

## Farklı Atkı Sıklıklarına Sahip Denim Kumaşların Aşınma Sonucunda Değişen Optik Özelliklerinin İncelenmesi

Sabiha SEZGİN BOZOK\*<sup>1</sup> ORCID 0000-0002-8464-0405  
R. Tuğrul OĞULATA<sup>1</sup> ORCID 0000-0002-6840-5296

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 03.01.2022

Kabul tarihi: 21.03.2022

Atıf şekli/ How to cite: SEZGİN BOZOK, S., OĞULATA, R.T., (2022). Farklı Atkı Sıklıklarına Sahip Denim Kumaşların Aşınma Sonucunda Değişen Optik Özelliklerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37(1), 187-195.

### Öz

Denim kumaşlar, günlük hayatta kullanım sıklığı en fazla olan tekstil ürünlerinden birisidir. Kullanım esnasında yoğun aşınmaya maruz kalabilen denim ürünlerinde kumaş yapısının zarar görmesiyle meydana gelen optiksel değişiklik de kaçınılmaz hale gelmektedir. Çalışmada, denim kumaşların aşınma ile değişen optik özelliklerini inceleyebilmek amacıyla 3/1 Z dimi dokunmuş, konstrüksiyonunda boyasız olan atkı ipliğinin sıklıkları farklı (16, 20, 24 atkı/cm), çözgü iplikleri ise boyalı üç farklı denim kumaşın aşındırma işlemleri sonunda değişen renk değerleri incelenmiştir. 1000, 2500, 5000, 7500, 10000 aşındırma devirleri sonunda yapılan renk ölçümleri aşındırma öncesi değerlerle karşılaştırılmış ve bu şekilde denim kumaşların renk değişim davranışının incelenmesi amaçlanmıştır. Numunelerde 2500 devir aşındırma sonrasında ilk belirgin toplam renk farkı değeri elde edilmiştir. Uygulanan en yüksek aşındırma devrinden sonra renksiz atkı ipliği sıklığı en az olan numunelerde renk kuvvetindeki düşüş diğerlerine göre daha az çıkmıştır. Numunelerin aşındıkça renk tonlarının mavi ve yeşil tona kaydığı, renklerinin parlaklaştığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** Aşınma, Denim kumaş, Optik özellik, Kubelka-munk, Renk değişimi

### Investigation of Changed Optical Properties of Denim Fabrics Caused by Abrasion

#### Abstract

Denim fabrics, which people use often in daily life, are exposed to wear intensively during use. In denim fabric products, which can be exposed to intense wear during use, optical changes that occur due to damage to the fabric structure. In this study, in order to examine the changed optical properties of denim fabrics caused by wear, the changing color values of three different denim fabrics, woven with 3/1 Z twill, undyed weft yarn densities (16, 20, 24 weft/cm), with dyed warp yarns, were investigated. The color measurements made at the end of 1000, 2500, 5000, 7500, 10000 abrasion cycles and the results were compared which calculated by using the values before abrasion and it was aimed to examine the

---

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Sabiha SEZGİN BOZOK, [sbozok@cu.edu.tr](mailto:sbozok@cu.edu.tr)

color change behavior of denim fabrics in this way. The first significant total color difference value was obtained after 2500 abrasion cycles on the samples. After the highest abrasion cycle applied, the decrease in color strength was less in the samples with the lowest density of colorless weft yarn compared to the other samples. It has been determined that as the samples erode, their color tones shift to blue and green tones and their colors become brighter.

**Keywords:** Abrasion, Denim fabric, Optical properties, Kubelka-munk, Color difference

## 1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisinde belirgin bir yere sahip olan denim kumaşlar, geniş yaş aralıklarındaki kullanıcılar tarafından tercih edilen popüler ürünlerden birisidir. Kumaşı oluşturan ipliklerin çeşidine, doku türüne, kumaş yapısına göre farklı çeşitlerde üretilebilmektedir [1].

Dokuma türü denim kumaşların temel üretim basamakları; iplik eğirme, çözgü hazırlama, çözgü ipliği boyama, haşılama, dokuma, terbiye, kontrol ve katlama, paketlenme ve sevkiyat şeklinde sıralanabilmektedir [2]. En çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan denim kumaş konstrüksiyonu genelde 2/1 ya da 3/1 Z dimi şeklindedir. Bu şekildeki kumaş konstrüksiyonlarında çözgü ipliği kumaş yüzeyinde atkı ipliğine göre daha belirgin görüldüğü için çözgü iplikleri indigo boyalı, atkı iplikleri ise boyasız, beyaz renkte kullanılmaktadır.

İndigo boya, insan sağlığına zararlı olmayan, sentetik ve doğal olarak üretilebilen, mavi tonlarıyla denim kumaşlar için vazgeçilmez olan boya türlerinden birisidir [3]. Denim üretiminde tercih edilen özelliklere göre ürün geliştirme için kumaş üretiminden sonra mekanik ve kimyasal bitim işlemleri uygulanabilmektedir. Taş yıkama, enzim yıkama, kumlama, mekaniksel abrasyon, su jeti ve lazer işlemleri gibi farklı işlemlerle son kullanıcının isteğine göre denim ürünlerine farklı etkiler ve özellikler kazandırılabilir [4].

Tekstilde aşınma dayanımı, malzemenin başka bir yüzeye sürtünmesi sonucu liflerin, ipliklerin ve kumaşların fiziksel olarak zarar görmesine, parçalanmasına karşı gösterdiği dirençtir. Günlük hayatta kullanım sıklığı fazla olan diğer tekstil ürünlerinde olduğu gibi denim kumaşlar da kullanım esnasında aşınmaya fazla maruz

kalmaktadır. Kumaşların aşındırma dayanımını etkileyen faktörler genel olarak lif türü, iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonu şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıca uygulanan fonksiyonel bitim işlemleri de denim kumaşların aşınma dayanımı, renk haslığı gibi özelliklerini de olumlu yönde etkileyebilmektedir [5-7]. Denimde görülen aşınma sonucu renk solma eğiliminin sebebi; kumaş yüzeyindeki çözgü ipliklerinin indigo ile renklendirildiğinde sadece iplik yüzeyine yakın liflerin boyanması, iplik merkezindeki liflerin ise renksiz kalmasından kaynaklanmaktadır [8]. Denim ürünlerde kullanım sırasında meydana gelen aşınma etkileri, mavi liflerin kısmen yapıdan ayrılmasıyla giderek daha fazla beyaz lifin açığa çıkmasıyla sonuçlanır. Denim kumaş tüketicilerin bir kesiminin tercih ettiği aşınma sonucu oluşan eski görünüm hem üretim aşamasındaki bitim işlemleriyle hem de kullanım aşamasında meydana gelmektedir. Bu renk etkisini tercih eden son kullanıcıların yanında belli bir tüketici kesiminin de değişmeyen, düz renk denim ürünlerine talebinin son yıllarda arttığı tespit edilmiştir [9].

Daha önce yapılmış bir çalışmada, lacivert renkte boyanmış, %100 pamuklu bezayağı kumaşlara Martindale Aşınma metodu ile farklı devirlerde aşındırma uygulanıp, her devir sonunda krokmetre cihazı kullanılarak numunelerin yaş ve kuru sürtme haslığı ölçülmüştür [10]. Sonuçlarda beklendiği gibi aşındırma tur sayısı arttıkça numunelerin haslık derecelerinin düştüğünü, özellikle bu düşüşün en fazla 10000 ile 12000 aşındırma devirleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Değişen atkı sıklığının pamuk ve polyester karışımli gömleklilik kumaşların yüzey aşınmasına etkisinin incelendiği bir çalışmada; atkı sıklığının artışının kumaşların aşınma dayanımlarını arttırdığı ortaya koyulmuştur [11]. Yapılan bir çalışmada değişen pamuk oranlarında bambu,

viskon ve modal karışımı farklı süprem örme kumaşlara 5000, 10000, 15000 ve 20000 tur aşındırma uygulanmış ve her devir sonunda numunelerin spektrofotometre ile CIELAB renk sistemine göre L\*, a\*, b\*, C, h, K/S (renk kuvvetleri) ve  $\Delta E^*$  (toplam renk farkı) değerleri elde edilmiştir [12]. İstatistiksel olarak da değerlendirilen çalışma sonuçlarında, K/S ve C değerlerinin tur devirleri sonundaki değişim davranışlarının birbirine yakın olduğunu, özellikle 5000 tura kadar L\* (açıklık-koyuluk) değerlerinin devir sayısı arttıkça arttığını (kumaş renginin açıldığını), 5000 turdan sonra aşındırmanın kumaşın renk değerlerine etkisinin azaldığını ortaya koymuşlardır.

Alpay, Becerir ve Akgün (2005); farklı numaralarda iplik içeren, dokuma türleri farklı ve farklı sıklık değerlerine sahip yün içerikli dokuma kumaşların aşınma sonrası değişen renk değerlerini incelemiştir [13]. Kumaşların yüzde reflektans değerlerinin en yüksek 2500 aşınma devrinden sonra görülmüştür. Z di mi örgülü ancak atkı sıklıkları farklı olan iki numuneden atkı sıklığı daha yoğun olan numunenin aşınma sonrası yüzde reflektans değeri daha yüksek çıkmıştır. Atkı sıklığı daha az numunenin ise 2500 tur aşındırma sonrası devir sayısı arttıkça yüzde reflektans değerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak atkı sıklığı daha yoğun olan numunenin, sıklığı daha az olan numuneye göre aşınmadan daha fazla etkilendiği, aşındırma öncesi numunelere göre renklerinin daha çok değiştiği ortaya koyulmuştur. Başka bir çalışmada pamuklu kumaşların yine her aşındırma devri sonunda renk ölçümleri yapılmış ve en büyük reflektans ve renk değişiminin 0-2500 aşındırma devirleri arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir [14]. Yapılan benzer bir çalışmada; farklı ipliklerden elde edilmiş ve farklı tipte yumuşatıcı uygulanmış pamuklu kumaş numunelerine aşındırma sonrası yapılan renk ölçümlerinde L\* ve K/S değerlerindeki en fazla değişimin yine 2500 devir sonunda olduğu tespit edilmiştir [15]. Siro ipliğinin kullanıldığı kumaşların aşınma dayanımı diğerlerine göre daha düşük olduğu için bu kumaşların aşındırma sonrası  $\Delta L^*$  değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Bu çalışmada; atkı ipliği boyasız, çözgü ipliği boyalı denim kumaşların aşındırma sonrası renk değişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Boyasız olan atkı ipliği sıklık artışının, denim kumaşların aşındırma sonrası renk değişimini nasıl etkilediği CIELAB renk sistemine göre elde edilen renk değerlerine göre incelenerek tespit edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan denim kumaş numunelerinin çözgü iplikleri (Ring iplik, %100 pamuk, Ne 13,5) sentetik indigo boyarmadde (DyStar Indigo Vat 40% solution, C.I. Reduced Vat Blue 1) ile boyalı; atkı iplikleri (Pamuk, Ring iplik, Ne 16 + Elastan, 78 dtex) boyasızdır. Kumaş üretim bilgileri; tarak numarası 68/4, tarak eni 215 cm şeklinde olup, numune kodları ve diğer bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Denim numunelerin kumaş özellikleri

Numune	Atkı sıklığı (atkı/cm)	Çözgü sıklığı (tel/cm)	Gramaj (gr/m <sup>2</sup> )
D16	16	42	328,7
D20	20	42	355,6
D24	24	42	369,2

Denim kumaşların çözgü ipliklerinin boyama işlemi için iplikler önce sülfür boya (Fenazol Eco Black RD-BS, CAS No.1326-82-5) teknesinden (90°C) geçirilmiş, ardından 9 tekne indigo boya (2,4 gr/L, 35°C) ile işlem görmüştür. Boya teknesinde bulunan diğer yardımcı kimyasallar; iyon tutucu, antioksidan, sodyum hidroksit, siyah kükürt boyarmadde, ıslatıcı, dispergator ve hidrosülfid şeklindedir. Denim kumaşlarda indigo boyama öncesi yapılan kükürt boya ile boyama işlemi; sadece indigo kullanıldığında elde edilen renk tonunu koyulaştırmak, daha ekonomik bir boyama işlemi uygulamak gibi nedenlerle yapılmaktadır [16]. Buna karşılık denim boyamada kükürt boyarmadde ile yapılan ek işlemler, sürtünme haslığını düşürmek gibi bir dezavantaja da neden olabilmektedir. Apre işlemleri için denim

## Farklı Atkı Sıklıklarına Sahip Denim Kumaşların Aşınma Sonucunda Değişen Optik Özelliklerinin İncelenmesi

numuneler boyama sonrası 10 gr/L yumuşatıcı ve ardından 2 gr/L ıslatıcı ile işlem görmüştür.

3 farklı atkı sıklığına sahip denim numunelerin CIELAB-renk sistemine göre 3-boyutlu renk koordinatları Çizelge 2’de sunulmuştur. Bu değerlerden yola çıkarak numunelerin atkı sıklığı arttıkça; L\* değeri artmış (numunelerin renklerinde koyuluk azalmış), a\* değeri düşmüş (renk yeşile yaklaşmış), b\* değeri artmış (renk sarıya yaklaşmış), C değeri düşmüş (doygunluk azalmış) ve h değeri (renk tonu maviden uzaklaşmış) azalmıştır [17].

**Çizelge 2.** Numunelerin CIELAB renk değerleri

	Renk değerleri				
	L*	a*	b*	C	h
D16	20,02	0,9	-7,1	7,16	277,19
D20	22,06	0,55	-6,71	6,74	274,68
D24	24,83	0,17	-6,37	6,38	271,56

### 2.2. Metod

Farklı atkı sıklığına sahip denim numuneleri aşındırmak için ISO 12947-3 standardı referans alınarak James Heal - Martindale cihazı kullanılmıştır. Numuneler 9 kPa basınç altında 1000, 2500, 5000, 7500 ve 10000 devir boyunca aşındırılmıştır.

Her devir sonunda 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. Bu modda yansıtıcı bileşen yüzeyden yansıyan ışıktır ve yansıma açısı ışığın gelme açısına eşittir [18]. RealColor 1.3® yazılımı kullanılarak numunelerin aşındırma öncesi ve aşındırma devirleri sonundaki renk farklılıkları hesaplanmıştır. Ölçümlerin hassasiyeti açısından renk analizleri, numuneler iki katlı olacak şekilde ve kumaşların atkı yönünden 90° açı yapacak doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda  $\Delta L^*$ (açık-koyuluk farkı),  $\Delta E^*$ (toplam renk farkı),  $\Delta C$ (doygunluk değeri),  $\Delta H^*$  (renk tonu) değerleri elde edilip karşılaştırılmıştır. Toplam renk farkı değeri aşağıdaki Eşitlik 1 esas alınarak hesaplanmaktadır [17]. Formüllerde belirtilen

‘numune’ aşındırılmış numunelerin; ‘standart’ ise numunelerin aşındırma öncesi renk değerlerini ifade etmektedir.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

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 630 nm’deki K/S değerleri esas alınmıştır.

$$K/S = (1 - R)^2 / (2R) \quad (2)$$

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

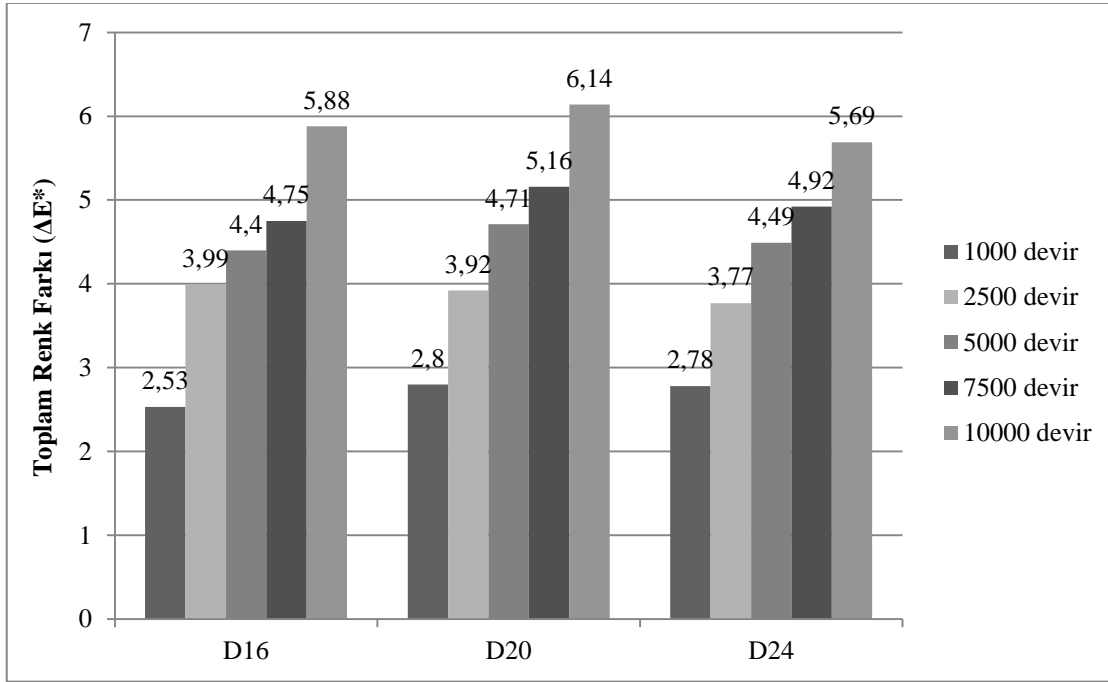
### 3.1. Denim Numunelerin Aşındırma Sonrası Renk Farklılık Değerleri

Farklı atkı sıklıklarına sahip denim kumaşların aşındırma öncesi ve aşındırma sonrası ölçülen renk değerleri farkı Şekil 1 ve Çizelge 3’de sunulmuştur. Şekil 1’de toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ ) değerleri incelendiğinde beklendiği gibi tüm numunelerin ilk renklerine göre renk farklılığı ile aşındırma devir sayıları doğru orantılıdır. Tüm denim numunelerde, ilk renklerine göre oluşan birinci en belirgin artış 1000 ve ardından 2500 devir sonrasında görülmüştür. 2500-7500 devir arasındaki toplam renk farkı değişimleri diğer devirlerdeki değişimlere göre nispeten azdır. Daha önce yapılmış benzer çalışmalarda da kumaşların renginde meydana gelen büyük değişiklikler ilk tur olan 2500 devir sonrasında tespit edilmiş ve bu noktada paralel bir sonuç elde edilmiştir [13,14].

Tüm numunelerde oluşan ikinci belirgin toplam renk farkı değişiminin 10000 devir sonrasında olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık değerinin, diğer numunelere göre D20 numunesinde daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıntılı inceleyebilmek açısından Çizelge 2’deki renk değişim değerleri incelendiğinde D16 numunesinin 10000 devir sonrası açıklık-koyuluk ( $\Delta L^*$ ) değerinin diğer numunelere göre yüksek olduğu,

yani renklerinin aşınma sonucunda daha fazla açıldığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç, denim numunelerde boyasız atkı sıklığı azaldıkça yüksek devirdeki aşınma sonucunda oluşan renk açıklığının arttığını ortaya koymaktadır. Çizelge 2'deki diğer renk değişim değerleri incelendiğinde numunelerin her aşındırma devri sonrasında a\* ve b\* değerlerinin düştüğü yani renklerinin yeşil ve mavi tona kaydığı dikkat çekmektedir.  $\Delta b^*$  değeri tüm aşındırma devirlerinde en fazla düşen yani renk tonu en fazla maviye doğru kayan numune atkı sıklığı en fazla olan D24 numunesidir. 10000 devir sonunda  $\Delta a^*$  değeri en fazla değişen yani renk tonu yeşile doğru kayan numune ise D20

numunesi olmuştur. CIELAB renk sisteminde çok canlı renklerde 'a\*' ve 'b\*' nin ekstrem değerleri  $\pm 80$  civarındadır [17]. Numunelerin aşındıkça renklerinin açılmasına ve canlılığını yitirmesine karşılık yeşil ve mavi tonlara kaymasının, siyah renkteki kükürt boyarmaddenin düşük haslığa sahip olmasından dolayı sürtünme sonucu kumaştan uzaklaşması ve kalan mavi indigo boyanın daha çok ön plana çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca aşınma sonucunda kumaş yüzeyine çıkan liflerin (tüylülüğün), kumaş yüzeyinin ışığı yansıtma derecesini değiştirmesiyle bu optiksel değişime katkısının fazla olduğu bilinmektedir [19].



Şekil 1. Denim numunelerin aşındırma öncesi ile aşındırma sonrası toplam renk farkı değerleri

Numunelerin aşınma öncesi ve sonrası renklerdeki doygunluk değerleri farkı ( $\Delta C$ ) incelendiğinde, aşınma devri arttıkça numunelerin rengindeki doygunluk değerinin arttığı, matlığın azaldığı görülmektedir. Aşınma sonucunda oluşan renkteki doygunluk değerindeki artış atkı sıklığıyla ters orantılıdır. İlk renklerine göre renk açıklığı ( $\Delta L^*$ ) ve toplam renk farkı ( $\Delta E^*$ ) diğer numunelere göre düşük olan 24 atkı/cm sıklığına

sahip denim numunelerin 10000 devir sonrası doygunluk artışı diğer numunelere göre daha fazla çıkmıştır.

Numunelerin renk tonu açısı farklılığı değerleri incelendiğinde ( $\Delta H$ ); artan aşınma devirleri sonucunda bu değerlerin de artmış olduğu görülmektedir. Atkı sıklığı arttıkça aşınma ile numunelerde oluşan renk tonu açısı farklılığı

### Farklı Atkı Sıklıklarına Sahip Denim Kumaşların Aşınma Sonucunda Değişen Optik Özelliklerinin İncelenmesi

azalmıştır. 10000 devir sonunda en fazla renk tonu değişimi 16 atkı/cm sıklığına sahip olan denim numunelerinde olduğu tespit edilmiştir.

#### 3.2. Denim Numunelerin Renk Kuvveti Değerleri

Numunelerin renk kuvvetini tespit edebilmek amacıyla Kubelka-Munk teorisine göre hesaplanan K/S değerleri Şekil 2’de sunulmuştur. ‘K’ değeri absorpsiyon katsayısı; ‘S’ değeri ise ışık saçılım katsayısıdır [20]. Aşınma öncesi tüm numunelerin K/S değerleri incelendiğinde; renksiz olan atkı ipliğinin kumaştaki sıklığı arttıkça numunelerin K/S değerlerinin düştüğü görülmektedir. Bu değer, boyarmaddenin konsantrasyonu ve renk koyuluğu ile doğru orantılı şekilde değişmektedir. Atkı

sıklığının azalması; yüzeyde mavi renkte çözgü ipliklerinin daha yoğun görünmesini, böylece denim numunelerin renk kuvvetinin daha fazla olmasını sağlamıştır. Diğer bir deyişle K/S değerleri direkt olarak yansıtma ile ilgili olduğu için beyaz renkte atkı ipliğinin kumaşta daha yoğun görünmesi ışığı daha fazla yansıtmasına böylece K/S değerini de düşürmesine yol açmıştır. Tüm numunelerin aşınma devri arttıkça K/S değerleri de düşmüştür. Sürtünme sonucu kumaştan uzaklaşan boya, renkli iplik yapısından ayrılan lifler numunelerin renk kuvvetinin azalmasına sebep olmuştur. Numunelerin K/S değerindeki en belirgin azalma 10000 aşındırma devri sonunda görülmüştür. Bu düşüş, ilk K/S değerlerine göre azalan sırayla D16, D20, D24 şeklindedir.

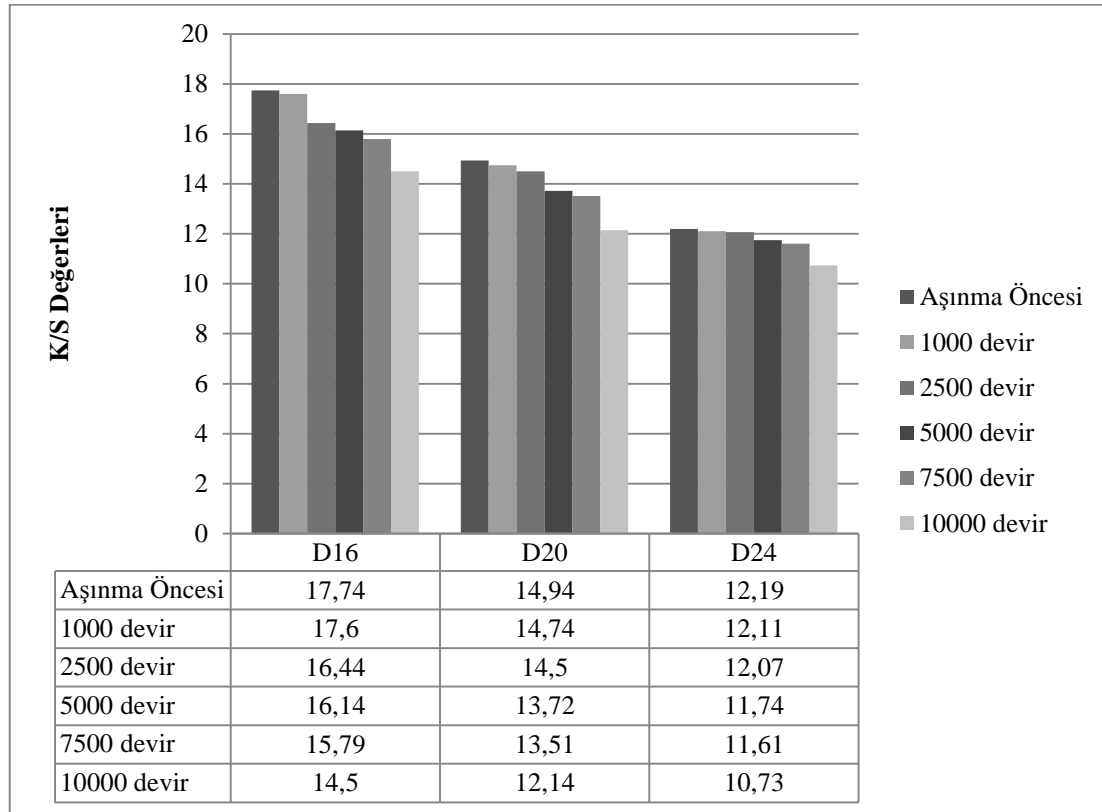
**Çizelge 3.** Denim numunelerin aşınma öncesi ve sonrası renk farklılık değerleri

Aşındırma devri	Renk farklılığı	D16	D20	D24
1000 devir	$\Delta L^*$	1,171	1,32	1,071
	$\Delta a^*$	-0,596	-0,604	-0,488
	$\Delta b^*$	-2,165	-2,394	-2,516
	$\Delta C$	2,114	2,372	2,519
	$\Delta H^*$	0,758	0,687	0,472
2500 devir	$\Delta L^*$	2,475	2,281	1,509
	$\Delta a^*$	-0,882	-0,863	-0,744
	$\Delta b^*$	-3,005	-3,072	-3,373
	$\Delta C$	2,949	3,055	3,387
	$\Delta H^*$	1,055	0,923	0,676
5000 devir	$\Delta L^*$	2,824	2,92	2,149
	$\Delta a^*$	-1,058	-1,067	-0,921
	$\Delta b^*$	-3,201	-3,532	-3,834
	$\Delta C$	3,146	3,522	3,858
	$\Delta H^*$	1,212	1,098	0,81
7500 devir	$\Delta L^*$	3,167	3,252	2,477
	$\Delta a^*$	-1,139	-1,151	-1,006
	$\Delta b^*$	-3,353	-3,843	-4,134
	$\Delta C$	3,3	3,837	4,164
	$\Delta H^*$	1,286	1,169	0,871
10000 devir	$\Delta L^*$	4,456	4,27	3,576
	$\Delta a^*$	-1,49	-1,584	-1,183
	$\Delta b^*$	-3,404	-4,131	-4,265
	$\Delta C$	3,364	4,157	4,311
	$\Delta H^*$	1,577	1,512	1,005

10000 aşındırma devri sonunda K/S değerlerinde; en az düşüşün atkı sıklığı en fazla olan D24 numunelerinde olduğu görülmektedir.

Kumaş yapısında atkı sıklığı azaldıkça, numunenin aşındığı alandaki boyalı bölge de küçülmektedir. Bu doğrultuda, yapıdan uzaklaşan boyalı lifler azalmakta ve renk kuvvetindeki değişim de daha az olmaktadır. Ancak 10000 devir sonunda renk kuvvetinde azalma oranı D16 ve D20 numunelerinde oldukça yakın çıkmıştır.

Özellikle 7500-10000 devir arasındaki aşınma D20 numunelerinin optik özelliklerinin fazla miktarda (Şekil 1) değişmesine yol açmıştır. Dokuma kumaşlarda atkı ve çözgü ipliklerinin kesişim noktaları arttıkça kumaşın ışığı yansıtma miktarı düşer ve parlaklığı azalır [21]. Boyalı atkı iplik sıklığı 20 atkı/cm olan numunelerin (D20) optiksel anlamda bu kesişim noktalarının ve aşınan boyalı alanının diğer numunelere göre daha kritik oranda kaldığı düşünülmektedir.



Şekil 2. Aşındırma öncesi ve sonrası numunelerin K/S değerleri

D20 numunelerin kesişim noktalarının D16 numunelerine göre fazla olması ışığın daha az yansıtılmasına; aşınmaya maruz kalan boyalı alanının D16 numunelerine göre daha az olması ise ışığı daha fazla yansıtmasına yol açmaktadır. Sonuçlara göre bu denge sebebiyle 10000 aşınma devri sonunda D16 ve D20 numunelerinin renk

kuvvetlerinin birbirine yakın seviyelerde azalmasına yol açmıştır.

#### 4. SONUÇLAR

Denim kumaşlar özellikle günlük giysiler için sıklıkla kullanılan, üretim hacmi yüksek ve

kullanım sıklığı fazla olan ürünlerdir. Birçok tekstil ürününde olduğu gibi denim ürünleri de başka yüzey ile sürtünme sonucu bir aşınmaya ve eski görünümüne sahip olmaktadır. Kumaşların aşınma dayanımı, farklı standartlar doğrultusunda kütle kaybı, boncuklanma gibi farklı metodlarla incelenilmektedir. Bu çalışmada da denim kumaşların farklı devirlerde aşındırma işlemi sonucu değişen renk özellikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. 16, 20 ve 24 atkı/cm şeklinde farklı atkı sıklıklarına sahip, diğer üretim özellikleri aynı olan denim numuneler aşındırılmıştır.

Yüzeyde beyaz renkte atkı ipliği yoğunluğunun aşınma ile değişen optik özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çözgü ipliği siyah sülfür boya üstüne indigo boyalı; atkı ipliği ise boyasız (beyaz) renkte olan numunelerde beklediği gibi atkı sıklığı arttıkça K/S değerleri (renk kuvvetleri) düşük çıkmıştır. Tüm numunelerde özellikle 2500 devir aşınma sonrası belirgin bir renk değişimi (toplam renk farkı,  $\Delta E^*$ ) görülmüştür. Numuneler aşındıkça renkleri açılmış, renk tonları mavi ve yeşile kaymıştır. En fazla renk değişimi D20 numunelerinde olmuştur. Tüm numunelerin renk kuvvetlerindeki en fazla düşüş ise 10000 devir sonunda görülmüştür. Renk kuvvetinde en az düşüş, renksiz atkı ipliği sıklığı en fazla olan D24 numunelerinde görülmüştür. Aşınan boyalı bölgenin diğerlerine göre daha az olması bu numunenin reflektans değerlerinin fazla değişmemesini sağlamıştır. 16 ve 20 atkı/cm sıklığına sahip numunelerin 10000 aşınma devri sonundaki renk kuvvetlerindeki düşüş ise birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Bunun da, D16 numunelerinin kumaş bağlantı noktalarının D20 numunelerine göre daha düşük olması ancak boyalı bölgenin daha fazla olması nedenleriyle iki numune arasında bir denge durumu oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu noktada bu yorumu destekleyebilmek adına farklı atkı sıklıklarında daha çeşitli numuneler ile ileride benzer çalışmaların yapılması öngörülmektedir. Ayrıca sonraki çalışmalarda denim kumaşların konstrüksiyonu değiştirilerek, çözgü ipliğini boyamak için farklı boyarmadde konsantrasyonlarında çalışarak da aşınma ile

değişen renk özellikleri ayrıntılı olarak incelenebilir.

## 5. TEŞEKKÜR

Çalışmamız için kumaş teminini sağlayan BOSSA Ticaret ve Sanayi İşletmeleri firmasına teşekkür ederiz.

## 6. KAYNAKLAR

1. Koç, E., Ayyıldız, Ç., 2005. Denim Kumaş Üretim Esasları. Dünya ve Türkiye'deki Ticaret Durumu, *Tekstil ve Mühendis*, 12(59), 35-42.
2. Annapoorani, S. G., 2017. Introduction to Denim: Sustainability in Denim. Duxford, UK: Woodhead Publishing, 765.
3. Paul, R., 2015. Denim and Jeans: An Overview. Denim: Manufacture, Finishing and Applications. Cambridge: Woodhead Publishing, 1-11. DOI:10.1016/C2013-0-16377-5.
4. Jucienė, M., Dobilaitė, V., Kazlauskaitė, G., 2006. Influence of Industrial Washing on Denim Properties. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 12(4), 355-359.
5. Güneşoğlu, S., 2015. The Statistical Investigation of the Effect of Hydrophilic Polyurethane Coating on Various Properties of Denim Fabric. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(3), 256-262.
6. Sezgin Bozok, S., Ogulata, R.T., 2021. Effect of Silica Based Sols on the Optical Properties and Colour Fastness of Synthetic Indigo Dyed Denim Fabrics. *Coloration Technology*, 137, 209-216. <https://doi.org/10.1111/cote.12521>.
7. Sezgin Bozok, S., Ogulata, R.T., 2021. Asidik/Bazik Ortamlarda ve Farklı Miktarlarda Çapraz Bağlayıcı ile Elde Edilen Silika Kaplamaların Pamuklu Denim Kumaşlara Etkilerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(1), 273-281.
8. Elmogahzy, Y.E., 2020. Performance Characteristics of Traditional Textiles: Denim and Sportswear Products. *Engineering Textiles, The Textile Institute Book Series*, Woodhead Publishing, 346.



9. The Unfading Denim Industry, 2020, <http://www.wastra.in/the-unfading-denim-industry.php>, Erişim Tarihi:17.02.2022.
10. Can, Y., İnanç, L., 2017. Pamuklu Bezayağı Kumaşlarda Aşınma Etkisi ile Sürtme Haslığı Değişimi. Düzce Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5, 50-55.
11. Tayyar, A.E., Sarı, F., Yağız, İ., 2011. Gömleklik Kumaşlarda Yapısal Parametrelerin Kumaşın Aşınma Direncine Etkileri. Tekstil ve Mühendis, 18(84), 23-26.
12. Demiroz Gun, A., Tiber, B., 2011. Color, Color Fastness and Abrasion Properties of 50/50 Bamboo/cotton Blended Plain Knitted Fabrics in Three Different Stitch Lengths. Textile Research Journal, 81(18), 1903-1915.
13. Alpay, H.R., Becerir, B., Akgün, M., 2005. Assessing Reflectance and Color Differences of Cotton Fabrics After Abrasion. Textile Research Journal, 75(4), 357-361. DOI:10.1177/0040517505053807.
14. Alpay, H.R., Becerir, B., Akgün, M., 2005. Assessment of Reflectance and Color Differences of Wool Fabrics After Abrasion. Textile Research Journal, 75(8), 607-615. DOI: 10.1177/0040517505057423.
15. Cimilli Duru, S., Açıkgöz Tufan, H., Şahin, U. K., 2020. Assessing Color Differences of Cotton Fabrics Made from Different Yarns After Abrasion. Tekstil ve Konfeksiyon, 30(2), 108-116.
16. Tölek, Ş., Doba Kadem, F., 2016. An Investigation on Colour Analysis and Fastness Properties of the Denim Fabric Dyed with a Different Method. Tekstil ve Konfeksiyon, 26(2), 198-204.
17. Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, Bornova, İzmir, 308.
18. Hosoya, Y., Shiraishi, T., Odatsu, T., Ogata, T., Miyazaki, M., Powers, J.M., 2010. Effect of Specular Component and Polishing on Color of Resin Composites. Journal of Oral Science, 52(4), 599-607.
19. Esfandiari, A., Firouzi-Pouyaei, E., Aghaei-Meibodi, P., 2014. Effect of Enzymatic and Mechanical Treatment on Combined Desizing and Bio-polishing of Cotton Fabrics. The Journal of The Textile Institute, 105(11), 1193-1202.
20. Nobbs, J.H., 1985. Kubelka-munk Theory and the Prediction of Reflectance. Review of Progress in Coloration and Related Topics (Color Technol.), 15, 66-75.
21. Akgün, M., Alpay, H. R., Becerir, B., 2012. Kumaş Yapısal Parametreleri ile Reflektans Değerleri Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17(1), 93-106.

