

## Tencel Kumaşa Uygulanan Farklı Boyama Yöntemlerinin Seçilmiş Kumaş Performans Özelliklerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Mehmet AKBULUT<sup>1</sup> ORCID 0009-0000-8660-7513

Füsün DOBA KADEM<sup>2</sup> ORCID 0000-0002-7764-5910

R. Tuğrul OĞULATA<sup>\*2</sup> ORCID 0000-0003-2783-5246

<sup>1</sup>Oğuz Tekstil A.Ş., Adana

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 10.08.2023

Kabul tarihi: 25.12.2023

Atıf şekli/How to cite: AKBULUT, M., DOBA KADEM, F., OĞULATA, R.T., (2023). Tencel Kumaşa Uygulanan Farklı Boyama Yöntemlerinin Seçilmiş Kumaş Performans Özelliklerine Etkisinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(4), 1107-1115.

### Öz

Tencel kumaşlar genellikle dış giyimde, ev tekstili ve dekorasyon ürünlerinde kullanılmakta, çevre dostu bir lif olması nedeniyle son yıllarda önemi gittikçe artmaktadır. Literatürde farklı boyama yöntemleri ile boyanan tencel kumaşlarda yapılan araştırmalar incelendiğinde farklı performans gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada, %100 Tencel™ Lyocell hammaddesinden üretilen kumaş, işletme şartlarında dokunmuş ve jet boyama, e-kontrol boyama ve ön terbiye sonrası pad kesikli boyama olmak üzere 3 farklı yöntemle boyanmıştır. İşlem sonrasında boyalı kumaşların tuşesi Airo 24 makinesinde iyileştirilmiştir. Boyama sonrası kumaşlarda boncuklanma, yıkamadan sonrası boyut değişimi, pH tayini, yıkama haslığı, kopma ve yırtılma mukavemeti, kumaş sertliği gibi testler standartlara uygun olarak uygulanarak spektrofotometre ile renk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çalışma ile e-control boyamanın kumaş performansı açısından uygulanmasının daha doğru olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tencel kumaş, Sürdürülebilir lif, Boncuklanma, Haslık

### Different Dyeing Methods Applied to Tencel Fabric Evaluation of the Effect on Selected Fabric Performance Characteristics

#### Abstract

Tencel fabrics are generally used in outerwear, home textiles and decoration products, and their importance has been increasing in recent years due to being an environmentally friendly fiber. When the studies conducted in the literature on tencel fabrics dyed with different dyeing methods were examined, it was determined that they showed different performances. In this study, the fabric produced from 100% Tencel™ Lyocell raw material was woven under operating conditions and dyed with 3 different methods: jet dyeing, e-control dyeing and pad batch dyeing after pre-treatment. After the process, the touch of the dyed fabrics

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): R. Tuğrul OĞULATA, ogulata@gmail.com

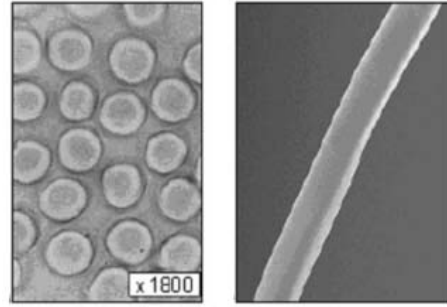
was improved on the Airo 24 machine. Tests such as pilling on fabrics after dyeing, size change after washing, pH determination, washing fastness, tensile and tear strength, fabric hardness were applied in accordance with standards and color evaluation was made with a spectrophotometer. With this study, it was concluded that the application of e-contol dyeing is more accurate in terms of fabric performance.

**Keywords:** Tencel fabric, Sustainable fibre, Pilling, Fastness

## 1. GİRİŞ

Tencel™ Lyocell son yıllarda kullanım alanı olarak geniş yelpazede yer alan rejenere selülozik bir elyafıdır. Tencel™ Lyocell lifi değişik özelliklerinden dolayı giysi, ev tekstili, teknik tekstiller gibi geniş bir alanda rahatlıkla kullanılmakta olup %100'e varan geri dönüşüm oranına sahip olması diğer tekstil hammaddelerine nazaran tercih edilebilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle de ekolojik bir alternatif oluşturmaktadır. Tencel™ Lyocell'in hammaddesi selüloz, biyolojik olarak çözülebilir, karbondioksitten nötralize olmuş, neredeyse sınırsız oranlarda temin edilebilir bir maddedir. Bu madde muhtelif ağaçlardan olduğu kadar bir yıllık bitkilerden de elde edilmektedir [1].

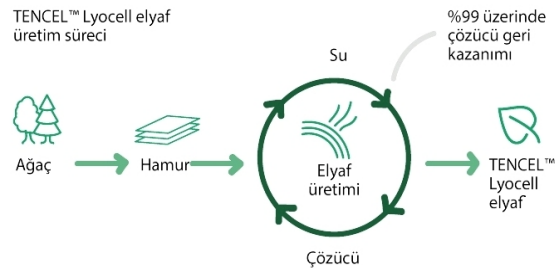
Rejenere selülozik esaslı bir elyaf türü olan tencel, yoğun mekanik işlemlere karşı yüksek bir dayanıma sahiptir. Yüksek yaş dayanımı ve modülü, kumaşlarda boyutsal dengeyi sağlamaktadır. Nefes alabilir özelliğe sahiptir, nemi çok iyi transfer eder ve vücudun terlemesi durumunda rahatsızlık hissi vermez. Birçok yıkamadan sonra bile parlaklığını ve rengini muhafaza eder dolayısıyla yüksek renk haslığına sahiptir. Tencel™ lyocell'in emicilik özelliği de oldukça yüksektir. Bu özellikten faydalanılarak yaş terbiye işlemleri boyunca lifin mükemmel bir şekilde şişmesi sağlanır. Böylece mamul kumaşta, yumuşak ve esnek bir tuşe elde edilir. Tencel™ lyocell iplikten kumaş konstrüksiyonu geliştirilirken lif şişmesi ve modülü göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek modul ve sağlamlık, kumaş içinde Tencel™ lyocell lifinin kolayca deforme olmayacağı ve daha kolay bir şekilde orijinal şeklini ve konumunu yeniden alacağı anlamına gelmektedir [2]. Şekil 1'de Tencel™ lyocell lifi enine kesiti ve boyuna görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 1. Tencel™ Lyocell lifi enine kesiti ve boyuna görüntüsü [1]

Tencel™ Lyocell liften ürünler, günlük giysilerden resmi giysilere kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Erkek, bayan ve çocuk giysileri, havlu ve bornozlar, çarşafklar, sportif giysiler, çoraplar, iç çamaşırları kullanım alanlarından bazılarıdır.

Tencel™ lyocell lifi, ağacın odun hamurundan çıkarılan selüloz hammaddesinin, tamamen geri kazanılabilen NMMO (N-metil morfolin – N-oksit) monohidrat çözültisinin bir çözücü madde olarak kullanıldığı kuru ve ıslak eğirme sistemi kullanılarak üretilmektedir [3]. Tencel™ Lyocell lifleri, diğer rejenere selüloz liflerine kıyasla daha ekolojik bir üretim yöntemine sahiptir ve biyolojik olarak tamamen parçalanabilmektedir. Şekil 2'de üretim döngüsü verilmektedir.



Şekil 2. Tencel kumaşın elde edilme aşamaları [4]

Rejenere bir lif olan Tencel™ lyocell lifinin üretimi aşağıda belirtildiği üzere 4 aşamada gerçekleşmektedir.

1. Ağaç hamurundan selüloz çıkarılarak odun hamuru elde edilir.
2. Çözelti oluşturulur,
3. Çözeltiden lif çekimi sağlanır,
4. Çözücüyü uzaklaştırmak için lif yıkanır ve kurutulur.



Şekil 3. Tencel™ lyocell liften kumaşın elde edilmiş aşamaları [4]

Şekil 3'te ağaç hamurundan elyaf-iplik ve kumaş elde edilme aşamalarının görseli yer almaktadır.

Tencel™ lyocell hammaddeden lif, iplik ve kumaşların boyanması konusu özellikle son yıllarda çevre dostu liflere verilen önemin artması ile farklı bir boyut kazanmıştır. Bu kapsamda literatüre katkı yapabilecek çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir.

Onur, Tencel™ lyocell liften kumaşların dikiş mukavemetini değerlendirdiği çalışmada, atkı, çözgü ve verev dikişlerde en uygun dikiş parametrelerinin belirlenmesi ve en uygun dikiş ipliği seçiminin yapılabilmesini hedeflemiştir. Bu amaçla farklı gramajlarda ve farklı doku türlerinde 4 farklı kumaş ve 6 farklı dikiş ipliği kullanılmıştır. Belirli uzunluklarda atkı, çözgü ve verev yönlerde hazırlanan kumaşlara 2 farklı dikiş sıklığında dikiş denemeleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan kumaşlar, mukavemet ve uzamada belirgin bir farklılık göstermiş, bez ayağı örgü yapısında en yüksek dikiş mukavemeti değerleri elde edilmiştir [1]. Dikiş ipliklerinin kalınlaşmasıyla, atkı, çözgü ve verev yönlerde dikiş mukavemet değerlerinin arttığı, dikiş ipliklerinin

incelmesiyle dikiş mukavemetinin azaldığı, verev yönde en yüksek mukavemet, çözgü yönünde en düşük mukavemet, ayrıca dikiş sıklığı artımının mukavemet ve uzamayı arttırdığı tespit edilmiştir. [5].

Alp, Tencel™ lyocell liften kumaşların farklı dikiş tiplerinde yıkama öncesi ve yıkama sonrası dikiş büzgülerinin oluşumunu incelediği bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada Tencel™ lyocell denim kumaş 8 farklı özellikte aynı incelikte dikiş ipliği ile atkı, çözgü ve verev yönde dikilmiş, üzerine çırma ve gaze süsleme dikişleri 2 farklı dikiş sıklığında uygulanmıştır. Denim kumaşların dikiş büzgüleri gözlemlenmiş, kot yıkama yapılarak yıkamadan sonraki dikiş büzgüleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Tencel™ lyocell denim kumaşların poliester (spun veya corespun) ipliklerle dikilmesinin daha uygun olduğu, pamuk dikiş ipliğinin uygun olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca denim kumaşların dikiminde dikiş sıklığının 4 batış/cm ve daha az olmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır [6].

Bilir çalışmasında, %25 Tencel™ lyocell-%75 pamuk, %50 Tencel™ Lyocell -%50 pamuk, %75 Tencel™ Lyocell -%25 pamuk, %100 Tencel™ Lyocell, %100 pamuk iplikleri, atkı ipliği olarak kullanarak 5 farklı karışım oranında dokuma kumaşlar elde etmiştir. Çalışmada, kumaş kompozisyonundaki Tencel™ lyocell oranının ipliklerin ve kumaşların özelliklerine etkilerinin istatistiksel olarak sonuçları değerlendirilmiş ve karışımdaki tencel oranı artıkça iplik kopma mukavemeti değerinin azaldığı görülmüştür. Karışımdaki Tencel™ lyocell oranının artmasının kumaşların yırtılma mukavemeti ve hava geçirgenliği değerlerinin artmasına neden olduğu görülmüştür [7].

Farklı oranlarda üretilen Tencel™ lyocell pamuk karışımı ipliklerin performans özelliklerinin incelenmesi amacı ile %25-%75, %50-%50, %75-%25 Tencel™ lyocell -pamuk, %100 Tencel™ lyocell ve % 100 penye pamuk olmak üzere aynı büküm ve doğrusal yoğunluğa sahip iplikler aynı üretim hattında üretilmişlerdir. Üretilen ipliklerin mukavemet özellikleri (kopma kuvveti, kopma mukavemeti, kopma uzaması, kopma işi),

düzensizlik, tüylülük, ince-kalın yer, büküm canlılığı ve bobin sertliği değerleri standartlara uygun bir şekilde ölçülmüştür. Çalışma sonucunda karışımdaki Tencel™ lyocell lif oranının ipliklerin mukavemet özelliklerine ve düzensizlik özelliklerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve karışımdaki Tencel™ lyocell oranı arttıkça ipliklerin kopma yükü, kopma uzaması, kopma mukavemeti, kopma işi değerlerinin arttığı; % Um, % Cvm, ince-kalın yer sayısının ve neps değerlerinin ise azaldığı görülmüştür [8].

Özen ve Erdem İşmal'in çalışmasında çevre dostu, yapay ve selüloz esaslı rejenere bir lif olan Tencel™ Lyocell üzerine doğal boyama ve bitkileri şablon gibi kullanarak baskı uygulamaları yapılmıştır. Soğan kabuğu, zerdeçal, kök boya, nar kabuğu, endüstriyel bir yan ürün olan prina gibi doğal boyar madde kaynakları, potasyum alüminyum sülfat (şap), demir II sülfat, bakır II sülfat, kalay klorür gibi mordan maddeleri ile birlikte kullanılmıştır. Sistemik bir yaklaşımla en iyi uygulama koşulları ve sonuçlar belirlendikten sonra bitkilerle birlikte mümkün olan en düşük miktarlarda mordan maddeleri kullanılarak canlı, keskin kenarlı ve etkileyici görsel efektler elde edilmiştir. Birbirinden tamamen farklı, özgün ve tekrar edilemeyen bu desenler giysi tasarımları şeklinde sunulmuştur. Tasarımlarda kullanılan giysi modellerinin bol ve deseni gösterecek şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Giysilerde farklı model ve ölçüler kullanılmış, doğal boyama ve eko baskı tekniği uygulanarak renklendirmenin yanı sıra çeşitli bitkilerin izleri de net bir şekilde kumaş yüzeyinde elde edilerek desenlendirme yoluyla özgün tasarımlar yapılmıştır [9].

Özen ve Erdem İşmal'in başka bir çalışmasında, Tencel™ lyocell kumaşın renklendirilmesi için, çeşitli bitkiler ve bitkisel atıklardan elde edilen doğal boyar maddeler ile birlikte düşük miktarlarda mordan maddeleri kullanılarak doğal boyama uygulamaları yapılmış ve renklendirme özellikleri incelenmiştir. Bademin dış yeşil kabuğu, pirina, ceviz kabuğu, soğan kabuğu, nar kabuğu, zerdeçal, kök boya, biberiye ve tarçın gibi doğal boyar madde kaynakları, özütleme yöntemiyle, potasyum alüminyum sülfat (şap), demir II sülfat, bakır II sülfat mordan maddelerini kullanarak ön

mordanlama yöntemine göre doğal boyamada kullanılmışlardır. Mümkün olan en az mordan ve boyar madde miktarları kullanılarak elde edilen doğal boyamaların renkleri incelenmiş, görsel kıyaslamaların yanı sıra renk ölçümleri ve yıkama haslığı özellikleri değerlendirilmiştir. Numunelerin yıkama haslık değerleri 4-5 olarak belirlenmiştir [10].

Özdemir ve Doba Kadem'in çalışmasında, pamuk ve Tencel™ lyocell liflerinden üretilen iplikler ile yuvarlak örme makinesinde süprem örme kumaş yüzeyleri oluşturulmuş ve elde edilen kumaşlar dijital baskı yöntemiyle renklendirilmiştir. Tencel™ lyocell ve pamuklu kumaşların, dijital baskı işlemi öncesinde ve sonrasında kuruma davranışının nasıl etkilendiğini tespit edebilmek için kuruma davranışı ve transfer kılcal ıslanma kabiliyeti deneysel olarak tespit edilerek numunelerin su ile olan etkileşimi değerlendirilmiştir. Kurumanın zamana bağlı hızının dolayısıyla kütle değişiminin ve transfer kılcal ıslanma kabiliyetinin literatürde var olan sonuçlarla uyumlu olduğu gözlenmiştir [11].

Bu çalışmada %100 Tencel™ lyocell dokuma kumaşa, ön terbiye işlemi yapılarak 3 farklı boyama yöntemi uygulanmıştır. Boya sonrası kumaşlara boncuklama, yıkamadan sonra boyut değişimi, pH tayini, yıkama haslığı, kopma ve yırtılma mukavemeti, kumaş sertliği gibi testler standartlara göre uygulanmış, spektrofotometre ile renk değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

## **2. MATERYAL VE METOT**

Çalışmada kullanılan %100 Tencel™ lyocell hammaddeden kumaş, işletme şartlarında dokunmuş ve ön terbiye sonrası 3 farklı yöntemle boyanmış mamul hale getirilmiştir. %100 Tencel™ lyocell dokuma kumaşın çözümlü ve atkı ipliği aynı hammaddeden Ne 24/1 iplik numarasında, çözümlü sıklığı 45 tel/cm, atkı sıklığı 26 tel/cm, örgüsü ise 2/1 S dimi olarak üretilmiştir. %100 Tencel kumaş, seçilmiş bir tekstil terbiye işletmesinde bir grup ön terbiye işlem adımlarından geçilerek boyalı kumaşların seçilmiş performans özellikleri

değerlendirilmiştir. Çalışmada, jet boyama işleminden geçen kumaş A, e-control (pad dry benzeri bir yöntem olup soğuk şekilde emdirme uygulamasıdır ve 1 saat gibi kısa bir sürede 25-30 bin metrenin boyanabilmesi sağlanmaktadır) boyamadan geçen kumaş B, emdirme yöntemi olan pad batch boyamadan geçen kumaş ise C kodu ile ifade edilmiştir.

**Çizelge 1.** Dokuma kumaş üretim şartları

Toplam çözgü tel sayısı	6602	
Tarak no (diş/tel)	135\3	
Tarak eni (cm)	163	
Atkı sıklığı (tel/cm)	Ham	25
	Mamul	26

Çalışmada kullanılan kumaşın haşıl yıkama işlemi 25 m/dk 95°C sıcaklıkta yapılmış, ramöz makinesinde 20 m/dk hızla 150°C'de kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işlemi 80°C'de çift yüz olarak uygulanmıştır [12]. Söz konusu işlemlerin devamında;

Jet boyamada %100 Tencel™ lyocell kumaş (A kumaşı) 8 saat halat halinde jet makinasında reaktif boyar madde ile boyanmıştır [12]. Kumaş, jet boyama makinesinde 8 saat yardımcı kimyasalla işlem görmüş jetten çıkan kumaşa 20 m/dk 150°C'de ramöz makinesinde kurutma yapılmıştır. Airo 24 isimli makinede apre işlemi yapılmış, kumaş tutumu iyileştirilmiştir.

Jet boyamada boyarmadde, sodyum sülfat, soda, iyon tutucu, kırık önleyici, stabilizatör kullanılmış ve nötralize ile işlem tamamlanmıştır.

E-control boyamada %100 Tencel™ lyocell kumaş (B kumaşı), soğuk şekilde emdirme yöntemi ile 30 m/dk 200°C sıcaklıkta açık ende reaktif boyar madde ile boyanmış ve sonrasında 80°C'de açık en yıkanmış, 20 m/dk 150°C'de ramöz makinesinde kurutma yapılmıştır [12]. Airo 24 isimli makinede apre işlemi yapılmıştır.

E-control boyamada, boyarmadde, boya bağlayıcı, ıslatıcı, kırık önleyici, soda bağlayıcı kullanılmıştır.

Pad batch boyamada ise, %100 Tencel™ lyocell kumaş soğuk boyama emdirme yöntemi ile 20 m/dk açık ende reaktif boyarmadde ile boyanmış (C kumaşı) ve 24 saat dönmeye bırakılmıştır. 80°C'de açık en yıkanmış, 20 m/dk 150°C'de ramöz makinesinde kurutma yapılmıştır [12]. Airo 24 isimli makinede apre işlemi yapılmış, kumaş tutumu iyileştirilmiştir.

Pad batch boyamada boyarmadde, ıslatıcı, silikat boya bağlayıcı ve kostik boya bağlayıcı kullanılmıştır.

Airo 24 makinesinde, üç kumaşa da 15 m/dk ile 150°C'de fulardda apre kimyasalı verilerek son tuşe elde edilmiştir [12].

%100 Tencel™ lyocell kumaşın farklı boyama yöntemleri sonrası standartlara göre seçilmiş performans testleri yapılmıştır. Empa Standart Sn 198525'a göre boncuklanma (pilling testi), TS EN ISO 5077'ye göre yıkamadan sonra boyut değişimi, ASTM D 4032-94 standardına göre kumaş sertliği (stiffness), TS EN ISO 3071 standardına göre pH ölçümü, TS EN ISO 105-C06 standardına göre yıkama haslığı, TS EN ISO 13934-1 standardına göre kumaş kopma mukavemeti, ASTM D1424 standardına göre de kumaş yırtılma mukavemeti testi yapılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

%100 Tencel™ lyocell hammaddeden kumaşın, ön terbiye sonrası farklı yöntemle boyanmış kumaşlarına uygulanan performans testleri sonucu, elde edilen veriler Çizelge 2-7'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Boncuklanma (pilling) testi sonuçları [12]

Numune	A Kumaşı	B Kumaşı	C Kumaşı
1	4/5	4/5	4/5
2	4/5	4/5	4/5
3	4/5	4/5	4/5
4	4/5	4/5	4/5
5	4/5	4/5	4/5
Ortalama	4/5	4/5	4/5

Çizelge 2'den boncuklanma değerinin üç boyama yöntemi sonucunda da 4/5 olarak iyi olduğu görülmektedir.

Tencel™ lyocell lifinin fibrillenme eğilimi diğer selülozik liflere göre daha yüksektir. Tencel, 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. Tencel liflerinin fibrilasyon eğilimi şişme durumu ile ilişkilidir. Reaktif boyar maddeler tencel lifinin fibrilasyon davranışı üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Reaktif boyar maddeler selüloz zincirleriyle çapraz bağlanarak, ıslak işleme sırasında fibrilasyonu azaltmaktadır [3]. Boncuklanma değerinin iyi olması da bu durumla açıklanabilir.

Çizelge 3'te çalışmada kullanılan kumaşların yıkamadan sonra boyut değişimi değerleri yer almakta olup, bu değerler kumaş çekme değerleridir.

**Çizelge 3.** Yıkamadan sonra boyut değişimi sonuçları (%) [12]

Numune No	A Kumaşı		B Kumaşı		C Kumaşı	
	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı	Çözgü	Atkı
1	4,5	1	4	2	3	1
2	4,5	1	4	2,5	3,5	0,5
3	5	2	5	1,5	3,5	1
Ortalama	4,6	1,3	4,3	2,0	3,3	0,8
Standart Sapma	0,29	0,58	0,58	0,50	0,12	0,29

Çalışmanın yürütüldüğü işletmede çözgü ve atkı doğrultusunda kabul edilen yıkamadan sonra boyut değişimi (çekme veya uzama) maksimum %3.5 olarak dikkate alınmaktadır. Uygulamalardan sadece Pad Batch boyamada C kumaşında istenilen değere ulaşılabilmektedir.

İşletme şartlarında yapılan üç boyama uygulaması sonucu kumaşların pH ölçüm değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** pH Tayini Sonuçları [12]

Numune No	A Kumaşı	B Kumaşı	C Kumaşı
1	7,27	7,28	7,57
2	7,10	7,14	7,35
3	7,05	7,21	7,41
Ortalama	7,14	7,21	7,44
Standart Sapma	0,12	0,07	0,11

Çizelge 4'ten boyama işlemi yapılmış mamul kumaşın üçünün de işletme şartlarında istenilen pH değerini (6-8 aralığı) sağladığı görülmektedir.

**Çizelge 5.** Yıkama haslığı test sonuçları [12]

Numune No	A Kumaşı	B Kumaşı	C Kumaşı
1	3-4	4-5	4-5
2	3-4	4-5	4-5
3	3-4	4-5	4-5
Ortalama	3-4	4-5	4-5

Çizelge 5'te yıkama haslığı değerleri incelendiğinde, B ve C kumaşlarının oldukça iyi haslık değerini sağladığı ancak halat halinde boyamanın yapıldığı A kumaşında orta düzeyde bir değer elde edildiği görülmektedir. Jet boyama işleminden geçen A kumaşının halat boyama sonrası halat açma yapıp açık en halinde rolıklere sarılıp sonrasında gördüğü işlem adımlarından da rengin istenilen verimlilikte tutmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 6'da ise kumaşların spektrofotometrik renk analizleri gösterilmektedir. Minolta marka CM 3600 model spektrofotometre cihazı ile gözlemci açısı 10° olacak şekilde, D65 gün ışığı altında ölçümler yapılmıştır.

L\*: Açıklık/ koyuluk değeri (100: beyaz, 0: siyah)  
a\*: Kırmızılık/ yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b\*: Sarılık/ mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

C: Doymunluk

h: Renk cinsi [9]

Bir rengin a (Kırmızılık/ yeşillik) değeri arttığında daha kırmızı nüanslı olduğu, azaldığında ise daha yeşil nüansa kaydığı anlaşılmaktadır. Bir rengin b (Sarılık/mavilik) değeri arttığında ise renk daha

fazla sarı nüansa sahip olup, azalması durumunda mavi nüansa doğru kaymaktadır [10].

**Çizelge 6.** Spektrofotometre ölçüm tablosu [12]

	A Kumaşı		B Kumaşı		C Kumaşı	
	Yıkama öncesi	Yıkama sonrası	Yıkama öncesi	Yıkama sonrası	Yıkama öncesi	Yıkama sonrası
L*	28,17	25,57	72,66	71,63	43,31	42,56
a*	12,89	13,06	7,47	7,44	10,14	10,07
b*	1,23	1,09	8,48	7,84	18,39	18,42
c	12,95	13,1	11,3	10,81	21,0	21,0
h	185,46	184,77	48,63	46,5	63,12	61,33

Çizelge 6 incelendiğinde, üç kumaşta da yıkama sonrasında rengin daha açık olduğu, yıkama sonrası A kumaşının daha kırmızı nüanslı olduğu, B ve C kumaşlarının daha yeşil nüansa kaydığı anlaşılmaktadır.

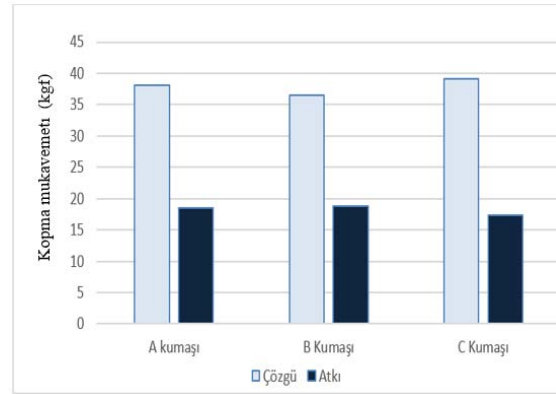
**Çizelge 7.** Kumaş sertliği (stiffness) test sonuçları

Numune No	A Kumaşı	B Kumaşı	C Kumaşı
1	77	91	67
2	78	67	81
3	60	88	67
4	65	73	58
5	58	96	70
Ortalama (gf)	67,6	83	68,6
Standart Sapma	9.40	12.39	8.26

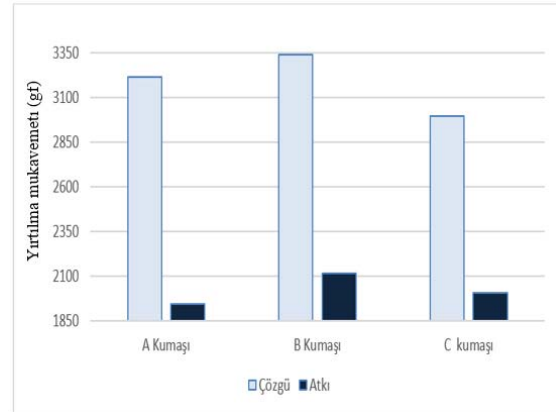
Çizelge 7’de kumaş sertlik değerleri verilmiş olup bu değer yüksek olması kumaşın sertliğinin arttığı (daha rijit olduğu) anlamına gelmektedir. Çalışmada, jet boyama işleminden geçen kumaş A ve pad batch boyamadan geçen kumaş C daha yumuşak, E-control boyamadan geçen kumaş B ise 83 gf değeri ile daha rijit bir kumaş özelliği göstermiştir. E-control boyama işleminin diğer iki yöntemle kıyaslandığında kurutma ve Airo 24 adımları aynı olsa da, söz konusu kumaşın çok kısa sürede bir seferde uzun metrajlarda işlem gördüğü dikkate alındığında, emdirme uygulamasında daha fazla kimyasal bünyesine alması nedeniyle tuşenin daha sert olduğu kanaati oluşmuştur. Jet boyama işleminde kumaşın daha fazla işleme maruz kalması, dolayısıyla kumaşın daha fazla yorulması, uygulanan işlem adımlarının kumaş tutumun daha

yumuşak olmasını sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

Şekil 4’te kumaşların kopma mukavemeti grafiği incelendiğinde değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Kumaş kopma mukavemetinin, boyama yöntemi olarak, farklı boyama uygulamalarından fazla etkilenmediği şeklinde yorumlanabilir.



**Şekil 4.** Kumaş kopma mukavemeti sonuçları [12]



**Şekil 5.** Kumaş yırtılma mukavemeti sonuçları [12]

Şekil 5’te yırtılma mukavemeti grafiği incelendiğinde özellikle atkı yırtılma mukavemetinde sonuçlar birbirinden oldukça farklı bulunmuştur. Jet boyama işlemi görmüş A kumaşının makinede kalma süresinin daha fazla olması, halat halinde işlem görmesi ve halat açma işlemi ve devamında kumaşın gördüğü muameleler, yırtılma mukavemeti gibi terbiyenin her

aşamasından etkilenebilen bir performans özelliğini olumsuz anlamda etkilemiştir. Açık en halinde işlem gören B kumaşında boyama işleminin daha kısa sürede gerçekleşmesi C kumaşının yırtılma mukavemetinden daha yüksek atkı yırtılma mukavemeti göstermiştir. B kumaşının boyama işleminde fazla yıpranmadığı (işlem süresinin diğerlerine göre daha kısa olması nedeniyle) düşünüldüğünde, hem atkı hem çözgü yırtılma mukavemetinin daha yüksek çıkması beklenen bir durum olarak değerlendirilebilir.

Yırtılma mukavemetinin lif özellikleri, iplik özellikleri, kumaş özellikleri ve kumaşa uygulanan terbiye işlemleri gibi farklı faktörlere bağlı olması nedeniyle kontrol edilebilmesi zor olduğu düşünülmektedir. Kumaşların kullanım yerine uygun olarak hammadde seçimi, kullanılacak atkı-çözgü sıklıklarının, doku türünün, kumaşa uygulanacak terbiye işlemlerinin, istenilen yırtılma mukavemetine göre seçilmesi önerilir [13].

#### **4. SONUÇ**

Özellikle son zamanlarda çevre dostu olarak tekrar geri dönüştürülebildiğinden, Tencel™ lyocell lifi konusunda araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Kendine has yumuşak bir tutumu olan, pamuğun yapısına benzerlik gösteren Tencel™ lyocell lifi, boyanabilmesi, baskı ile renklendirilebilmesi, konfor özelliklerinin tercih edilebilmesi ile kumaş performansı açısından daha fazla kullanım alanı bulmakta olan bir tekstil ham maddesidir.

Çalışmada kullanılan %100 Tencel™ lyocell hammaddeden kumaş, işletme şartlarında dokunmuş ve ön terbiye sonrası jet boyama, e-control boyama ve pad batch boyama olmak 3 farklı yöntemle boyanmış mamul hale getirilmiştir. İşlem sonrasında boyanan üç kumaşın Airo 24 isimli makinede tuşesi iyileştirilmiştir. Boyama sonrası kumaşlara boncuklanma, yıkamadan sonra boyut değişimi, pH tayini, yıkama haslığı, kopma ve yırtılma mukavemeti, kumaş sertliği gibi testler standartlara göre uygulanmış, spektrofotometre ile renk değerlendirmesi yapılmıştır.

Boncuklanma değerinin üç boyama yöntemi sonucunda da 4/5 olarak iyi olduğu görülmektedir.

Bunun sebebinin kullanılan reaktif boyar maddenin lifin fibrilasyon davranışı üzerinde olumlu etki yaratmış olduğu ile açıklanabilir.

Boyama işlemi yapılmış kumaşların üçünün de işletme şartlarında istenen pH değerini (6-8 aralığı) sağladığı görülmüştür.

Yıkama haslığı test sonuçları değerlendirildiğinde, sadece jet boyama işleminden geçen kumaşın haslık değeri düşük bulunmuştur. Halat boyama sonrası halat açma yapılıp açık en halinde rolilere sarılıp sonrasında gördüğü işlem adımlarından dolayı rengin istenilen verimlilikte tutmadığı düşünülmektedir.

Spektrofotometrede yapılan analiz sonucunda L\*, a\*, b\*, c, h değerleri olarak üç kumaşın da yıkama sonrasında renk değişimi olduğu, rengin açıldığı görülmektedir.

Kumaşların kopma mukavemeti ölçümlerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilirken, yırtılma mukavemeti değerlerinde özellikle e-control boyama yapılan kumaşın hem atkı hem çözgü yırtılma mukavemetinin daha yüksek çıkmasının, diğer yöntemlere göre boyama işleminde kumaşın fazla yıpranmadığı durumu düşünülerek değerlendirilebilir.

Kumaşların boyama sonrasında aynı tuşe işlemine tabi tutulduğu dikkate alındığında, üç yöntemden sadece e-control boyamadan çıkan kumaşın daha sert tutumda bulunduğu görülmüştür. Emdirme uygulamasında kumaşın daha fazla kimyasalı bünyesine alması nedeniyle daha sert tuşeye sebep olduğu kanaati oluşmuştur.

#### **5. TEŞEKKÜR**

Yazarlar olarak, OĞUZ TEKSTİL. AŞ (Adana) ve BOSSA A.Ş. ye (Adana) desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

#### **6. KAYNAKLAR**

1. Onur, N., 2009. Tencel Kumaşlarda Dikiş Parametrelerinin Dikiş Mukavemetine Etkilerinin İncelenmesi.Yüksek Lisans Tezi,



- Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, 102.
2. Tencel, <https://karsu.com.tr/urunler/modaipleklerle/tencel/>. Erişim tarihi: 05.08.2023
  3. Ögüt, T., Kaya Nacarkahya, T., Özden, K., Çelikten, E., 2022. Farklı Derişimlerdeki NaOH Çözeltisi ile Muamele Edilmiş Ecocell® (Lyocell) Öorme Kumaşların Doğal Boyama Efektinin İncelenmesi. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi-UÇTEK 2022 Bildiri Kitabı, 353-359, Adana, Türkiye
  4. Tencel Kumaş Özellikleri, <https://tekstilbilgi.net/tencel-nedir.html>. Erişim tarihi: 10.08.2023.
  5. Çitoğlu, F., Onur, N., 2010. Tencel Kumaşlarda Dikiş Parametrelerinin Dikiş Mukavemetine Etkilerinin İncelenmesi. Tekstil ve Konfeksiyon, 20(4), 359-365.
  6. Alp, E., 2010. Tencel Kumaşlarda Farklı Parametrelerde Dikiş Büzgülerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, 72.
  7. Bilir, T.B., 2016. İplik Kompozisyonundaki Tencel Oranının İplik ve Kumaş Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, 120.
  8. Bilir, T.B., Şardağ, S., 2017. Tencel ve Pamuk Karışımli İpliklerin Performans Özelliklerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 22(1), 13-27.
  9. Özen, Ö., Erdem İşmal, Ö., 2021. Tekstil Tasarımına Ekolojik Bir Yaklaşım: Lyocell Üzerine Doğal Boyama ve Eko Baskı. Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi, 26, 109-130.
  10. Özen, Ö., Erdem İşmal, Ö., 2023. Doğadan İlham Alan Çevre Dostu Tasarımlar İçin Bir Potansiyel Olarak Lyocell Lifleri ve Doğal Boyalar. Sanat&Tasarım Dergisi, 13(1), 201-213.
  11. Özdemir, Ş., Doba Kadem, F., 2019. An Experimental Study on Drying Behavior in Digital Printed Fabrics. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi (DEU FMD), 21(63), 927-932.
  12. Akbulut, M., 2022. Tencel Kumaşa Uygulanan Farklı Boyama Yöntemlerinin Kumaş Performansına Olan Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, 73.
  13. Doba Kadem, F., Oğulata, R.T., 2009. Boyalı İpliklerden Üretilen Farklı Konstrüksiyonlardaki Pamuklu Kumaşlarda Kumaş Yırtılma Mukavemetinin Regresyon Analizi. Tekstil ve Konfeksiyon, 19(2), 97-101.

