluşturmaktadır. Böyle sanayi kuruluşu sahip olduğu bu belge ile marka değeri pozitif yönde artırılabilir [7].

Bu doğrultuda yapılan çalışmada ise enerji tüketiminin yoğun olduğu tekstil endüstrisi fantazi iplik üretiminde faaliyet gösteren Ulusoy Tekstil San. ve Tic. A.Ş fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Fabrikada enerji verimliliğini artırmak üzere şönil iplik üretiminde kullanılan makinelerde verimsiz iğ motorlarının verimli iğ motorları ile değiştirilmesi ele alınmış ve elde edilen enerji tasarruf değerleri belirlenmiştir

2. MATERYAL METOD

Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştüren makineler elektrik motoru olarak adlandırılmaktadır. Bu motorların çoğu döner düzeneklere sahip olup sabit (stator) ve hareketli (rotor) silindrsel eş eksene sahip iki adet ferromanyetik yapıdan oluşmaktadır. Ülkemizde

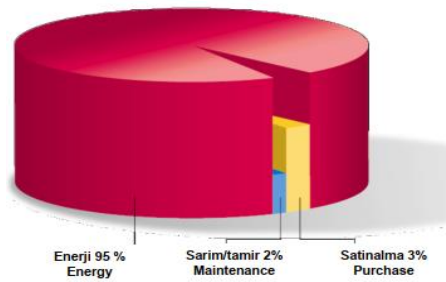
elektrik tüketiminin yaklaşık %36'sı sanayideki elektrik tüketiminin ise %70'ini ise üç fazlı AC indüksiyon elektrik motorları oluşturmaktadır. Grafik 2'de gösterildiği gibi fan, pompa, kompresör başta olmak üzere sanayide elektrik motorları pekçok kullanım yerine sahiptir.



Grafik 2. Sanayide elektrik kullanım alanları

Ülkemizde elektrik motorları içinde elektrik motorlarının harcadığı enerjinin %90'ının 3 fazlı asenkron motorlar oluşturmaktadır. Bu motorlar; tasarımının basit olması, ucuz olması, bakımının kolay olması, güç/ağırlık oranının yüksek olması özellikleri sayesinde sanayide en çok tercih edilen motorlardır.

Bir AC motoru için toplam çalışma süresi boyunca ortaya çıkaracağı maliyetlerin %95'ini enerji giderleri oluşturmaktadır. Satın alma maliyeti ise Grafik 3'de görüldüğü gibi %3 seviyelerinde kalmaktadır. %3'lük kısmını ise tamir işleri oluşturmaktadır. Ancak bu oran motorun yıllar içindeki kullanımına bağlı olarak artmaktadır. Düşük verimli motorların çoğu %60 yükün altında çalışmaktadırlar. Bu motorlar iki ay içinde satın alma maliyetine eşit değerde enerji maliyeti oluşturmaktadır. Bunun nedeni düşük verimli elektrik motorlarında kayıp oranlarının daha yüksek olmasıdır. Bu kayıp; demir gövde kayıpları, stator direnci, rotor direnci, sürtünme direnci ve genel kayıplar olmak üzere motorun verimini yaklaşık %10 oranında düşüren faktörlerdir.



Grafik 3. Sanayide elektrik kullanım alanları

Bu durumlar elektrik motorları için asıl önemli olan konunun motora ait verimlilik sınıfı olduğunu göstermektedir. Verimlilik sınıfı konusunda ise otorite sahibi olan Avrupa Elektrik Makineleri ve Güç Elektronik İmalatçıları Komitesi (CEMEP)'nin yapmış olduğu tanımlamalara IE1, IE2, IE3 ve IE4 olmak üzere elektrik motorları verimlilik sınıfına göre ayrılmıştır.

Tablo 1. Elektrik motorları verimlilik sınıfı [8]

Sınıfı	Verim Standardı
IE1	Standart Motor
IE2	Yüksek Verimli Motorlar
IE3	Premium Verimli Motorlar
IE4	Süper Premium Motorlar

Bu çalışma kapsamında, 1993 yılında kurulan Adana Hacı Sabancı Organize Sanayi Bölgesinde(AOSB) 4 fabrikası ile Osmaniye Organize Sanayi Bölgesinde (OOSB) 1 fabrikası ile faaliyet gösteren iplik üretim alanının faaliyet gösteren bir kuruluş incelenmiştir. Kuruluşa ait olan ve projenin hayat geçtiği fabrika ise OOSB’de yer alan 39 makine, toplam 4.976 iş sayısı ile yıllık ortalama 1.300.000 kg şönil ipliği üretim kapasitesine sahip olan fabrikasıdır.



Şekil 1. Şönil Makineleri

Şönil iplik üretiminin gerçekleştiği bu fabrikada enerji verimliliği çalışmaları doğrultusunda yapılan analizlerde önemli enerji kullanıcıları (ÖEK) belirlenmiştir. Enerji kaynağı olarak üretim prosesinde sadece elektriğin kullanıldığı tesiste ilk sıradaki ÖEK’leri ise kullanılan elektrik motorları oluşturmaktadır. Verimlilik sınıfı düşük olan bu motorlar, zamanla verdiği arızalardan dolayı yapılan tamirat ve sarım işlemlerinden dolayı daha da verimsiz hale gelmiş olup tüketim değerleri her geçen gün artmıştır. Söz konusu bu durumlarında ortaya çıkardığı dezavantajlar göz önüne alındığında hem enerji verimliliği hem de zamanla yorulan motorların ortaya çıkaracağı arızaları önlemek amaçlı verimlilik sınıfı yüksek motorların verimsiz motorların yerini alması gerekli hale gelmiştir. Bu doğrultuda şönil ipliği makinelerinde yer alan iş motorları değişimi gerçekleştirilmiştir. 1500 adet iş motorunun değişimi için başlatılan proje için öncelikle ölçüm ve analiz çalışmaları yapılmıştır. Üretim gerçekleştiren tüm motorlar birbirleri ile eş olduklarından dolayı örneklem yöntemi ile yürütülen süreçte her bir motorun iki kafayı beslediği ve toplamda 76 iş motoru, 152 kafadan oluşan şönil makinelerinden bir tanesi ele alınmıştır.

Analizör ile yapılan güç ölçümü ile eş zamanlı olarak ölçülen üretim sonuçlarında; bir kafa için üretim dakikada 6,1 metre olup makine bazlı üretim ise 55.632.m/h olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Mevcut elektrik motorları ile IE3 sınıfı elektrik motorları ölçüm değerleri

	Mevcut Durum	Uygulama Sonrası Durum	
Motor Sınıfı	Bilinmiyor	IE3	
Motor Sayısı	1500	1500	Adet
Üretim	366	366	metre
Güç Tüketimi	0,2575	0,2203	kW
Birim Üretim Başına Enerji Tüketimi	0,0007	0,0006	kW/metre
Toplam Güç Tüketimi	386,25	330,45	kW
Toplam Tasarruf Miktarı		55,80	kW
Yıllık Çalışma Süresi		7.200	h/yıl
Elektrik Birim Fiyatı		1,7568	TL/kWh
Yıllık Enerji Tasarrufu		401.760,00	kWh/yıl
Yıllık Mali Tasarruf		705.811,97	TL/yıl
Motor Yatırım Bedeli		683.962,64	TL
Montaj ve İşçilik Bedeli		71.410	TL
Danışmanlık Bedeli		18.000	TL
Toplam Yatırım Bedeli		773.373,64	TL
Geri Ödeme Süresi		1,10	Yıl

$Toplam\ Güç\ Tüketim(kW) = Güç\ Tüketimi\ (kW) \times Motor\ Sayısı(Adet)$

$Mevcut\ Durum\ Toplam\ Güç\ Tüketimi = 0,2575\ (kW) \times 1500\ (Adet) = 386,25\ kW$

$Uygulama\ Sonrası\ Toplam\ Güç\ Tüketimi\ (kW) = 0,2203\ (kW) \times 1500\ (Adet)$
 $= 330,45\ kW$

$Toplam\ Tasarruf\ Miktarı\ (kW) = 386,2(kW) - 330,45(kW) = 55,80\ kW$

$Yıllık\ Enerji\ Tasarrufu\ (kWh/yıl)$

$= Yıllık\ Çalışma\ Süresi\ (h) \times Toplam\ Tasarruf\ Miktarı\ (kW)$

$Yıllık\ Tasarruf\ Miktarı\ (kWh/yıl) = 7.200\ (h/yıl) \times 55,80\ (kW)$

$= 401.760,00\ kWh/yıl$

3. SONUÇ

Ülkemizde ve dünyada gelişen teknoloji ve yaşam standartları ile birlikte her geçen gün enerjiye olan talep artmaktadır. Sanayi sektörü başta olmak üzere artan bu enerji talebini karşılamak için alternatif kaynaklar geliştirilmeli veya mevcut kaynakların kullanımı planlı hale getirilmelidir. Bu nedenle mevcut enerji kaynaklarının verimli ve doğru şekilde kullanılarak enerji kaynaklarının kullanım ömrünün uzatılması sağlanmalıdır.

Sanayi alanında yoğun bir şekilde kullanılan elektrik enerjisinin iletim ve dağıtımdan başlayarak asıl tüketimin gerçekleştiği fan, pompa, elektrik motorları gibi cihaz ve ekipmanlara kadar enerji kayıpları ölçüm cihazları ile tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Böylece alınan önlemler ile önemli oranlarda tasarruf sağlamak mümkün olacaktır.

Alınan önlemlerin yanında toplumsal bilinci artırmak için geliştirilen politikalara ek olarak enerji verimliliği konusunda bilgi sahibi personeller yetiştirilerek toplumun her alanında bu bilinci oluşması sağlanmalıdır [9].

Bu fikirler doğrultusunda OOSB’de faaliyet gösteren şönil iplik üretim fabrikasında işlerde yer alan elektrik motorlarının verimlilik sınıfı ve CO2 salınımı incelenmiştir.1500 adet iş motorunun değişimini kapsayan çalışmada motor gücü, çalışma saati, birim ürün başına enerji tüketim, yıllık enerji tüketimi değerleri ölçülmüştür. Yapılan ölçüm ve hesaplamalara doğrultusunda verimsiz elektrik motorları IE3 sınıfına ait verimli elektrik motorları ile değiştirilmiştir. Toplamda 834.000 TL’lik yatırıma sahip olan proje yıllık %16 oranında elektrik enerjisi tasarrufu ile 306.321 TL/yıl kazanç sağlayarak 2,78 yıl gibi bir sürede kendini amorti edecektir. Mali tasarrufun yanında asıl amaçlanan enerji tasarrufu ise 460.080 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır.Böylece elede edilen tasarruf sayesinde yıllık 253.000 kgCO2 salınımının önüne geçilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] <https://www.iea.org/>

[2]Cabak, B., (2018), Tekstil Fabrikalarında Enerji Verimliliği Uygulamaları, Trakya Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Edirne.

[3]Yacout, M., Al-Kawi, M.A.i Hassouna M.S., (2014),Applying Energy Management in Textile Industry, Case Study: An Egyptian Textile Plant. International Energy Journal, 14, 87-94, 2014.

[4]Öztürk, E., (2012), Tekstil Sektöründe Enerji Tasarrufu Olanaklarının Araştırılması Ve Uygulanması Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.

[5]Kavak, K. (2005). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi. (Uzmanlık tezi, Yayın no:2689). Devlet Planlama Teşkilatı/İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü

[6]Enerjinin Kullanımında Verimliliğinin Artırılmasına Dair Yönetmelik, (Resmi Gazete, 27.10.2011), <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/10/20111027-5.htm>

[7] Engin, P., (2018), Türkiye’de Enerji Yönetim Sistemi Uygulamalarının Sanayi Kuruluşları ve Sanayide Enerji Verimliliği Projeleri Açısından Etkinliklerinin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

[8]Partal, S.Z., Çayıroğlu, A., Kılıç, M., Gündoğar, U.Y., (2022), IE4 Verimlilik Sınıfına Ulaşmak için Torodial Sargılı Asenkron Motorun Tasarım Optimizasyonu, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 35, S. 177-186

[9] Ruşen, S.E., (2019), Elektrik Motorlarının Verimlilik ve CO2 Emisyon Analizi; Bir Gıda Fabrikası Örneği, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 17, S. 564-569.

KONFEKSİYON İŞLETMELERİNDE STRATEJİK PLANLAMA

Onur Bağ, **Ozan Kayacan**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Ana Bilim Dalı İzmir, Türkiye

ozan.kayacan@deu.edu.tr

ÖZET

Teknolojik gelişmeler ve yoğun rekabet günümüzde konfeksiyon işletmelerinin farklı stratejiler geliştirerek stratejik planlama alanında araştırma ve geliştirme yapmalarını gerektirmektedir. Bu çalışmada İzmir'deki bir konfeksiyon işletmesinde stratejik planlama süreçlerinin nasıl geliştirildiği, hangi stratejileri, nasıl uygulayabilecekleri incelenmiştir. Ayrıca işletmenin kurumsal karnesi (balanced scorecard), vizyon, misyon ve temel değerleri oluşturularak tasarım süreçlerindeki sonuçları gözlemlenmiştir. Tasarım süreçlerine ait anahtar performans göstergeleri (KPI) oluşturulmuş ve sonuçları analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stratejik planlama, anahtar performans göstergeleri, tasarım, ürün geliştirme, kurumsal karne

STRATEGIC PLANNING IN APPAREL BUSINESSES

ABSTRACT

Technological developments and intense competition require apparel businesses to develop different strategies and conduct research and development in the field of strategic planning. In this study, how strategic planning processes were developed, which strategies and how they could be applied in a garment plant in Izmir were examined. In addition, the balanced scorecard, vision, mission and core values of the enterprise were created and the results in the design processes were observed. Key performance indicators (KPI) of the design processes were created and the results were analyzed.

Keywords: Strategic planning, key performance indicators, design, product development, scorecard

1. GİRİŞ

Strateji, işletmelere yön vererek rekabet üstünlüğü elde etmek amacıyla, sürekli çevre analizi yapılarak uyumlu amaçların belirlendiği, faaliyetlerin planlanarak gerekli araç ve kaynakların yeniden düzenlendiği bir süreçtir. Bu sürecin en önemli bölümü ise planlamadır.

Stratejik planlama bir işletmenin geleceğini önceden görebilmesini sağlar. İşletmelerin güçlü ve zayıf yönlerinin incelenerek fırsatların ve risklerin ortaya koyulduğu, çalışanların performanslarından müşteri memnuniyetine kadar birçok konuda etkili olan stratejik planlama; işletmelerin rekabet ortamında varlıklarını uzun süre devam ettirebilmeleri için büyük bir öneme sahiptir.

Günümüzde işletmelerin giderek daha karmaşıklaşarak çevrenin sürekli değişmesi, artan belirsizlik ve kararsızlık, diğer yandan enflasyon, rekabet, teknolojik yetersizlikler, sosyo-politik yapıların değişmesi ve diğer değişken koşullar sebebiyle işletmelerin sürekliliklerini sağlayabilmesi ve başarıya ulaşabilmesi gittikçe zorlaşmaktadır. Bu bağlamda günümüzde konfeksiyon işletmelerinin farklı stratejiler geliştirerek stratejik planlama alanında araştırma ve geliştirme yapmalarını gerektirmektedir. Bu çalışmada İzmir’de bir konfeksiyon işletmesinde stratejik planlama süreçlerinin nasıl geliştirildiği, hangi stratejileri, nasıl uygulayabilecekleri incelenmiştir. Ayrıca işletmenin kurumsal karnesi (balanced scorecard), vizyon, misyon ve temel değerleri oluşturularak tasarım süreçlerindeki sonuçları gözlemlenmiştir. Tasarım süreçlerine ait anahtar performans göstergeleri (KPI) oluşturulmuş ve sonuçları analiz edilmiştir.

2. STRATEJİK PLANLAMA

2.1. Strateji Kavramı

Dilimize Fransızcadan geçen strateji kelimesi “yöneltme, sevk etme, götürme, gönderme, iletme” anlamlarına gelmektedir. Farklı kaynaklarda Latince “stratum”dan geldiği de belirtilir. Stratum ise çizgi, yol, nehir yatağı anlamlarında kullanılmaktadır. Literatürde kelime kökeni konusunda farklı bilgiler bulunmasına rağmen genellikle “yön göstermek” anlamında ele alındığı görülmektedir [1]. Strateji kavramının kullanıldığı en eski eser Gaius Jullius Ceasar tarafından yazılan “Gallia Savaşı” adlı kitaptır. Strateji, Uzakdoğu’da milattan önceye dayanan bir olgudur [2]. Bugünkü kadar kullanılmasa da yüzyıllardır kullanılan strateji kavramı, tarafların askeri güçlerini şartlara uygun olarak kullanması anlamında askeri bir kavram olarak kullanılmıştır [3].

Ansoff’a göre iki farklı strateji tanımlaması vardır. Bunlar saf strateji ve genel stratejidir. Saf strateji, kurumun belirlenmiş hareketler dizisini ya da bir hareketi işaret ederken; genel strateji, işletmenin hangi saf stratejiyi hangi durumlarda kullanabileceğini gösteren istatistikî bşr mekanizmasıdır. Chandler stratejiyi, “İşletmelerde uzun bir periyod için amaçlar-hedeflerin belirlenmesi ve bu amaçların gerçekleştirilebilmesi için gereken kaynakların sağlanarak uygun faaliyet programlarının hazırlanması” olarak tanımlar. Genel olarak literatürde strateji kaynakların verimli şekilde kullanılmasını hedefleyen bir süreç planlaması olarak gösterilmektedir [1]. Michael Porter stratejiyi pazardaki rekabetin seviyesinin belirlenerek gelecek planlaması yapıldıktan sonra fırsatların rakiplere üstünlük sağlayacak şekilde kullanılmasını öngören karar ve faaliyetler mekanizması olarak tanımlamaktadır [4].

Literatürde strateji kavramı üzerine yapılan tanımlamalar incelendiğinde stratejinin bir işletme, kurum veya kuruluşun pazardaki konumunu belirleyerek, eksikliklerini tespit etmesini sağlayan, amaç ve hedefler doğrultusunda planlamalar ile desteklenerek pazarda önemli bir rekabet avantajı kazandıran yaklaşımlar olarak ifade edilebileceği değerlendirilmektedir[5]. Bu bağlamda strateji, işletmelerin uzun dönemler boyunca varlıklarını sürdürebilmesi ve çevresiyle uyum sağlaması için değerlendirmeler yapmasını sağlayan ve gelecek tahminleri yapabilmesine imkan sunan bir mekanizma olarak tanımlanabilir [6].

Strateji, hedefler belirlenirken rakibin hedeflerinde haberdar olmayı, tedbir alırken ise rakiplerin attığı adımların göz önünde bulundurulmasını gerektirir [7]. Strateji, bir işletmedeki iç yapının ve çevre işletmelerin sürekli analiz edilmesini, fırsatlar ve tehditler neticesinde işletme misyonunun belirlenerek, bu amaçlara ulaşılmasında politikalar üretilmesinin sağlandığı ve bu politikaların uygulandığı bir süreçtir [8]. Bu tanımlamalar stratejiyi bir süreç olarak göstermektedir.

Strateji kavramı işletme alanına 1950’li yıllarda dahil olmasıyla birlikte bugüne kadar gelişen şirket yapıları da değişime uğramıştır. 1990’lı yıllarda işletme stratejileri ortaya konulurken bilginin önemi ortaya çıkmış ve stratejik ittifaklar doğmuştur. Küreselleşmenin şirketler üzerindeki baskısı, hızla gelişen teknoloji, belirsiz çevresel koşullar, rekabetçi pazar ortamları sebebiyle geleceği öngörebilen planlamalara ihtiyaç duyan şirketler için strateji önem kazanmaktadır [9].

Strateji, geleceğe yönelik bir çaba olarak işletmenin karşılaşılabileceği her türlü olumsuzluğa karşı tedbirler almasını sağlar. Tutarlı bir bütünlük içerisinde aksiyonların art arda gelerek, hedef ve politikaların birleşmesini sağlayan bir planlı bir kurumsal davranış biçimidir [5].

Teknoloji ve ekonomik gelişmeler kuruluşların ölçeklerini etkilemektedir. Daha karmaşık yapılara dönüşen kuruluşlar ve işletmelerin varlıklarını sürdürmesi ve gelişmesi daha da zorlaşmaktadır. Bu sebeplerle strateji işletmelerin vazgeçilmez bir parçası haline gelerek sürekli gelişmekte olan bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır [10].

2.2. Planlama, Amaçlar ve Plan

Genel anlamda yapılacak işlerin önceden tespit edilmesi anlamına gelen planlama, bir konuyla ilgili olarak ne, ne zaman, nerede vb. soruların cevaplarının önceden belirlenmesidir. Planlamanın temel amacı işletmeyi her türlü değişiklik ve belirsizlik aksiyonları karşısında neler yapılabileceğini önceden belirlenebilmesini sağlamaktır. Bu bağlamda planlama şu an ile gelecek arasında bir köprü görevi görür. Küresel rekabet, gelişen teknoloji, büyüyen ekonomi, kültürel ve politik gelişmeler işletmeler için planlamanın önemini artırmıştır. Planlama geleceğe yönelik, amaç, varsayım ve risk ilişkilerine dayalı, kapsamlı, öncelik gerektiren, belirlenen amaç ve hedeflere erişilmesini sağlayan işlevsel bir araçtır [11].

Amaçlar, belirli bir süre içerisinde elde edilmesi beklenen sonuçlar olarak ifade edilebilir. Amaçlar soyut-somut, maddi-manevi, beşeri-sosyal niteliklerde olabilir. Bu bağlamda amaç; davranış veya tepkiye yön veren sosyal ya da beşeri olarak belirlenen maddi veya manevi nitelikte değerler bütünüdür. Kurumların doğrudan sabit bir amaçları olmaz. Kurum içerisindeki bireylerin sahip olduğu amaçlar doğrultusunda harekete geçilir. Dolayısıyla amaç insani bir değer olarak nitelendirilebilir [1]. Amaç bir işletmenin kaynaklarını strateji oluşumuna temel teşkil edebilecek şekilde düzenlenmesini sağlamaktadır. Amaçların geliştirilmesinde strateji ve misyon araç konumundadır [12]. İşletmenin stratejik yönünü belirleyen amaçlar plan ve faaliyetler arasında köprü olarak kullanılmaktadır [13].

Belirli bir zaman içerisinde hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için takip edilecek yolu gösteren plan, strateji, yaklaşım, metot ve program vb. olarak şeklinde ifade edilebilecek bütün tanımlamaları kapsamaktadır. Ne, ne zaman, nerede, nasıl gibi sorular yardımıyla toplanan veriler ve varsayımlarla oluşturulan planlar sayısal veriler şeklinde bir metin haline getirilmektedir. Bunlar hedefe doğru ulaşmak için izlenebilecek yolların görülmesi bakımından önemlidir [14].

2.3. Vizyon ve Misyon

Genel olarak öngörü anlamında kullanılan vizyon, kurumsal anlamda bir gelecek duygusuna işaret eder [4]. Bir işletme için hayal edilen bir olasılık olarak ifade edebileceğimiz vizyon, bugünü yarına bağlayan bir köprüdür [14]. Başka bir tanımda ise vizyon, kurumun, kuruluşun, organizasyon veya işletmenin beş yıl içinde bulunduğu veya bulunmayı hedeflediği durum ile ilgili kısa bildiridir [15]. Vizyon, kurumun davranışları ve temel değerlerini yansıtabileceği bir gelecek ilanıdır. Ayrıca vizyon, bir liderin ayırt edici özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır [16].

Kelime anlamı olarak bireyin veya bir grubun üstlendiği hususi bir vazife olarak tanımlanan misyon, stratejik yönetim için önemli bir evredir [1]. İşletme bilimine göre, kurumun üyelerine yol göstermesi ve anlam kazandırması amacıyla belirlenmiş ve kurumu diğer kurumlardan ayırt edilmesini sağlayan uzun dönem süren bir görev ve ortak bir değerler bütünü olarak tanımlanabilir [4].

2.4. Stratejik Planlama

İşletmelerin verimini artırabilecek stratejileri geliştirmek amacıyla icra edilen planlama sürecini kapsayan stratejik planlama, devamlı olarak yenilenen uzun bir süreci kapsayan nitelikleriyle klasik planlamaya göre farklılıklar gösterir. Stratejik planlama süreçlerinde; değişimler önceden görülerek beklenen değişimler doğrultusunda hazırlıklar yapılır [17]. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra yapılan çalışmalar özellikle büyük ölçekli ve çok ürünlü şirketlerin geliştirilmesi ve planlanması üzerine yapılmıştır.

Stratejik planlama süreçlerinde bütçe hazırlıkları öncesi farklı seçeneklerle ilgili stratejik görüşme ve değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bu bağlamda stratejinin odağı işletmelerdir [18]. Stratejik planlamada işletmenin bir bütün olarak değerlendirilmesi, hedeflenen odak amaçların belirlenmesi ve bu amaçlara erişilebilmesi için gereken kurum kaynaklarının tahsis edilmesi ve geliştirilmelerini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Stratejik planlamanın amacı, işletmenin hedeflenen noktaya taşınarak bu süreç içerisinde işletmenin bulunduğu pazarda sürdürülebilir bir rekabet üstünlüğü kazanması ve bu durumu koruyabilmesini sağlamaktır [19]. Stratejik planlama devamlı olarak güncellenmelidir. Stratejik planlamanın belirli bir sistematik çerçevesinde metodolojisi ve akışı vardır [20].

3. KONFEKSİYON İŞLETMELERİNDE STRATEJİK PLANLAMA

Teknolojik gelişmeler ve yoğun rekabet günümüzde konfeksiyon işletmelerinin farklı stratejiler geliştirerek stratejik planlama alanında araştırma ve geliştirme yapmalarını gerektirmektedir. Bu çalışmada İzmir’de kurulu bir konfeksiyon işletmesinde stratejik planlama süreçlerinin nasıl geliştirildiği, hangi stratejileri, nasıl uygulayabilecekleri incelenmiştir. Ayrıca işletmenin kurumsal karnesi (balanced scorecard), vizyon, misyon ve temel değerleri oluşturularak tasarım süreçlerindeki sonuçları gözlemlenmiştir. Tasarım süreçlerine ait anahtar performans göstergeleri (KPI) oluşturulmuş ve sonuçları analiz edilmiştir.

3.1. Stratejik Planlama Yapısının İncelenmesi

Öncelikle işletmenin stratejik planlama çalışması için Vizyon, Misyon ve Değerleri belirlenmiştir. Stratejik planlama Vizyon, Misyon ve Değerler ile başlatılmış ve organizasyonda uygulamaya kadar indirgenmiştir.

- Bu Vizyon, Misyon ve Değerler işletmenin “Ne olmak istiyoruz?” sorusuna cevap vermiştir.
- Bu çalışmanın ardından “Stratejik Objektifler” belirlenmiştir. Stratejik objektifler de “Ulaşmak istediğimiz nokta nedir?” ve “Başarılı olduğumuzu nasıl anlarız?” sorularına cevap vermiştir.
- Stratejik objektiflerin ardından “Strateji bileşenleri” belirlenmiştir. Bu stratejik bileşenler, alacağımız kararlar için “Yolumuzu nasıl belirliyoruz?” sorusuna cevap vermiştir.
- Stratejik seçimleri “Destekleyen inisiyatifler” belirlenmiştir. Bu inisiyatifler “Ne yapmamız gerekiyor?” sorusunu cevaplamış ve ana faaliyet planını hazırlamıştır.
- Son aşamada ise “Aksiyon planları” ve “Taktiksel adımlar” belirlenmiştir. Bu aşamada uygulanacak faaliyetlerin nasıl ve ne zaman yapılacağı detaylı olarak planlanmıştır.



Şekil 1. Stratejik objektifler ve vizyon

Bir konfeksiyon işletmesinde işletmenin temel amacı “Sürdürülebilir karlı büyümenin sağlanması”dır. İşletmeler kar etmek için kurulur. Sürdürülebilir karlı büyümenin sağlanması da bir konfeksiyon işletmesi için hayati önem taşımaktadır. Konfeksiyon sektörü emek yoğun bir sektördür. Sektörde çalışanların diğer sektörlerle göre görece fazla olması, emek gücünün stoklanabilir bir kaynak olmaması nedenlerinden dolayı işletmelerin sağlıklı olarak verimli, karlı olarak büyümelerini gerektirmektedir.

“Marka ve pazarlamanın etkin yönetilmesi”de konfeksiyon işletmesinin sürdürülebilir karlı büyümenin sağlanması için kaçınılmazdır. Marka, işletmenin sattığı ürünlerin tanınırlığını ve bilinirliğini sağlamaktadır. Pazarlama süreçleri de işletmenin markalı veya markasız (private label) olarak üretmiş olduğu ürünlerin sektörde tanınması için gerekli olan metotların bütünüdür. Böylece işletme marka ve pazarlama faaliyetleri ile istikrarlı bir satış cirosu yakalayabilmekte ve sürdürülebilir karlı büyümeyi gerçekleştirebilmektedir.

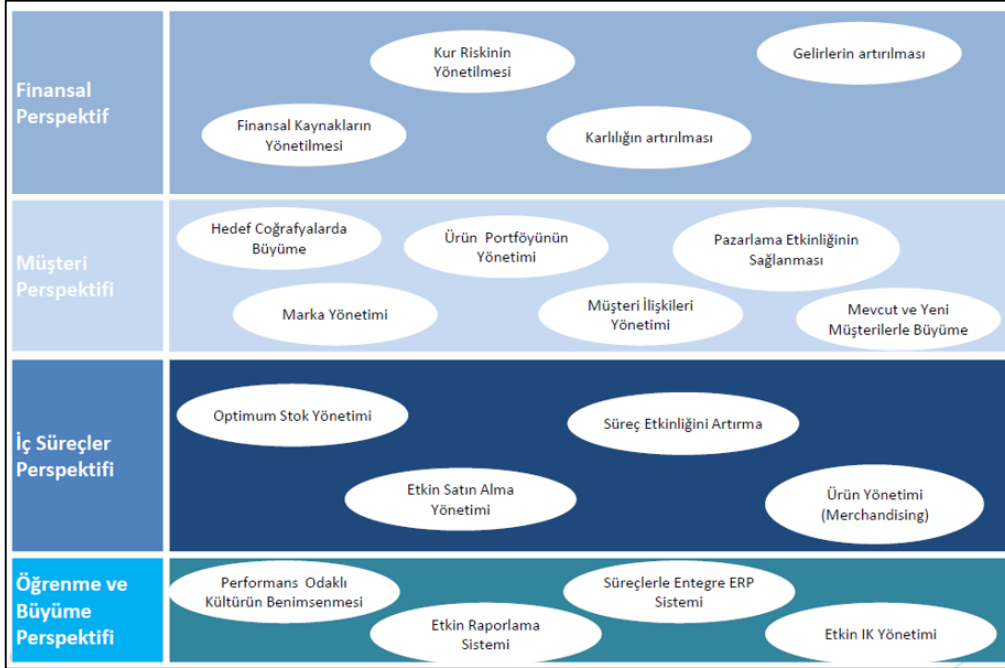
“Etkin koleksiyon ve ürün yönetiminin sağlanması” konfeksiyon işletmesinin moda ve trendleri yakalayabilmesi ile mümkün olmaktadır. Koleksiyon ve ürün yönetimi işletmenin yenilikçi, inovatif ürünler sunmasını sağlar. Müşterilere çağa, zamana, ekonomik, siyasi koşullara uygun ürünlerin sunulmasını garanti eder.

Konfeksiyon işletmesinin ihtiyaç duyduğu en önemli süreçlerden bir tanesi de “Kurumsal altyapının geliştirilmesi”dir. Konfeksiyon işletmesi yukarıda sayılan 3 stratejik objektifini gerçekleştirirken, süreç yönetiminin, tedarik zinciri yönetiminin, pazarlama, satış ve finansal süreçlerinin etkin olarak analiz edilmesi ve yönetilmesi gerekmektedir. Verilerin doğru bir şekilde toplanması, toplanan verilerin İstatistiksel proses kontrol araçlarıyla yorumlanması işletmenin rotasını belirlemede kritik öneme sahiptir. Verilerle yönetilmeyen işletmeler karanlıkta rotasını bulmaya çalışan bir gemi gibi yanlış rotalara yol alabilmektedir. Verilerin doğru şekilde analiz edilmesi iyi bir süreç yönetimi ve iyi bir organizasyon ile sağlanabilmektedir.

3.2. Kurumsal Karne Yaklaşımının İncelenmesi

Stratejik planlama çalışmasında Kurumsal Karne Yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşıma göre belirlenen “Stratejik objektifler” ve “Strateji bileşenleri” 4 ana perspektife ayrılarak “Stratejik Harita”

oluşturulmuştur. Bu perspektifler “Finansal Perspektif”, “Müşteri Perspektifi”, “İç Süreçler Perspektifi” ve “Öğrenme ve Büyüme Perspektifi”dir.



Şekil 2. Stratejik harita

Kurumsal karne yaklaşımında en önemli perspektif olan “Finansal perspektif” işletmenin var oluş amacına hizmet eder. Bu perspektif altında belirlenen alt bileşenler “Finansal kaynakların yönetilmesi”, “Kur riskinin yönetilmesi”, “Karlılığın artırılması”, “Gelirlerin artırılması”dır.

“Müşteri perspektifi” “Finansal perspektif”ten sonra gelen en önemli perspektiftir. Bu perspektif altında belirlenen alt bileşenler “Hedef coğrafyalarda büyüme”, “Marka yönetimi”, “Ürün portföyünün yönetimi”, “Müşteri ilişkilerinin yönetimi”, “Pazarlama etkinliğinin sağlanması”, “Mevcut ve yeni müşterilerle büyüme”dir.

“İç süreçler perspektifi” bileşenleri de “Optimum stok yönetimi”, “Etkin satın alma yönetimi” “Süreç etkinliği artırma” ve “Ürün yönetimi (merchandising)”dir.

“Öğrenme ve büyüme perspektifi” de konfeksiyon işletmesi için 4. önemli perspektiftir. Bu perspektifin bileşenleri ise “Performans odaklı kültürün benimsenmesi”, “Etkin raporlama sistemi”, “Süreçlerle entegre ERP yönetimi” ve “Etkin İK yönetimi”dir.

Bu strateji bileşenleri doğrultusunda aksiyon planları belirlenmiştir. Bu aksiyon planları, . ilişkili projeleri ve alt aksiyon planlarını kapsamaktadır.

3.3. Anahtar Performans Göstergeleri (KPI)

Anahtar performans göstergeleri (KPI) “Key Performance Indicator” işletmenin tüm süreçlerinin yer aldığı “Kurumsal Karne”yi oluşturmaktadır. Kurumsal Karne (Balanced Scorecard) bir konfeksiyon işletmesinin karnesi gibidir. İşletmenin belirlemiş olduğu hedeflere ne kadar uzakta olduğunu gösterir. İşletmenin hedeflerine uyumu ve gerçekliği konusunda süreç yöneticilerine yön vermektedir. Kurumsal karne işletmenin ihtiyaç gerektiği zamanlarda revize edilmekte ve yeni hedeflerle işletmenin rotasını çizmektedir.

Uygulama çalışmalarının gerçekleştirildiği işletmede aksiyon planları ve projeler belirlendikten sonra başarı kriterlerini ölçmek için “Anahtar Performans Göstergeleri (KPI)” belirlenmiştir. Bu göstergeler yukarıda anlatılan “Finansal Perspektif”, “Müşteri Perspektifi”, “İç Süreçler Perspektifi” ve “Öğrenme ve Büyüme Perspektifi” olarak 4 perspektifle ilişkilendirilmiştir. Belirlenen KPI’lar işletmede 3 yıl boyunca takip edilmiştir.

Çizelge 1’de uygulama çalışmalarının gerçekleştirildiği konfeksiyon işletmesinde 3 yıllık gözlem sürecinde “Finansal Perspektif” ve “Müşteri Perspektifleri”nin hangi anahtar performans göstergeleri (KPI) ile ilişkilendirildiği ve bu göstergelere ilişkin yıl bazında yaşanan değişimler görülmektedir. Çizelge 2’de ise diğer kurumsal perspektifler olan “iç süreç perspektifi” ve “Öğrenme Büyüme Perspektifi”nin hangi anahtar performans göstergeleri (KPI) ile ilişkilendirildiği ve yine bu parametrelerdeki değişimler gösterilmiştir.

Çizelge 1’de görüldüğü gibi Finansal Perspektifler açısından Ciro, Brüt Kâr Yüzdesi, EBITDA, Net Kâr, Uzun ve Kısa Vadeli Faiz Giderlerinin Oranı ve Satışların Değişim Yüzdesi; Finansal göstergeler olarak belirlenmiş ve gözlenmiştir.

Bu anahtar performans göstergelerinden Ciro’nun yıllar bazında arttığı ve 3.yıl sonunda 2 milyon €’ya ulaştığı; Brüt Kâr Yüzdesinin ise benzer şekilde yıllar bazında artış gösterdiği gözlenmiştir. EBITDA (Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortization) olarak ifade edilen ve literatürde FVAÖK (Faiz, Vergi ve Amortisman Öncesi Kâr) belirtilen kavram bir işletmenin finansal performansını değerlendirirken kullandığı önemli bir göstergedir. Firmanın kazanç potansiyeli ile ilgili bazı fikirler verir ve yatırım vb. bir durum söz konusu ise o şirketin değerini belirlemek için büyük bir önem taşır. Bu parametrenin gözlemin yapıldığı yıllarda artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Brüt Kâr’da yaşanan artış benzer şekilde Net Kâr göstergesinde de yaşanmıştır. Uzun ve Kısa Vadeli Faiz Giderlerinin Oranı ise düşüş eğilimindedir. Son olarak satışların değişim oranı ise yıllar bazında aynı kalmıştır. Finansal anahtar performans göstergeleri açısından firmanın olumlu bir durum ortaya

koyduğu gözlenmiştir. Tüm bu performans göstergeleri ile ilgili sayısal veriler ilgili tabloda sunulmaktadır.

Çizelge 1’de aynı zamanda bir başka kurumsal perspektif olan “Müşteri” bazlı parametreler de görülmektedir. Müşteri perspektifleri açısından Hedef Ülke Satışlarının Değişimi, Hedef Ülke Satışlarının Toplam Satışa Oranı, Müşteri Sadakat Yüzdesi Ciro, Müşteri Şikayetleri/Toplam Sipariş Adedi, Marka Satış Nokta Sayısı ve Marka Bilinirlik Oranı; bu konudaki anahtar performans göstergeleri olarak belirlenmiş ve gözlenmiştir.

Hedef Ülke Satışları’nın yıllar bazında sabit kaldığı, Hedef Ülke Satışlarının gözlemin yapıldığı süreçte istikrarlı bir şekilde arttığı, tekrarlı sipariş geçen daimî konumdaki müşteri sayısının arttığı yani bir başka deyişle Müşteri Sadakat Oranının yükseldiği, müşteri şikayetleri açısından herhangi bir artışın görülmediği, işletmenin kendi markasına ilişkin satış noktasının sayısının yıllar itibariyle artış gösterdiği ve Marka Bilinirlik Oranının yıllar bazında arttığı gözlenmiştir. Müşteri konu başlığı ile ilgili anahtar performans göstergeleri değerlendirildiğinde gözlemin yapıldığı yıllar itibariyle pozitif bir gelişim sürecinin oluştuğu gözlenmiştir. Müşteri bağlantılı konu başlıklarına ilişkin sayısal veriler de Çizelge 1’de sunulmuştur.

Perspektif	KPI	Ölçüm Dönemi	1.yıl	2.yıl	3.yıl	Durum
Finansal	Ciro	Aylık	670.000 €	1.000.000 €	2.000.000 €	○
	Brüt Kar Yüzdesi	Aylık	% 25	% 30	% 35	○
	EBITDA	Aylık	% 10	% 15	% 20	○
	Net Kar	Aylık	% 5	% 10	% 15	○
	Uzun ve Kısa Vadeli Faiz Giderlerinin FVAÖK (EBITDA) Oranı	Aylık	% 1,5	% 1	% 0,5	○
	Satışların Değişimi Yüzdesi	Aylık	% 100	% 100	% 100	○
Müşteri	Hedef Ülke Satışlarının Değişim Yüzdesi	Aylık	% 100	% 100	% 100	○
	Hedef Ülkelere Yapılan Satışın Toplam Satışa Oranı	Aylık	% 60	% 70	% 80	○
	Müşteri sadakat yüzdesi	Aylık	% 70	% 80	% 100	○
	Müşteri şikayetleri sayısı / Toplam sipariş adedi	Aylık	% 1	% 1	% 1	○
	Marka satış nokta sayısı	Aylık	1.000	2.000	4.000	○
	Marka bilinirlik oranı	Yıllık	% 10	% 20	% 40	○

Çizelge 1. Anahtar performans göstergeleri (KPI)_1

Çizelge 2’de görüldüğü gibi “İç Süreçler” açısından Ürünlerin Tamamının İstenilen Zamanda Teslimi, Koleksiyon Satışlarının Hedefe Uyumu, İade Miktarlarının Toplam Satışa Oranı, Satın Alma Maliyetlerinin Toplam Satışa Oranı ve Pazarlama ve Satış Giderlerinin Yüzdesi anahtar göstergeler olarak belirlenmiş ve 3 yıllık periyotta gözlenmiştir.

Üretim süreçleri ve termin süresine uyum ile ilgili gösterilen hassasiyetler sonucunda tüm siparişlerin zamanında yüklemelerinin yapıldığı ve konu başlık ile ilgili bir problem yaşanmadığı gözlenmiştir. İşletme bünyesindeki tasarım ekibinin ortaya koyduğu pozitif performans ile firmanın kendi koleksiyon satışlarının artış eğiliminde olduğu görülmüştür. Yaşanan çeşitli problemler neticesinde iade kararı alınan ürün miktarında bir artış yaşanmadığı ve yaklaşık %1'ler seviyesinde olduğu görülmektedir. Tedarik işlemlerindeki süreçlerde alınan önlemler ile satın alma maliyetleri düşüş eğilimine girmiş, satış cirosunun yıllar bazında artması ile birlikte satın alma maliyetlerinin toplam satışa oranında %65'lerden %50'lere bir gerilemenin olduğu görülmüştür. Pazarlama ve satış giderleri ise ilk yıl sonunda azalsa da 2. ve 3. yıllarda aynı kalmıştır. Parametrelere ilişkin sayısal veriler Çizelge 2'de sunulmuştur.

Son olarak “Öğrenme ve Büyüme” perspektifi açısından belirlenen iki ayrı anahtar performans göstergesi bulunmaktadır. Bunlar Personel Devir Hızı ve Kilit Çalışan Devir Hızı'dır. Bir işletmede önemli bir performans göstergesi sayılabilecek personel devir hızının yüksek olması olumlu bir durum değildir. Çünkü bir işyerinde yeni bir personel seçmek ve yetiştirmek mevcut olan personeli korumaktan daha maliyetlidir. Bu durumda şirketlerin bunu önlemek için tedbirler alması kaçınılmaz hale gelmektedir. Yapılan gözlemler sonucunda işletmede personel devir hızının yaklaşık %5'ler seviyesinde olduğu gözlenmiştir. Kilit pozisyonlarda olan bir başka deyişle yaptığı görev ve ikame çalışan açısından yaratılması konusunda alternatifleri sınırlı olan pozisyonlar için devir hızı ise ilk yıl %2 diğer yıllarda %1 seviyelerinde gözlenmiştir. Her iki parametre açısından da bu oranların düşük olması işletmenin yetişmiş işgücünü koruması bakımından için önemli bir avantajdır.

Perspektif	KPI	Ölçüm Dönemi	1.yıl	2.yıl	3.yıl	Durum
İç Süreçleri	Ürünlerin tamamının istenilen zamanda teslimi	Aylık	% 100	% 100	% 100	○
	Koleksiyon Satışlarının Hedefe Uyumu	Aylık	% 70	% 80	% 90	○
	İade Miktarının Toplam Satış miktarına Oranı	Aylık	% 1	% 1	% 1	○
	Satın Alma Maliyetlerinin Toplam Satışlara Oranı	Aylık	% 65	% 60	% 50	○
	Pazarlama ve Satış Giderleri Yüzdesi	Aylık	% 15	% 10	% 10	○
Öğrenme ve Büyüme	Personel Devir Hızı	Aylık	% 5	% 5	% 5	○
	Kilit Çalışan Devir Hızı	Aylık	% 2	% 1	% 1	○

Çizelge 2. Anahtar performans göstergeleri (KPI)_2

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Stratejik planlama kavramı 1950'li yıllardan günümüze kadar işletmelerin en önemli süreçlerinden biri haline gelmiştir. Stratejik planlama işletmelerin sektörlerine göre farklılık gösterse de temelde işletmelerin var olabilmesi için hayati bir süreçtir. Stratejik planlama uygulama ve yaklaşımları için farklı sektörlerde farklı yaklaşımlar ve yöntemler uygulanabilmektedir. Stratejik planlama bu yöntemler tek tek uygulanabildiği gibi farklı yöntemlerin hibrit olarak kullanılabilmesi mümkündür.

Stratejik planlama çalışmalarında üst yönetimin kararlılığı ve devamlılığı büyük önem taşımaktadır. Yapılan uygulama çalışmasında da üst yönetim stratejik planlama çalışmalarında önemli rol oynamıştır. Üst yönetimin destek vermesi kadar stratejik planlama çalışmasının tüm işletmeye yaygınlaştırılması ve indirgenmesi de hayati önem arz etmektedir. Çalışanlar aksiyon planlarını bilmeli, Anahtar Performans Göstergelerini (KPI) takip etmelidir.

İzmir’de kurulu olan ve hazır giyim üretimi alanında faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilen bu çalışmada işletme için anahtar performans göstergeleri “Finansal”, “Müşteri”, “İç Süreçler” ve “Öğrenme ve Büyüme” olarak 4 perspektifle ilişkilendirilmiştir. Her ana grup için belirlenen anahtar performans göstergeleri sayısal olarak takip edilmiştir. Anahtar Performans Göstergelerinin (KPI) tüm çalışanlara indirgenmesi için toplantılar yapılmış, eğitimler verilmiştir.

Stratejik planlama çalışmasına başlamadan önce yapılan SWOT analizlerine tüm çalışanlar dahil edilmiş, her süreç yöneticisi kendi ekibiyle bölüm SWOT’larını oluşturmuşlardır. Konfeksiyon işletmesinde tasarım süreçlerinde belirlenen Anahtar Performans Göstergeleri (KPI) ile işletmenin Kurumsal Karnesinde (Balanced Scorecard) yer alan bir çok Anahtar Performans Göstergesinin (KPI) de direkt ve dolaylı olarak olumlu olarak etkilendiği gözlemlenmiştir. Bu gözlemler sonucunda işletmeye özgü bir stratejik planlama çalışması hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1]Diñçer, Ö. (1998). Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası. İstanbul: Timaş Matbaası.
- [2]Mütercimler, E. (2006). Geleceği Yönetmek. İstanbul: Alfa basım.
- [3]Üzün, C. (2000). Stratejik Yönetim ve Halkla İlişkiler. İzmir: Dokuz Eylül Yayınları.
- [4]Eren, E. (2005). Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası. İstanbul: Beta Basım Yayıncılık.
- [5]Elma, C., & Demir, K. (2000). Yönetimde Çağdaş Yaklaşımlar, Uygulamalar ve Sorunlar. Ankara: Anı Yayıncılık.
- [6]Sucu, M. E. (2010). Stratejik Yönetim ve Bir Araştırma. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- [7]Koçel, T. (2003). İşletme Yöneticiliği. [Genişletilmiş 9. basım]. İstanbul: Beta Basım.
- [8]Güney, S. (2000). Yönetim ve Organizasyon. Ankara: Nobel Yayınları.
- [9]Dursun, İ. T. (2007). Stratejik Yönetim Yaklaşımları Açısından Sektör Analizi: Seramik Kaplama Malzemeleri Sektörü Örneği. İsparta: Süleyman Demirel Üniversitesi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- [10]Aktepe, E. (2004). İşletmecilik Bilgileri. Ankara: Gazi Kitabevi.
- [11]Bakan, İ., & Paksoy, M. (2013). Yönetim ve Organizasyon. İstanbul: Lisans.
- [12]Taşkıran, N. (1999). İşletme Stratejileri ve Politikaları. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.
- [13]Koçer, İ. (2007). İşletme ve Organizasyonlarda Stratejik Yönetim Yaklaşımları. İstanbul: Marmara Üniversitesi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi].
- [14]Türkkan, E. (2003). Vizyon Rekabeti. Ankara: Liberti Yayınları.
- [15]Yılmaz, A., & Akdemir, S. (2005). Örgütlerde Vizyon ve Yönetimi. Ankara: Detay Yayıncılık.
- [16]Bush, T., & Coleman, M. (2000). Leadership and Strategic Management In Education. London: Paul Chapman Publishing.
- [17]Kraus, S., Harms, R., & Schwarz, E. J. (2006). Strategic Planning, In Smaller Enterprises New Empirical. Management Research News, 29(6).
- [18]Barutçugil, İ. (2013). Stratejik Yönetim. İstanbul: Kariyer Yayıncılık.
- [19]Dalay, İ., Coşkun, R., & Altunışık, R. (2002). Stratejik Boyutuyla Modern Yönetim Yaklaşımları. İstanbul: Beta Yayınevi.
- [20]Alpkan, L. (2000). Stratejik yönetim Kapsamlılığı, Stratejik Tercihler ve Yönetici Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Gebze: Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü [Yayımlanmamış Doktora Tezi].

DOĞAL İÇERİKLİ HAMMADDE KULLANIMI İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR DENİM KUMAŞ ÜRETİMİ (TERRA DENİM)

Kübra SABANCI KAPUKAYA, Celal ERKUŞ, Osman TAY, Hüseyin TURAL, Fatih
KOYUNOĞLU
Maritaş Denim San. Tic. Ve A.Ş
ksabanci@maritasdenim.com

ÖZET

Gerçekleştirilen proje kapsamında, çözgü boyama makinesinde boyama teknelerinden birinde boyama ve/veya haşıl teknesinde kaplama yöntemi ile kil hammaddesi kullanılarak gerçekleştirilen doğal bir çözgü renklendirme prosesi ve dokuma işlemi sonrasında kumaş renklendirme prosesi ile ilgilidir.

Doğal boya hammaddesinin büyük miktarlarda elde edilmesi ve sürekliliğinin gerekmesi, standardizasyon zorlukları, kullanılan doğal boya kaynağına bağlı olarak yüksek olabilen boyama maliyetleri ve sınırlı olabilen renk paleti gibi bazı olumsuz genel kabuller söz konusudur. Ancak yenilebilir kaynaklardan elde edilebilmeleri, doğayla uyumlu olmaları ve kolay parçalanabilmeleri, UV ışınlarından koruma, antibakteriyel özellikleri gibi avantajları doğal boyaları cazip hale getirmektedir.

Tekstil ürünlerinin renklendirilmesinde doğal boyaların tarihsel, kültürel, ekonomik bir önemi ve değeri vardır. Her ülkenin kendine özgü yerel doğal boya kaynakları bulunmaktadır ve bunlar yüzyıllar boyunca göçler, kültürel ve ticari alışverişler yoluyla dünya üzerinde yayılarak gelişim göstermişlerdir. Endüstriyel gelişime bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma, hava ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi çok farklı boyutlardaki zararlı çevresel etkiler, her alandaki üretim ve araştırmaların ekolojik boyutunun dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Ekolojik kısıtlamalar azalan su kaynakları ve kimyasal atık sorunları tekstil sektörünü değişik alternatifler aramaya itmiştir. Bu yaklaşım farklılıkları, kullanımından organik lif seçimine, çevre dostu üretim yöntemlerinden, geri dönüşümle kazanılan lif, su, boya, kumaş ve doğal boyalara uzanan geniş bir çerçevede yapılan araştırmaları kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Boyama, Denim, Doğal, Sürdürülebilirlik

SUSTAINABLE DENIM FABRIC PRODUCTION WITH THE USE OF NATURAL RAW MATERIALS (TERRA DENİM)

ABSTRACT

Within the scope of the realized project, it is related to a natural warp coloring process using clay raw material by dyeing in one of the dyeing vats in the warp dyeing machine and/or coating in the sizing trough, and the fabric coloring process after the weaving process.

There are some negative general assumptions, such as obtaining natural dye raw materials in large quantities and needing their continuity, standardization difficulties, dyeing costs that may be high depending on the natural dye source used, and a limited color palette. Advantages such as protection from UV rays and antibacterial properties make natural dyes attractive.

Natural dyes have a historical, cultural and economic importance and value in the coloring of textile products. Each country has its own local natural dye resources, and they have developed over the centuries through migrations, cultural and commercial exchanges. Harmful environmental effects in many different dimensions, such as global warming, pollution of air and water resources that arise due to industrial development, necessitate consideration of the ecological dimension of production and research in every field. Ecological constraints, decreasing water resources and chemical waste problems have pushed the textile industry to seek different alternatives. These differences in approach include researches carried out in a wide framework ranging from the use of organic fiber to the selection of organic fiber, from environmentally friendly production methods to recycled fiber, water, dye, fabric and natural dyes.

Key Words: Dyeing, Denim, Natural, Sustainability

1. GİRİŞ

Denim kumaş üretimi, 2020 yılında yıllık 22 Milyar USD’lık Pazar payına ulaşmış büyük bir sektördür. Yoğun olarak pamuk lifinin kullanıldığı denim kumaş üretiminde lif üretiminden itibaren ön terbiye – boyama – haşılama – dokuma sonrası efekt yıkamalar gibi farklı üretim adımlarıyla birlikte tüketilen su miktarının pantolon başına 15000 litre gibi muazzam bir rakama ulaşması, yıllık 1 milyar adet üzerinde yapılan denim konfeksiyon ürünlerinin ortaya çıkardığı atık problemi denim sektöründe sürdürülebilir üretim yaklaşımlarının kullanımını zorunlu kılmıştır.

Global denim kumaş üretiminde Dünya’nın en büyük 4. üreticisi konumundaki ülkemizde sürdürülebilir üretim yaklaşımları; daha az su ve kimyasal tüketimine neden olan yaş işlemlerin kullanımı, pamuk lifi yerine Higgs indeksi yüksek doğal ve sentetik liflerin tercih edilmesi, denim kumaşlardan geri dönüşüm (re-cycle) ve yeniden kullanım (up-cycle ve down-cycle), atık yükü yüksek hidrosülfid, sülfür ve sentetik indigo boyarmadde yerine ekolojik tiplerin kullanılması başlıkları altında toplanabilir [1-6].

Maritaş Denim San. Tic. A.Ş., üretimde çevresel sorumluluğun bilincinde olarak denim kumaş üretiminde “sıfır atık” konsepti ile tanımlanan çok düşük su tüketimine sahip slasher boyama işlemleri, sülfür içermeyen boyama işlemleri, daha düşük karbon ayak izi ve enerji emisyon değerleri sunan ve “Ecolabel” konsepti ile tanıtılan kumaş kaliteleri gibi ticari değere dönüşmüş çalışmalar yapmaktadır.

Denim kumaşlarda, tekstilin diğer üretim alanlarında olduğu gibi, başta boyarmadde olmak üzere doğal kimyasalların kullanımı da sürdürülebilir üretim anlayışının bir sonucudur. Doğal boyarmaddelerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmeleri, çok daha az çevresel zarar potansiyeline sahip olmaları, cilde karşı toksik etkiye neden olmamaları, biyo-bozunur yapıda olmaları gibi üstün avantajları vardır [7,8]. Doğal boyarmadde tipleri arasında sayılan kil, pigment sınıfında bir renklendirici olup ekolojik ve düşük enerji tüketiminde boyamaya izin veren minerallerdir. Toprak killeri, UV dayanım ve doğal antimikrobiyal etkinlik sergileme potansiyellerine de sahiptir. [9].

Bu çalışmada ise Türkiye menşeli kilin süpernatant süspansiyonun boyarmadde olarak çözgü boyamada kullanımını ile elde edilen denim kumaş kalitesine ait bazı test sonuçları sunulmuştur.

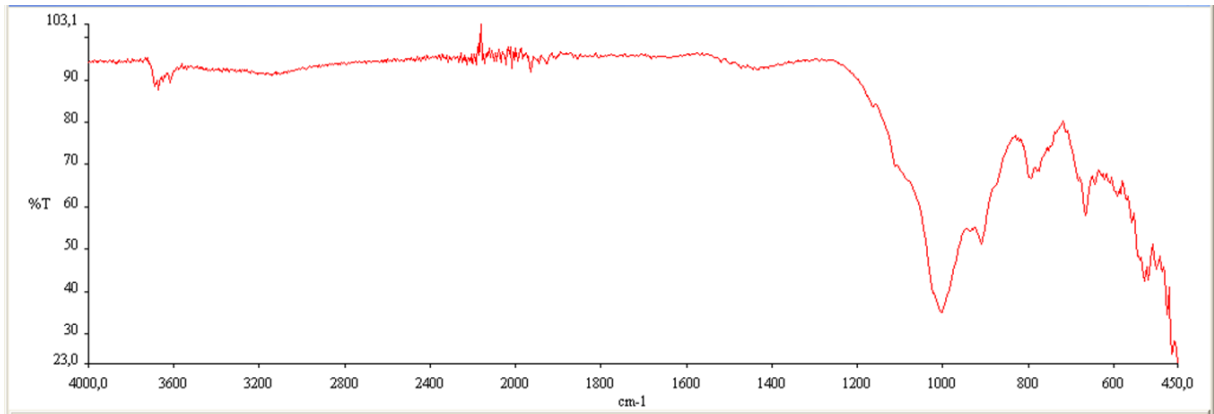
2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Malzeme ve Metot

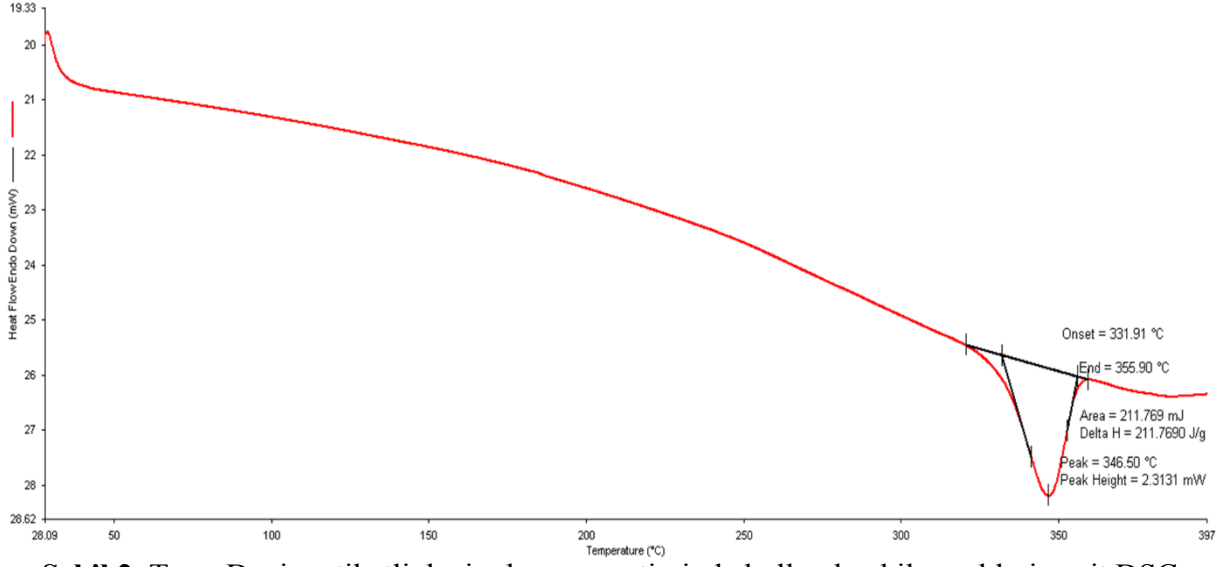
Ülkemiz topraklarından elde edilen kil, temizleme ön işleminden sonra uygun oranda distile su ile karıştırılarak bekletilmiş ve elde edilen süpernatant süspansiyondan sıvı kısım alınarak kalan tortu kurutulmuştur. Kil, polimerik binder / mordan karışımı ile slasher boyama teknelerinde %100 pamuk çözgü ipliklerinin boyama işleminde kullanılmış, kurutma – haşılama sonrası dokuma işlemi ile kumaş örnekleri üretilmiştir. İndigo / kükürt boyarmaddeler ile yapılan klasik boyama yöntemlerine göre çok daha az sayıda teknede boyamanın tamamlanması sonucu su tüketiminde %70 tasarruf sağlandığı hesaplanmaktadır.

Kil örneğinden KBr pelet ile alınan FTIR analizi 1032 cm^{-1} 'de Si-O eğilme, 910 cm^{-1} 'de Al-OH-Al, 780 cm^{-1} 'de Si-O ve 780 cm^{-1} 'de Si-O-Al titreşim, 510 cm^{-1} 'de Si-O-Al gerilme pikleri literatürdeki kil taramaları ile uyumludur [10]. 3720 cm^{-1} 'deki karakteristik -OH piki kil tabakaları arasındaki hidrat varlığını göstermektedir (Şekil 1). Şekil 2'de verilen DSC analizi ($10\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{dk}$ artım hızı, $20\text{ cm}^3 / \text{dk}$ gaz akış hızı) ise $330 - 355\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki dehidroksilasyon görüldüğünü göstermektedir. Şekil 3'deki UV-Vis Spektrofotometre absorpsiyon spektrokopisi kil örneklerinin UV ve görünür bölgede absorpsiyon yaptığını ve örneklerin UV dayanımı özelliğine sahip olduğunu göstermiştir.

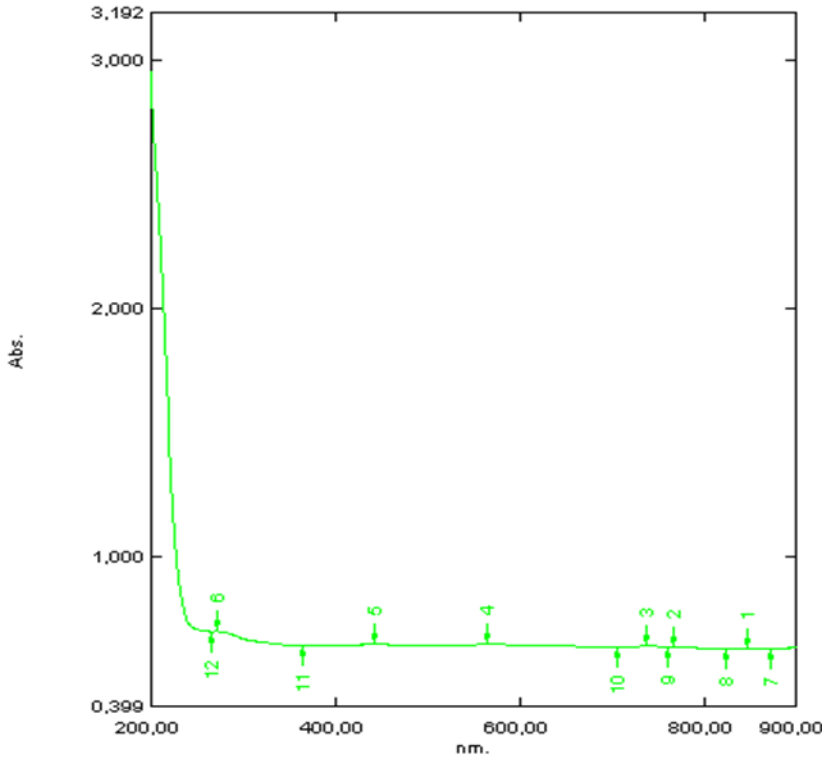
Kil boyarmadde ile renklendirilmiş çözgü iplikleri ile dokunan denim kumaş örneklerinin TS EN ISO 10993'e göre yapılan cilt irritasyon test sonuçları ise (Tablo 1) kumaş örneklerinin cilt irritasyonuna neden olmadığını göstermektedir.



Şekil 1. Terra Denim etiketli denim kumaş üretiminde kullanılan kil örneklerine ait FTIR analizi



Şekil 2. Terra Denim etiketli denim kumaş üretiminde kullanılan kil örneklerine ait DSC analizi



Şekil 3. Terra Denim etiketli denim kumaş üretiminde kullanılan kil örneklerine ait UV-Vis spektrokopi analizi

Tablo 1. Denim kumaş örneklerinin cilt irritasyon test sonuçları

Gözlem Zamanları (Saat)	1. Tavşan		2. Tavşan		3. Tavşan	
	Kör numune bölgesi	Test numunesi bölgesi	Kör numune bölgesi	Test numunesi bölgesi	Kör numune bölgesi	Test numunesi bölgesi
24.	0	0	0	0	0	0
48.	0	0	0	0	0	0
72.	0	0	0	0	0	0
Primer İritasyon Derecesi	0	0	0	0	0	0

3. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, Maritaş Denim Ar-Ge Merkezi tarafından patentlenen bir yöntemle kil esaslı doğal boyarmadde kullanılarak slasher yöntemine göre boyanmış çözümlü iplikleri kullanılarak üretilen ve Ar-Ge Merkezi Laboratuvarı tarafından uygulanan kalite kontrol testleri sonucu işletme kalite değerlerini karşıladığı ve klasik kumaş örneklerine göre daha az su tüketimi ile boyandığı gösterilen denim kumaş örneklerinin Ar-Ge Merkezi dışında yaptırılan bazı test analiz sonuçları paylaşılmıştır. Kil örneklerinin karakterizasyon testleri, kilin literatürde benzer çalışmalarda kullanılan hidrofilik bentonit örnekleriyle uyumlu olduğunu ve cilt irritasyonuna neden olmadığını göstermiştir. Çalışmada paylaşılan analiz sonuçlarına göre doğal boyarmadde örneği ile ekolojik özellikte denim kumaş üretimi yapılabildiği ve geliştirilen kumaş kalitesi için sürdürülebilir etiketi kullanılabileceği görülmektedir.

4. REFERANSLAR

[1] Kadem, F.B., Özdemir, Ş. (2020), Tüketici Sonrası Geri Dönüştürülen Denim Kumaşların Seçilmiş Konfor Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35, 2, 379-388.

[2] Hoque, E., Faysal, G.M. (2019), Study on Waterless Chemical Effect on Indigo Rope Dyeing, International Journal of Scientific and Engineering Research, 10, 10, 1409 – 1413.

[3] Khalil, E. (2015), Sustainable and Ecological Finishing Technology for Denim Jeans, AASCIT Communications, 2,5, 159 – 163.

[4] Rodriguez-Couto, S. (2012), Laccases for Denim Bleaching: An Eco-Friendly Alternative, The Open Textile Journal, 5, 1-7.

[5] Şenol, D. (2021), Sürdürülebilir Moda Tasarımına Bir Yaklaşım: Denim Giysi Atıklarının İleri Dönüşümü, Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi, 63, 1108 – 1118.

[6] Deo, H.T., Roshan, P. (2000), Dyeing Of Ecrú Denim With Onion Extract as a Natural Dye Using Potassium Alum in Combination with Harda and Tartaric Acid, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 25,3, 217 – 220.

[7] Verma, S., Gupta, G. (2017), Natural Dyes and Its Applications: A Brief Review, International Journal of Reserach and Analytical Reviews, 4, 4, 57 – 60.

[8] Fröse, A., Schmidtke, K., Sukmann, T., Junger, I.J., Ehrmann, A. (2019), Application Of Natural Dyes On Diverse Textile Materials, Optik, 181, 215 – 219.

[9] Nurcahyanti, D., Wahyuningsih, N., Amboro, J.L., (2021), Natural Clay Dye To Develop Eco-Friendly Products Based On Regional Potential in Batik Crafts Center Of Jarum Village, Bayat Subdistrict, Klaten Regency, IOP Conf. Series: Eracth and Environmental Science, 905, 1 – 5.

[10] Rezende, J.C.T., Ramos, V.H.S., Oliveira, H.A., Oliveira, R.M.P.B., Jesus, E. (2018), Removal of Cr(VI) from Aqueous Solutions Using Clay from Calumbi Geological Formation, N. Sra. Socorro, SE State, Brazil, Materials Science Forum, 9, 1-6.

EGALİZE MADDELERİNİN PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Zeynep Nihan KIR, Ayşe MARTİN, **Deniz ÇELİK**

denizc@eksoy.com

ÖZET

Bu çalışmada, yağ bazlı ve ekolojik solvent bazlı egalize maddeleri kullanılarak, bu egalize maddelerinin polyester iplik bobin üzerinde farklı boyama yöntemleri uygulanması ile performansları incelenmiştir. İplik bobin boyama makinesinde 40°C sıcaklıktan başlanarak, 130°C sıcaklığa 1,5°C/dk, 4°C/dk ve 5°C/dk çıkış hızlarında boyamalar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede polyester boyama işlemi daha kısa sürede gerçekleştirilirken zaman ve enerji tasarrufu da sağlanabilecektir. Prosesin uygunluğu bobin final sarım ve örgü makinesi ile bobinin patrona doğru farklı katmanları örülerek test edilmiştir. 1.5-4°C/dk ve 5°C/dk sıcaklı çıkış hızları ile yapılan boyama proseslerinde en iyi boyama sonucu ekolojik solvent bazlı egalize maddesi kullanılarak yapılan boyama işleminden alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Egalizatör, iplik bobin, dispers boyama

INVESTIGATION OF THE LEVELLING AGENT ON THE YARN BOBBIN

ABSTRACT

In this study, the performance of these leveling agents in different polyester yarn bobbin dyeing methods was investigated by using oil-based leveling agent and ecological solvent-based leveling agents. Dyeing was carried out in yarn bobbin dyeing machine from 40°C to 130°C at 1.5°C/min, 4°C/min and 5°C/min output speeds. In this way, while the polyester dyeing process is carried out in a shorter time, time and energy savings will also be achieved. The suitability of the process has been tested by knitting different layers of the bobbin towards the in with the bobbin final winding and knitting machine. In the dyeing processes performed with 1.5-4°C/min and 4°C/min temperature exit speeds, the best dyeing result was obtained from the dyeing process using ecological solvent-based leveling material.

Keywords: Levelling agent, yarn bobbin, disperse dyeing

1. GİRİŞ

Polyester liflerinin, yüksek kristalinite ve belirgin hidrofob özellik göstermeleri nedeniyle büyük moleküllü boyarmaddeler elyaf içine kolay nüfuz edemezler. Ayrıca, elyaf kimyaca aktif grup içermediği için boyarmadde anyon ve kationlarını da bağlayamaz. Bu nedenlerle, polyesterin boyanması için hidrofob boyarmaddeler uygun değildir. Dispers, bazik, pigment, küp, küp loyko ester ve inkisaf boyarmaddeler, polyester liflerinin boyanmasında kullanılabilecek boyarmadde sınıflarıdır. Polyesterin boyanmasında en fazla kullanılan boyarmadde sınıfı %95'i aşan bir payla dispers boyarmaddelerdir [1].



Şekil 1. jet boya makinesi

Polyester lifleri, oldukça hidrofobik, kompakt ve yüksek kristalli bir yapıya sahip olmaları ve yapılarındaki tereftalat gruplarının benzen halkaları 80°C civarında amorf bölgelere rijitlik sağlayan yüksek bir camlaşma noktası vermeleri nedenleriyle, yüksek sıcaklıklarda veya camlaşma noktasını düşüren carrierler kullanılarak boyanabilmektedirler. Polyester liflerinin boyanmasında en çok kullanılan yöntemler; - Carrier boyama yöntemi - HT boyama yöntemi - Termosol boyama yöntemidir. Polyester materyallerin boyanması için bugün en fazla uygulanan boyama metodu kaynama sıcaklığından yüksek sıcaklıklarda basınç altında gerçekleştirilen HT (High Temperature) boyama yöntemidir. Polyesterin 1. camlaşma noktası olan 70-80°C'nin altındaki sıcaklıklarda liflerin sıkı moleküler üstü yapılarındaki sadece amorf bölgelerde bulunan etilen gruplarının hareketlilik kazanması nedeni ile boyarmadde nüfuz edememektedir. Lifler ancak polyesterin 2. camlaşma sıcaklığı olan 120-140°C'de yapılarındaki kristalin 28 bölgelerde bulunan benzen halkalarını hareketlilik kazanması ile boyarmadde almaktadır. HT boyama şartlarında mamul, 100°C'nin üzerinde ve basınç altında dispers boyarmaddeler ile boyanmaktadır. Sıcaklığın 130°C'ye çıkarılmasının optimal sonuç vereceği kesin değildir, ancak genel olarak boyama işlemi 130°C'de uygulanmaktadır [2].

Bu çalışmada HT boyama yapmak için kullanılan cihaz iplik bobin boyama makinesidir. İplik bobin makinesi; boyama kazanı, hazırlama tankı, dozaj tankı, santrifüj pompa, sıvı giriş-çıkışını kontrol eden pnömatik vana, kazan ve hazırlama tankında sıvı seviyesini kontrol eden ölçüm cihazından oluşmaktadır. Boyama kazanı içerisine basınç ve sıcaklık uygulanabilen ve ayrıca 80°C ve üstünde güvenlik kilidiyle açılmasını önleyen bir güvenlik kilidinden oluşmaktadır. Sistem kontrol panelinde yazılan program ile yürümektedir. Boyama tankına program yazılması ile istenildiği zaman numune eklenebilmektedir. Boyama işleminin sonunda bobin üzerinde kalan ölü boyayı uzaklaştırmak için redüktif temizleme işleminin yapılması gerekmektedir. Redüktif yıkama 80°C ve 70°C'de olmak üzere kademeli olarak yapılır. Redüktif temizleme yapılmazsa kumaşa hapsolmayan boya uzaklaştırılmayacak ve haslıklarını olumsuz etkileyecektir.



Şekil 2. İplik bobin makinesi

Genel bir kural olarak dispers boyama, başlangıç sıcaklığı yaklaşık 70-80°C, sıcaklık hızı dakikada 1.5-2°C yükselir, boyama sıcaklığı 115-130°C arasındadır ve 15-60 dakika sıcaklıktaki boyama süresine sahiptir [3].

Burkinshaw ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, boyama flottesinin pH'ı 4,5-5,5'e ayarlandıktan sonra boya yardımcı kimyasalları ve dispers boyarmadde dispersiyonu ilave edilir. Bu sıcaklıkta 10-15 dakika kadar muamele edildikten sonra sıcaklık yaklaşık 30 dakikada 120-135°C'ye çıkartılır. Materyalin basınç altında 1-2 saat muamele görmesi sağlandıktan sonra redüktif yıkama yapılır [4].

Tekstil araştırma merkezi tarafından yayınlanan makalede iplik boyamada 120°C'de 40-45 dakika, 130 °C'de 10 dakika beklendikten sonra 80 °C' de soğutma işlemi prosesi uygulandığı belirtilmiştir. Makinedeki çözelti boşaltıldıktan sonra, koyu renklerde redüktif yıkama, soda ile yapılır [5].

1.1. Egalize Özelliğinin Değerlendirilmesi

Boyama işlemi üzerine boyarmadde türü kadar boyama işleminde kullanılan diğer kimyasallar da etkilidir. Boyama işleminde; düzgün veya homojen olmayan boyama, boyarmaddenin kumaş kesitine yeterince girememesi, boya tüketiminin yeterli olmaması, atık banyoda boya kalması ve rengin ton parlaklığında düşüklük gibi sorunlarla karşılaşmaktadır [6]. Bu sorunların üstesinden gelmek için boya banyolarında farklı yüzey aktif maddelerden faydalanılmaktadır. Yüzey aktif maddelerin kritik misel konsantrasyonuna ulaştıklarında ıslanmayı kolaylaştırma etkilerinden başka, birbiri içinde çözünmeyen veya çok güç çözünen iki sıvıdan birinin diğeri içinde dağılmasını sağlama yani emülsiyeye etme, kolloid koruma, yıkama yoluyla kir ve yağları sökme, boyaların çözünürlüğünü kolaylaştırma, egalize ve geciktirme vb. etkileri vardır [7]. Yüzey aktif maddelerin kullanıldığı en önemli işlemlerden birisi boyama işlemidir [8]. Bu işlemlerde çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip anyonik, noniyonik ve katyonik yüzey aktif maddeler, materyalin renk ve görünüm kalitelerini iyileştirmek ve boyarmadde tüketimini artırmak için boya egalizatörü olarak kullanılmaktadır [9].

Polyester boyamada kullanılan egalizatör maddesi boyanın bobinin her tarafında boyanın eşit dağılmasını sağlar. Bu çalışmanın amacı, polyester ipliklerin, geleneksel egalize maddesi ve ekolojik solvent bazlı egalize maddesi kullanılarak boyanması, boyama sırasında kullanılan prosesin ekolojik solvent bazlı egalize maddesi kullanılarak kısaltılması amaçlanmıştır. Boyama sonrası boyanın düzgünlüğünü test edebilmek amacıyla geliştirilen çorap örme tekniği ile de boyamanın homojenliği incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

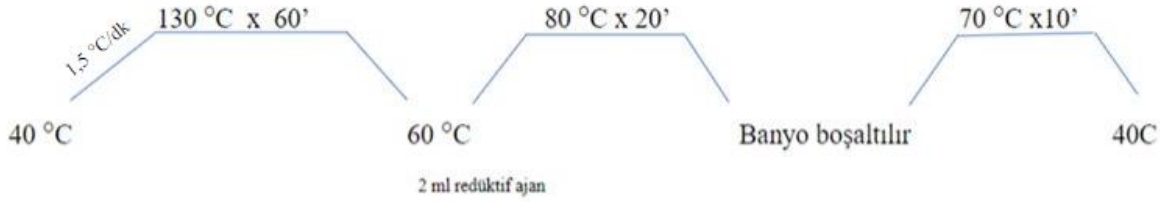
2.1. Materyal

Çalışmada, 75F/144 özelliğinde polyester iplik kullanılmıştır. Boyama işlemi Thies marka bobin boyama makinasında yapılmıştır. Boyama sonrası bobinlerin sarım işlemi için Milhan marka FSM 02 model cihaz kullanılmıştır. Sarılan ipliklerin örme işlemi İPM by İpekçioğlu Faycon marka CKM01S model cihaz ile yapılmıştır. Örülen ipliklerin renk ölçümleri için ise Datacolor 850 spektrofotometresi kullanılmıştır. Boyama prosesinde kullanılan boya kombinasyonu; C.I. Disperse Red 167,C.I. Disperse Blue 79 ,C.I. Disperse Orange 61'dir.

2.2. Metot

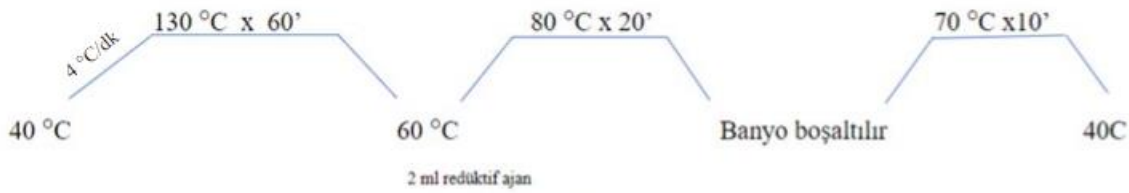
2.2.1. Bobin Boyama ve Redüktif Temizleme Prosesi

Her iki boyama yönteminde de başlangıç sıcaklığı yaklaşık olarak 40°C olarak belirlenir. Boyama prosesinin birinde sıcaklık artış hızı Şekil 3'te gösterildiği gibi dakikada 1.5-2°C iken diğer proseste Şekil 4'te görüldüğü gibi 4 °C/dk ve Şekil 5'te görüldüğü gibi 5 °C/dk olacak şekilde 130°C sıcaklığa çıkılır. Homojen boyamanın sağlanabilmesi için, 130°C sıcaklıkta 60 dakika boyunca boyama işlemine devam edilir. Boyama sonrası bobinlere redüktif temizleme yapılır. Boyama işlemi tamamlanan her bir bobin, final sarım cihazı kullanılarak, konik formda olan karton patronlara sarılır. Her bobinin iç, dış ve beş farklı orta bölge olmak üzere 7 farklı çapından birer tane örgüye hazır numune elde edilir. Her bobin için elde edilen bu numuneler sırasıyla dış, orta, iç bölgeler olmak üzere uç uca gelecek şekilde örülür. Bu sayede 7 farklı bölgeden oluşan örülü parça bir bütün halinde, boyanmış bobinin homojenliği incelenir. Her bölgedeki renk farkından yola çıkılarak boyamanın düzgünlüğü incelenir. Renk farkı ölçümleri Color spektrofotometre cihazı kullanılarak yapılır. Geleneksel bobin boyama prosesinde aşamalar aşağıda Şekil 3'teki gibidir; 40 °C'den 130°C'ye 1,5 °C/dk ile 60 dakikada çıkılır ve redüktif temizleme işlemi ile toplam süre 210 dakikadır.



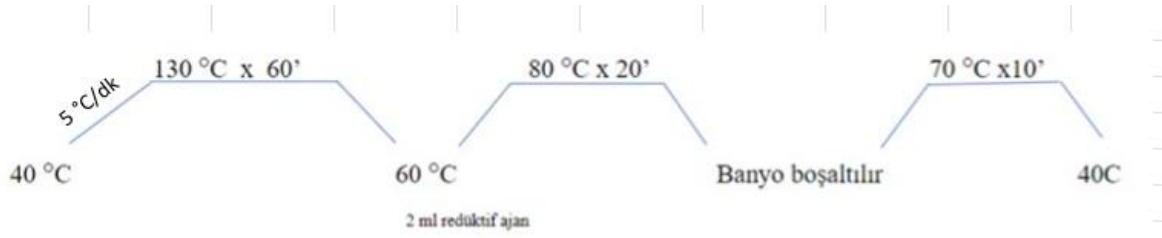
Şekil 3. Mevcut Boyama Prosesi

Geliştirilen bobin boyama prosesinde ise 40 °C'den 130°C'ye 4 °C/dk ile 22,5 dakikada çıkılır ve redüktif temizleme işlemi ile toplam süre 165 dakikadır.



Şekil 4. Geliştirilen Boyama Prosesi

Denenen bir diğer çıkış hızı ise 5 °C/dk ile yapılır. 40 °C'den 130°C'ye 5 °C/dk ile 18 dakikada çıkılır ve redüktif temizleme işlemi ile toplam süre 160 dakikadır.



Şekil 5. Geliştirilen Boyama Prosesi

Boyanacak bobin üzerine kilidi takılarak %10 basınç uygulanarak boyama kazanına yerleştirilir. Pompa basıncı içten dışa 4 dk, dıştan içe 6 dk olacak şekilde ayarlanılır. Daha sonra şekil 3, şekil 4 ve şekil 5'te gösterilen dispers boyama programı başlatılır ve hazırlama tankına su yüklenir. Su sıcaklığı buharlı ısıtıcı ile birlikte 40°C'ye ayarlanır. Çözelti hacmi bobinin ağırlığıyla flote oranı 1:10 olacak şekilde ayarlanır. 1 burada bobinin ağırlığı 10 çözeltinin hacmidir. Bobinler ağırlıkları yaklaşık 1300 g olanlardan seçilir ve banyo hacmi 13 litreye ayarlanır. Hazırlama tankında %0.21 C.I. Disperse Orange 61, %0.11 C.I. Disperse Red 167, %0.18 C.I. Disperse Blue 79 oranlarında boya, 1,5-3 g/L egalizatör madde ve ph 4-5 civarı olacak şekilde asit sırasıyla karıştırılarak çözelti hazırlanır ve boyama şekil 3, şekil 4 ve şekil 5'teki proseslerle tamamlanır. Bobin boyama tankından çıkartılır ve santrifüje verilir. Bobin kuruduktan sonra bobinler koniklere final sarım cihazında bobinin patronuna doğru 7 farklı katmandan olacak şekilde sarılır. Koniklere sarılan iplik örgü abraj makinesinde çorap şeklinde örülür. Örgü 7 bölgeden oluşur. Her kademedeki renk farkından boyamanın düzgünlüğü incelenir. Bu ölçümler Color spektrofotometre cihazında renk ölçümü ile yapılır. Color spektrofotometre cihazında çorap üzerine UV ışın gönderilir ve çorabın en dış kısmı referans olarak alınarak diğer bölgelerinden okutma yapılır. Çoraplardaki ΔE değerlerinden renk değişimi incelenir. ΔE Toplam renk farkını (Numune-ölçülen malzemelerin renkleri arasındaki) gösterir. ΔE değeri ne kadar az ise bobinin iç-dış boyama renk farkı o kadar azdır demektir.

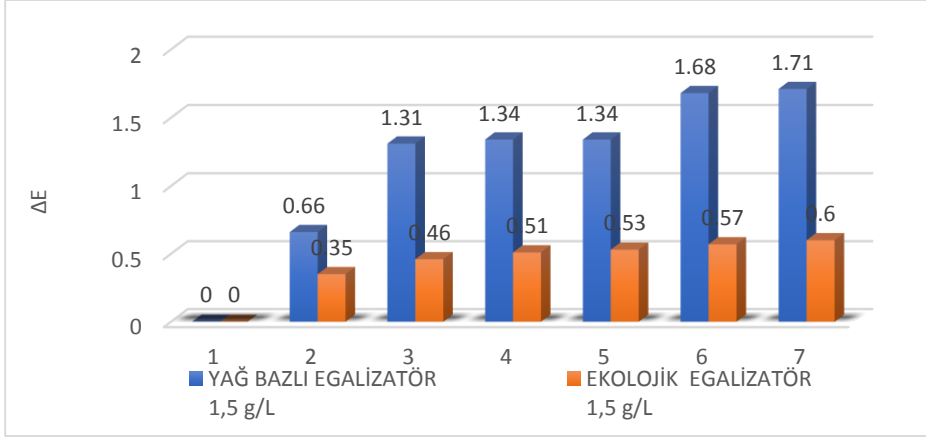
Çizelge 1. Color spektrofotometresinde renk değerlendirme ölçeği

Renk Karşılaştırma Aralığı Değeri (ΔE)	Renk Karşılaştırma Değerlemesi
0-0.25	Çok mükemmel eşleşme
0.25-0.50	Kabul edilebilir eşleşme (az fark)
0.50-1.0	Kabul edilebilir eşleşme (çok fark)
1.0-2.0	Bazı sektörlerde kabul edilebilir eşleşme
2.0-4.0	Özel uygulamalarda kabul edilebilir
4.0	Uygulamada kabul edilemez eşleşme

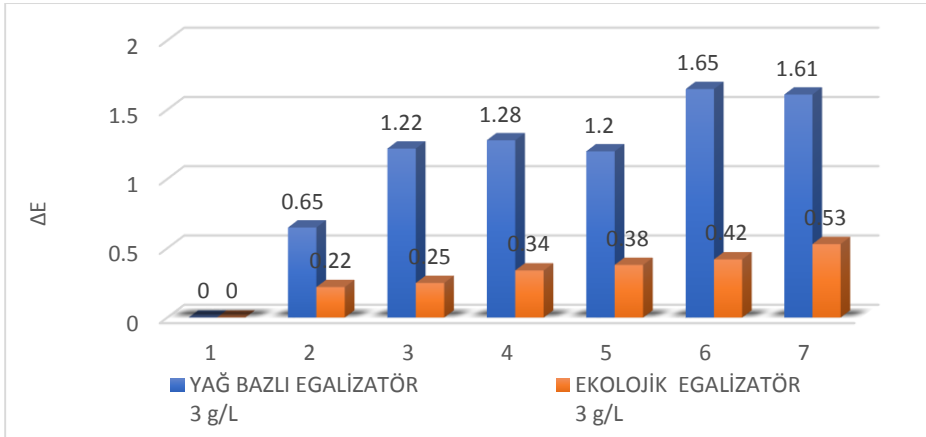
Prosesi belirlemek için boyama sırasında 130°C'a çıkma hızı 1,5-4-5°C/dk'larda test edilmiştir. Prosesin uygunluğunun test edilebilmesi için geleneksel egalize maddesi ve ekolojik solvent bazlı egalize maddesi farklı konsantrasyonlarda denenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Yapılan iplik bobin boyama sonrası boyamanın renk dağılımının değerlendirilmesi için Color renk spektrofotometresinde sonuçlar incelenmiştir. Burada 1,5 °C/dk, 4 °C/dk ve 5 °C/dk için sonuçlar şekil 6,7,8,9 ve 10'da gösterilmiştir.

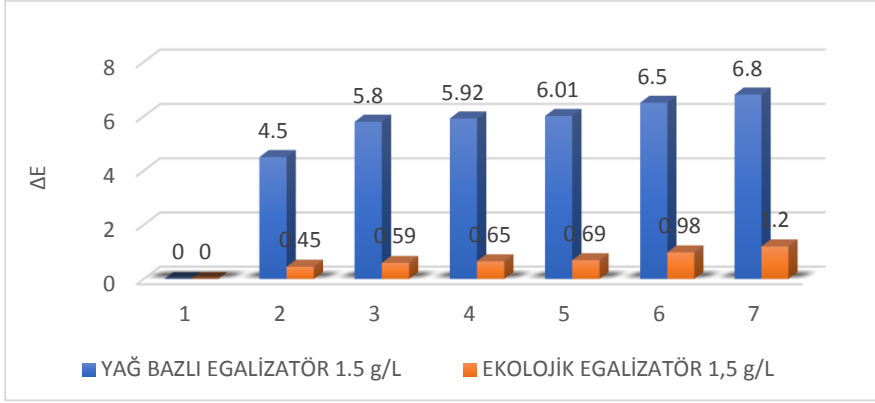


Şekil 6: 1,5 g/L egalizatör maddesi kullanılarak 1,5 °C/dk ile 130°C'ye çıkılan çalışmanın ΔE sonuçları

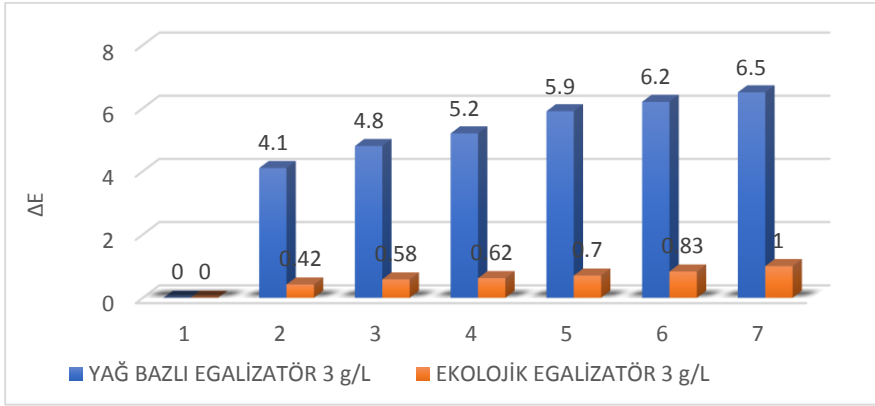


Şekil 7: 3 g/L egalizatör maddesi kullanılarak 1,5 °C/dk ile 130°C'ye çıkılan çalışmanın ΔE sonuçları

Şekil 6 ve şekil 7'de görüldüğü gibi yağ bazlı egalize maddesi ve ekolojik solvent bazlı egalize maddesi 1,5 ve 3 g/L'lerde kullanılarak yapılan çalışmada iki egalizatör madde kullanımında da 1,5 °C/dk ile 130 °C'ye çıkıldığında homojen bir boyamanın olduğu gözlemlenmiştir. Fakat Yağ bazlı egalize maddesinin performansı ekolojik solvent bazlı egalize maddesinin performansından geri kalmıştır.

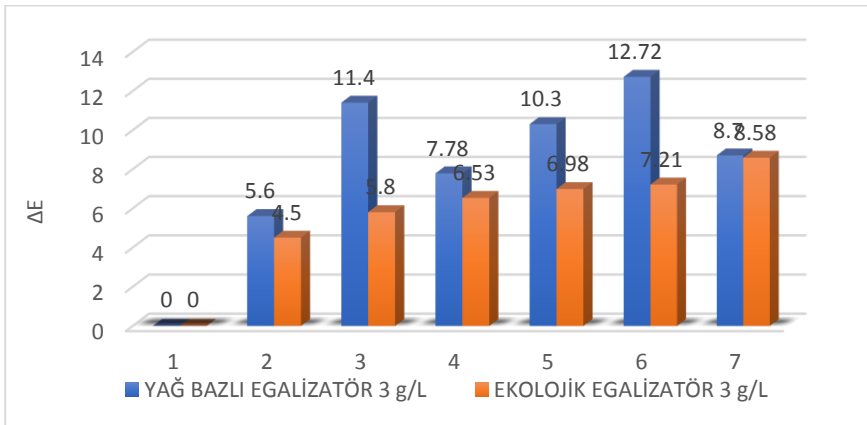


Şekil 8: 1,5 g/L egalizatör maddesi kullanılarak 4 °C/dk ile 130°C'ye çıkılan çalışmanın ΔE sonuçları



Şekil 9: 3 g/L egalizatör maddesi kullanılarak 4 °C/dk ile 130°C'ye çıkılan çalışmanın ΔE sonuçları

Yağ bazlı egalize maddesi ile 4 °C/dk ile 130 °C'ye çıkılan boyama prosesi incelendiğinde yağ bazlı egalize maddesi kullanımı ile homojen bir boyama yakalanamadığı gözlemlenmektedir fakat ekolojik solvent bazlı egalize maddesi ile boyama incelendiğinde homojen boyamanın devam ettiği gözlemlenmektedir.



Şekil 10: 3 g/L egalizatör maddesi kullanılarak 5 °C/dk ile 130°C'ye çıkılan çalışmanın ΔE sonuçları

5 °C/dk ile 130 °C'ye çıkılan proses incelendiğinde ise yağ bazlı ve ekolojik solvent bazlı egalizatörde de homojen boyama gerçekleşmemiştir.

4.SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Kumaşın boyanması tekstil sektöründe çekiciliği sağlayan ana parametrelerden biridir. Karmaşık tasarım ve moda için uygun boyama için renk dağılımının homojenliği oldukça önemlidir. Bu düzgünlüğü sağlamak amacıyla egalizatör adı verilen madde kullanılır. Egalizatör adı verilen madde boyanın kumaş veya iplik üzerinde düzgün dağılmasını sağlayan kimyasal ajandır. Yardımcı madde boyanın çekme hızını azaltır ve çekilen boyayı lifler içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlar. Egalize maddesinin performansını test etmek amacıyla kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemlerden biri de iplik bobin boyama yöntemi ile egalizatör maddelerinin etkinliğinin incelenmesidir. Bobin boyama yöntemi maliyet açısından daha ucuzdur ve renkleri daha net ortaya çıkartır. Bu nedenle egalize maddesinin test edilmesi açısından da avantaj sağlar. 75F/144 özelliğindeki polyester iplik bobinler, farklı konsantrasyonlarında yağ bazlı egalize maddesi ve ekolojik solvent bazlı egalize maddeleri ile yukarıda bahsedilen 3 farklı boyama yöntemi uygulanarak boyanmıştır. Konvansiyonel sistemlerde; polyester ipliklerin düzgün boyanmasını sağlamak için proste hem egalize maddeleri kullanılması gerekir hem de boyama sıcaklığının düşük hızda 130°C ye çıkması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan ekolojik solvent bazlı egalize maddesi ile konvansiyonel sistemlerde sıcaklık çıkış hızı olan 5 °C/dk ile boyanan ipliklerde homojen bir boyama elde edilmemiştir. 1,5°C/dk ve 4°C/dk ile boyanan ipliklerde homojen düzgün boyama elde edilmiştir. Bu sayede 40 °C'den 130°C'ye 4 °C/dk ile toplam 22,5 dakikada çıkılır ve boyama sonrası redüktif temizleme işlemi ile birlikte toplam 165 dakikada boyama işlemi tamamlanır. Ekolojik solvent bazlı egalize maddelerini kullanımı ile proses süresi 45 dakika kısaltılmıştır ve bu sayede zaman ve enerji tasarrufu sağlanır.

KAYNAKÇA

- [1] Tarakçıoğlu, I., 1974-1975. Tekstil Boyacılığı Cilt II. Ege Üniversitesi, 373. İzmir.
- [2] Ugur S., 2004. 'POLYESTERİN DISPERS BOYARMADDELERLE BOYAMA YÖNTEMLERİNİN KARSILASTIRILMASI'
- [3] Aspland JR. 1992. Disperse dyes and their application to polyester. Textile Chemist and Colorist 24(18), 18
- [4] Burkinshaw, S. M., 1995. Chemical Principles of Synthetic Fibre Dyeing. The University of Leeds, 223.
- [5] Anonim,2019, İplik Boyama, Tekstil Araştırma Merkezi
- [6] Dikmelik Y., 2013. Deri Teknolojisi, Sepici Kültür Hizmeti Yayınları. s.216-240.
- [7] Çiftçi M.F., 2015. Tekstil Endüstrisinde Yüzey Aktif Maddelerin Kullanımı. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası.

[8] Dullaghan M. E., Ultee A.J., 1973. Polymeric Dye Retarders for Acrylic Fibers. Textile Research Journal. 43:10-18.

[9] Baldwinson T. M., 1990. Colorant and Auxiliaries: Organic Chemistry and Application Properties. In Colorants and Auxiliaries. Society of Dyers and Colourists, Bradford, 2:374-375

DENİM KONFEKSİYON ÜRETİM SÜRECİNDE OTOMATİK KEMER İŞARETLEME MAKİNASI GELİŞTİRİLMESİ

Yasin ÖZBEY, Muhammet Alperen GÜRÜNLÜ
Baykan Denim Ar-Ge Merkezi, Malatya
Yasin.Ozbey@baykandenim.com

ÖZET

Tekstil sektöründe kalite, rekabetçi üretim anlayışında firmaları öne çıkaran en önemli parametrelerden biridir. Tekstil sektörünün emek yoğun bir birimi olan denim konfeksiyon sürecinde de kaliteli üretim sağlanması adına bir çok yardımcı operasyonlar mevcuttur. Kemer işaretleme işlemi de bu operasyonlardan biridir. Montaj işleminde pantolon, etek, şort gibi alt grup modellerin kemer takımı yapılmadan önce formun düzgün olması, ölçü sorunu yaşanmaması adına kemer üzerinde belirli noktalardan işaret alınır. Bir operatör tarafından düz ve kavis halindeki kemer üzerinde başlangıç, orta ve bitiş kısımlarına denk gelecek şekilde kalıp üzerinden işaretleme yapılmaktadır. Dikim operatörü kemeri bedene takmaya başlarken bu noktaları referans alır. Günümüz tekstil piyasasında rekabetin yüksek olduğu ve işletmelerin varlığını sürdürebilmeleri adına daha kısa sürede, daha kaliteli ve standart iş çıkması adına otomasyonlaşmak elzem bir durumdur. Bu proje kapsamında kavisli ve düz kemerlerin işaret alım işleminin otomasyonlaşması hedeflenmiştir. Operatöre ihtiyaç duyulmadan aynı anda 3 noktada işaretleme yapan bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem ile yapılan deneme çalışmaları sonucu gün sonu üretim adetinde % 63 artış sağlandı ve personel kaynaklı oluşan % 0,36'lık kalite hatası giderilmiş oldu.

Anahtar Kelimeler; Denim Konfeksiyon, Kemer Çizim, Kalite

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC BELT MARKING MACHINE IN DENIM APPAREL MANUFACTURING PROCESS

ABSTRACT

In the textile sector, quality is one of the most important parameters that highlight companies in the competitive production approach. There are many auxiliary operations in order to ensure quality production in the denim apparel process, which is a labor-intensive unit of the textile industry. Belt marking is one of these operations. In the assembly process, before the belt set of sub-group models such as trousers, skirts and shorts is made, marks are taken from certain points on the belt in order to ensure that the form is smooth and there is no measurement problem. Marking is made on the mold by an operator, coinciding with the beginning, middle and end parts of the straight and curved belt. The sewing operator takes these points as reference when starting to attach the belt to the body. In today's textile market, where competition is high and businesses can survive, automation is essential in order to produce better quality and standard work in a shorter time. Within the scope of this project, it is aimed to automate the marking process of curved and flat arches. A system that makes marking at 3 points at the same

time without the need for an operator has been developed. As a result of the trial studies with the developed system, an increase of 63% was achieved in the number of end-of-day production, and the quality error of 0.36% caused by the personnel was eliminated.

Keywords; Denim Apparel, Belt Marking, Quality

1. GİRİŞ

Ülkemizde hazır giyim ihracatı çok büyük öneme sahip olması ile birlikte konfeksiyon sektöründe giderek hacmini arttıran denim konfeksiyonunda; Ülkemiz Avrupa’da lider, dünyada ise üçüncü sıradadır. Konfeksiyonda ihracatı daha üst seviyelere taşıyabilmek adına; daha kaliteli ürün üretilmesi, işçilik maliyetlerinin ve termin sürelerinin aşağılara çekilebilmesi ile mümkündür [1]. Günümüz tekstil işletmelerinin rekabetçi piyasa ortamında ayakta kalabilmesi adına; üretim esnekliği, otomasyonlaşma ve dijitalleşme, çevre ve insan sağlığını koruma, gibi parametreler geliştirilerek daha ucuz işçiliğe sahip ülkeler ile rekabet gücünü arttırmaktadır [2,3].

İHKİB (İstanbul Hazır Giyim Ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği) 2021’in ilk altı aylık(Ocak-Haziran) Hazır Giyim ve Konfeksiyon alanındaki ihracat performans verilerine göre Denim konfeksiyon, Ülkemizin dokuma konfeksiyon ihracatından yaklaşık %25-30 arasında önemli konuma sahiptir. 2021 yılının ilk altı aylık döneminde ülkemizden denim giysi ihracatı 811,3 milyon dolardır. Bu rakam 2019 ve 2020’nin ilk altı aylık dönemi ile karşılaştırıldığında %5,6 ve %44,7 oranında artış göstermiştir. Denim giysilerin, Ocak-Haziran 2021 dönemindeki ihracat içerisindeki payı %24,2 olmuştur [4].

Çizelge 1: Türkiye’nin 2019-2020-2021 Denim Giysi İhracatı Yaptığı Ülkeler

Ülkeler	2019 Ocak-Haziran	2020 Ocak- Haziran	2021 Ocak- Haziran	19/21 Değişim %	20/22 Değişim %	Pay %
İspanya	123.972	86.590	173.367	39,8	100,2	21,4
Almanya	140.874	104.834	135.284	-4,0	29,0	16,7
Hollanda	89.656	85.453	106.648	19,0	24,8	13,1
İngiltere	104.914	60.521	84.225	-19,7	39,2	10,4
Danimarka	54.651	33.065	42.123	-22,9	27,4	5,2
ABD	27.253	20.594	40.986	50,4	99,0	5,1

Türkiye’nin mevcut pazar payını koruyabilmesi ve büyütebilmesi için teknoloji ve kalite avantajlarını işçiliğin ucuz olması ile ön plana çıkan Asya ülkelerine karşı iyi kullanması gerekmektedir. Üretim hatlarında son teknoloji makinaların kullanılmasıyla; verimlilik, kaynakların etkin kullanılması ve üretim hatlarının esnekliği müşterilerin taleplerine hızlı cevap verilebilmesine olanak sağlamaktadır. Üretim hatlarındaki ekipman ve süreç iyileştirmelerinin bir getirisi de otomasyonlaşmadır [1].

Pantolon, etek, şort gibi alt grup giyim ürünlerinde, giysinin bedene tam oturması için bel formunun kalitesi çok önemlidir. Kemer olarak adlandırdığımız ve bedenün üstüne takılan içerisinde tela olan kumaş parçasının takım işlemi zor bir operasyondur. Montaj hattında yapılan kemer takım operasyonu öncesi doğru formda dikim işlemi yapılabilmesi adına çizim işlemi gerçekleştirilmektedir. Modelin ve beden ölçülerinin aralığına göre çizim kalıpları

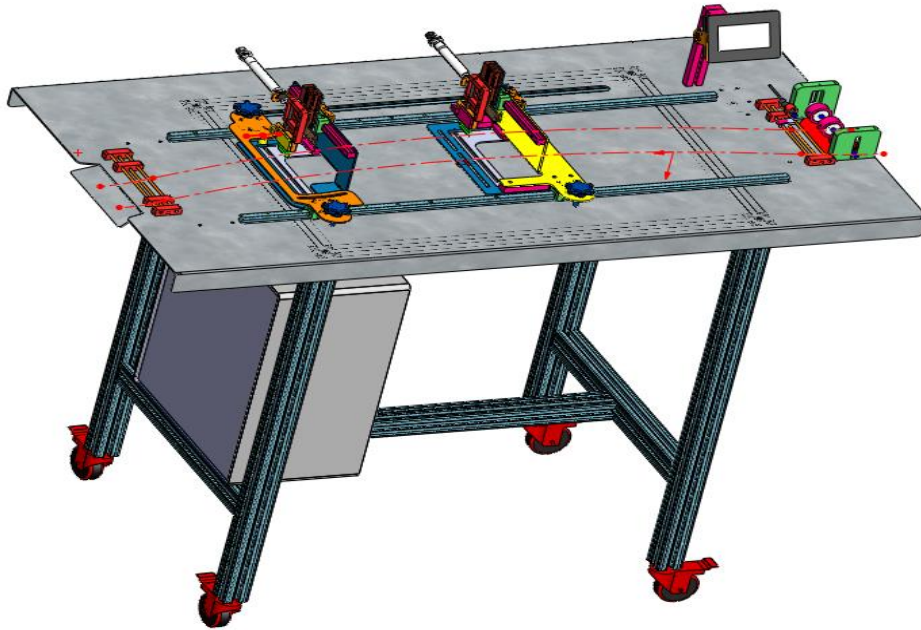
hazırlanır. Kalıba göre operatör kemerler üzerinde min. 3 noktadan işaret alır. Dikim esnasında operatör dikime başlarken başlangıç noktası ile başlar ve daha sonra ürünün arka kısmında tam orta noktaya denk gelecek ikinci işaret noktasını denk getirecek şekilde dikime devam eder. Kemerin kapama işlemi sırasında ise yine kemerin diğer uç noktasından alınan işaret ile en uç kısmı kapatır. Böylece doğru ölçü ve formda kemer takım işlemi gerçekleştirilir. Kemer üzerindeki işaret yerlerinin doğru ve eksiksiz olması dikim kalitesi için çok önemlidir.

Kemer işaretleme operasyonu için işletmede 2 personel çalışmaktadır. Katma değeri olmayan bu işlem için personel gideri oluşması maliyeti arttırmaktadır. Ayrıca ayakta yapılan bu operasyon işçi sağlığı açısından ergonomik değildir. Yanlış kalıp kullanılarak hatalı çizim riski taşımaktadır. Bu gibi sorunların önüne geçmek adına kemer işaretleme işleminin otomasyonlaşmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

2.MATERYAL VE METOD

Kemer işaretleme operasyonunun otomasyonlaşması için öncelikle ihtiyaç duyulan işlem basamakları belirlenmiştir. Çalışmada, prototip ürün geliştirilirken çizim takımlarının gidip gelmesini sağlayan lineer kızaklar, kauçuk döner silindire hareket sağlayan ve döner silindirler arasından y-ekseninde kumaşın hareket etmesini sağlayan step motor ve motor hızı kontrolü, iş adet sayıları gibi parametrelerin kontrolünün sağlandığı HMI(Human-Machine Interface) dokunmatik panel kullanılmıştır.

Çizim işleminin gerçekleşmesi adına x-ekseninde gidip gelebilen çizim takımlarına hareket sağlayabilen pnömatik pistonlar kullanılmıştır. Prototip ürünün Solidswoks de hazırlanan katı model çizimi ve çalışmada kullanılan malzemelere ait görsel aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Otomatik Kemer Çizim sistemine ait görsel

Elde edilen prototip ürün test edilmesi aşamasında imalatta en çok kullanılan %98 Pamuk %2 Elastan kumaş kullanılmıştır.

İlk olarak çizim kalıbı ölçülerine göre çizim takımları manuel olarak ayarlanır sonra dokunmatik panel üzerinde aynı anda kaç çizim yapılması gerektiği bilgisi girilir. Çizim makinasında düz ve kavisli kemer kumaşlarının çizim işlemi yapılabilmektedir. Düz kemerlerde çizim takımları eksenlerinde herhangi bir değişiklik yapılmasına ihtiyaç duyulmazken, kavisli kemerlerde kumaşın kavis yönüne doğru çizim takımları eksenlerinde kayma yapılması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında eski sistem ile yeni tasarlanan sistem eş zamanlı olarak tam gün olacak şekilde 10 gün çalıştırılmıştır. Yeni sistem ile çizim yapılan kemer adet sayısı ve makina çalışma performansı takip edilmiştir. Aynı zamanda manuel çizim ve otomasyonlaşan kemer çizim makinasının arasındaki adet farklılıkları, gerekli operatör ihtiyacı ve verimlilik konusunda incelemeler yapılmıştır.

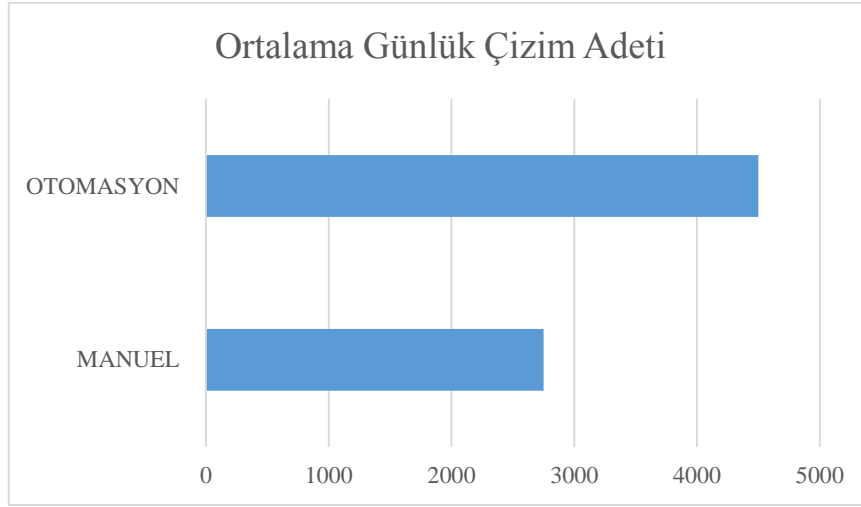
3. BULGULAR – DEĞERLENDİRME

Manuel çizim işlemi ve otomatik çizim işlem prosesleri arasındaki adet farklı, verimlilik ve gerekli personel ihtiyacı için 10 günlük üretim verileri incelenmiştir. Manuel olarak çizim yapılan ve yeni sistem ile yapılan üretim adetleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2: Manuel ve Otomasyon Çizim Adetleri (10 gün)

İşlem No	Manuel Çizim Adeti	Otomasyon Çizim Adeti
1	2800	4200
2	2700	4350
3	2600	4300
4	2950	4500
5	2500	4600
6	2900	4500
7	2800	4650
8	2850	4650
9	2900	4600
10	2500	4650
Ortalama	2750	4500

Bu kapsamda 10 günlük yapılan çalışmalar sonucunda; 1 operatör günde ortalama 2750 adet ürünün çizim işlemini yapmaktadır ve tasarlanan yeni sistem ile ise günlük ortalama 4500 adet çizim işlemi yapılmaktadır.



Şekil 2. Ortalama Günlük Çizim Adetleri

Böylelikle yeni geliştirilen makine sayesinde gün sonunda %63'lük adet artışı sağlanmaktadır. Bu adet artışı ile çizim işlemi için gerekli personel ihtiyacı da azalmıştır. Günlük 15.000 adet üretim yapan bir denim konfeksiyon firması için kemer çizim operasyonunda 5 kişi çalışması gerekirken yeni tasarlanan sistem ile 3 kişinin çalışması yeterli olmuştur. Böylece 2 kişiden kazanç sağlanmıştır. Personel maliyetinin yanı sıra adam/saat hesaplaması değerlendirildiğinde 1080 dk. kazanç sağlanmıştır. Proje sonucunda Tekstil Konfeksiyon sektörüne yeni bir ürün kazandırılmıştır.



(a)



(b)

Şekil 3. İstenen çizim görüntüsü (a) ve İstenmeyen çizim görüntüsü (b)

4. SONUÇLAR

Rekabetin yüksek olduğu ve teknoloji gelişiminin yukarı yönde ivmelendiği günümüz dünya pazarında işletmelerin varlığını korumaları ve müşteri memnuniyetini sağlamalarına bağlıdır. Müşteri memnuniyetinin en iyi yolu ise, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmiş yada öngörülen isteklere göre Ar-Ge faaliyetleri yapmak, yeni tasarımlar yada mevcutları geliştirmekten geçmektedir. Teknolojinin hızla gelişmekte olduğu ve zamana karşı yarışılan böyle bir ortamda yeni çıktılarını; yüksek kalitede ve verimlilikte, düşük maliyette ve hızlıca piyasaya sürmek işletmeler için önemli rekabet avantajı sağlamaktadır.

Çalışmamızın en önemli çıktısı denim konfeksiyon işletmelerinde kemer çizim operasyonunun otomatik hale getirilmesi ve işletmeye kazandırılması olmuştur. Bu proje sonucunda fazla personel ihtiyacı ortadan kaldırılmış, süreç standart hale getirilmiştir. Çalışan, işverene aylık ortalama 10.000 TL maliyet oluşturmakta ve 2 personel kazancı ile yıllık 240.000 TL kazanç sağlanmıştır. Bunun yanı sıra gün sonunda çalışma süresi 540 dk olduğundan adam/saat hesaplaması olarak değerlendirildiğinde 2 personelden 1080 dk kazanç sağlanmıştır.

İşletmede gün sonundaki üretim adetindeki % 63'lük artış ile işletmenin üretim hızı arttı ve gün sonunda personel kaynaklı oluşan yaklaşık 10 üründeki kalite hatası % 0,36'lık oran ile giderilmiş oldu.

5. KAYNAKLAR

1. Ateş M., (2020), Kot Pantolonlar İçin Yeni Geliştirilen Sürfile Dikiş Otomatının Dikiş Performansı ve Verimliliğe Etkisinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi Bursa.
2. Tağaç M., (2006), Kot Pantolon Üretimi ve Kalitesi Üzerine Değerlendirmeler, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
3. Kaya S., (2006), Konfeksiyonda Kalite Düzeyini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
4. İHKİB, 2021 Ocak – Haziran Hazır giyim ve Konfeksiyon Sektörü İhracat Performans Değerlendirmesi

DENİM KONFEKSİYON ÜRETİM SÜRECİNDE KEMERALTI KÖPRÜ TAKIM İŞLEMİNİN OTOMASYONLAŞMASINA YÖNELİK ÇALIŞMA

Ebru ÇALIŞKAN

Baykan Denim Ar-Ge Merkezi, Malatya
Ebru.Caliskan@baykandenim.com

ÖZET

Bu çalışmada emek yoğun bir sektör olan denim konfeksiyon sektöründe yetkin personel, işlem öncesi işaretleme için personel ihtiyacı duyulan ve kalite sorununun çok fazla yaşandığı kemeraltı köprü takım işleminin otomasyonlaşmasına yönelik yeni bir sistemin tasarlanması hedeflenmiştir. Tasarlanan yeni sistemde pnömatik piston yardımıyla katlanma işlemi gerçekleştirilmiştir. Pnömatik piston hareketini sağlamak için PLC bir yazılım oluşturulmuştur. Yapılacak bu işlemler ile birlikte ek operasyon olarak ihtiyaç duyulan köprü yeri işaretleme işlemi ortadan kaldırılmış ve artık yetkin personele ihtiyaç duyulmamaktadır. Kalite standardı sağlandığı için hata ve tamir gibi üretim hattında duruşlar yaşanmamaktadır. Yeni sistem denim konfeksiyonda kullanılan diğer parçaların üretim sürecini geliştirme çalışmalarında yön gösterici olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Denim Konfeksiyon, Kemeraltı Köprü İşaretleme, PLC

A STUDY ON AUTOMATION OF KEMERALTI BRIDGE TOOL PROCESS IN DENIM APPAREL MANUFACTURING PROCESS

ABSTRACT

In this study, it is aimed to design a new system for the automation of the arch bridge tooling process, which requires competent personnel in the denim apparel industry, which is a labor-intensive sector, and requires personnel for pre-process marking, and where quality problems are experienced a lot. In the new designed system, the folding process was carried out with the help of a pneumatic piston. A PLC software was created to provide the pneumatic piston movement. With these operations, the bridge location marking process, which is needed as an additional operation, has been eliminated and there is no longer a need for competent personnel. Since the quality standard is ensured, there are no downtimes in the production line such as faults and repairs. It is thought that the new system will guide the development of the production process of other parts used in denim apparel.

Keywords: Denim Garment, Arch Bridge Marking, PLC

2. GİRİŞ

19.yy ortalarında başlayan ve gelişerek bugün tekstil sektöründe önemli bir yeri olan denim endüstrisi, ülkemizde de konfeksiyon sektöründe hacmini arttırmaktadır. Geçmişte en önemli denim üreticisi olan ABD, zamanla liderliğini işçiliğin daha ucuz olduğu Çin, Hindistan, Pakistan, Bangladeş gibi Asya ülkeleri ve Türkiye' ye kaptırmıştır. 1950 yılında ilk blue-jeans

üretimine başlayan ülkemiz bugün dünyadaki en önemli denim üreticilerinden biri olmuştur [1]. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak üretim hızını arttırmış ve çoğunlukla Avrupa ülkelerinden olan müşterilerinin taleplerini karşılamak için belirli bir kalite ve üretim düzeyine sahip olmuştur. Hız, üretim esnekliği, tasarım, maliyet, üretim esnasında çevre ve insan sağlığını koruma, dijitalleşme ve otomasyonlaşma gibi birçok parametre geliştirilerek dünyadaki daha ucuz işçiliğe sahip ülkeler ile rekabet gücünü arttırmıştır [3].

İHKİB (İstanbul Hazır Giyim ve İhracatçılar Birliği) 2021 Ocak –Haziran hazır giyim ve konfeksiyon sektörü ihracat performans değerlendirmesine göre denim konfeksiyon, Türkiye'nin dokuma konfeksiyon ihracatından yaklaşık %25-30 arasında önemli bir paya sahiptir. 2021 yılının ilk yarı döneminde Türkiye'den 811,3 milyon dolarlık denim giysi ihracatı yapılmış, ihracat 2019'un aynı dönemine kıyasla %5,6 ve 2020'nin aynı dönemine kıyasla %44,7 oranında artmıştır. Bu dönemde dokuma konfeksiyon ihracatı içerisinde denim giysilerin payı %24,2 olmuştur [4].

Çizelge 1: Türkiye'nin 2019-2020-2021 Denim Giysi İhracat Yaptığı Ülkeler [4]

Ülkeler	2019 Ocak-Haziran	2020 Ocak- Haziran	2021 Ocak-Haziran	19/21 Değişim %	20/22 Değişim %	Pay %
İspanya	123.972	86.590	173.367	39,8	100,2	21,4
Almanya	140.874	104.834	135.284	-4,0	29,0	16,7
Hollanda	89.656	85.453	106.648	19,0	24,8	13,1
İngiltere	104.914	60.521	84.225	-19,7	39,2	10,4
Danimarka	54.651	33.065	42.123	-22,9	27,4	5,2
ABD	27.253	20.594	40.986	50,4	99,0	5,1

Avrupa'nın önemli bir üreticisi olan ülkemiz, işçiliğin ucuz olduğu Asya ülkeleri ne karşı mevcut pazar payını koruyabilmek ve büyümek için kalite ve teknoloji avantajlarını iyi kullanabilmesi gerekmektedir. Rekabet şiddetinin giderek arttığı bu dönemlerde kaynakların etkin kullanılması, verimli ve esnek üretim hatlarının oluşturulması, kalite gibi başlıca önemli faktörlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu faktörlerin etkilerinin olumsuz olmaması adına üretim hatlarındaki ekipman ve süreçte iyileştirilmelerin yapılması, otomasyonlaşma kaçınılmaz olmuştur [2].

Denim konfeksiyon üretim süreci klasik 5 cep bir pantolon için ortalama 60 operasyondan oluşmaktadır. Bu operasyon sürecinde çizim, katlama, ütü gibi yardımcı operasyonlarda mevcuttur. Operasyon süreçleri incelendiğinde otomasyonlaşmanın ihtiyaç duyulduğu, yetkinlik isteyen işlemler içerisinde kemeraltı köprü takım işlemi de vardır. Köprü; pantolon, etek ve şort gibi alt grup ürünlerde pantolonun bel kısmına dikilen kumaş parçasıdır. Farklı şekillerde ve yerleşimlerde dikilebilmektedir. Beden üzerine dikilen köprüler için mevcut geliştirilmiş ve kullanılan otomasyon makineleri vardır. Ancak kemeraltı köprü olarak adlandırılan, köprü parçasının bir kısmı pantolonun kemer kısmının altına dikilen modellerde köprü takım işlemi manuel olarak yapılmaktadır. Yetkinlik gerektiren ve operasyon süresi uzun olması kaynaklı üretim bandında darboğaz oluşturan bir prosestir. Bu zorluğun yanı sıra kalite problemi oluşmaması adına operatörün dikim işlemini doğru yapabilmesi için köprü dikim

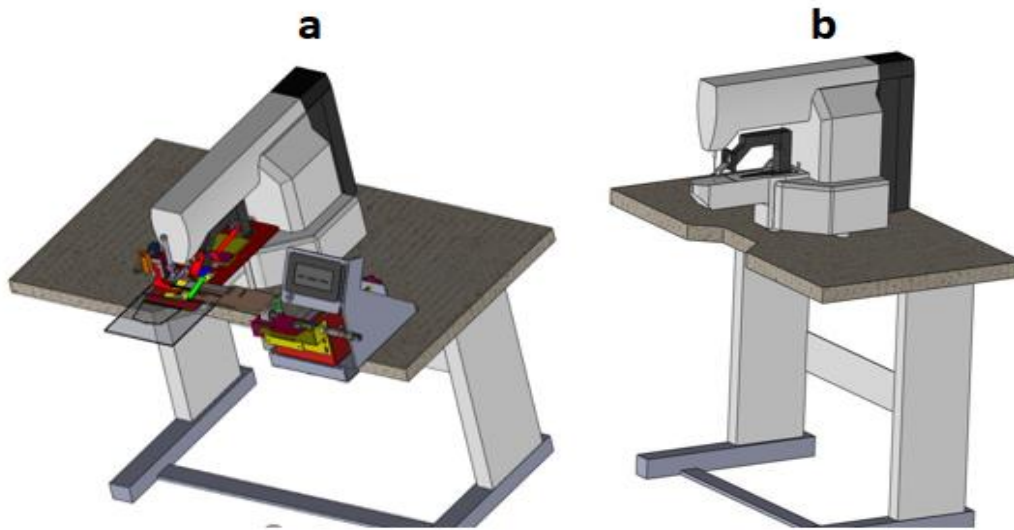
yerlerinin işaretlenmesi gerekmektedir. Bu işleme rağmen yine de köprü takımında kaymalar meydana gelerek kalitesiz ürün üretiminin önüne geçilememektedir.

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı çalışma kapsamında ortadan kaldırılması veya azaltılması planlanan nitel ve ölçülebilir üç ana hedef belirlenmiştir. İlk hedef kemeraltı köprü işleminin otomasyonlaşması ile yetkin personel ihtiyacını ortadan kaldırılmasıdır. İkinci hedef ise otomasyonlaşma kaynaklı dikim esnasında kaymaları önlemek amacıyla yapılan referans çizim zorunluluğunun ortadan kaldırılarak indirek personel giderlerinin düşürülmesidir. Amaçlanan son hedef ise kalitenin standartlaşması, tamiri çok zor olan hatalar için geri dönüş ve duraksamaların yaşanmamasıdır. Belirtilen bu amaçlar kapsamında bu çalışmada; yetkin personel ihtiyacı olmadan, dikim yerleri referans alınmadan lineer kızak ile ileri geri hareketinin sağlandığı, pnömatik piston yardımı ile katlama işleminin yapıldığı ve PLC yazılım ile desteklenmiş mekanik bir sistem geliştirilmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bir punteriz makinası üzerine kemeraltı köprü takım işlemini yetkin personel ihtiyacı duyulmadan köprü boyunu ayarlayarak takım işlemini yapmasını sağlayan otomasyon sistemi eklenmiştir. Bu amaçla, punteriz makinası üzerinde köprü parçasının ileri geri hareketini sağlamak için lineer kızak kullanılmıştır. Pnömatik piston yardımıyla da katlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Pnömatik piston, punteriz makinası üzerindeki çalışma alanı çok küçük olduğu için en hızlı hareketi sağlamak adına seçilmiştir. Pnömatik piston hareketini sağlamak için PLC bir yazılım oluşturulmuştur. Beden değişimine göre köprü boyundaki değişim kaynaklı büyüme ve küçülmeleri bir kriter olarak değerlendirmek gerekmektedir. Bu nedenle geliştirilen sistem üzerinde köprü boyuna göre ayarlanabilir bir mekanik yapı oluşturulmuştur. Punteriz makinası üzerinde yapılan bu revizyonun katı model çizimi ve revizyon öncesi aşağıda verilmiştir. Her iki yöntem ile yapılacak deneme dikimi için %98 cotton %2 Elastane içeriğe sahip 2000 adet denim pantolon köprü takıma aşmasına kadar dikim işlemi yapılmıştır.



Şekil 1. Katı Model Çizimleri (SOLIDWORK) a) Punteriz Makinası Üzerinde Yapılan Yeni Sistem b) Manuel Sistem



Şekil 2. Manuel Kemeraltı Köprü Dikimi



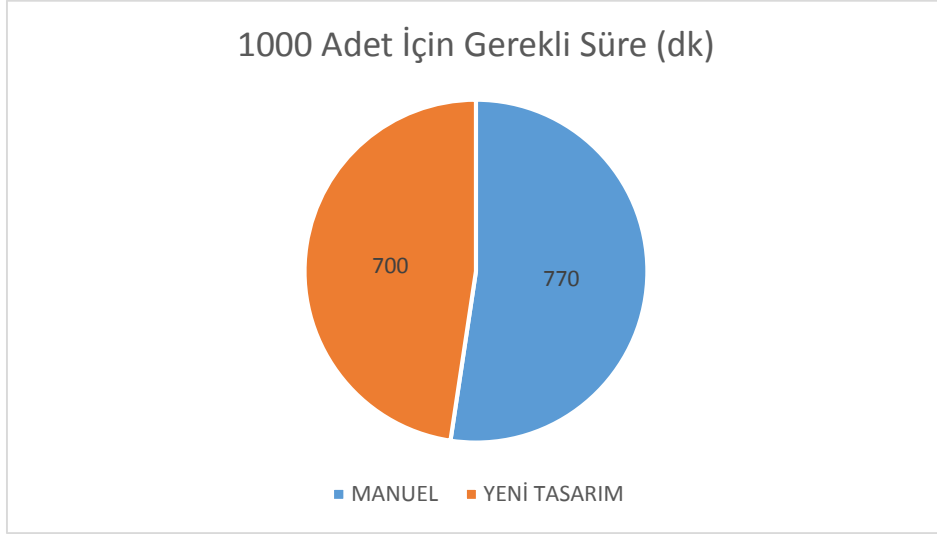
Şekil 3. Yeni Tasarım Makine İle Dikim

2.2. Metot

Çalışmada, 1 ürün üzerinde 5 köprü olan 1000 adet pantolonun manuel olarak kemeraltı köprü takım işlemi yapılmıştır ve eş özellikli 1000 adet pantolonun kemeraltı köprü takım işlemi de yeni tasarlanan makinada yapılmıştır. Manuel olarak yapılan işlem süresi ve gerekli operatör ihtiyacına karşılık otomasyon sistemindeki işlem süresi, gerekli operatör ihtiyacı ve ürünlerin kalitesi değerlendirilmiştir. Ayrıca kemeraltı köprü takım işleminde yetkinliği olmayan 1 personel belirlenmiştir ve bu personel ile 100 adet pantolonun kemeraltı köprüleri her iki yöntem ile dikilmiştir. Yetkin olmayan operatör tarafından dikilen 100'er adet ürünün kalitesi değerlendirilmiştir.

3. SONUÇLAR VE KARŞILAŞTIRMA

Kemeraltı köprü takım işlemi hem tasarlanan yeni sistemde ve hem de manuel makinada yapılmıştır. Manuel olarak 1000 adet elde dikim işleminde operasyon işlemi için dikim operatörünün yanı sıra 1 kişi çizim için görevlendirilmiştir. 1000 adet ürün 770 dakika da dikilmiştir. Yeni sistemle yapılan 1000 adet dikim işleminde sadece dikim operatörü çalıştırılmıştır. 1000 adet ürün 700 dakikada dikilmiştir.



Şekil 4. 1000 Adet Pantolonun Manuel ve Yeni Tasarım Makine İle Kemeraltı Köprü Takım Süresi

Manuel olarak yapılan işlem ile otomasyonlaşan sistem arasında %10'luk bir süre farkının ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca manuel işlemde zorunlu olan çizim işlemi için operatör ihtiyacı olduğundan adam/saat hesaplaması değerlendirildiğinde 540 dk. kazanç sağlanmıştır. 1 personelin işverene maliyeti ortalama 10.000 TL civarındadır. Yapılan çalışmada, gerçekleşen 1 personel kazancı ile yıllık 120.000 TL kişi maliyetinden kazanç sağlandığı hesaplanmıştır.

Kemeraltı köprü takım işleminde yetkin olmayan operatör ile dikilen 100' er adet pantolon hem manuel olarak köprü takım yerleri işaretlenip dikilmiş hem de yeni tasarlanan makine ile dikim işlemi yapılmıştır.



Şekil 5. Manuel Dikilen Kemeraltı Köprü Hata Örnekleri

Köprü kemeraltı takım işleminde yetkinliği olmayan operatör tarafından dikilen 100 adet pantolonun tamamında işaret alınmasına rağmen hatalı takımlar, makine altı kaydırmalar yaşanmıştır. Yeni tasarlanan otomasyon sistemde ise yetkin olmayan operatörün dikim yaptığı ürünlerde işaret alınamamasına rağmen sıfır hata ile karşılaşmıştır. Bu da çalışmanın amaçlarından biri olan yetkin personel ihtiyacının ortadan kaldırılmasının olumlu sonuçlandığını göstermektedir.

4. SONUÇLAR

Yetkin personel ve işaretleme için ekstra personele ihtiyaç duyulan manuel kemeraltı köprü takım işleminde makine altındaki kaydırmalar nedeniyle yanlış dikimlere neden olmaktadır. Yaşanan kalite sorunu nedeniyle dikim yapılan ürünler tamire alınması gerekmektedir. Bunun içinde kemerin tamamen sökülmesi ve tekrar dikilmesi gerekmektedir. Bu problemin ortadan kaldırılması için tasarlanan yeni sistemde ilk olarak yetkin personel ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır. Bunun yanı sıra dikim öncesi işaretleme için artık ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca işaret işleminde personel ihtiyacının olmaması yapılan 1000 adetlik dikim çalışmasında 1 kişi maliyeti değerlendirilmiş ve yıllık 120.000 TL kişi maliyetinden kazanç sağlandığı hesaplanmıştır. Mali kazancın yanı sıra adam/saat hesaplaması değerlendirildiğinde 540 dk. kazanç sağlanmıştır.

Manuel olarak 1000 adet elde dikim işleminde operasyon işleminde dikim operatörünün yanı sıra 1 kişi çizim için görevlendirilmiştir. 1000 adet ürün 770 dakika da dikilmiştir. Yeni sistemle yapılan 1000 adet dikim işleminde sadece dikim operatörü çalıştırılmıştır. 1000 adet ürün 700 dakikada dikilmiştir. Birim süre değerlendirildiğinde manuel işlem ile yeni tasarlanan sistem arasında %10'luk süre farkı meydana gelmiştir. Bu konu üzerinde ilerleyen çalışmalarda sistemin daha hızlı çalışması üzerine araştırmalar ve ilgili revizyonlar gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Tağaç M., (2006), Kot Pantolon Üretimi ve Kalitesi Üzerine Değerlendirmeler, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
2. Ateş M., (2020), Kot Pantolonlar İçin Yeni Geliştirilen Sürfile Dikiş Otomatının Dikiş Performansı ve Verimliliğe Etkisinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı, Bursa.
3. Kaya S., (2006), Konfeksiyonda Kalite Düzeyini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
4. İHKİB, (2021), Çeyrek Dönem İhracat Performans Raporları, 2021 Ocak – Haziran Hazırlanmış ve Konfeksiyon Sektörü İhracat Performans Değerlendirmesi,

GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ HAM MADDELERLE KULLANIM ÖZGÜRLÜĞÜ SAĞLAYAN KUMAŞ TASARIMLARI

Büşra CELTİKÇİ, Halil İbrahim ATICI

Kıvanç Tekstil, Ürün Geliştirme Bölümü, Adana

busra.celtikci@kivanc.com

ÖZET

Hızlı değişen ve gelişen moda sektörü için çevreci ve sürdürülebilir hammadde karışımları ile üretilecek tasarımlarla oluşturulan koleksiyonlar öncelikli tercih sebebi olmaya başlamıştır. Aynı zamanda hareket özgürlüğü sağlayan, bakımı kolay, buruşmaz kumaşlar oluşturma ihtiyacı doğmuştur.

Yaşam kalitesinin giderek önem kazandığı günümüzde, tüketicilerin de bilinçlenmesiyle birlikte, kullanım ürünlerinden beklenen özellikler artmış ve tüketiciler çevresel faktörleri göz önünde bulundurarak özellikle geri dönüşümlü hammaddelerle üretilmiş, gündelik yaşamlarında kullanım kolaylığı sağlayan ürünleri almaya yönelmişlerdir. Genellikle tüketiciler günlük yaşamlarını kolaylaştıracak, buruşmaz özellikli, kullanım alanı geniş olan ürünler talep etmektedir.

Tasarım da bu yönde etkilenmiş ve dünyaca ünlü zincir mağazalar koleksiyonlarını bu özelliklere sahip ürünlerle piyasaya sürmek istemişlerdir. Bununla birlikte üretici firmalar talepleri karşılayabilmek adına hem sürdürülebilir hem de kullanım kolaylığı sağlan kumaş çeşitlilikleri üretmeye başlamışlardır.

Geri dönüşüm için en sık kullanılan elyaflar polyester ve pamuktur. Her iki elyaf da dünya çapında üretilen en yaygın elyaf çeşitleridir.

Anahtar Kelimeler: Çevreci, sürdürülebilir, buruşmaz, geri dönüşümlü, kumaş

FABRIC DESIGNS THAT PROVIDE FREEDOM OF USE WITH RECYCLED RAW MATERIALS

ABSTRACT

Since the fashion sector is rapidly changing and developing, collections have been started to be created by using environmentally friendly and sustainable raw material mixtures. At the same time, fashion sector have needed fabrics that allow freedom of movement, are easy to care for, and do not wrinkle.

In today's world where the quality of life is gaining importance, consumers' expectations from the products have increased, so they tend to buy products that are produced with recycled raw materials with the consideration of environmental factors and provide ease of use in their daily

lives. Generally, consumers demand products that will facilitate their daily lives, are wrinkle-free and have a wide usage area.

Designing also have taken this direction and world-famous chain stores wanted to launch their collections with products with these features. In addition, manufacturers have started to produce fabrics that are both sustainable and easy to use in order to meet these current demands.

The most commonly used fibers for recycling are polyester and cotton. These are two of the most common fibers produced in the world.

Keywords: Environmental, sustainable, wrinkle-free, recyclable, fabric

1.GİRİŞ

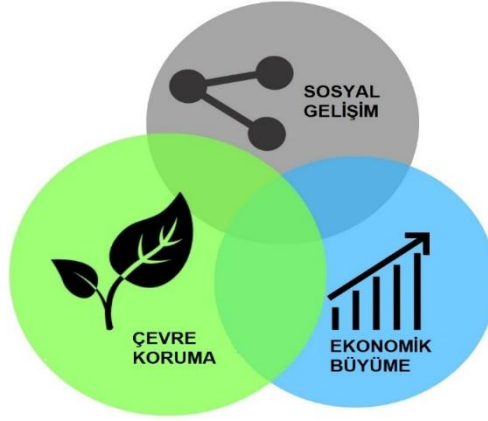
Moda sektörü tüketicilerin hem temel ihtiyaçlarından hem de değişim isteklerinden etkilenecek üretim ve tüketimde aktif rol almıştır. Tüketicilerin bilinçlenmesiyle ve yaşam kalitesinin giderek önem taşıdığı günümüzde kullanım ürünlerinden beklentilerde artmıştır. Moda sektörüyle birlikte tüketicilerin taleplerine hitap etmek için üretici firmalar da yenilikçi çağa ayak uydurup, hızlı değişen modanın taleplerine cevap vermek durumunda kalmıştır. Bu bağlamda üretici firmalar tasarım-üretim-satış döngüsünü kısaltarak sürekli satın alma arzusu yaratmıştır. Günümüzde tekstil ve moda sektöründe seri üretim ortaya çıkmıştır.

Tüketiciler çevresel faktörleri göz önünde bulundurarak özellikle geri dönüşümlü hammaddelerle üretilmiş ve gündelik yaşamlarında kullanım kolaylığı sağlayan ürünleri almaya yönelmişlerdir.

1.1.Sürdürülebilirlik

İklim değişikliği gibi kaygı verici gelişmelerden dolayı çevre kirliliğine yönelik faktörlerin önemi giderek artmaktadır. Sürdürülebilirlik, Tekstil ve Moda Sektörü için de oldukça önemli bir konudur. Tekstil ürünlerinin doğal lifler ve maddelerle üretilmesi, kullanım ömrünün daha uzun olması ve geri dönüşümünün sağlanabilmesi sürdürülebilirlik açısından önemlidir [1]. Sürdürülebilirlik kavramı, çevrenin tüketici davranışı üzerine etkisiyle ilgili araştırmaları başlatmıştır. Zaman içerisinde sürdürülebilirliğe yönelik genel amaçlı birçok tasarım stratejisi geliştirilmiştir. Buradan yola çıkarak günümüzde tekstil sektöründe atıkların kullanımı ve çevreye en az zarar verecek biçimde dönüşümü için çeşitli önlemler alınmakta ve sürdürülebilirlik doğrultusunda prensipler benimsenmektedir. Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı tarafından yapılan bir raporda, çöp alanlarının %5'inin tekstil atıklarından oluştuğu ve bunların %15'nin geri dönüştürebildiği, geri kalan kısmının çöplüklere gönderildiği belirtilmiştir. Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu'nun da içinde yer aldığı birçok organizasyon, tekstil atıklarının hızlı artışı konusunda farkındalık yaratmak için çalışmalarını sürdürmektedir. Bu çalışma, tekstil atıklarını işleme, azaltma (reduce), yeniden kullanma (reuse), geri dönüşüm (recycle) ve enerji geri kazanımı gibi stratejileri kapsamaktadır. Bunların amacı, ürün ömrünü uzatmak ve yeniden değerlendirilme aşamasında mümkün olan en büyük faydayı sağlamaktır. Tekstil materyallerinin %95'ten daha fazlasının geri dönüştürülebilme, değerlendirilebilme olanağı sayesinde tekstil sektöründe geri dönüşüm daha da önem kazanmıştır [2]. Sürdürülebilirliğin temelinde kaynakların gelecek nesilleri düşünerek kullanılması ve çevreye en az zararın verilmesi önceliklidir. Geri dönüşümlü yani sürdürülebilirlik kavramı, çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri etkileyen kalkınma modeli olarak da tanımlanmaktadır. Bu

tartışmalar, mevcut ve gelecek nesillerin malzeme ve diğer ihtiyaçlarını çevreye telafisi olmayan zarar vermeden ve doğal sistemlerin işleyişini bozmadan tüketim olarak tanımlanan sürdürülebilir tüketim kavramı ile tanışmayı sağlamıştır (şekil1).



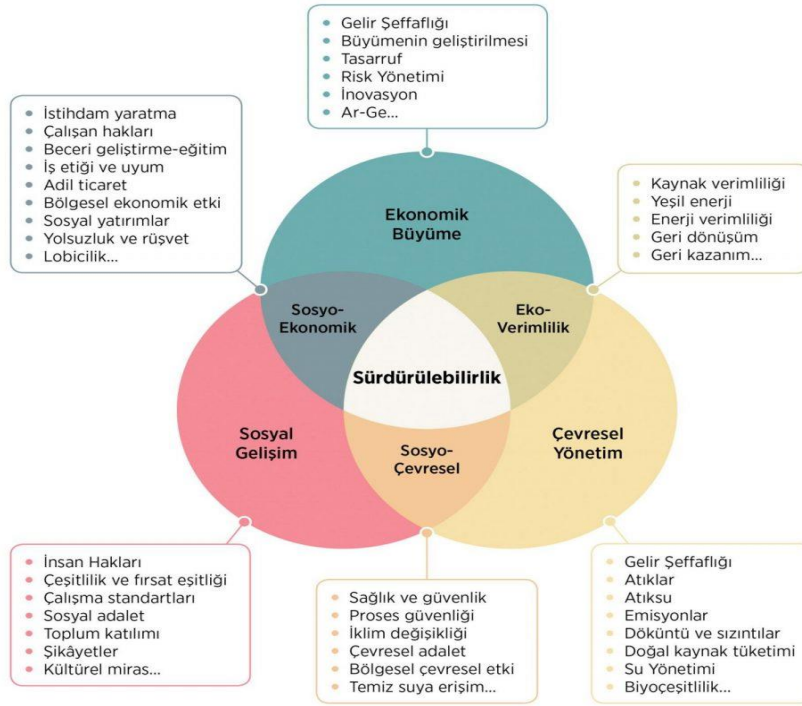
Şekil 1.

Tasarımda bu yönde etkilenmiş gerek üretici firmalar olsun gerekse moda sektörü olsun koleksiyonlarında artık sürdürülebilir ham maddeyle üretilen ürünleri ön plana çıkarmaya başlamışlardır. Örneğin Zara giyim koleksiyonunda sürdürülebilir ürünleri için “join life” etiketi kullanıp, +care for fiber, +care for water ve +care for planet başlıkları altında sürdürülebilir stratejilerine web sitesinde yer vermiştir.

1.2.Geri dönüştürülebilir ham maddeler

Geri dönüşüm için en sık kullanılan elyaflar polyester ve pamuktur. Çünkü her iki elyaf dünya çapında üretilen en yaygın elyaflardır. İster pamuk olsun ister polyester ve hatta isterse viskon olsun etiketinde Recycle ifadesi varsa bu ürün sürdürülebilir bir ürün anlamına gelir. Bilindiği gibi recycle elyaflar kullanılmış giysilerin veya tekstil liflerinin yeniden geri kazanılması ve tekrar ürün haline getirilmesi esasına dayanır. Kumaş artıkları elyaf haline geldikten sonra iplik aşamasında, son kullanım yerine göre içerisine boyalı ya da ham halinde polyester, pamuk, akrilik ya da viskon elyaflar karıştırılır. Elyaf boyları çok kısa olduğu için, proses esnasında daha rahat bir çalışma temin etmek için, bir miktar kimyasal maddeler ilave edilir. Bu sürdürülebilir tekstillerin en basit örneğidir [3].

Sürdürülebilir uygulamalar sadece iplik üretiminde değil boya terbiye proseslerinde, enerji, su ve elektrik tüketiminde de göz önünde bulundurulmaktadır. Üretici firmalar kumaş üretirken en iyi sonuçla prosesleri kısaltma çalışmaları yapmaktadırlar.



Şekil 2. Sürdürülebilirlik

1.3. Kullanım kolaylığı sağlayan

Tüketiciler doğa dostu geri dönüşümlü ürünlerin yanı sıra yaşam kalitelerini de göz önünde bulundurarak özellikli ürünler tercih etmektedirler. Bununla birlikte üretici firmalar talepleri karşılayabilmek adına hem sürdürülebilir hem de kullanım kolaylığı sağlayan kumaş çeşitliliklerine koleksiyonlarında yer vermeye başlamışlardır. Günümüzde yaşamın getirdiği zorlukları en aza indirmeye yönelik bakımı kullanımı kolay ürün geliştirme çalışmalarında en çok dikkati çeken noktalardan biri olan buruşmazlık. Üretilen giysilerin ütü istemeyen, kolay yıkanıp kurutulabilen ya da ürün üzerinde bir kat izi isteniyorsa bu izlerin yıkama ile ortadan kalkmaması için yapılan çalışmalar buruşmazlık bitim işlemleri kapsamındadır [4]. Kullanıcılar çalışma hayatında kolaylık sağlayacak buruşmazlık özellikli, günün devamında akşama uygunluk sağlayacak şık, rahat, hava geçirgenliği yüksek terletmez özellikli tuşelerde kumaşları tercih etmektedirler. Bir başka talep alanıysa su itici özellikli kumaşlardır. Tüketicinin kullanım alanına göre tercih ettiği bu kumaşlar özellikle de doğa koşullarında kış günlerinde kolaylık sağlamaktadır. Bu tuşelerle geri dönüştürülmüş özellikli kumaşlar üretim aşamasında bir araya getirilerek tüketicinin yaşam kalitesini yükseltmek amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışmada recycle polyester/viskon karışımı ve recycle polyester/ recycle pamuk karışımı kumaşlar kullanılmıştır. Kullanılan kumaşların teknik özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2 de, kullanılan kimyasallar Tablo 3 de belirtilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan kumaş iplik bilgileri

KUMAŞ KODU	ÇÖZGÜ İPLİĞİ	ATKI İPLİĞİ
KUMAŞ-1	NE 50/2 RECYCLE POLYESTER/VISKON (50/50)	NE 50/2 RECYCLE POLYESTER/VISKON (50/50) + ELASTAN
KUMAŞ-2	NE 50/2 RECYCLE POLYESTER/VISKON (50/50)	NE 50/2 RECYCLE POLYESTER/VISKON (50/50) + ELASTAN
KUMAŞ-3	NE 28/2 RECYCLE POLYESTER/VISKON (67/33)	NE 28/2 RECYCLE POLYESTER/VISKON (67/33) + ELASTAN
KUMAŞ-4	NE 28/1 RECYCLE POLYESTER/VISKON (20/80)	70 DENYE RECYCLE POLYESTER + ELASTAN
KUMAŞ-5	NE 40/1 VISKON + ELASTAN	100 DENYE RECYCLE POLYESTER + ELASTAN
KUMAŞ-6	NE 50/1 RECYCLE COTTON	150 DENYE RECYCLE POLYESTER + ELASTAN

Tablo 2. Kullanılan kumaş teknik bilgileri

KUMAŞ KODU	TARAK NO	TARAK ENİ	TOPLAM ÇÖZGÜ TEL SAYISI	ÖRGÜ
KUMAŞ-1	160/2	200	6400	FANTAZI
KUMAŞ-2	160/2	200	6400	FANTAZI
KUMAŞ-3	70/4	185	5180	TRIKOTIN
KUMAŞ-4	95/5	194	9120	1/4 SATEN
KUMAŞ-5	145/4	200	11600	DOUBLE
KUMAŞ-6	135/5	210	14175	DOUBLE

Tablo 3. Kullanılan Kimyasallar

KİMYASAL KODU	KİMYASAL TANIMI
KİMYASAL-1	REÇİNE
KİMYASAL-2	REÇİNE
KİMYASAL-3	ASETİK ASİT
KİMYASAL-4	MAKRO SLİKON
KİMYASAL-5	POLİETİLEN
KİMYASAL-6	SU İTİCİ APRE
KİMYASAL-7	KATALİZÖR
KİMYASAL-8	FİKSATÖR

2.2. Metot

Tablo 1 ve 2 de özellikleri verilen geri dönüşümlü elyaflar kullanılmış ipliklerden (Tablo 4) farklı konstrüksiyonlardan yararlanılarak kumaşlar oluşturulmuştur.

Tablo 4. Kullanılan iplik teknik bilgileri

İPLİK KODU	İPLİK NE	1. HARMAN	2 HARMAN	BÜKÜM	ELASTAN
İPLİK-1	NE 50/2	RECYCLE POLYESTER (%50)	VISKON(%50)	S	YOK
İPLİK-2	NE 50/2	RECYCLE POLYESTER (%50)	VISKON(%50)	S	VAR
İPLİK-3	NE 28/2	RECYCLE POLYESTER (%67)	VISKON (%33)	S	YOK
İPLİK-4	NE 28/2	RECYCLE POLYESTER (%67)	VISKON (%33)	S	VAR
İPLİK-5	NE 28/1	RECYCLE POLYESTER (%20)	VISKON (%80)	Z	YOK
İPLİK-6	NE 40/1	VISKON (%100)		Z	YOK
İPLİK-7	NE 50/1	RECYCLE COTTON (%100)		Z	YOK
İPLİK-8	70 DENYE	RECYCLE POLYESTER (%100)		S	VAR
İPLİK-9	100 DENYE	RECYCLE POLYESTER (%100)		S	VAR
İPLİK-10	150 DENYE	RECYCLE POLYESTER (%100)		S	VAR

Bu kumaşlara üzerine uygulanan kimyasal işlemler sayesinde buruşmazlık veya su itici özellikleri kazandırılmıştır.

Geri dönüşümlü elyaflar sayesinde üretilen kumaşlar hem elyaf boyalı hem de top boyalı olarak tasarlanmıştır. Buna bağlı olarak boya-terbiye işletmelerinde uygun prosesler ile yürütülmüş ve apre aşamasına getirilmiştir. Apre aşamasında bu özellikleri kazandırabilmek adına kimyasalları doğru uygulamak çok önemlidir. Bu nedenle kumaşlar yıkama prosesinden sonra tam kurutmadan nemli olarak çıkmaktadır. Ardından ramöz makinalarında Tablo 3 de verilen kimyasallar uygulanmaktadır.

Kimyasal özellikleri;

1. REÇİNE; buruşmazlık özelliği kazandırmak amacı ile kullanılmaktadır.
2. MAKRO SLİKON; kumaşın yüzeyine tutunarak tuşesini ayarlamak amacıyla kullanılmaktadır.
3. POLİETİLEN; tuşeye tokluk hissi verebilmek için yüzeyi doldurmak amacı ile kullanılmaktadır.
4. SU İTİCİ APRE; su itici özelliği kazandırabilmek için kullanılan özel apredir.
5. KATALİZÖR; bağlayıcı olarak kullanılmaktadır.
6. FİKSATÖR; apre emilimini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır.
7. Asetik Asit; PH dengesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

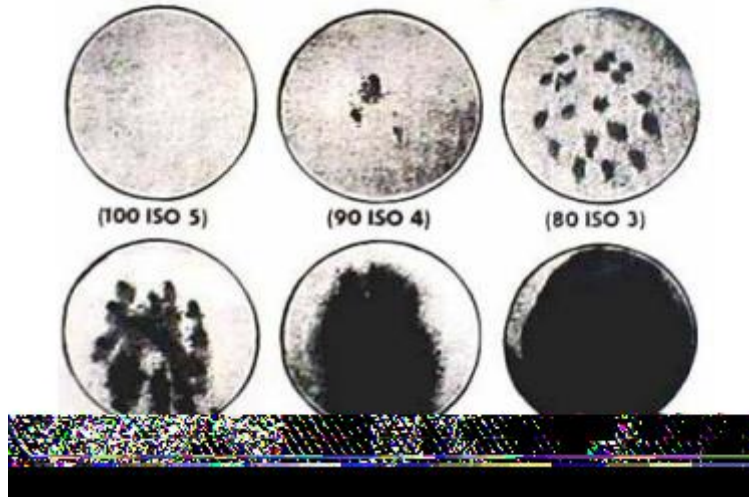
Kurutma işlemi kumaşın nemli kalması için 120 derecede yapılmaktadır. Ardından belirtilen kimyasallar belli oranlarda (Tablo 5) 170-180 derecede kumaşa fikse edilmektedir.

Tablo 5. Kullanılan Kimyasallar

KUMAŞ KODU	MİKTAR	KİMYASAL
KUMAŞ-1	60 gr/lt	KİMYASAL-1 (REÇİNE)
	15 gr/lt	KİMYASAL-2 (REÇİNE)
	1 gr/lt	KİMYASAL-3 (ASETİK ASİT)
KUMAŞ-2	60 gr/lt	KİMYASAL-1 (REÇİNE)
	15 gr/lt	KİMYASAL-2 (REÇİNE)
	1 gr/lt	KİMYASAL-3 (ASETİK ASİT)
KUMAŞ-3	40 gr/lt	KİMYASAL-6 (SU İTİCİ APRE)
	40 gr/lt	KİMYASAL-7 (KATALİZÖR)
	5 gr/lt	KİMYASAL-8 (FİKSATÖR)
	0,5 gr/lt	KİMYASAL-3 (ASETİK ASİT)
KUMAŞ-4	10 gr/lt	KİMYASAL-1 (REÇİNE)
	20 gr/lt	KİMYASAL-4 (MAKRO SLİKON)
	5 gr/lt	KİMYASAL-5 (POLİETİLEN)
	1 gr/lt	KİMYASAL-3 (ASETİK ASİT)
KUMAŞ-5	40 gr/lt	KİMYASAL-6 (SU İTİCİ APRE)
	40 gr/lt	KİMYASAL-7 (KATALİZÖR)
	5 gr/lt	KİMYASAL-8 (FİKSATÖR)
	0,5 gr/lt	KİMYASAL-3 (ASETİK ASİT)
KUMAŞ-6	40 gr/lt	KİMYASAL-6 (SU İTİCİ APRE)
	40 gr/lt	KİMYASAL-7 (KATALİZÖR)
	5 gr/lt	KİMYASAL-8 (FİKSATÖR)
	0,5 gr/lt	KİMYASAL-3 (ASETİK ASİT)

Apren işleminin uygulanan kumaşlara son olarak müşteri kullanımına uygun bitim işlemleri uygulanarak mamul kumaş haline getirilmektedir. Mamul kumaşlar üzerine buruşmazlık ve su iticilik özellikleri test değerlendirilmesinden geçmektedir.

Su geçirmezlik test aşamasında deneysel kumaşlar, cihazın nakış kasnağına sıkıca yerleştirilerek kırışsız, sıkı bir yüzey elde edilir. Kasnak daha sonra test sehпасına kumaş üstte kalacak şekilde ve püskürtme modelinin merkezi kasnağın merkeziyle denk düşecek şekilde yerleştirilir. 250 ml su test edicinin hunisinden dökülür ve test numunesinin üstüne 25– 30 saniye boyunca püskürtülür. Daha sonra, kasnak bir kenarından tutulur ve diğer kenar sert bir nesneye sert bir şekilde vurulur. Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde, kasnak hafifçe vurulduktan hemen sonra kumaş yüzeyindeki ıslak ya da noktalı sekil AATCC Standart Sprey Testi Değerlendirme föyü ile karşılaştırılır [5] (Şekil 3). Kumaş örneğine değerlendirme föyünde görülen en yakın standarda uygun olacak şekilde bir değer veya ara değerler verilebilir. Çalışmalar için yapılmış test sonuçları Tablo 6 de belirtilmiştir.



Şekil 3. Sprey testi değerlendirme skalası

Bir diğer kazandırdığımız özellik olan buruşmazlık testi için; AATCC 66–2003 yöntemi ile “Dokuma Kumaşlarda Buruşmazlık Açısı” ölçümü yapılır [6].

Bu yöntem iki seçenekli yapılmaktadır. Bu çalışmada birinci seçenek esas alındı. Bu yöntemde 3 temel alet kullanılmaktadır. Ağırlık yükleme aleti, açılçer ve bir tanede tutucu. İlk olarak kumasın ön ve arka yüzeyi tayin edilir. Daha sonra 40*15 mm boyutlarında altı çözgü yönünde ve altı atkı yönünde olmak üzere toplam 12 tane numune hazırlanır. Alınan bu numuneler kumaşların değişik yerlerinden rastgele alınır. Alınan numuneler % 65 nem ve 21°C de bir gün dinlenmeye bırakılır. Hazırlanan numuneler yüz yüze gelecek şekilde katlanır ve açık uçlarının birbirine yapışmasını önlemek için araya ince bir parça kâğıt ya da folyo konur. Numuneler hazırlandıktan sonra elimizle değil tutucu vasıtasıyla ağırlık yükleme aletine yerleştirilir ve 500 gr’lık ağırlık altında her bir numune 5 dk. bekletilir. Son olarak ağırlık kaldırılır ve numuneler açılçere yerleştirilir ve ölçme göstergesi ile yaptıkları açığı bakıldıktan sonra hem çözgü hem de atkı yönündeki açılın ayrı ayrı ortalaması alınır ve kaydedilir.

Buruşmazlık test değerlendirme sonuçları Tablo 7 de verilmiştir.

3.BULGULAR

Yapılan deney sonuçları tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 6. Sprey (Su Geçirmezlik) Test Sonuçları

KUMAŞ KODU	SPREY TEST SONUÇ DEĞERİ
KUMAŞ-6	70 (ISO 2)
KUMAŞ-5	70 (ISO 2)
KUMAŞ-3	70 (ISO 2)

Tablo 7. Buruşmazlık Test Sonuçları (Atkı + Çözü Yöündeki Buruşmazlık Açısı Değerleri)

KUMAŞ KODU	BURUŞMAZLIK TEST SONUÇ DEĞERİ
KUMAŞ-1	286°
KUMAŞ-2	290°
KUMAŞ-4	292°

Yapılan test değerlendirmeleri sonuçlandıktan sonra kumaşlar nihai tüketici ile buluşmaya hazır olmaktadır.

3.SONUÇLAR

Bu çalışmada sürdürülebilir geri dönüşümlü ham maddelerle üretilen kumaşlara farklı proses çalışmaları uygulanarak buruşmazlık, su iticilik gibi kullanım kolaylığı sağlayan özellikler kazandırılmıştır. Üretilen bu konsept kumaşlarla doğal kaynaklarımızı verimli kullanıp geri dönüşümle doğa dostu üretim amaçlanmıştır. Sonucunda tüketicinin yaşam kalitesini yükselten hayat akışını kolaylaştıran tasarım kumaşlarla katma değeri yüksek, yenilikçi tüketim alanı oluşturmak hedeflenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Can Ö. - Ayvaz K. Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik – Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi
- [2] Türemen M. – Demir A. – Özdoğan E. 2019, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, 25(7), 805-809
- [3] <https://tekstilbilgi.net/surdurulebilir-kumas-turleri.html>
- [4] Köstem A.M. - T.C. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü -Farklı Buruşmazlık Apre Maddeleri Uygulanan Kumaşlarda Dikiş Performansının İncelenmesi
- [5] **AATCC Test Method 22–2005**, 1941. Water Repellency: Spray Test
- [6] **AATCC Test Method 66–2003**, 1951. Wrinkle Recovery of Woven Fabrics: Recovery Angle Method

REAKTİF BOYAMA PROSESLERİNDE TAÇ ETERLERİN İYON TUTUCU OLARAK KULLANIM POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Durul Büşra DİLDEN¹, Muhammed Fatih YÜKSEL¹, Rıza ATAV²

¹Eren Perakende Satış ve Mağazacılık A.Ş., Ar-Ge Merkezi, Ergene-Tekirdağ

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği
Bölümü, Tekirdağ
durulbusra.dilden@erenperakende.com

ÖZET

Taç eterler makrosiklik bileşikler kimyasında önemli bir yer tutmakta olup çeşitli uygulama alanlarına sahiptirler. Taç eterlerin sahip olduğu iki önemli özellik tekstil alanında kullanım için de önemli potansiyel arz etmektedir. Öncelikle taç eterler, metal katyonları ile seçici ve kararlı kompleksler oluşturabildiklerinden tekstil terbiye proseslerinde istenmeyen iyonların bağlanmasında ve tekstil atık sularının metallerden arındırılmasında kullanım alanı bulabilirler. Hidrojen ve karbon atomlarından oluşan ve apolar karakter gösteren hidrofobik dış kavite ile hidrofilik polar iç kaviteye sahip olduklarından polar yapıların kapsüllemesinde kullanım alanı bulabileceklerdir. Bu çalışmada taç eterlerin yapısı ve adlandırılması ile genel özellikleri hakkında bilgi verildikten sonra tekstil alanındaki potansiyel uygulamaları açıklanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Taç eter, tekstil, kapsülleme, metal, siklodekstrin

INVESTIGATION OF THE USAGE POTENTIALS OF TAÇ ETHERS AS SEQUESTERING AGENT IN REACTIVE DYEING PROCESSES

ABSTRACT

Crown ethers have an important place in the chemistry of macrocyclic compounds and have various application areas. Two important properties of crown ethers also offer significant potential for use in the field of textiles. First of all, because crown ethers can form selective and stable complexes with metal cations, they can be used in the binding of unwanted ions in textile finishing processes and in the purification of textile wastewater from metals. Since they have a hydrophobic outer cavity consisting of hydrogen and carbon atoms and showing apolar character, and a hydrophilic polar inner cavity, they will find use in the encapsulation of polar structures. In this study, after giving information about the structure and naming of crown ethers and their general properties, their potential applications in the field of textiles are explained.

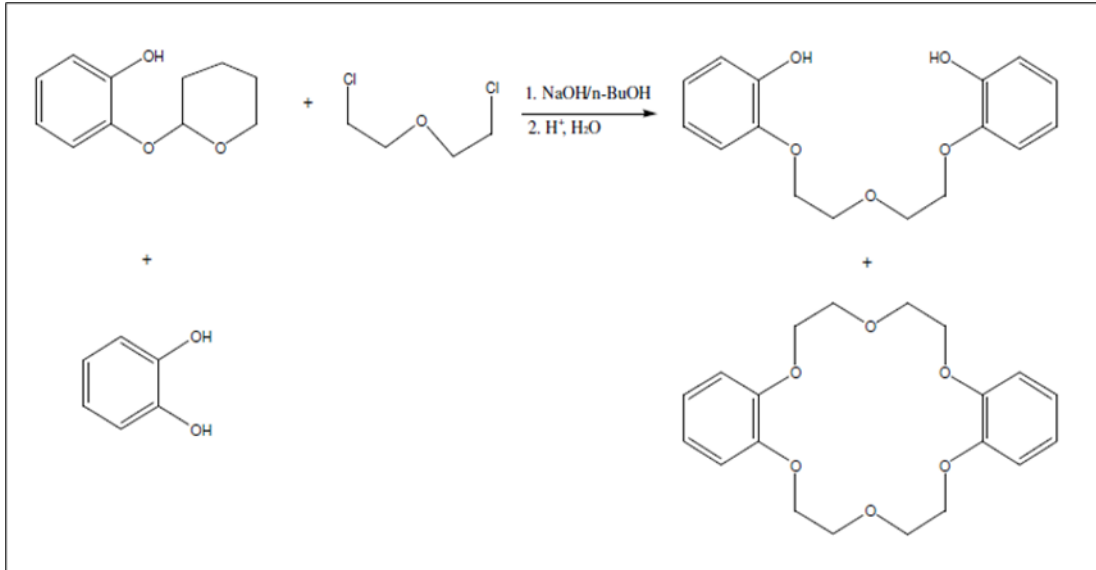
Key words: Crown ether, textile, encapsulation, metal, cyclodextrine

1.GİRİŞ

En az dokuz üyeli ve bu üyelerin en az üçü heteroatom olan halkalı bileşikler ‘makrosiklik bileşikler’ olarak kabul edilmektedir [1]. Makrosiklik bileşiklerin yapısında yer alan başlıca heteroatomlar oksijen, kükürt, azot ve fosfor atomlarıdır. Halkada yer alan heteroatomlar aynı cinsten olabileceği gibi farklı cinsten de olabilir. Makrosiklik bileşiklerin genel olarak sınıflandırılmaları, taşıdıkları heteroatomlara ve yapılarına göre şöyle yapılabilir. Değişik heteroatomlar taşıyan tek makrohalkalı bileşiklere ‘koronand’ adı verilir. Taç eterler ise, heteroatom olarak sadece oksijen içeren koronandlardır. Yapı bakımından halkalı polieter bileşikler bir taç görünümünde olduğundan taç eterler (crown eter) olarak bilinirler. Makrosiklik bileşikler kimyasında taç eterler çok önemli bir yer tutarlar. Sadece O içerenler taç eter, O ve N içerenler aza-taç eter, O, N ve S içerenler tiya-aza-taç eter olarak bilinmektedir [2]. Bu çalışmada taç eterlerin yapısı ve adlandırılması ile genel özellikleri hakkında bilgi verildikten sonra tekstil alanındaki potansiyel uygulamaları açıklanmaktadır.

2. TAÇ TERLERİN YAPISI VE ADLANDIRILMASI

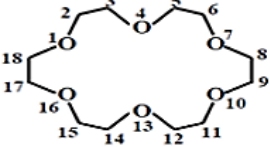
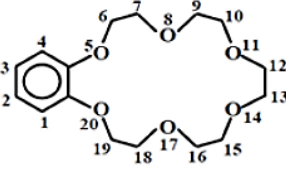
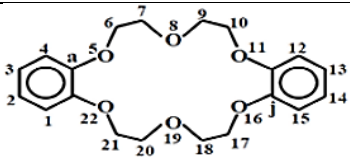
Siklik polieterler taç eterler olarak adlandırılır. Molekül görünümleri ‘kral tacı’na benzediği ve kationları kompleks oluşumu sırasında taçlandıkları için bu isimle anılmaktadırlar. Amerikalı Charles J. Pedersen 1967 yılında, lineer diol sentezlemeye çalışırken Şekil 1’de yapısı verilen dibenzo(18)crown-6 bileşiğini ilk defa tesadüfen sentezlemiştir [3].

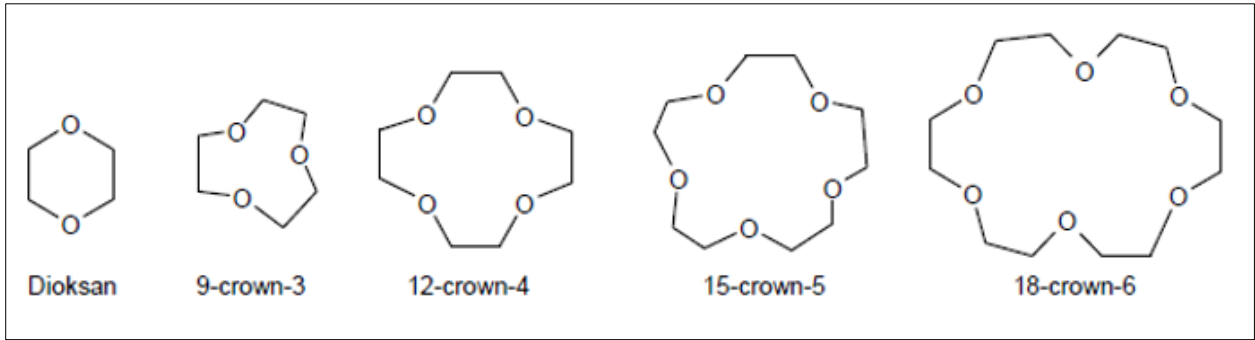


Şekil 1. İlk taç eterin tesadüfen sentezi [3]

Taç eterler, dioksanın halkalı oligomerleri olup etilenoksi (-CH₂CH₂O-) birimlerinin tekrarlandığı bileşiklerdir (Şekil 2). Bu bileşiklere verilen taç eter notasyonu; (CH₂CH₂O)_n tipi makrosiklik halkaların, karmaşık olan organik adlandırılmalarından (Tablo 1) ve taç şeklindeki görünümünden dolayı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, etilenoksi birimlerinin üçlü, dördü, beşli ve altılı tekrarları sırası ile 9-crown-3, 12-crown-4, 15-crown-5 ve 18-crown-6 şeklinde kısaltılmıştır [4].

Tablo 1. Taç eterlerin IUPAC ve Pedersen adlandırılması [4]

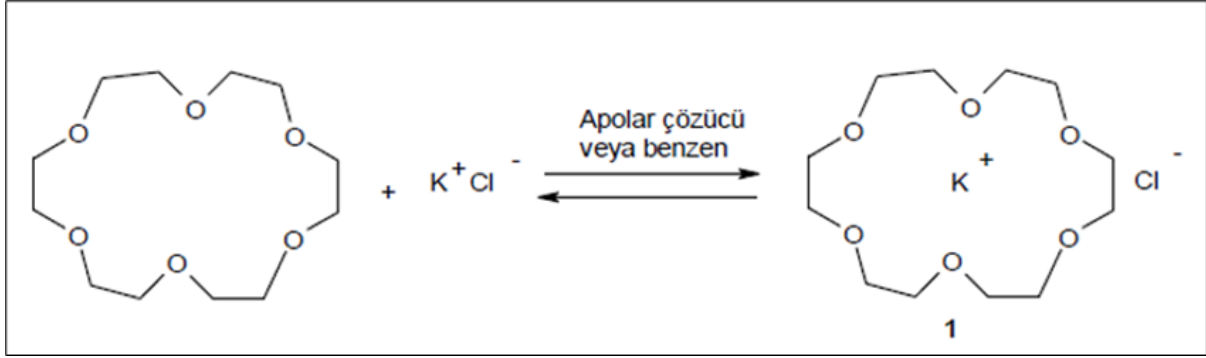
Bileşik	IUPAC Adlandırması	Pedersen Adlandırması
	2,3,5,6,8,9,11,12,14,15,17,18-Dodekahidro-1,4,7,10,13,16-hekzaoksasiklooktadekan	18-Crown-6 (18C6)
	6,7,9,10,12,13,15,16,18,19-dekahidro-5,8,11,16,19,22-Hekzaoksabenzosiklooktadekan	Benzo-18-crown-6 (B18C6)
	6,7,9,10,17,18,20,21-oktahidro-5,8,11,16,19,22-hekzaoksadibenzo[a,j]siklooktadekan	Dibenzo-18-crown-6 (DB18C6)



Şekil 2. Etilen oksitin halkalı oligomerleri [4]

3. TAÇ ETERLERİN ÖZELLİKLERİ

Taç eterler, primer amonyum katyonları, alkali metal ve toprak alkali metallerle seçici ve kararlı kompleksler oluşturan makrosiklik polieterlerdir. Yapılarında heteroatom olarak bulunan azot, oksijen, kükürt ve fosfor atomları donör atomlar oldukları için, bu bileşikler iyi birer ligantlardır [2]. Taç eterlerin, içermiş oldukları hidrojen ve karbon atomlarından oluşan bir hidrofobik dış kavite ile apolar karakter gösterirken, oksijen, kükürt, azot gibi elementlerin birini ya da birkaçını içermesi durumlarından kaynaklı hidrofilik polar bir iç kaviteye sahiptir. Bu polar iç kavitesi sayesinde katyonlarla kararlı kompleksler oluşturmaktadır. İçermiş olduğu oksijen, azot ve kükürt atomları halkaya farklı katyonları bağlama özelliği sunmaktadır. Örneğin oksijen içeren analogları daha çok sert metallerin katyonlarını bağlarken, kükürt ve azot bu ilgiyi yumuşak olarak nitelendirilen katyonlara yönlendirmektedir [5]. Metal katyonları ile kompleks oluşturma özelliği, 1987 yılında Nobel ödülünü paylaşan Pedersen, Lehn ve Cram tarafından keşfedilmiştir. Tipik bir kompleksleşme Şekil 3'te gösterilmiştir [4].



Şekil 3. Taç eterin metal katyonu ile kompleksleşmesi [4]

Taç eterlerin ekstraktif ayırma analizinde artan uygulamaları bulunmaktadır ve çeşitli taç eterler ile kurşunun ekstraksiyon çalışmaları rapor edilmektedir Kurşun gibi önemli ağır metallerin ayırma işlemlerinde taç eterlerin yüksek verimde ve etkin olarak kullanılabilir kimyasallar sınıfında olduğu görülmektedir [6]. Katyonların sulu çözeltilerden adsorpsiyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında adsorpsiyon derecesinin taç eter modifikasyonu ile arttığı gözlemlenmiştir [7]. Taç eterler, analitik uygulamalarda aktif olarak kullanılmaktadır. Özellikle iyon kromatografisinde, faz transfer katalizinde ve canlı polimerlerin sentezinde kullanımlarından söz edilebilir. Taç eterler, elektrokimyada potansiyometrik iyon seçici elektrotların yapımında algılama malzemeleri olarak kullanılabilir ve membran görevi görebilir [8]. Bu yapıların, enerji depolama sistemleri ve membran teknolojilerinde kullanımları oldukça yaygındır. Taç eterlerin hem faz transfer katalizörü hem de yardımcı solvent olarak membran teknolojilerinde kullanıldığı ve siklodekstrin benzeri inklüzyon kompleksleri oluşturduğu çalışmalar mevcuttur [9, 10]. Yapılan bir çalışmada, taç eterler lityum metal bataryalarda Li⁺ iyonlarının dallanmasını yani şarj-deşarj çevrimleri sırasında elektrot yüzeylerini kaplayan, lityum dendritlerinin büyümesini önleyen ve hücre güvenliğini sağlayan elektrolit katkı maddeleri olarak kullanıldığı rapor edilmiştir [11]. Başka bir çalışmada ise, su arıtma ve diğer membranla ilgili uygulamalar için mükemmel bir aday olan grafen oksitini, lityum geri kazanımının sağlanması için taç eterler ile fonksiyonelleştirilerek membran üretiminde kullanımı incelenmiştir [12]. Bu sayede, supramoleküler kimyanın ekstraktif iyon geri kazanım işlemlerinde de uygulama alanı olduğu görülmektedir.

4. TAÇ ETERLERİN TEKSTİL ALANINDA POTANSİYEL UYGULAMALARI

Yapılan bir çalışmada, faz transfer katalizörü olarak 18-crown-6 ve alkali hidrojen peroksit içeren süperkritik CO₂ gazı, geliştirilen bir reaktör sistemi yardımıyla ham pamuklu kumaş yüzeyine uygulanmış ve çevre dostu bir ön arıtma işlemi gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Tampon çözelti olarak kullanılan tetrasetiletildiamininin (TAED) pH değerinin, faz transfer katalizörünün, hidrojen peroksitin ve tampon çözeltisinin dozajının, sistem sıcaklığının, basıncın ve ayrıca uygulama süresinin ön arıtma işlemi üzerinde önemli etkilere sahip olduğu görülmüştür. Geliştirilen ön terbiye yöntemi, pamuklu ham kumaş üzerindeki çeşitli safsızlıkların parçalanmasında ve uzaklaştırılmasında sadece yüksek bir verim göstermekle kalmamakta, aynı zamanda pamuk liflerini olumsuz etkilememektedir. Özellikle, çok sayıda ağır kimyasalın kullanımı ve atık yükü önlenir ve kullanılan CO₂ veya işlem flottesini yeniden kullanılabilir [13].

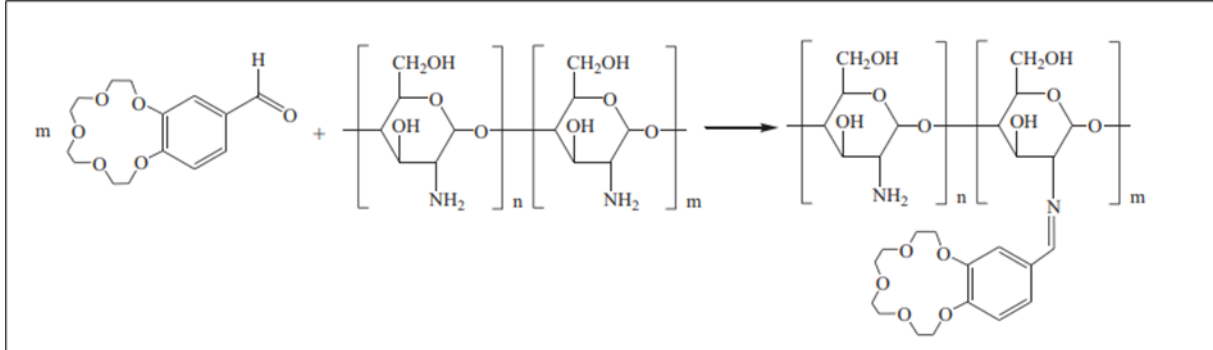
Siklodekstrinlerin tekstil malzemelerine bağlanmasına alternatif olarak aza-taç eterlerin kullanımından söz edilebilir. Aza-taç eterler, taç eterlerin kompleks oluşturma gücünü kaybetmeden tekstil malzemeleri üzerine fikse edilebilir. Bu makrosiklik yapılar, tıbbi amaçlar için uzun süredir araştırılmaktadır. Genel olarak sağlık uygulamalarında, transdermal bantlarda, tümör tedavisinde, böbrek taşlarının tedavisinde ve hatta ilaç maddesi olarak kullanımları için, tıbbi sınırlara göre toksisitelerinin ve kanserojenliklerinin kabul edilebilir olduğu söylenebilir. Gümüş iyonları ile kombinasyon halinde aza-taç eterler için, yüklü grupların antimikrobiyal etkileri, uzun vadeli biyolojik kararlılığı artırdığı kabul edilmektedir [14]. Öte yandan taç eterlerin metallere olan kararlı kompleksleri taç eterlerin metal uzaklaştırma ajanı olarak kullanımını sağlamaktadır [5].

Taç eterler aynı zamanda atık sudan boya eliminasyonu ve sıvı-sıvı ekstraksiyonu için kullanılmaktadır. Sıvı-sıvı ekstraksiyonda da kullanılan sulu fazlarda taç eter konsantrasyonunun artması, reaktif boyaların uzaklaştırma etkinliğinin artmasını sağlamıştır. Sıvı faza taç eter eklenmesi hidrojen bağlama mekanizmasının yolu boyunca ilerleyen geri kazanım verimliliğini artırmıştır. Reaktif boyalar ve polieter arasında hidrojen bağlarının oluşumu, uzaklaştırma verimliliğinin artmasını sağlamıştır [15].

Tas ve ark. [16], yaptıkları çalışmada, dibenzo-18-crown-6 (DB18C6) taç eter ile fonksiyonelleştirilmiş elektrospun poliakrilonitril (PAN) nanolifleri hazırlamış ve bu liflerin sulu çözeltilerde hem mono hem de iki değerlikli diğer iyonlardan K^+ 'nin seçici olarak geri kazanılması için kullanılması potansiyelini ortaya koymuşlardır. Nanolifler SEM, FTIR ve TGA ile karakterize edilmiştir. SEM sonuçları, taç eter ilavesinin 138 ila 270 nm aralığında daha kalın nanolifler ve daha yüksek ortalama lif çapları ile sonuçlandığını göstermiştir. İyon uzaklaştırma için bir adsorban olarak taç eter ile modifiye edilmiş nanoliflerin potansiyelini değerlendirmek için toplu adsorpsiyon deneyleri yapılmıştır. K^+ için taç eter ile modifiye edilmiş nanoliflerin maksimum adsorpsiyon kapasitesi 0,37 mmol g⁻¹ olarak bulunmuştur. Nanolifler, tek iyon deneyleri için $K^+ > Ba^{+2} > Na^+ \sim Li^+$ seçicilik dizisini takip etmiştir. Ba^{+2} iyonlarının taç eterle modifiye edilmiş nanolif üzerine adsorpsiyonu XPS ile incelenmiş ve sonuçlar iyonun adsorpsiyonunu doğrulamıştır. Karışık iyon adsorpsiyon deneyleri, mevcut bağlanma bölgeleri için K^+ ve Ba^{+2} iyonları arasında rekabetçi adsorpsiyon ortaya çıkarmıştır. Bu etki, çözeltilerde bulunan diğer tek değerli iyonlar için gözlenmiş ve K^+ için Li^+ ve Na^+ üzerinde olağanüstü yüksek seçicilikler elde edilmiştir. Ayrıca, taç eter ile modifiye edilmiş nanolifler, iyi rejenerasyon özellikleri ve çoklu ardışık adsorpsiyon-desorpsiyon döngüleri üzerinde iyi bir yeniden kullanılabilirlik sergilemiştir. Böylece elektrospinning yönteminin iyonların seçici geri kazanımı için taç eter fonksiyonel polimer adsorbanları hazırlamak için çok yönlü bir araç olduğu gösterilmiştir [16].

M. Wang ve ark. [17], metal iyonları için taç eterlerin seçici olarak kompleks oluşturma özelliklerine dayanarak, sünger benzeri gözenekli yapıya sahip bir kitosan bağlanmış 4'formil benzo-15-taç-5 eter / dokusuz yüzey kumaş kompozit membran üretmişlerdir. Pd^{+2} için adsorbant ayırma performansını araştırmak için bir akış dinamik adsorpsiyon yöntemi kullanılmıştır. Termodinamik analiz, kompozit membran üzerinde Pd^{+2} adsorpsiyonunun kendiliğinden gerçekleştiğini ve yüksek sıcaklığın adsorpsiyonda fayda sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, kompozit membran rejenerasyondan sonra mükemmel yeniden kullanılabilirlik göstermiş ve beş döngüden sonra adsorpsiyon miktarında belirgin bir kayıp

olmamıştır. Son olarak, kompozit membran, simüle edilmiş nükleer atık suda da Pd+2 için yüksek seçicilik göstermiştir.



Şekil 4: Kitosan ile benzo-15-taç-5 eterin bağlanma mekanizması [17]

Pandya ve Agrawal [18], trans-diaminodibenzo-18-taç-6-eterden türetilen beş yeni azo boyası (XIIa, XIIb, XIIc, XIId, XIIe) sentezlemişlerdir. Bu boyaların fiziko-kimyasal özelliklerinin yanı sıra pamuk lifi üzerindeki etkileri tartışılmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Taç eter bazlı boyaların opaklık, parlaklık, dispersiyon yeteneği ve ışık haslığı gibi özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, XIId boyası kullanılarak hazırlanan boyanın XIIa ve XIIb boyalarını içeren boyadan daha iyi olduğunu ve boya XIIe'nin iyi dağılmadığı için boya formülasyonlarında uygun olmadığını ortaya koymaktadır. XIIc ve XIId boyaları, mürekkep olarak kullanım için XIIa'dan daha iyi özellik göstermiştir. XIIb boyasının opaklık özelliğinin zayıf olması nedeniyle uygun olmadığı görülmüştür. Çalışmada, pamuğun boyanmasında sadece suda çözünür boyalar XIIc-e kullanılmıştır. Boya konsantrasyonunun, pH'nın ve tuz miktarının renk derinliğini etkilediği görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda, %0,1'den %0,7'ye artan boya banyosu konsantrasyonu ile elyaf üzerindeki renk kuvveti artmıştır. Bu durum boyaların pamuk üzerinde iyi bir şekilde tutunduğunu göstermektedir. Tuz konsantrasyonu %1 ile 5 arasında değiştirildiğinde, %3'ün üzerindeki tuz konsantrasyonunun renk koyuluğu üzerinde fazla bir etkisi olmadığı görülmüştür. Pamuk elyafı, pH 3-10,5'te boyandığında, boyamanın asidik pH seviyelerinde ve pH >7'de yetersiz olduğunu göstermektedir. Boyanan ipliklerin yıkama, su ve ter haslıkları değerlendirilmiştir. Sonuçlar suya, yıkamaya ve tere karşı haslığın 4 seviyesinde olduğunu göstermektedir. Akmaya karşı renk haslığında da benzer sonuçlar elde edilmiş olup değerler 3-4 seviyelerindedir.

Vig ve ark. [19], üç farklı taç eterin ışıkla bozunum ve ışığa maruz kalma ile açığa çıkan kararlı serbest radikal konsantrasyonu üzerindeki etkisini sırasıyla boya ve lif arasında kovalent bağ bulunan ve bulunmayan iki pamuk selüloz-reaktif azo boya sistemi üzerinde incelemiştir. Boyalı kumaşın ışıkla solmasını yavaşlatan bir taç eter, ışığa maruz kaldığında sistemin kararlı serbest radikal içeriğini artırırken, ışıkla solmasını hızlandıran taç eterler, kararlı serbest radikal içeriğini azaltmıştır. Çalışmada kompleks oluşturma kapasiteleri farklı olan sırasıyla üç taç eter (glikoz-taç eter, 18-taç-6 eter, diaza taç eter) ile deneyler yapılmıştır. Aralarında en aktif olan taç eter, taç kısmında bulunan iki NH-grubundan dolayı diaza taç eteri olarak bulunmuştur. 18-taç-6'nın kompleks oluşturma kapasitesinin orta derecede olduğu ve boyaların istenen kloroform çözünürlüğünü oluşturmak için yeterli olduğu kanıtlanmıştır. 18-taç-6'nın hidrofilik gruplar (glikoz) ile yer değiştirmesi, en az aktif kompleks oluşturma kapasitesi ile sonuçlanmıştır. Seçilen tüm taç eterler, boyanmış liflerin ışık haslığının incelenmesinde

kompleks oluşturuıcı maddeler olarak kullanılmıştır. Glikoz taç eter, ışık kararlılığını biraz iyileştirirken, 18-ta-6 ve diaza-tac eter, incelenen tüm sistemlerde ışık kararlılığını azaltmıştır. Işık kaynaklı kararlı serbest radikallerin oluşumu, incelenen tüm sistemlerde, taç eter veya boya-lif kovalent bağının varlığına veya yokluğuna bakılmaksızın gözlemlenmiştir. Boya ve arasında kovalent bağları olmayan sistemlerde, ışık haslığını artırıcı taç eter mevcutsa, ışıkla indüklenen kararlı serbest radikal konsantrasyonu artmıştır. Benzer sistemlerde, ışıl bozunumu hızlandıran taç eter mevcutsa, ışık kaynaklı kararlı serbest radikal konsantrasyonunda bir düşüş meydana gelmiştir. Boya ve lif arasında kovalent bağları içeren sistemler için glikoz-taç eter varlığında etkileşimler bir korelasyon ile açıklanamamıştır.

Gilman ve ark. [20], tarafından yapılan bir çalışmada katmanlı silikat nanoparçacıkların hazırlanmasında termal kararlılığın ve nanokompozitlerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Alifatik yan zincirlere sahip kuaterner amonyum tuzları, 200-250°C aralığındaki sıcaklıklarda bozunma eğilimindedir ve bu nedenle poliamid 6 ve 6,6, PET gibi geleneksel eriyik prosesi ile elde edilen polimerlerin çoğunun birleştirilmesi ve işlenmesi sırasında bozunmaktadır. Yapılan çalışmada, imidazolyum türevleri ve ta eterler gibi daha yüksek sıcaklıkta kararlı gruplarla işlevselleştirilmiş katmanlı silikat nanoparçacıkların azot gazı altında 262-343°C aralığındaki sıcaklıklarda stabilitesini artırdığını göstermiştir.

5. SONUÇ

Adlarını görünümlerinden alan ta eterler makrosiklik bileşikler kimyasında önemli bir yer tutmakta olup çok çeşitli uygulama alanlarına sahiptirler. Ta eterlerin sahip olduğu iki önemli özellik tekstil alanında kullanım için de önemli potansiyel arz etmektedir. Öncelikle ta eterler, çeşitli metal katyonları ile seçici ve kararlı kompleksler oluşturabildiklerinden gerek tekstil terbiye proseslerinde istenmeyen iyonların bağlanması gerektirse de tekstil atık sularının metallere arındırılmasında kullanım alanı bulabilirler. Ayrıca ta eterler hidrojen ve karbon atomlarından oluşan ve apolar karakter gösteren bir hidrofobik dış kavite ile oksijen, kükürt, azot gibi elementlerin birini ya da birkaçını içeren hidrofilik polar bir iç kaviteye sahip olduklarından polar yapıların kapsüllenmesinde kullanım alanı bulabileceklerdir. Bu açıdan bakıldığında siklodektrinlerin iç kaviteye apolar, dış yüzeyi polar olduğundan apolar bileşikler siklodektrinlerle kapsüllenebilirken, ta eterler polar bileşiklerin kapsüllenmesi için imkân sunmaktadır. Literatür incelendiğinde henüz tekstil alanındaki çalışmaların çok sınırlı olduğu, ancak önümüzdeki yıllarda ta eterlerin de daha farklı uygulama alanları bulabileceği söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

[1] C. Pedersen, (1967), Cyclic polyethers and their complexes with metal salts, J. Am. Chem. Soc, vol. 89, no. 10, pp. 2495-2496, doi: 10.1021/ja00986a052.

[2] F. Güllü, (2013), Yeni Tipte Bazı Makrosiklik Laktam Bileşiklerinin Sentezi ve Yapılarının Aydınlatılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Konya, Türkiye.

[3] N. Kabay, (2011), Makrosiklik Grup Taşıyan Yeni Tetrapirrolik Makrosikliklerin Sentezi, Karakterizasyonu ve Kompleks Oluşumlarının İncelenmesi, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Denizli, Türkiye.

- [4] M. Kazaylek, (2015), Kiral Lariat Taç Eterlerin Sentezi ve Moleküler Tanıma Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye.
- [5] Ü. Çalışır ve B. Çiçek, (2019), Taç Eterlerin Metal İyonları İle Kompleksleşmesinin kondüktometriye job's plot yönteminin Uygulanması İle Belirlenmesi," BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi, cilt 21, sayı 2, pp. 840–854, doi.org/10.25092/baunfbed.654501.
- [6] J. Patil and S. Kamat, (2021), Solvent Extraction and Adsorption Chromatographic Separation of Lead and Environmental Samples using Crown Ethers, *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 5, pp. 2744-2746.
- [7] O. Duman and E. Ayranci, (2010), Attachment of Benzo-Crown Ethers onto Activated Carbon Cloth to Enhance The Removal of Chromium, Cobalt and Nickel İons From Aqueous Solutions by Adsorption, *J. Hazard. Mater.*, vol. 176, no.1-3, pp. 231-238, doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.11.018.
- [8] A. Bukhzam and N. Bader, (2014), Crown Ethers: Their Complexes and Analytical Applications, *J. Appl. Chem.*, vol. 3, no. 1, pp. 237-244.
- [9] L. Shen, M. Yi, S. Japip, C. Han, L. Tian, C. H. Lau, and Y. Wang, (2021), Breaking Through Permeability–Selectivity Trade-Off of Thin-Film Composite Membranes Assisted with Crown Ethers, *AIChE J.*, vol 67, no. 6, Art no e17173, doi.org/10.1002/aic.17173.
- [10] Z. Fehér, D. Richter, S. Nagy, P. Bagi, Z. Rapi, A. Simon, L. Drahos, P. Huszthy, P. Bakó, and J. Kupai, (2021), Synthesis of Novel Crown Ether-Squaramides and Their Application as Phase-Transfer Catalysts, *Molecules*, vol. 26, no. 21, pp. 6542, doi: 10.3390/molecules26216542.
- [11] H. Wang, J. He, J. Liu, S. Qi, M. Wu, J. Wen, Y. Chen, Y. Feng, and J. Ma, (2020), Electrolytes Enriched by Crown Ethers for Lithium Metal Batteries, *Adv. Funct. Mater.*, vol. 31, no. 2, Art no 2002578, doi.org/10.1002/adfm.202002578.
- [12] L. Baudino, A. Pedico, S. Bianco, M. Periolatto, C. F. Pirri, and A. Lamberti, (2022), Crown-Ether Functionalized Graphene Oxide Membrane for Lithium Recovery from Water, *Membranes*, vol. 12, no. 2, pp. 233, doi.org/10.3390/membranes12020233.
- [13] Y. B. Zheng, J. X. Jia, W. Shi and J. J. Long, A, (2021), Sustainable One-Step Pretreatment of Cotton Gray Fabric With 18-Crown-6 As Phase Transfer in Supercritical Carbon Dioxide, *J Supercrit Fluids*, vol. 175, Art no 105269, doi.org/10.1016/j.supflu.2021.105269.
- [14] M. R. Ten Breteler, V. A. Nierstrasz and M. M. C. G. Warmoeskerken, *Textile Slow-Release Systems with Medical Applications*, *Autex Res. J.*, vol. 2, no. 4, pp. 175-189.

- [15] C. Li, B. Xin, W. Xu and Q. Zhang, (2002), Study on The Extraction of Dyes Into A Room-Temperature Ionic Liquid and Their Mechanisms, *J. Chem. Technol.*, vol. 82, no. 2, pp. 196-204,2007, doi.org/10.1002/jctb.1656
- [16] S. Tas, O. Kaynan, E. Ozden-Yenigun, K. Nijmeijer, (2016), Polyacrylonitrile (PAN)/Crown Ether Composite Nanofibers for The Selective Adsorption of Cations, *RSC Adv.*, vol. 6, pp. 3608-3616, doi.org/10.1039/C5RA23214G.
- [17] M. Wang, Z. Li, J. Li, F. Yan, T. Zhang, F. Qin, and J. Zhang, (2021), Preparation of Chitosan Graft Benzo-15-Crown-5/Non-Woven Fabric Composite Membrane for Enhanced Pd²⁺ Adsorptive Separation, *Sep. Sci. Technol.*, vol. 56, no. 6, pp. 1140-1151, doi.org/10.1080/01496395.2020.1749078.
- [18] B. R. Pandya and Y. K. Agrawal, (2002), Synthesis and Characterisation of Crown Ether Based Azo Dyes, *Dyes Pigm.*, vol. 52, no. 2, pp. 161-168, doi.org/10.1016/S0143-7208(01)00069-9.
- [19] A. Víg, P. Bakó, A. Rockenbauer, L. Korecz, K. Sirbiladze, I. Rusznák, L. and Tőke, (2004), Light-Induced Free Radicals in Crown Ether Reactive Dyeing Systems, *Polym. Degrad. Stab.*, vol 85, no.3, pp. 1059-1064, doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2003.04.001.
- [20] J. W. Gilman, W. H. Awad, R. Davis, A. B. Morgan, P. C. Trulove, H. C. DeLong, T. E. Sutho, L. J. Mathias and D. Schraldi, (2002), Improved thermal stability of crown ether and imidazolium treatments for flame retardant polymer layered-silicate nanocomposites, The 10th Int. Conf. Flame Retardant Meeting, Feb 11-13, London, UK.

TEKSTİL MATELYALLERİNDE SİLİKON DESTEĞİ İLE KUMAŞ BAKIMI YAPAN, RENK KORUMA VE KOLAY T SAĞLAYAN ZEL KONSANTRE YUMUŞATICI FORML PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bsra Gizem GNESTEKİN¹, Taşkın BAYRAKTAR²

¹ABC Deterjan SAN. TIC. A.Ő. AR-GE Bölümü, Osmaniye

² ABC Deterjan SAN. TIC. A.Ő. AR-GE Bölümü, Osmaniye

ggunestekin@abcdeterjan.com.tr

ÖZET

Öncelikli olarak kıyafet sektöründe kullanılan kumaşlar olmak üzere tüm tekstil materyalleri için yumuşaklık, çok sık istenen özelliklerdendir. Tekstil materyallerindeki selülozik lifler doğal yağlı koruyucu yapılarını, yıkandıka kaybederler. Bu yağsı yapılar olmadan lifler genellikle sertleşir. Bu durum, tekstil materyalinde istenmeyen sert bir yüzey oluşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bazı renklendirme maddeleri de kumaşa ekstra kuruluk kazandırma eğilimindedir.

Bitkisel veya hayvansal yağlardan elde edilen katyonik aktif madde içeriğine sahip yumuŐaticılar, yıkandıka yağını kaybederek sertleŐen elyafların yeniden yumuşak bir tuşe kazanmasına yardımcı olmak amacıyla uygulanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan formülasyon, ‘‘Silikon Desteği’’ ile hazırlanmış olup tekstil sektöründe kullanılan kumaşlar için tketicieye yardımcı kolay t ve renklerini daha uzun süre koruma imkanı sağlamıştır. Ek olarak Katyonik yumuŐaticı (Esterquat) içeren formülasyon ürünü hazırlandıktan sonra pH, vizkozite ve mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. %5-15 aralığında katyonik aktif madde içeriği ile hazırlanan formülasyon ürününün kullanımıyla; iplik veya kumaşa yumuşaklık özelliği kazandırılmıştır. İçeriğine eklenen silikon, nemlendirici ve yumuŐaticı ekstra ajanlar sayesinde de normal yumuŐaticılara göre daha fazla yumuşaklık performansı sağlamasına destek olunmuŐtur. Yapılan alıŐmalar havlu ve atlet üzerinde test edilmiş olup 40 C’de, pamuklu programda ve 3 kg yük atlet kullanılarak uzun programda ABC Matik Deterjan sonrasında yumuŐaticı gözüne eklenerek yıkanmıştır. Yıkamalar sonucunda gri skala yöntemi kullanılarak yumuşaklık değerlendirilmesi yapılarak 1-5 arasında değerlendirme yapılmıştır. ABC Deterjan AR-GE bölümü olarak geliştirilen konsantre yumuŐaticı formülü en başarılı yumuşaklık performansı sonucunu almıştır.

Anahtar Kelimeler: YumuŐaticı, Silikon, Katyonik YumuŐaticı, Konsantre rn, Kolay t

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF A SPECIAL CONCENTRATED SOFTENING FORMULA THAT MAINTAINS FABRIC, PROVIDES COLOR PROTECTION AND EASY IRON WITH SILICONE SUPPORT IN TEXTILE MATERIALS

ABSTRACT

Fineness is one of the most intense features for all textile materials, primarily the fabrics used in the sector. Cellulosic fibers in textile materials naturally retain their oily protective structure, without them as they are washed. Without these lubricating structures, it will not revive and harden. This situation causes material from a hard surface inside the textile materials. At the same time, basic coloring is also validation.

It will be very useful from vegetable or animal derived cationics. The formulation used in this study was prepared with "Silicon Support" and provided the convenience of easy ironing for the fabrics used in the textile industry and the opportunity to preserve their colors for a longer period of time.. In addition, formulation preparation, viscosity and microbiological analyzes of cationic after softener (Esterquat) were carried out. 5-15% usage with the use of cationic substance content and content creation purposes; The cloth or fabric feature is given to the yarn or fabric. It has more softness emollients thanks to its healing, emollient and support providers. It has been tested on the work done and the athlete, and it was washed at 40 °C, in the long program with the load and in the long program with 3 kg of load, by adding Matik Detergent to the comforter compartment. In terms of ratings, ratings are 1-5 ratings. As ABC Detergent's R&D department, it provides sufficient lightness.

Keywords: Softener, Silicone, Cationic Softener, Concentrated Product, Easy Iron

1.GİRİŞ

Günümüzde birçok araştırmacı; boyama, terbiye, temizleme gibi çeşitli işlem aşamalarında tekstile istenen özellikler kazandıran çeşitli ürünler geliştirmeye çalışmaktadır. Bu farklı ürünlerden oluşan sınıf, tekstil yardımcı kimyasalları olarak bilinmektedir. Birçok araştırmacı, tekstilin ya da elyafın kalitesini arttırmak ve tekstil ürünlerinin kolay işlenmesini sağlamak amacıyla bu yardımcı kimyasal sınıfının tasarımı ve geliştirilmesi üzerine yoğun bir şekilde çalışmaktadır [1].

Yumuşaklık, öncelikli olarak kıyafet sektöründe kullanılan kumaşlar olmak üzere tüm tekstil materyallerinde istenen özelliklerdendir. Yumuşatıcı, giysilerin dokunuşunu daha yumuşak hale getirebilmek için kumaş üretimi sırasında ilave edilen bir sıvı bileşimidir. Yumuşatıcılar ilk kez 20. yüzyılda tekstil endüstrisi tarafından geliştirilmiştir. Tekstil materyallerindeki selülozik lifler doğal olan yağlı koruyucu yapılarını, temizlenme ve ağartma işlemleri sırasında yitirirler. Bu yağsı yapılar olmadan lifler genellikle sertleşir. Bu durum tekstil materyalinde istenmeyen sert bir tutum oluşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca bazı renklendirme maddeleri kumaşa ekstra kuruluk kazandırma eğilimindedirler. 1900'lerin başında, pamuk yumuşatıcı olarak bilinen materyaller, boyama sonrası liflerin yumuşaklık hislerini geliştirmek için çalışılmıştır. Genellikle bir yumuşatıcı, su:sabun:yağ (zeytin, mısır veya don yağı)'dan oluşur. Yumuşatıcılar, bu liflerin mekanik olarak da kullanılmasına yardımcı olmak amacıyla doğrudan

kendilerine uygulanmaktadır. Yumuşatıcı kullanımı; iplik veya kumaşa yumuşaklık, pürüzsüzlük, kayganlık, dolgunluk, esneklik ve dikilebilirlik gibi özellikler kazandırmaktadır. Dolayısıyla yardımcı kimyasallar kategorisinde yer alan yüzey aktif maddelerin kullanımı, tekstil endüstrisinde oldukça önem arz etmektedir [1-2].

Kullanılan yumuşatıcı ürünlerin, kumaşın tutumunu yumuşatmak dışında da özellikleri bulunabilir. Bu sayede ürün ekstra tercih sebebi olabilir. Örneğin; silikonlar sayesinde renk koruma, kolay ütü gibi kumaşa özellikler kazandırılmaktadır.

Tüm bunların yanı sıra, yumuşatıcı kullanımı tekstil materyalinin ömrünü de uzatan bir işlem sürecidir. Yumuşatıcı ile muamele, tekstil materyalinin kuruma süresini kısaltır. Böylece çamaşır kurutma işlemi sırasında elyaflar arası sürtünmeyi ve mekanik olarak indüklenen elyaf hasarını azaltarak giysi ömrünü uzatır. Yağlama özellikleri sayesinde kırışıklık oluşumu azaltılabilir ve kumaşların ütülenmesi kolaylaştırılabilir. Kumaş yumuşatıcıları ayrıca statik elektrik oluşumunu azaltır [1-3]. Mevcutta kullanılan yumuşatıcılar; noniyonik ve katyonik olarak değerlendirilirler. Zaman zaman bu yumuşatıcıların kombinasyonları da kullanılmaktadır. Ancak burada önemli olan ve dikkat edilmesi gereken husus yumuşatıcıların kompleks oluşturarak çökmelerini sağlamaktır. Katyonik yumuşatıcılar, doğal ve sentetik tüm liflerle kullanılabilir. Kolay ulaşılabilirliği, düşük maliyeti ve sağladığı yumuşaklık performansı nedeniyle sıkça tercih edilirler. Ayrıca çektirme ve emdirme metoduna uygun çalışabilirler. Katyonik yumuşatıcıların kullanıldığı çalışmalarda meydana gelen en büyük sorun özellikle optik beyazlatma yapılmış ürünlerde sararma veya renkli ürünlerde nüans değişikliğine yol açma tehlikesinin olmasıdır. İşlem esnasında pH değişimine ve yumuşatıcının flotteye verilmesine dikkat edildiği takdirde renkli ürünlerde hiçbir sorun yaşanmamaktadır. Dolayısıyla yumuşatma özelliği değerlendirildiğinde en avantajlı yumuşatıcı grubu katyonik yumuşatıcılardır. Noniyonik yumuşatıcılar ise etkili yumuşatma özelliğine sahip olmaması ve daha fazla emülgatör içermeleri sebebiyle yumuşatma işlemlerinde az tercih edilen gruplardır. Anyonik grup değerlendirildiğinde, yumuşatma etkilerinin düşük olması nedeniyle günümüzde yumuşatma amaçlı kullanılmadığı görülmektedir. Daha ziyade anyonik grup, kırık önleyici madde olarak ve çözgü ipliklerinin haşlanması gibi alanlarda kullanılmaktadır [4].

Jiang ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları bir araştırmada, tekstil boyama ve terbiye işlemlerinde geniş uygulama alanlarının bulunması sebebiyle silikon içeren yumuşatıcılara yer vermişlerdir. Farklı kimyasal oranlara sahip üç farklı silikon yumuşatıcı örneği sentezlenmiş ve her biri örme ve dokuma pamuklu beyaz kumaşlarda kullanılmıştır. İyonik yüzey aktif madde testi, katı içerik testi, stabilite testi gibi silikon yumuşatıcıları üzerinde çeşitli testler yapılmıştır. Bununla birlikte, silikon yumuşatıcı ile muamele edilmiş örgü ve dokuma beyaz pamuklu kumaşlara; kumaş beyazlığı testi, çekme dayanımı testi, emicilik testi de uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre, silikon yumuşatıcının kumaş yumuşaklığını, esnekliğini arttırdığı, ancak nispeten daha az emicilik özelliği sağladığı görülmüştür [5].

Bu çalışmada kullanılan formülasyon, “Silikon desteği” ile hazırlanmıştır. Bu çalışma temelde katyonik aktif maddenin yükünü azaltarak kumaşa yumuşaklık sağlarken aynı zamanda kumaş renginin daha iyi korunmasını ve kolay ütü özelliği kazanmasını sağlamaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışmada; katyonik yumuşatıcı- esterquat, köpük kesici, Silikon, Gliserin, Cetearyl Alcohol, Mikrokapsül maddesi, Koruyucu ajan, Esans, Kalsiyum klorür ve deiyonize su kullanılmıştır. Tüm ürünler ekstra saflaştırma işleminden geçirilmeden kullanılmıştır.

Kullanılan silikon aminofonksiyonel bir silikonun non-ionik makro emülsiyonudur. Kimyasal yapısı $(C_2H_4O)_{1-3} C_{13}H_{28}O$ şeklindedir. Bu silikon seçilme sebebi kumaşa extra yumuşaklık katmasının yanı sıra renk koruma ve kolay ütü performansları sağlamasıdır. Performans sonuçları kısmında verilmiştir.

2.1. 1. Kullanılacak Cihaz ve Malzemeler

1. İnkubatör
2. Mikroskop
3. Beher
4. Terazî
5. Eldiven, Maske
6. Steril kap veya şişe
7. IKA marka karıştırıcı
8. Selekt marka Viskozimetre

2.2. Metot

2.2.1. Yumuşatıcı Formülasyonun Hazırlanması

Yumuşatıcı formülasyonu 65 °C standart alınarak yapılmıştır. Deiyonize su reaktöre alınarak sıcaklık 65 °C iken köpük kesici maddesi reaktöre eklenmiştir. Sıcaklık 65°C’de sabit tutulurken reaktöre formül oranında esterquat eklenmiş ve çözünene kadar karıştırma işlemine devam edilmiştir. Tam çözünürlüğün sağlanması bu aşamada en önemli parametredir. Daha sonra karıştırma sonrası kıvam artışını dengelemek amacıyla $CaCl_2$ eklenir. Ardından yumuşatıcının kumaşa bakım sağlayan özelliklerini veren hammaddelerden Ceteraryl Alcohol eklenir. Ürün 44 °C’e kadar karıştırılarak soğutulması beklenir. 44 °C’de gliserin ve silikon verilir. Daha sonra soğuması 40 °C’e kadar beklenir. 40 °C altına ulaştığında sırayla mikrobiyolojik üreme oluşumunu engelleyen koruyucu ajan, parfüm ve mikro kapsül 10 dakika aralar ilave edilmiştir. Çalışmada elde edilen final ürünün pH (2-3), viskozite (max 200 CPS), yumuşaklık performans analizi, mikrobiyolojik analizleri yapılarak sonuçlar değerlendirilir.

2.2.2. Mikrobiyolojik Kantitatif Analiz Metodu

Mikrobiyolojik analizlerde hem ürünün hem de esansın antimikrobiyal aktivitesi değerlendirilmiştir. Testten sorumlu olan kişiler kalite güvence müdürü ve kalite güvence mühendisidir. Yapılan mikrobiyoloji testinde inhouse olan ABC Deterjan SAN. TİC. AŞ.’ye ait KK-TA-10.912 standardı kullanılmaktadır [6]. Genel antimikrobiyal aktivitesini ölçmek için

hazır Mikrocount duo (Schülke) besiyeri kullanılmıştır. Ayrıca disk difüzyon yöntemi ile karışık kültürün, ürünlere ve esanslara karşı duyarlılığı belirlenmiştir. Nutrient Agar(Merck) ve pamuklu steril kültür çubuğu bu yöntemde kullanılmıştır. Disk difüzyon yönteminde kullanılan tüm materyaller otoklav cihazında sterilize edilmiştir. Üretimde çalışan kişilerin vücut yüzeylerinden alınan karışık kültür örnekleri ile Nutrient Agar'a ekim yapılır. 37°C etüvde 2 gün boyunca inkübe edilir. İnkübasyon sonunda 0,5 McFarlant skalasına göre ayarlanır. Ayarlanan karışık kültürden 10 ml alınıp 10 kat seyreltilmiş 100 ml yumuşatıcı çözeltilisine eklenmiştir. 30°C etüvde 30 dk inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonrası hazır besiyer olan mikrocount duo(Schülke) ile 10 sn kadar temas ettirilir. Ardından besiyerler 30°C etüvde 2 gün inkübe edilir. İnkübasyon sonunda Şekil 2'de verilen Mikrocount duo skalası ile değerlendirmeler yapılır. Diğer yandan 0,5 McFarlant skalasına göre ayarlanan organizma çözeltilisi ile yumuşatıcılar ve esanslar üzerinde mikrobiyolojik gözlemler yapıldı. Bu mikrobiyolojik gözlemler için disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. 0,5 McFarlant skalasına göre ayarlanan organizma çözeltilisi, pamuklu steril kültür çubuğu ile petri üzerine homojen olacak şekilde ekildi. 90 mm'lik diskler petri ortasına yerleştirilmiş ve ardından 30 mikrolitre 10 kat seyreltilmiş yumuşatıcı çözeltilisi eklenmiştir. 30°C etüvde 2 gün inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonrasında disk çevresinde oluşan zon çapıları kumpas aleti ile ölçülerek değerlendirilmiştir.

2.2.3. Katyonik Aktif Madde Tayin Metodu

“Çamaşır Yumuşatıcıları” için aşağıdaki metot kullanılarak, hazırlanan ürünümüzde katyonik aktif madde tayini yapılmıştır. Çamaşır yumuşatıcısı numunesinden 0,1mg duyarlılıkla 10g numune, darası alınmış bir beher içerisine tartılır(w). Bir miktar deiyonize su ile çözülür. Çözelti 1L'lik balon jøjeye aktarılır ve deiyonize su ile(D) tamamlanır. Hazırlanan bu çözeltiliden pipetle 10 ml(A) alınarak 100ml'lik kapaklı titrasyon mezürüne konur. Üzerine 10ml deiyonize su, 15ml kloroform, 10ml anyonik aktif madde çözeltilisi (%99'luk 0,575g SLS, 1000ml'lik balon jøjede litreye damıtık su ile tamamlanır ve yaklaşık yarım saat karıştırılarak hazırlanır.) ve 10ml mixed asit indikatör çözeltilisi ilave edilerek 0,002 M Hyamine çözeltilisi ile titre edilir. Dönüm noktası kloroform fazındaki pembe rengin kaybolup, açık grimavi rengin oluştuğu noktadır.(Mavi renk dönüm noktasının geçildiğini belirtir.) Dönüm noktasında kullanılan Hyamine çözeltilisinin hacmi kaydedilir(V1). Anyonik aktif madde çözeltilisinden pipetle 10ml(A) alınarak 100ml'lik kapaklı titrasyon mezürüne konur. Üzerine 10ml damıtık su, 15ml kloroform ve 10ml mixed asit indikatör çözeltilisi ilave edilerek 0,002 M Hyamine çözeltilisi ile titre edilir. Dönüm noktası kloroform fazındaki pembe rengin kaybolup açık grimavi rengin oluştuğu noktadır.(Mavi renk dönüm noktasının geçildiğini belirtir.) Dönüm noktasında kullanılan Hyamine çözeltilisinin hacmi kaydedilir(V2).

Hesaplama :

$$\% \text{ Katyonik Aktif Madde Miktarı: } (V2 - V1) * M * 0,002 * D * f / w * A * 1000 \quad (1)$$

(f: hyamine çözeltilisinin faktörü)

2.2.4. Kumaşta Yıkama Sonrası Yumuşaklık Değerlendirmesi

Çamaşır makinesinde (Arçelik marka, ProSmartInverter 7103YD model) laboratuvar şartlarında belirlenen standart miktar (150 gr) ABC Matik deterjanı ile yapılan yıkamalarda her seferinde 25 mL hazırlanan yumuşatıcı formülasyon ürünü eklenmiştir. Her yıkama sonrası

havlu kumaş oda şartlarında kurutulmuş ve ardından diğer yıkama başlatılmıştır. Yapılan çalışmalar havlu ve atlet üzerinde test edilmiş olup 40 °C’de, pamuklu programda ve 3 kg yük atlet kullanılarak uzun programda ABC Matik Deterjan sonrasında yumuşatıcı gözüne eklenerek yıkanmıştır. Yıkamalar sonucunda gri skala yöntemi kullanılarak yumuşaklık değerlendirilmesi yapılarak 1-5 arasında değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 6. Gri Skala

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. Katyonik Aktif Madde Tayininin Değerlendirilmesi

Yapılan katyonik aktif madde tayini, verilen test metoduna göre yapılmıştır. Metot beş kez tekrarlanarak sonuçlardaki sapmalar değerlendirilmiştir. Hesaplamalar sonucu elde edilen katyonik aktif madde varlığı Tablo 1’de verildiği gibi tespit edilmiştir.

Tablo 8. Katyonik aktif madde tayin sonuçları

	Katyonik Aktif Madde
Tayin 1	%9,5
Tayin 2	%9,1
Tayin 3	%9,4
Tayin 4	%9,9
Tayin 5	%9,0
ORTALAMA	%9.38

Katyonik içeriği bulunan yumuşatıcılar, iyi yumuşatma özelliğine sahip olması sebebiyle evlerde ve endüstride sıklıkla tercih edilmektedirler.

3.2. Yıkama Sonrası Yumuşaklık Değerlendirilmesi

Yıkamalar sonucunda gri skala yöntemi kullanılarak yumuşaklık değerlendirilmesi yapılarak 1-5 arasında değerlendirme yapılmıştır. Sonuçta aşağıdaki Şekil 2’de de görülebileceği üzere en iyi sonucu silikonlu özel formülümüz vermiştir.



Şekil 7. Silikonlu Özel Formül Yumuşaklık Karşılaştırması Gri Skala Değerlendirmesi

4. SONUÇLAR

Esterquat içeriği ile özel silikonlu ürünümüz ABC AR-GE laboratuvarlarımızda hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamında elde edilen final ürünün, katyonik aktif madde miktarı test metoduna göre değerlendirilmiş ve metot 5 defa tekrarlamıştır. Hesaplamalar sonucu üründe ortalama % 9,38 katyonik aktif madde tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarımızda da herhangi bir üremeye rastlanmamış olup havlular üzerinde yapılan yumuşaklık gri skala değerlendirilmesi sonucunda diğer formüller ile karşılaştırıldığında en başarılı formül olarak sonuçlandırılmıştır. 2012 yılında Begüm ve arkadaşlarının makro, mikro ve nano silikon emülsiyon yumuşatıcılarının pamuklu kumaşın fiziksel ve kolorimetrik özelliklerine etkisi çalışmasında da silikonun kumaş yumuşaklığını arttırdığı destekleyen sonuçlar elde etmiştir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Sherburne, E.C., Wilmington, D., USP 4,295,977.
- [2] Baker et al, (1996), Concentrated Fabric Softener Compositions Containing Biodegradable Fabric Softeners, Patent Number: US5545350.
- [3] Parvinezadeh, M., Memari, N., Shaver, M., (2010), Influence Of Ultrasonic Waves On The Processing Of Cotton With Cationic Softener, Surfactdeterg 13: 135. Doi: 10.1007/S11743-009-1158- Y.
- [4] Murphy, D.S., (2014), Fabric Softener Technology: A Review, Journal of Surfactants and Detergents, sayfa 199-204.
- [5] Jiang, H., (2015), Silicone Softener Synthesis and Application on Knit and Woven White Cotton Fabrics, American Journal of Polymer Science & Engineering.
- [6] KK-TA-10.912, ABC Deterjan SAN. TİC. A.Ş.,Hammadde ve Final Üründe Mikrobiyolojik Test Yöntemi ve Numune Alma Talimatı
- [7] Begum A. (2012) Effect of macro, micro and nano silicone emulsion softeners on physical and colorimetric properties of cotton fabric. Inst. Engg. Tech. 2(2):34-42.

DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINDA YÜZEY TASARIM PARAMETRELERİNİN HÜCRE DAVRANIŞINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Janset ÖZTEMUR, Suzan ÖZDEMİR, Hande SEZGİN, İpek YALÇIN ENİŞ
İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi, Gümüşsuyu,
Beyoğlu, İstanbul
oztemurj@itu.edu.tr

ÖZET

Doku mühendisliği, hasarlı doku ve organların restorasyonu için umut verici bir biyomedikal yaklaşımdır. Bu çok disiplinli uygulamadaki birincil amaç, hedef dokuyla uyumlu ve bu dokuyu taklit edebilecek iskeleler geliştirmektir. Bu iskeleler, hücre mikroçevresinde yeterli mekanik desteğin yanı sıra hücreler için uygun hayatta kalma koşullarını sağlamalıdır. Hücre aktivitelerinin gerçekleşmesi noktasındaki en etkili parametrelerden olan gözenek geometrisi, gözeneklilik oranı, lif çapı, lif oryantasyonu ve yüzey hidrofilitiği, yapay doku tasarımlarında yadsınamaz bir önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında, doku mühendisliği uygulamalarında yüzey tasarım parametrelerinin hedef dokunun hücresel aktivitelerine olan etkileri ve başarılı bir iskele üretimi için önemi araştırılmış ve ayrıntılı şekilde irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Doku Mühendisliği, Yüzey Morfolojisi, Hücre Davranışı

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SURFACE DESIGN PARAMETERS ON CELL BEHAVIOR IN TISSUE ENGINEERING APPLICATIONS

ABSTRACT

Tissue engineering is a potential biomedical technique for repairing and restoring damaged tissues and organs. The main goal of this multidisciplinary application is to create scaffolds that are compatible with the target tissue and can imitate it. These scaffolds must provide sufficient mechanical support as well as optimal cell survival circumstances in the cell microenvironment. Pore geometry, porosity ratio, fiber diameter, fiber orientation, and surface hydrophilicity, which are the most effective factors at the point where cell activities are realized, are extremely crucial in artificial tissue designs. In this study, the effects of surface design parameters on the cellular activities of the target tissue in tissue engineering applications and their importance for a successful scaffold production are investigated in detail.

Keywords: Tissue Engineering, Surface Morphology, Cellular Activity

1 GİRİŞ

Günümüz yaşam şartlarının beraberinde getirdiği zorluklar kronik ve kronik olmayan hastalıkların artışına sebebiyet vermektedir. Bu hastalıkların bir kısmının tedavisi ilaçla mümkün olsa da dokunun rejenerasyon veya değişimini gerektiren hastalık ve hasarların sayısı göz ardı edilemeyecek kadar üst seviyededir. Doku mühendisliği, bu önemli tıbbi

ihtiyacı karşılamak için uygun bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır ve hasarlı dokunun tedavisi için doku mühendisliğinin sunmuş olduğu, biyouyumlu ve biyobozunur doku iskeleleri hastalara umut olmaktadır [1]. Öte yandan, doku mühendisliği hasarlı doku tedavisi için terapötik yaklaşımları ve ürünleri geliştirmek adına biyoloji, kimya, mühendislik, tıp, eczacılık ve malzeme bilimi dâhil olmak üzere çeşitli disiplinleri birleştiren çok disiplinli bir alan olarak tanımlanabilir [2].

Doku iskeleleri, hücre mikroçevresinde yeterli mekanik desteğin yanı sıra uygun hayatta kalma koşulları, optimal oksijen ve beslenme seviyeleri, ayrıca verimli takviye ve atık hareketi sağlamaktadır [3]. Hücre dışı matris, hücre mikroçevresindeki doku/organ yapısını korumak için mekanik takviye sağlayan en temel bileşenlerden biri olup hücre canlılığı, göçü, çoğalması ve farklılaşması gibi birçok hücre davranışını etkileyen önemli bir faktördür [4-5]. Doku mühendisliği yöntemi ile tasarlanmış olan bir iskele, doğal hücre dışı matrisin (ECM) düzenleyici rolünü taklit etmeli ve doku rejenerasyonu sürecinde yol gösterici bir yapı konumunda olmalıdır [6]. Bunun sebebi, iskelenin biyolojik olarak bozunma sürecinde hücrelerin eş zamanlı olarak kendi hücre dışı matrislerini oluşturmalarının hedeflenmesidir [7]. Öte yandan, hücrelerin iskele yüzeyine tutunması ve yüzeyde çoğalarak farklılaşabilmeleri kendi hücre dışı matrislerini üretebilme noktasındaki en önemli faktörlerdir. Doku iskelesinde bu aktivitelerin tetiklenebilmesi için, yüksek yüzey/hacim oranı [8], uygun gözenek mimarisi ve yeterli gözeneklilik oranı [9], nano/mikro düzeyde optimum lif çapı ve lif oryantasyonu [10], yüzey hidrofilitiği [11] gibi özelliklerin sağlanması hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, doku iskelesi tasarım sürecinde bahsedilen parametreler göz önünde bulundurularak yüzey üretimi gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada, lif çapı, gözenek geometrisi ile gözeneklilik oranı, lif oryantasyonu ve yüzey hidrofilitesi gibi yüzey tasarım parametrelerinin hücresel aktiviteler üzerindeki etkileri araştırılmış ve sonuçlar ayrıntılı bir biçimde derlenmiştir.

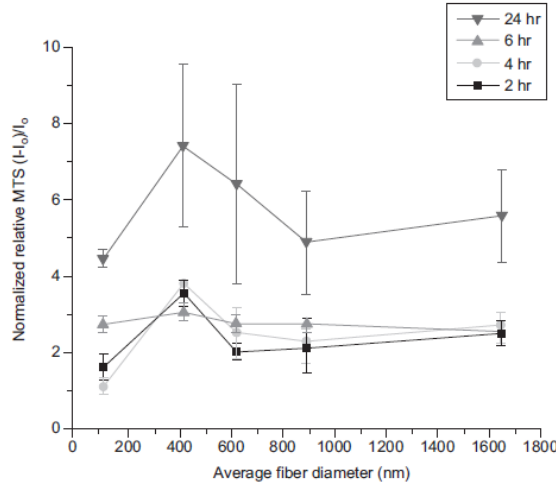
2 YÜZEY TASARIM PARAMETRELERİ

2.1 Lif Çapı

Doku mühendisliği uygulamalarında, hücrelerin konaklayabileceği gözeneklere sahip olması ve bu gözeneklerin morfolojilerinin kolaylıkla optimize edilebilmeleri dolayısıyla fibröz yüzeylerin kullanımı önemli bir yere sahiptir [12]. ECM'nin, yaklaşık 50 ila 150 nm çapında kolajen liflerinden oluşması sebebiyle benzer özelliklerin biyo-taklit edilmesi, aynı boyut ölçeğinde düzenli nano yapı iskelelerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu yüzeylerde bulunan liflerin çapları, doğrudan olmamakla birlikte gözenek çapı gibi yüzeyin diğer morfolojik özellikleri üzerinde etkili olması nedeniyle hücresel aktiviteler için etkileyici bir yüzey parametresidir [13]. Bu nedenle, iskele tasarım sürecinde hedef dokunun hücrelerinin infiltrasyonuna en elverişli gözeneklerin oluşturulabilmesi için uygun lif çapına sahip yüzeylerin üretilmesi mutlaka üzerinde durulması gereken bir kısıttır [14].

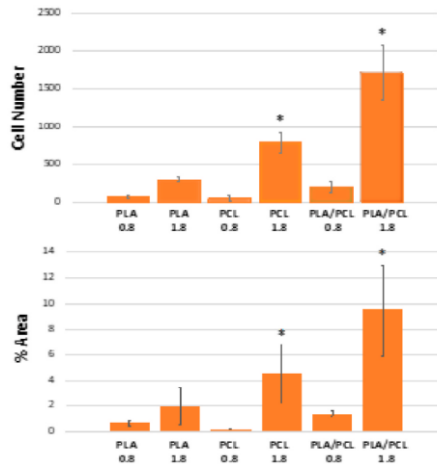
Chen ve arkadaşları, çapları 428-1051 nm arasında değişen elektro-lif çekim yöntemi ile üretilmiş liflerden meydana gelen yüzeyler tasarlamışlar ve lif çapının fibroblast hücre tutunması ve proliferasyonuna etkisini incelemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, 428 nm

çapındaki liflere sahip yüzeylerde hücre tutunmasının çok daha gelişmiş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1) [13].



Şekil 1. Polikaprolakton elektro-lif çekim yöntemi ile üretilmiş yapı iskelelerinin ortalama lif çapı ve morfolojisinin 3T3 fibroblast yapışma kinetiği üzerindeki etkisi. MTS, metantiosülfonat [13].

Öte yandan, Herrero-Herrero ve arkadaşları, 0.8 ve 1.8 μm çapındaki liflere sahip yüzeyler üzerine mezenkimal kök hücreleri ekmişler ve hücre tutunması ile farklılaşmasının büyük çaptaki hücrelerde daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Şekil 2) [15]. Bu noktada, lif çapının tek başına belirleyici bir parametre olmadığı diğer morfolojik özelliklerin ve hücre tipinin de hücresel aktiviteler üzerinde etkisi olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Üst: Yayma tahlili kullanılarak ölçülen ve 1 saat sonra elde edilen canlı hücre sayısı. Alt: Her bir biyomalzemenin merkez alanındaki hücreler tarafından işgal edilen alanın yüzdesi. * p değeri < 0,05 - PLA 0,8 μm , PLA 1,8 μm , PCL 0,8 μm ve PLA/PCL 0,8 μm [15].

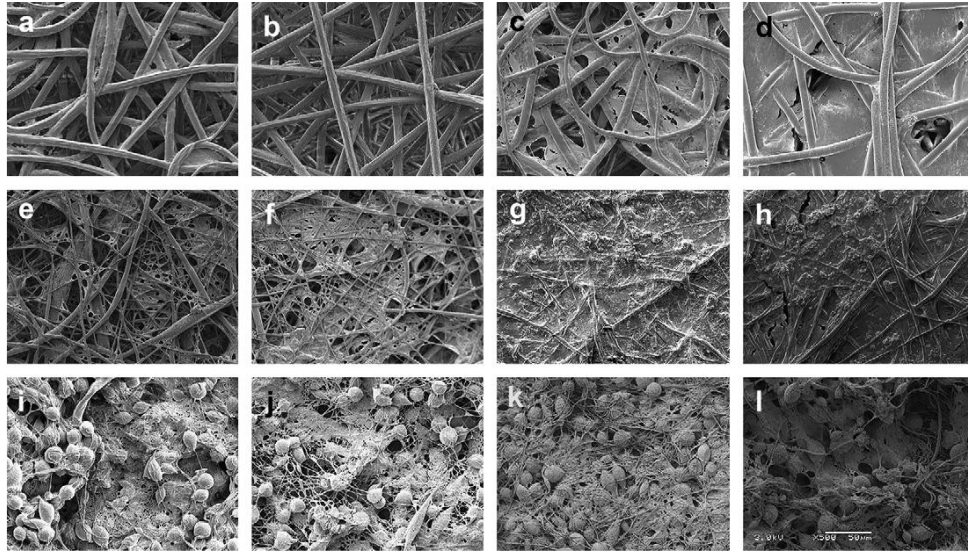
2.2 Gözenek Çapı ve Gözeneklilik

Gözenek boyutu ve gözeneklilik, hücresel aktivitenin yanı sıra besin, metabolit ve atık ürün difüzyonu ile oksijen taşınımını güçlü bir şekilde etkileyen doku iskelesi parametrelerindedir

[16]. Doku iskelesi yapılarındaki çeşitli gözenek boyutları doğal hücre dışı matrise benzer şekilde farklı amaçlara hizmet etmelidir. Örneğin, makro gözenekler yapısal stabiliteyi, hücre proliferasyonunu, ECM birikimini ve doku oluşumunu sağlarken, orta boyutlu gözenekler besin difüzyonu ile vaskülarizasyonu; küçük boyutlu gözenekler ise hücre ekimi ve gen ekspresyonu gibi bazı hücresel davranışları desteklemektedir [17].

Öte yandan, gözenek mimarisi ve lif çapı arasındaki yadsınamaz ilişki literatürdeki pek çok çalışmaya konu olmuştur. Daha büyük gözenekler, hem sentetik hem de doğal polimerlerden yapılan doku iskelelerinin gözenek boyutunu arttırmanın bir yolu olarak lif çapının arttırılmasıyla elde edilebilmektedir. İstatistiksel modelleme, daha büyük bir lif çapının gözenek boyutundaki artışla ilişkili olduğu doku iskelelerinin gözenek boyutu ile lif çapı arasında bir ilişki öngörür [18].

Lowery ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir çalışmada (2010), elektro-lif çekim yöntemi ile poli(kaprolakton) (PCL) bazlı farklı lif çaplarına sahip yüzeyler üretilerek, yüzeylere dermal fibroblast hücre ekimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, lif çapı ile beraber gözenek çapının da arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, lifli yüzeydeki ECM varlığının, gözenek çapları 15 µm'den küçük olan yapı iskelelerinde hemen fark edildiği ancak buna karşılık, hücre ekiminin 14. gününe kadar daha büyük gözenekli yüzeyde hiçbir ECM birikimi gözlemlenmediği ifade edilmiştir (Şekil 3). Çalışmanın bulguları, doku yüzeylerindeki gözeneklerin hücre infiltrasyonunu teşvik edecek kadar büyük olması gerektiğini vurgularken, lifler arasında ECM üretimini engelleyecek kadar da büyük olmaması gerektiğine işaret eder [19].



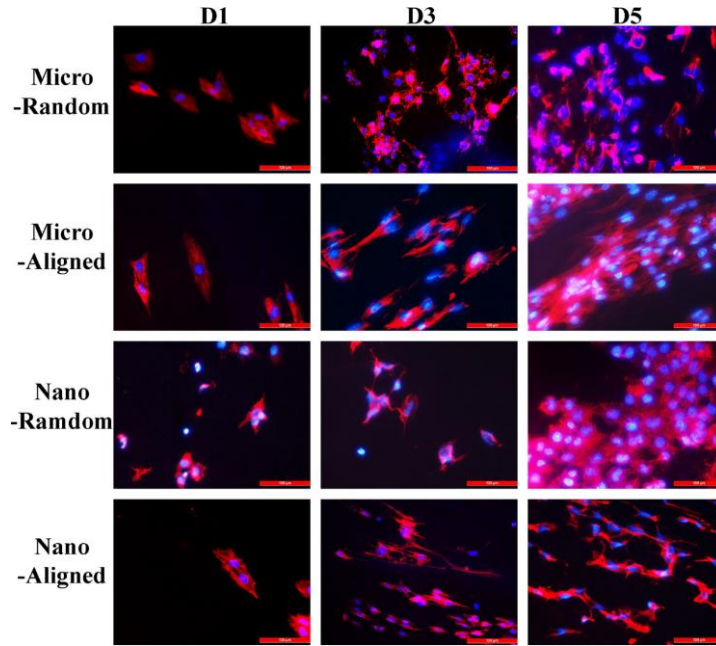
Şekil 3. Taramalı Elektron Mikroskobu görüntüleri: 8,32 µm (S1), 2,50 µm (S2) ve 0,73 µm (S3) lif çaplarına sahip PCL iskelelerinde ekilmiş 1, 7, 14 ve 21 günlük hücre örnekleri. (a–d) S1 iskelesi sırasıyla 1, 7, 14 ve 21 günde. (e–h) S2 iskelesi sırasıyla 1, 7, 14 ve 21 günde. (i–l) Sırasıyla 1, 7, 14 ve 21 günde S3 iskelesi [19].

Başka bir çalışmada ise Wang ve arkadaşları (2016), termal kaynaklı faz ayrımı yöntemi ile nano ve mikro ölçekli liflere sahip yüzeyler üretmişler ve nano yüzeylerin gözeneklilik oranının (%96) mikro lifli yüzeylerin gözeneklilik oranına (%83) kıyasla oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan, yüksek gözeneklilik oranına sahip yüzeylerde MG-63 kemik hücrelerinin, hücre ekiminin 3, 5 ve 8. günlerinde hücre büyümesinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir [20].

2.3 Lif Oryantasyonu

Doku iskelelerinin lif çapı ve gözeneklilik gibi diğer yüzey topografisi özelliklerinin yanı sıra lif oryantasyonu da hücre davranışları üzerinde önemli etkiler gösterir [21]. Özellikle tübüler formdaki doku iskelelerinde elde edilen radyal lif oryantasyonu, hücre difüzyonu arttırmak ve radyal basınçlara karşı mekanik direnci geliştirmek için önemli bir parametre konumundadır [22]. Hizalanmış nano veya mikro liflerde bulunan mikrokanal içindeki hücre hareket hızı ve hücre sayısı, hücrelerin göç kabiliyetine etkileri bazı araştırmacıların çalışma konuları arasında yer almaktadır [23].

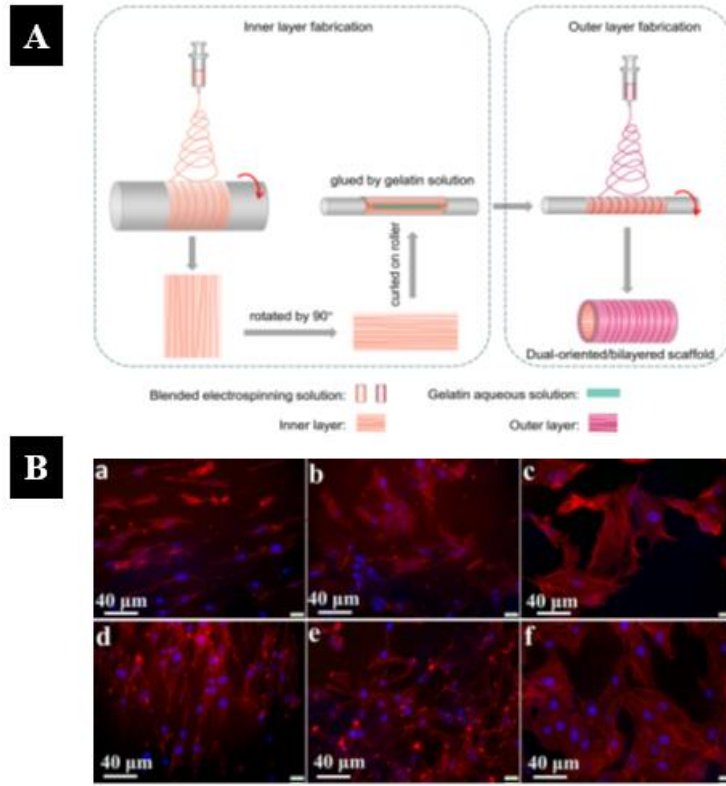
Li ve arkadaşları (2018), elektro-lif çekim yöntemi ile üretilmiş PCL bazlı yüzeyleri hem radyal yönelimli hem de rastgele dağılımlı şekilde nano ve mikro boyutlara sahip liflerle üretmişlerdir. Rastgele dağılımlı lifler için düz toplayıcı kullanılmışken radyal yönelimli lifler için döner toplayıcı tercih edilmiştir. Lif çapı ve oryantasyonunun hücre davranışına etkisinin incelendiği bu çalışmada lif boyutu fark etmeksizin radyal yönelimli liflerin, hücre tutunması ve büyümesi gibi hücresel aktivitelerde çok daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, lif oryantasyon yönü boyunca hizalanma eğiliminde olan insan umbilikal vasküler endotel hücreleri (HUVEC), birbirleri ile sinyalleşme aktivitesini daha kolay gerçekleştirebilmiştir (Şekil 4). Öte yandan, hücre zarı reseptörleri ve lifli matrisin ligandları arasındaki etkileşim, radyal yönelime sahip lifli yapılarda daha gelişkin olup hücre matrisi adezyonunu da geliştirmiştir [10].



Şekil 4. 1, 3 ve 5. günlerde farklı lifli yüzeyler üzerindeki HUVEC'lerin hücre iskeleti (Xuyan Li et al., 2018)

Lif oryantasyonunun hücresel aktiviteler üzerindeki etkilerini kapsayan araştırmaların yanı sıra farklı hücrelerin hücresel gelişimlerini en iyi düzeyde tutmak amacıyla hücre özelinde oryantasyon formu geliştirilmesi de araştırmacıların yoğunlaştığı konular arasındadır. Li ve arkadaşları (2019), kan damarının özel yapısını taklit etmek için, iki aşamalı bir elektro-lif çekim işlemi ile çift yönlü (farklı lif yönelimlerine sahip) ve çift katmanlı doku iskelesi

geliştirmişlerdir. Radyal ve eksenel yönelimli yüzeyler yüksek hızlı toplayıcı ile üretilmiş, sonrasında her bir katman birbirine dik olacak şekilde hizalanmıştır (Şekil 5A).



Şekil 5. (A) Çift yönlü /çift katmanlı iskelenin üretim sürecinin şematik gösterimi. (B) Nanolifli yüzeyler üzerindeki hücrelerin hücre iskeleti boyaması. (a–c) Yönlendirilmiş, rastgele dağılımlı ve TCP üzerinde SMC'ler, (d–f) sırasıyla yönlendirilmiş, rastgele dağılımlı ve TCP üzerinde EC'ler. Kırmızı: rodamin etiketli phalloidin ile boyanmış hücre iskeleti, mavi: DAPI ile boyanmış hücre çekirdeği [24].

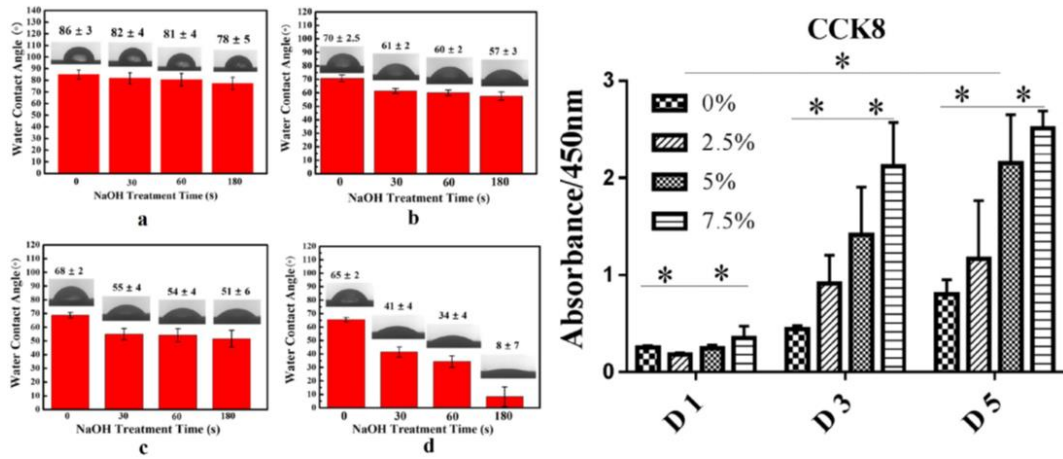
Üretilen hücre iskelelerinin hücresel aktiviteleri floresan mikroskop altında incelendiğinde, yönlendirilmiş iskelelerdeki SMC ve EC'lerin rastgele dağılımlı iskelelerden ve kontrol numunesinden (TCP) daha fazla gelişim gösterdiği ve iğ benzeri forma dönüşüğü gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, F-aktinin (hücre iskeletini oluşturan bir çeşit filament), tüm yönlendirilmiş iskelelerde lif oryantasyonu boyunca yayılım gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 5B) [24].

2.4 Yüzey Hidrofilitesi

Yüzey hidrofilikliği, bir iskele üzerindeki hücre davranışını etkileyen başlıca faktörlerden biri olup zayıf hidrofilite hücre yapışmasını kısıtlamaktadır [25]. Yüzey hidrofilitesi temelde doku iskelesi üretiminde kullanılan biyopolimer ile ilişkili olup bu malzemelerin makromoleküler yapısına bağlıdır. Amorf yapıda olan polimerler hidrofilik davranış gösterip hücre yapışmasına daha elverişli bir davranış sergilerken, kristalin formdaki polimerler hidrofob yapıdadırlar ve hücreler bu yüzeylere tutunmaya daha az eğilimlidirler [23]. Doku

iskelesi tasarımlarında, arzu edilen hücre tutunmasını sağlayabilmek amacıyla mekanik yönü kuvvetli ancak hidrofob polimerler ile hücrel aktiviteleri destekleyen hidrofilik polimerlerin karışım ve kopolimer şeklinde birlikte kullanımı pek çok araştırmacı tarafından tercih edilen bir yöntem olmuştur [26]. Yen ve arkadaşları, yüksek biyouyumluluğa sahip ipek lifinin hidrofob özelliğini baskılamak amacıyla ipek ve keratini birlikte kullanarak elektro-lif çekim yöntemi ile yüzeyler üretmişlerdir. Saf ipek lifli yüzeyin su temas açısı yaklaşık 72° iken bu değer %30 keratin ilavesi ile 33° 'ye düşmüştür. Bu sonuç daha yüksek hidrofiliteye ve dolayısıyla iyileştirilmiş hücre adezyonuna işaret etmektedir. Hücre analizi gerçekleştirilen yüzeylerde 2 saat sonunda saf ipek lifli yüzeydeki hücre adezyonu %5'ten az iken %30 keratin eklentili yüzeyde bu değer yaklaşık %27'dir [27].

Diğer yandan, bazı çalışmalarda hidrofilik özelliği geliştirmek adına çeşitli kimyasallar ile yüzey modifikasyon işlemleri gerçekleştirilmektedir. Zhao ve arkadaşlarının ürettiği PCL/PLA bazlı lifli yüzeylere %0, %2.5, %5 ve %7 oranlarında sodyum hidroksit (NaOH) ile modifikasyon işlemi uygulanmış ve bu işlemin hidrofilite ile hücrel adezyona etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda, NaOH'ın PCL/PLA yüzeyindeki ester ve hidroksil gruplarını hidrolize etmesi sonucunda yüzey hidrofilikliğini artırdığı, dahası hidrofilitesi artan yüzeylerin hücre ekiminin 1, 3 ve 5. günlerinde daha iyi hücre gelişimi gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 7) [25].



Şekil 7. Farklı konsantrasyonlarda NaOH çözeltisi ile aşındırılmış PCL/PLA iskelelerinin yüzeyinin su temas açısı: (a) PCL/PLA-0; (b) PCL/PLA-2.5; (c) PCL-PLA-5; (d) PCL/PLA-7 (sol görsel). NaOH çözeltileri ile muamele edilmiş PCL/PLA harmanlı köpük yapı iskelelerinin hücre canlılığı tahlili (sağ görsel) (Zhao et al., 2019).

3 SONUÇ

Doku mühendisliği uygulamalarındaki temel yaklaşım, doğal dokuları taklit ederek hasarlı dokunun yerini alabilecek ve hasarlı bölgeleri tedavi edebilecek doku iskeleleri oluşturmaktır. Bu noktada, hücrelerin kendi hücre dışı matrislerini oluşturmalarına imkân tanıyacak yapıların tasarlanması en önemli tasarım ölçütüdür. Geliştirilen doku iskelesi, hücre tutunmasına, infiltrasyonuna ve gelişimine izin vermeli, hücre-hücre ve hücre-matris etkileşimlerini destekleyebilmeli ve hücre yaşamı için gerekli olan besin/oksijen transferini sağlayabilmelidir. Bu kriterler doğrultusunda, doku iskelesi tasarımları için bazı tasarım

kısıtları ortaya çıkmaktadır. Yüzey tasarım parametreleri, araştırmacıların göz önünde bulundurmaları gereken en önemli noktalardan birisidir. Bu çalışma kapsamında, lif çapı, gözenek özellikleri, lif oryantasyonu ve yüzey hidrofiliği özelliklerinin hücre davranışına olan etkileri detaylıca incelenmiştir. Bu araştırmalar ışığında, nano lif düzeyine inen liflerin gözenek çapını azalttığı ve ancak optimum boyutta gözenek çapına sahip olan yüzeylerde hücrelerin infiltre olabildiği, artan gözeneklilik ile beraber hücrel aktivite geliştiği, belirli eksenlerde yönlendirilmiş liflerin hücreler arası oryantasyonu da sağladığı ve hücre-hücre etkileşimlerini artırarak hücre gelişimini desteklediği ve artan yüzey hidrofiliğinin hücre adezyonunu güçlendirdiğine dair çıktılar elde edilmiştir.

REFERANSLAR

- [1] Chandra, P. K., Soker, S., & Atala, A. (2020). Tissue engineering: current status and future perspectives. In *Principles of Tissue Engineering*. INC. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818422-6.00004-6>
- [2] Langer, R., & Vacanti, J. (1993). Tissue Engineering. *Science*, 260(5110), 920–926. <https://doi.org/10.1126/science.8493529>
- [3] Dziki, J. L., Huleihel, L., Scarritt, M. E., & Badylak, S. F. (2017). Extracellular Matrix Bioscaffolds as Immunomodulatory Biomaterials. *Tissue Engineering - Part A*, 23(19–20), 1152–1159. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2016.0538>
- [4] Barthes, J., Özçelik, H., Hindié, M., Ndreu-Halili, A., Hasan, A., & Vrana, N. E. (2014). Cell Microenvironment Engineering and Monitoring for Tissue Engineering and Regenerative Medicine: The Recent Advances. *BioMed Research International*, 2014(i). <https://doi.org/10.1155/2014/921905>
- [5] Yi, S., Ding, F., Gong, L., & Gu, X. (2017). Extracellular Matrix Scaffolds for Tissue Engineering and Regenerative Medicine. *Current Stem Cell Research & Therapy*, 12(3), 233–246. <https://doi.org/10.2174/1574888X11666160905092>
- [6] Luo, Y. (2020). Three-dimensional scaffolds. In *Principles of Tissue Engineering* (pp. 343–360). INC. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818422-6.00020-4>
- [7] Mabrouk, M., Beherei, H. H., & Das, D. B. (2020). Recent progress in the fabrication techniques of 3D scaffolds for tissue engineering. *Materials Science & Engineering C*, 110(February), 110716. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.110716>
- [8] Adhikari, K. R., Tucker, B. S., & Thomas, V. (2019). Tissue engineering of small-diameter vascular grafts. *Biointegration of Medical Implant Materials*, 1957, 79–100. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102680-9.00004-4>
- [9] Loh, Q. L., & Choong, C. (2013). Three-dimensional scaffolds for tissue engineering applications: Role of porosity and pore size. *Tissue Engineering - Part B: Reviews*, 19(6), 485–502. <https://doi.org/10.1089/ten.teb.2012.0437>
- [10] Li, Xuyan, Wang, X., Yao, D., Jiang, J., Guo, X., Gao, Y., ... Shen, C. (2018). Effects of aligned and random fibers with different diameter on cell behaviors. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 171(June), 461–467. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2018.07.045>
- [11] Haider, A., Haider, S., & Kang, I. K. (2018). A comprehensive review summarizing the effect of electrospinning parameters and potential applications of nanofibers in biomedical and biotechnology. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(8), 1165–1188. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.11.015>
- [12] Li, Y., Wang, J., Qian, D., Chen, L., Mo, X., Wang, L., ... Cui, W. (2021).

- Electrospun fibrous sponge via short fiber for mimicking 3D ECM. *Journal of Nanobiotechnology*, 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12951-021-00878-5>
- [13] Chen, M., Patra, P. K., Warner, S. B., & Bhowmick, S. (2007). The Role of Fiber Diameter in Adhesion and Proliferation of NIH 3T3 Fibroblast on Electrospun Polycaprolactone Scaffolds. *Tissue Engineering*, 13(3). <https://doi.org/10.1089/ten.2006.0205>
- [14] Milleret, V., Hefti, T., Hall, H., Vogel, V., & Eberli, D. (2012). Acta Biomaterialia Influence of the fiber diameter and surface roughness of electrospun vascular grafts on blood activation. *Acta Biomaterialia*, 8(12), 4349–4356. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2012.07.032>
- [15] Herrero-Herrero, M., Gómez-Tejedor, J. A., & Vallés-Lluch, A. (2018). PLA/PCL electrospun membranes of tailored fibres diameter as drug delivery systems. *European Polymer Journal*, 99(December 2017), 445–455. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2017.12.045>
- [16] Yalcin Enis, I., & Gok Sadikoglu, T. (2018). Design parameters for electrospun biodegradable vascular grafts. *Journal of Industrial Textiles*, 47(8), 2205–2227. <https://doi.org/10.1177/1528083716654470>
- [17] Xu, T., Miszuk, J. M., Zhao, Y., Sun, H., & Fong, H. (2015). *Electrospun Polycaprolactone 3D Nanofibrous Scaffold with Interconnected and Hierarchically Structured Pores for Bone Tissue Engineering*. 2238–2246. <https://doi.org/10.1002/adhm.201500345>
- [18] Rnjak-kovacina, J., & Weiss, A. S. (2011). Increasing the Pore Size of Electrospun Scaffolds. *Tissue Engineering*, 17(5). <https://doi.org/10.1089/ten.teb.2011.0235>
- [19] Lowery, J. L., Datta, N., & Rutledge, G. C. (2010). Effect of fiber diameter, pore size and seeding method on growth of human dermal fibroblasts in electrospun poly(ϵ -caprolactone) fibrous mats. *Biomaterials*, 31(3), 491–504. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.09.072>
- [20] Wang, X., Lou, T., Zhao, W., Song, G., Li, C., & Cui, G. (2016). The effect of fiber size and pore size on cell proliferation and infiltration in PLLA scaffolds on bone tissue engineering. *Journal of Biomaterials Applications*, 30(10), 1545–1551. <https://doi.org/10.1177/0885328216636320>
- [21] Abagnale, G., Steger, M., Nguyen, V. H., Hersch, N., Sechi, A., Joussem, S., ... Wagner, W. (2015). Surface topography enhances differentiation of mesenchymal stem cells towards osteogenic and adipogenic lineages. *Biomaterials*, 61, 316–326. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.05.030>
- [22] Yalcin Enis, I., Horakova, J., Gok Sadikoglu, T., Novak, O., & Lukas, D. (2017). Mechanical investigation of bilayer vascular grafts electrospun from aliphatic polyesters. *Polymers for Advanced Technologies*, 28(2), 201–213. <https://doi.org/10.1002/pat.3875>
- [23] Areias, A. C., Ribeiro, C., Sencadas, V., Garcia-Giralt, N., Diez-Perez, A., Gómez Ribelles, J. L., & Lanceros-Méndez, S. (2012). Influence of crystallinity and fiber orientation on hydrophobicity and biological response of poly(l-lactide) electrospun mats. *Soft Matter*, 8(21), 5818–5825. <https://doi.org/10.1039/c2sm25557j>
- [24] Li, Xingmao, Huang, L., Li, L., Tang, Y., Liu, Q., Xie, H., ... Tang, G. (2020). Biomimetic dual-oriented/bilayered electrospun scaffold for vascular tissue engineering. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 31(4), 439–455.

- <https://doi.org/10.1080/09205063.2019.1697171>
- [25] Zhao, N., Lv, Z., Ma, J., Zhu, C., & Li, Q. (2019). Fabrication of hydrophilic small diameter vascular foam scaffolds of poly(ϵ -caprolactone)/polylactic blend by sodium hydroxide solution. *European Polymer Journal*, 110(August 2018), 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2018.11.011>
- [26] Oztemur, J., & Yalcin Enis, I. (2020). The Role of Biopolymer Selection in the Design of Electrospun Small Caliber Vascular Grafts to Replace the Native Arterial Structure. In A. Hayaloğlu (Ed.), *Theory and Research in Engineering* (First, pp. 167–192). Gece Kitaplığı.
- [27] Yen, K. C., Chen, C. Y., Huang, J. Y., Kuo, W. T., & Lin, F. H. (2015). Fabrication of keratin/fibroin membranes by electrospinning for vascular tissue engineering. *Journal of Materials Chemistry B*, 4(2), 237–244. <https://doi.org/10.1039/c5tb01921d>

*UÇTEK 2024'te tekrar Adana'da
buluşmak dileğiyle...*



*Çukurova Üniversitesi
Tekstil Mühendisliği Bölümü*