



# Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 16.05.2023  
Kabul Tarihi : 04.09.2023

Received Date : 16.05.2023  
Accepted Date : 04.09.2023

## İPLİĞİ BOYALI PAMUKLU KUMAŞLARDA AĞARTMA İŞLEMİNİN MUKAVEMETE VE RENK FARKINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BLEACHING PROCESS ON STRENGTH AND COLOR DIFFERENCE IN YARN DYED COTTON FABRICS

Gonca ŞİMŞEK GÜNDÜZ<sup>1\*</sup>(ORCID: 0000-0002-3355-0645)  
Feyza AKARSLAN KODALOĞLU<sup>2</sup>(ORCID: 0000-0002-7855-8616)

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi, Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil Teknolojisi Programı, Denizli, Türkiye  
<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Gonca ŞİMŞEK GÜNDÜZ, gsimsek@pau.edu.tr

#### ÖZET

Günümüzde ekolojik ve ekonomik üretim çok daha fazla önem kazanmıştır. Klasik ağartma yöntemlerinin su ve enerji kullanımının yüksek olması nedeniyle ekolojik ve ekonomik açıdan incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca ağartma işleminde tekstil materyaline zarar vermeden istenilen rengin elde edilmesi de önemlidir. Çalışmada ağartmalı ve ağartmasız proses ile iki farklı renkte boyanan ipliklerden kumaş dokunmuştur. Kumaşların kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti ölçülmüş, ağartmalı ve ağartmasız boyama prosesleri arasındaki fark istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ağartma işlemi yapılarak boyanan ipliklerden elde edilen kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetlerinin istatistiki olarak daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca ağartmasız boyama prosesi ile boyanan ipliklerden üretilen iki farklı renk kumaşın renk farkı değerleri incelenmiştir. Koyu renkli kumaşlarda ölçülen renk farkı değeri kabul edilebilir aralıkta çıkmıştır. Açık renkli kumaşlarda ölçülen renk farkı değeri kabul edilebilir aralığın dışında çıkmıştır. Özellikle açık renkli boyamalarda klasik ağartma yöntemleri dışında, tekstil materyaline zarar vermeden istenilen rengin elde edildiği, ekonomik, ekolojik ve sürdürülebilir ağartma yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ağartma, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, renk farkı ( $\Delta E$ )

#### ABSTRACT

Today, ecological and economic production has gained much more importance. Due to the high water and energy consumption of conventional bleaching methods, they need to be examined from both ecological and economic perspectives. Additionally, it is important to obtain the desired color without damaging the textile material in the bleaching process. In this study, fabric was woven from yarns dyed in two different colors using bleached and unbleached processes. The breaking strength and tear strength of the fabrics were measured, and the difference between bleached and unbleached dyeing processes was statistically analyzed. Fabrics obtained from yarns dyed after the bleaching process were found to have statistically lower breaking and tear strengths. Furthermore, the color difference values of two different color fabrics produced from yarns dyed with the unbleached dyeing process were examined. According to the results, the color difference value measured on dark colored fabrics was within an acceptable range. The color difference value measured on light-colored fabrics exceeded the acceptable range. Especially for light-colored dyeing, beyond classical bleaching methods, it is necessary to develop economical, ecological and sustainable bleaching methods that achieve the desired color without damaging the textile material.

**Keywords:** Bleaching, breaking strength, tear strength, color difference ( $\Delta E$ )

ToCite: ŞİMŞEK GÜNDÜZ, G., & AKARSLAN KODALOĞLU, F., (2023). İPLİĞİ BOYALI PAMUKLU KUMAŞLARDA AĞARTMA İŞLEMİNİN MUKAVEMETE VE RENK FARKINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(4), 843-852.

## GİRİŞ

Tüm sektörlerde olduğu gibi tekstil sektöründe küreselleşen dünyada başarılı olmanın en önemli şartı rekabet edebilme gücüne sahip olmaktır. Üretimde maliyetlerin düşürülmesi, verimliliğin artırılması rekabet gücünü arttıran faktörlerdendir. Bu artış, üretimde, ihracatta gelişmeyle sonuçlanmakta, karlılık artmakta, böylece yatırımlarda hızlanmakta ve istihdam artmaktadır (Adıgüzel, 2011). Türk tekstil sektörü gittikçe yoğunlaşan rekabet ortamında başarılı olmak için üretimini, ürün kalitesini ve rekabet gücünü arttırmak zorundadır (Kaya ve Oduncu, 2016; Kaya, 2013). Rekabet gücünü arttıran bir diğer faktör çevreye duyarlı üretimdir. Çevresel kirlilik ve kaynak kullanımı konusunda dünya kapasitesi aşılmaya başlamıştır. Çevresel kirliliğin olumsuz etkileri kendisini tüm dünyada göstermektedir. Bu olumsuzluklara katkı sağlayan sektörlerden en önemlilerinden biri, üretim ve üretim sonrası aşamalarda önemli derecede çevresel problemlere yol açabilecek zararlı atıkların ortaya çıktığı tekstil sektörüdür. Dünyada tekstil sektöründe hem üretim artışı beklentisi hem de çevreye duyarlı üretim önemli hale gelmiştir (Güngör ve Felekoğlu, 2018). Çevre bilinciyle sürdürülebilir malzeme ve üretim yöntemlerinin kullanılması, tercih edilmesi gerekmektedir (Batur ve Kozbekçi Ayranpınar, 2021). Dolayısıyla tekstil üretim aşamalarında düşük maliyetli, kaliteli ve çevreye duyarlı ürünler üretmek son zamanlarda daha önemli hale gelmiştir.

Pamuk, selüloz (%90-96) ve yabancı maddelerden (%4-10) oluşan kahverengi ve sarımsı renkli doğal bir liftir (Akyol vd, 2022). Pamuk liflerinde, renkli safsızlıkları gideren bir ön terbiye işlemi olan ağartma işleminde ağırlıklı olarak hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Klasik ağartma işlemlerinden biri olan hidrojen peroksit ağartmasında yüksek miktarda yardımcı kimyasal madde kullanıldığından atık su yükü yüksek olmaktadır. Ayrıca ağartma işlemi klasik ağartma yöntemleri ile yapıldığında uzun süre ve fazla enerji tüketimi gibi olumsuzluklarla karşılaşmaktadır (Mistik, 2003). Klasik yöntemlerden farklı olarak ozonun kullanıldığı bir çalışmada bu yöntemin diğer ağartma yöntemlerine göre atık madde açığa çıkarmaması, çevreye zararlı olmaması, enerji ve su tasarrufu sağlaması, yıkama kimyasallarının miktarını düşürmesi avantajlı yönleri olarak öne çıkartılmaktadır (Öztürk ve Eren, 2010). Benzer şekilde Eren ve Çeven çevresel yük değerlendirilmesi açısından KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) testlerini yapmışlar ve ozonla muamelenin hidrojen peroksit ağartmasına göre daha düşük çevresel etki yarattığını göstermişlerdir (Eren ve Çeven, 2018). Bir başka çalışmada peroksit ağartmasında katyonik ağartma aktivatörü kullanılarak daha çevreci bir proses optimize edilmiştir (Polat, 2013). Pamuğun ağartma işlemini de içeren klasik ön terbiyesi çok fazla iş yüküne ve bunun bir sonucu olarak fazlasıyla çevresel yüke sahiptir. Bu nedenle çok fazla miktarda temiz su ile kimyasal madde tüketilen pamuk ön terbiye işlemleri için alternatif yöntem arayışları her geçen gün daha da artmaktadır (Yüksel, 2022). Bu çalışmada ipliği boyalı pamuklu kumaşlarda klasik ağartma işleminin mukavemete ve renk farkına etkisi incelenmiş, böylece tekstil işletmelerinde en fazla tercih edilen hidrojen peroksit ağartmasının olumlu ve olumsuz tarafları analiz edilmeye çalışılmıştır.

Literatürde ağartma ile ilgili çalışmalara bakıldığında klasik yöntemle alternatif olan çevreye duyarlı yöntemler üzerinde çalışmaların ağırlık kazandığı söylenebilmektedir. Tavcer pamuklu havlu kumaş kullanarak enzimatik ön terbiye işlemlerinin etkisini araştırmıştır. Enzimatik ön işlem ve perasetik asit ağartmasında daha az enerji ve su kullanıldığı ancak daha düşük beyazlık elde edildiği tespit edilmiştir (Tavcer, 2013). Eren vd. ağartmada lakkaz enzimi ve ozon kullanmışlar, beyazlık etkisinin ozondan kaynaklandığını göstermişlerdir. Ozon ile muamele edilmiş numunenin beyazlık değeri ilave hidrojen peroksit ağartması ile klasik peroksit ağartmasında ulaşılan değerlere ulaşmıştır. Bu durumda kullanılan hidrojen peroksit miktarı klasik yöntemle göre düşürülmüş, dolayısıyla daha yüksek mukavemet değerleri elde edilmiştir (Eren vd. 2009). Eren ve Çeven bobin formundaki pamuk ipliklerinin ozon gazı ile ağartılmasının çevre dostu bir yöntem olarak klasik ağartma işlemine alternatif olabileceğini düşünmektedir. Klasik ağartma ile karşılaştırıldığında elde edilen beyazlık değerlerinin düşük ancak kayda değer olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bobinlerde bekleme sırasında sonradan sararma oluşmuş bu nedenle ilave kimyasal madde ihtiyacı doğmuştur. Kimyasal oksijen ihtiyacının ozonla muamelede klasik hidrojen peroksit ağartmasına göre daha düşük olduğu görülmüştür (Eren ve Çeven, 2018). Benli ve Bahtiyari çalışmalarında, pamuklu kumaşların ağartılmasını farklı hidrojen peroksit-ozon kombinasyonları ile gerçekleştirmiş, kumaşları doğal boyarmadde kaynakları ile boyamışlardır. Böylece çevre dostu bir terbiye yöntemi önermişlerdir (Benli ve Bahtiyari, 2016). Ağartma prosesinde kimyasal yerine Ozon ve Lazer teknolojisinin kullanılmasının çevresel açıdan önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca kimyasal ile ağartma yapılan geleneksel yöntemlere göre yüksek oranda su ve kimyasal tasarrufu yapabilmenin mümkün olduğu belirtilmiştir (Öztürk, 2018). Soydaş ozonlama ile yapılan ağartma işlemlerinde zamanla beyazlık derecesinde düşüş gözlemlendiğini belirtmiştir (Soydaş, 2016).

Erişmiş ve Eren, ultrason kullanımının çevreye duyarlı bir yöntem olduğunu belirtmişler ve bu teknolojinin tekstil terbiyesinin farklı işlemlerinde kullanımı hakkında çalışmışlardır (Erişmiş ve Eren, 2010). Pamuklu kumaşların hidrojen peroksit ile ağartılmasında ultrason kullanımının işlem süresini azalttığı, ağartma hızını arttırdığı, kumaşın beyazlık derecesinin klasik ağartma işlemine göre daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Koçak ve Merdan, 2002). Mansuri vd. pamuklu kumaşların ağartılmasında ultraviyole teknolojisini kullanmışlar, geleneksel emdirme-buharlama yöntemine göre kabul edilebilir mukavemet kaybı oluşurken yeterli derecede beyazlık elde edilebileceği sonucuna ulaşmışlardır (Mansuri, Khoddami ve Rezaei, 2011).

Gürsoy ve Hauser enerji maliyetlerini düşürerek, verimliliği yükseltmek amacıyla ağartma aktivatörleri kullanarak çevreye duyarlı bir proses üzerine çalışmışlardır. Çalışmada bir gruba hidrojen peroksit ağartması uygulanarak, diğer gruba aynı reçeteye ağartma aktivatörleri ilave edilerek kumaşlar boyanmıştır, çalışma sonucunda aktivatörlü ağartmadan elde edilen mukavemet değerlerinin daha yüksek ve elde edilen renk değerlerinin yeterli olduğu belirtilmiştir (Gürsoy ve Hauser, 2010). Ledakowicz vd., hidrojen peroksiti gaz fazında kullanarak bir ağartma yöntemi sunmaktadırlar. Bu yöntemin çevre dostu olduğu, düşük sıcaklıkta atık su oluşturmadan işlemin gerçekleştirilebileceği söylenmektedir. İşlem ile elde edilen numunenin beyazlık derecesinin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Ledakowicz vd., 2015). Özbey vd., sürdürülebilir ve temiz üretime imkân sağlayacak doğal bir madde olan bentonitin pamuklu kumaş üzerindeki ağartma etkisini araştırmışlar, bentonitin ağartma etkisinin tek başına yeterli olmadığını ancak miktarı arttıkça beyazlık indeksi ve patlama mukavemeti açısından olumlu sonuçlar görüldüğünü belirtmişlerdir (Özbey, Şahinbaşkan ve Erdoğan, 2019). Eren vd., ilk defa pamuğun süperkritik karbondioksit akışkan ortamında hidrofilleştirilmesini ve ağartılmasını araştırmışlardır (Eren vd., 2018). Süperkritik karbondioksit yönteminde özellikle pamuğun ağartılması denemeleri ile daha çevre dostu bir üretim için umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Saka, 2019). Gedik pamuk/lyocell karışımı selülozik kumaşların TiO<sub>2</sub> varlığında ultraviyole (UV) ışığıyla ağartılması üzerine bir araştırma yapmıştır, elde edilen sonuçları hidrojen peroksitle yaptığı uygulamalarla karşılaştırılmıştır. Böylece minimum kimyasal tüketimiyle çevreye duyarlı alternatif bir ağartma yöntemi ortaya koymuştur (Gedik, 2020).

Gündüz ve Akarlan bobin halinde boyanan ipliklerde hidrojen peroksit ile ağartma işleminin etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada masuraların boya geçiren alanını ifade eden yararlı yüzey katsayısı (YYK) Fettahov vd.'nin 2005 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada verilmiş olan denklem yardımıyla hesaplanmış ve 0,44 olarak bulunmuştur (Fettahov vd., 2005). Hidrojen peroksit miktarının azaltılması ile iplik mukavemet değerlerinin arttığı görülmüştür. Bu durum dokuma işleminde iplik kopuşların azaltılması dolayısıyla verimliliğin artırılması için umut vericidir. Aynı şekilde peroksit miktarının azaltılması ile atık suyun kimyasal oksijen ihtiyacı değerinin azaldığı görülmüş, dolayısıyla ekolojik açıdan önemi üzerinde durulmuştur. Hidrojen peroksitin azaltılmasıyla elde edilen haslıkların iyi olduğu ancak açık ve orta renk boyamalarda istenilen renkten sapmalar yaşandığı belirtilmiştir. Bu bağlamda boya geçiren alanı daha yüksek boyama patronları kullanılarak ipliklerin açık ve orta renklerde istenilen renkte verimli ve ekolojik bir şekilde boyanabileceği söylenmiştir (Gündüz ve Akarlan, 2018).

Geleneksel ağartma yöntemleri su ve enerji kullanımının yüksek olduğu yöntemlerdir. Günümüzde hem ekolojik hem de ekonomik üretim yapılması artık bir gereklilik haline gelmiştir. Ağartma prosesi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında bu iki parametre dışında tekstil materyaline zarar vermeden istenilen rengin elde edilmesi üzerinde durulmaktadır. Bu çalışmada ağartmalı ve ağartmasız iki farklı boyama prosesi ile iplikler bobin halinde açık (bej) ve koyu (lacivert) tonlarda boyanmıştır. Bu ipliklerden kumaşlar dokunmuştur. Kumaşların kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti ölçülmüştür. Ayrıca ağartmasız boyama prosesi ile boyanan ipliklerden üretilen kumaşların renk farkı değerleri ölçülmüştür. Böylece ipliği boyalı kumaşlarda ağartma işleminin kumaş mukavemetine etkisi değerlendirilmiş, ayrıca renk farkı değeri ile ağartma işleminin renk bazında önemi görülmüştür.

## MATERYAL VE METOT

### *Materyal*

Aynı harmandan Ne 30 numaralı %100 pamuk ipliklerinden oluşturulan bobinlerin mukavemet, numara, düzgünlük ve yoğunluk sonuçlarının ortalamalarının karşılaştırılarak, ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) yapılmıştır. Tablo 1'den görüldüğü üzere bobin faktörünün seviyeleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). Bu sonuçlara göre çalışmada kullanılan ipliklerin özelliklerinin ve bobinlerin sarım yoğunluklarının birbirine benzer olduğu söylenebilmektedir.

**Tablo 1.** Tek yönlü varyans analizi sonuçları

Faktör	Bağımlı Değişken	Ortalama	P
Bobin	Mukavemet (cN/tex)	13,60	0,342
	Numara (Ne)	29,50	0,526
	Düzensizlik (%CV)	10,92	0,765
	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	0,36	0,437

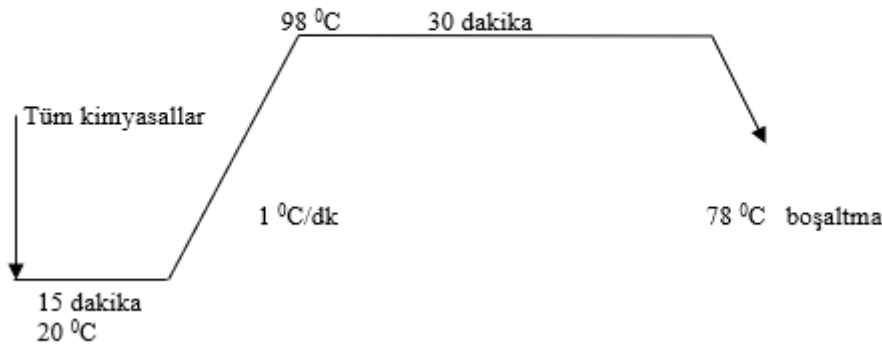
Bobinler açık ve koyu renk olmak üzere iki farklı renkte reaktif boyarmadde ile boyanmıştır. Boyanmış ipliklerden dokuma yapılarak kumaşlar elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan ipliği boyalı kumaşın özellikleri Tablo 2’de verilmektedir.

**Tablo 2.** İpliği Boyalı Kumaşın Özellikleri

Çözümlü İplik Numarası	Atkı İplik Numarası	Çözümlü Lif Cinsi	Atkı Lif Cinsi	Örgü Raporu	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Gramaj gr/m <sup>2</sup>
30 Ne	30 Ne	Pamuk	Pamuk	D 3/1 Z	60	32	230

### Metot

İplik bobinleri aynı harmandan karde iplik eğirme sistemleriyle üretilmiştir. SSM TW2-W Digicone çapraz sarım makinesi ile boyama bobinleri oluşturulmuştur. Bobin yoğunluğu 0,36 gr/cm<sup>3</sup>’tür. İki deney grubu oluşturularak, bir gruptaki bobinler ağartma işlemi yapılarak, bir gruptaki bobinler ağartma işlemi yapılmadan boyanmıştır. Bobinlerin ağartma, boyama ve yıkama işlemleri Thies markalı HT bobin boyama makinesi ile yapılmıştır. Ağartma maddesi olarak hidrojen peroksit, boyama maddesi olarak reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Her bir deney grubunda koyu (lacivert) ve açık (bej) renklerde boyamalar yapılmıştır. Bobinlere uygulanan ağartma grafiği Şekil 1’de, ağartma reçetesi Tablo 3’de verilmektedir.

**Şekil 1.** Ağartma Grafiği**Tablo 3.** Ağartma Reçetesi

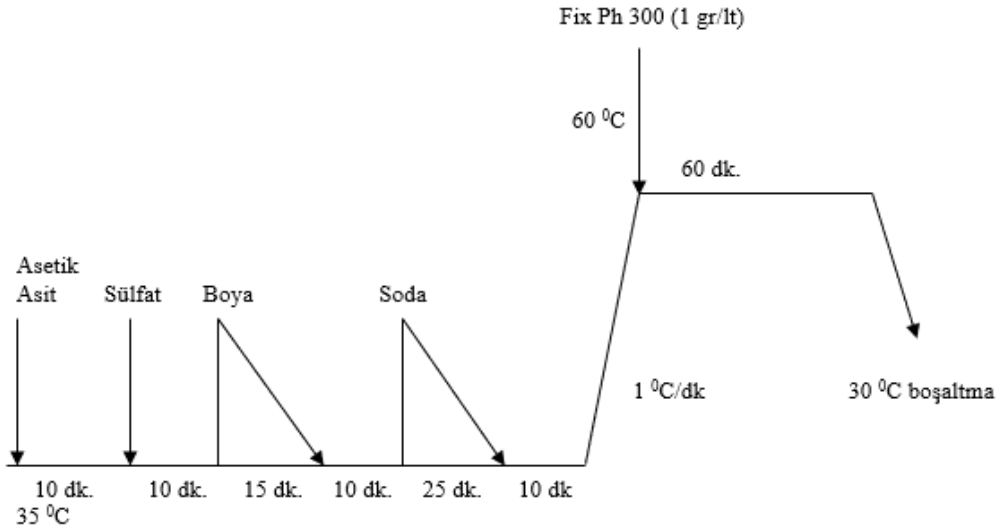
Madde	Miktar
Yüzey aktif madde	0,6 gr/l
İyon tutucu	0,25 gr/l
Stabilizatör	0,3 gr/l
Kostik (NaOH)	2,2 gr/l
Hidrojen peroksit	2 gr/l

Ağartmadan sonra yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle sadece içten dışa 80°C'de 5 dakika sıcak yıkama yapılmıştır. Ardından 0,3 gr/lt katalaz enzimi kullanılarak içten dışa ve dıştan içe 50°C'de 15 dakika işlem yapılmıştır. Son olarak sadece içten dışa 5 dakika durulama yapılmıştır. Yıkamadan sonra iplikler boyanmıştır. Tablo 4'te lacivert ve bej renk boyama reçeteleri verilmektedir.

**Tablo 4.** Lacivert ve Bej Renk Boyama Reçeteleri

Renk	Boyarmadde	Boyarmadde %'si	Tuz (g/l)	Soda (g/l)
Lacivert	Levafix yellow CA	0,21	80	20
	Levafix red CA	1,64		
	Levafix blue CA	3		
Bej	Levafix yellow CA	0,114	18	6
	Levafix red CA	0,014		
	Levafix blue CA	0,041		

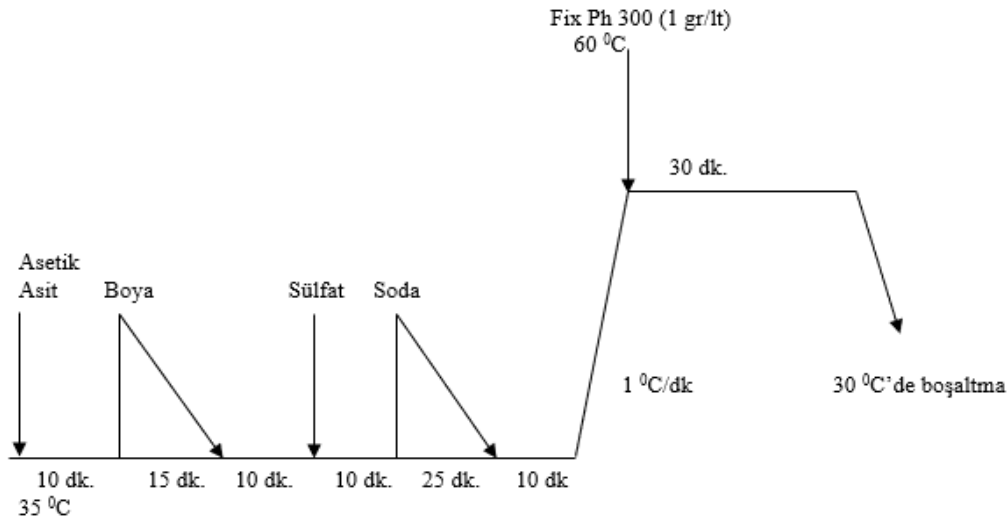
Şekil 2 ve Şekil 3'te boyama grafikleri verilmektedir.



**Şekil 2.** Lacivert Renk Boyama Grafiği

Boyamadan (lacivert) sonra yıkama ve son olarak apre işlemi yapılmıştır. Yıkama işlemi 5'er dakika içten dışa ve dıştan içe durulama ile başlamıştır. 1gr/lt asetik asit kullanılarak 50°C'de 5'er dakika içten dışa ve dıştan içe nötralizasyon yapılmıştır. 5'er dakika içten dışa ve dıştan içe olmak üzere 70 °C'de 10 dakika yıkama, 98 °C'de 10 dakika sabunlu yıkama, 98 °C'de 10 dakika sıcak yıkama, 50 °C'de 10 dakika yıkama yapılmıştır. İçten dışa 5 dakika durulama sonrası apre işlemine geçilmiştir. 0,5 gr/lt asetik asit, 2 gr/lt fiksator ve %2 yumuşatıcı kullanılarak 45 °C'de 20 dakika işlem yapılmıştır.





Şekil 3. Bej Renk Boyama Grafifi

Boyamadan (bej) sonra yıkama ve son olarak apre işlemi yapılmıştır. Yıkama işlemi içten dışa 5 dakika durulama ile başlamıştır. 5'er dakika içten dışa ve dıştan içe olmak üzere 70 °C'de 10 dakika yıkama, 98 °C'de 10 dakika sabunlu yıkama, 50 °C'de 10 dakika yıkama yapılmıştır. İçten dışa 5 dakika durulama sonrası apre işlemine geçilmiştir. 0,5 gr/lt asetik asit ve %2 yumuşatıcı kullanılarak 45 °C'de 20 dakika işlem yapılmıştır.

Bobinler boyandıktan sonra Thies basınçlı kurutma makinesi kullanılarak 110°C sıcaklığında kurutulmuştur. Boyalı ipliklerden (lacivert:40 tane bej:40 tane) 80 tane kumaş Gülas marka numune dokuma tezgahından elde edilmiştir. Kumaşların kopma mukavemetleri, yırtılma mukavemetleri ve renk farkı değerleri test edilmiştir. Mukavemet ve renk farkı ölçümlerinden önce tüm kumaşlar standart atmosfer koşullarında (20±2 °C ve % 65±2 nem) kondisyonlanmıştır. Kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetleri Titan marka mukavemet test cihazında yapılmıştır. Kopma mukavemetleri TS EN ISO 13934-1 standardına ve yırtılma mukavemetleri TS EN ISO 13937-2 standardına göre yapılmıştır. Elde edilen kumaş mukavemetlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında, parametrik testlerden bağımsız örneklem t testi yapılmıştır. Parametrik testlerin yapılabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması ve varyansların homojen olması gerekmektedir. Bunun için normallik ve varyansların homojenliği testleri yapılmıştır. İstatistiksel testlerin yapılmasında SPSS programından yararlanılmıştır. Renk farkı ölçümleri CIELab formülüne göre 10° 'lik gözlem açısı kullanılarak D65 gün ışığı altında hesaplanmıştır (Duran, 2001). Çalışmada Datacolor marka, SF600PLUS model spektrofotometre kullanılmıştır.

## BULGULAR

### *Kumaşların Kopma Mukavemeti Sonuçları*

Kumaşların kopma mukavemetleri ölçülmüştür. Tablo 5'te ağartmalı standart reçete ve ağartmasız reçete ile boyanan ipliklerden elde edilen kumaşların kopma mukavemeti ortalama değerleri atkı ve çözgü yönünde olmak üzere verilmektedir. Pamuklu kumaşlarda kopma mukavemetinin atkı ve çözgü yönünde 25 kgf değerinden büyük olması gerekmektedir (Kutgi ve Ünal, 2019). Kumaşların hem ağartmalı hem ağartmasız işlem sonucunda, kopma mukavemetlerinde istenilen değerlere ulaştığı görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 5. Kumaşların Ortalama Kopma Mukavemeti Değerleri (kgf)

Kopma mukavemeti	Lacivert		Bej	
	Ağartmalı	Ağartmasız	Ağartmalı	Ağartmasız
Çözgü Yönü	165,40	174,82	164,28	174,34
Atkı Yönü	125,25	129,14	125,67	128,95

Lacivert ve bej renk kumaşların çözgü ve atkı yönünde ölçülen kopma mukavemetleri incelendiğinde ağartma işlemi yapılmadan elde edilen kumaşlarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Kopma mukavemeti verilerindeki

değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını görebilmek için parametrik testlerden yararlanılmıştır. Bu testlerin uygulanabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması ve varyansların homojen olması şartlarının sağlanması gerekmektedir. Bunun için Shapiro-Wilk ve varyansların homojenliği testleri yapılmıştır (Tablo 6). Tablonun anlamlılık sütunundaki değerlerin 0,05'ten büyük olması verilerin normal dağıldığını ve varyanslarının homojen olduğunu göstermektedir.

**Tablo 6.** Normallik Testi ve Varyansların Homojenliği Testi

<b>Çözü yönünde</b>				
Kopma Mukavemeti	Grup	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig. (P)
	Ağartmalı	0,94	20	0,42
	Ağartmasız	0,96	20	0,36
<b>Varyansların Homojenliği Testi</b>				
Kopma Mukavemeti		Levene Statistic	df	Sig. (P)
		0,41	38	0,43
<b>Atkı yönünde</b>				
Kopma Mukavemeti	Grup	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig. (P)
	Ağartmalı	0,98	20	0,51
	Ağartmasız	0,96	20	0,38
<b>Varyansların Homojenliği Testi</b>				
Kopma Mukavemeti		Levene Statistic	df	Sig. (P)
		0,38	38	0,35

Farklı boyama prosesi değerleri için kopma mukavemeti farklarının istatistiksel olarak anlamlılığının tespitinde t testi yapılmıştır. Tablo 7'de görüldüğü üzere analiz sonucunda boyama prosesi faktörünün seviyeleri arasındaki farkların anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ). Buna göre ağartma işlemi yapılmadan boyanan ipliklerden elde edilen kumaşlarda kopma mukavemeti artışı istatistiksel olarak anlamlıdır.

**Tablo 7.** t Testi

<b>Çözü yönünde</b>					
Grup	N	Ortalama	t	df	Sig.
Ağartmalı boyama	20	164,84	8,32	38	0,001
Ağartmasız boyama	20	174,58			
<b>Atkı yönünde</b>					
Grup	N	Ortalama	t	df	Sig.
Ağartmalı boyama	20	125,46	6,43	38	0,001
Ağartmasız boyama	20	129,045			

### **Kumaşların Yırılma Mukavemeti Sonuçları**

Kumaşların yırtılma mukavemetleri ölçülmüştür. Tablo 8'de ağartmalı standart reçete ve ağartmasız reçete ile boyanan ipliklerden elde edilen kumaşların yırtılma mukavemeti ortalama değerleri atkı ve çözü yönünde olmak üzere verilmektedir. Pamuklu kumaşlarda yırtılma mukavemetinin atkı ve çözü yönünde 900 gf değerinden büyük olması istenmektedir (Kutgi ve Ünal, 2019). Kumaşların hem ağartmalı hem ağartmasız işlemde yırtılma mukavemetlerinin istenilen değerde olduğu görülmektedir (Tablo 8).

**Tablo 8.** Kumaşların Ortalama Yırtılma Mukavemeti Değerleri(kgf)

Yırtılma mukavemeti	Lacivert		Bej	
	Ağartmalı	Ağartmasız	Ağartmalı	Ağartmasız
<b>Çözü Yönü</b>	21,67	26,78	21,62	26,82
<b>Atkı Yönü</b>	15,46	16,14	15,45	16,16

Lacivert ve bej renk kumaşların çözü ve atkı yönünde ölçülen yırtılma mukavemetleri incelendiğinde ağartma işlemi yapılmadan elde edilen kumaşlarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Yırtılma mukavemeti verilerindeki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını görebilmek için parametrik testlerden yararlanılmıştır. Bu testlerin uygulanabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması ve varyansların homojen olması şartlarının

sağlaması gerekmektedir. Bunun için Shapiro-Wilk ve varyansların homojenliği testleri yapılmıştır (Tablo 9). Tablonun anlamlılık sütunundaki değerlerin 0,05'ten büyük olması verilerin normal dağıldığını ve varyanslarının homojen olduğunu göstermektedir.

**Tablo 9.** Normallik Testi ve Varyansların Homojenliği Testi

<b>Çözü yönünde</b>				
Yırtılma Mukavemeti	Grup	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig. (P)
	Ağartmalı	0,92	20	0,53
	Ağartmasız	0,96	20	0,38
<b>Varyansların Homojenliği Testi</b>				
Yırtılma Mukavemeti		Levene Statistic	df	Sig. (P)
		0,62	38	0,53
<b>Atkı yönünde</b>				
Yırtılma Mukavemeti	Grup	Shapiro-Wilk Statistic	df	Sig. (P)
	Ağartmalı	0,98	20	0,72
	Ağartmasız	0,95	20	0,48
<b>Varyansların Homojenliği Testi</b>				
Yırtılma Mukavemeti		Levene Statistic	df	Sig. (P)
		0,29	38	0,45

Farklı boyama prosesi değerleri için yırtılma mukavemeti farklarının istatistiksel olarak anlamlılığının tespitinde t testi yapılmıştır. Tablo 10'da görüldüğü üzere analiz sonucunda boyama prosesi faktörünün seviyeleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Buna göre ağartma işlemi yapılmadan boyanan ipliklerden elde edilen kumaşlarda yırtılma mukavemeti artışı istatistiksel olarak anlamlıdır.

**Tablo 10.** t Testi

<b>Çözü yönünde</b>					
Grup	N	Ortalama	t	df	Sig.
Ağartmalı boyama	20	21,64	3,12	38	0,001
Ağartmasız boyama	20	26,80			
<b>Atkı yönünde</b>					
Grup	N	Ortalama	t	df	Sig.
Ağartmalı boyama	20	15,45	2,23	38	0,001
Ağartmasız boyama	20	16,15			

### **Kumaşların Renk Farkı Değerleri Sonuçları**

Deneylerde ağartma yapılan reçete ile boyanan numuneler referans alınarak ağartma işlemi yapılmadan elde edilen kumaşların renk farkı değeri ölçülmüştür. Bu değer tekstil işletmelerinde 1 değerine kadar, bilimsel çalışmalarda 0,5-0,6 değerine kadar kabul edilmektedir (Duran, 2001). Renk farkı lacivert renkte 1'in altında, bej renkte 1'in üstünde çıkmıştır. Bej renkte renk değerinin kullanıma uygun olmadığı görülmüştür. Elde edilen  $\Delta E$  değerleri Tablo 11'de verilmektedir.

**Tablo 11.** Kumaşların Ortalama Renk Farkı Değerleri

Renk farkı	Lacivert	Bej
	Ağartmasız	Ağartmasız
	0,59	1,72

### **SONUÇ**

Çalışmada ağartmalı ve ağartmasız iki farklı boyama prosesi ile bobin halinde iplikler iki farklı renkte boyanmıştır. Bu ipliklerden dokuma ile lacivert ve bej renkte kumaşlar üretilmiştir. Kumaşların kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti ölçülerek ağartmalı ve ağartmasız boyama prosesi arasındaki fark istatistiksel olarak analiz



edilmiştir. Ayrıca ağartmasız boyama prosesi ile boyanan ipliklerden üretilen kumaşların renk farkı değerleri ağartmalı boyama prosesinden elde edilen aynı renkteki kumaş baz alınarak ölçülmüştür.

Renk farkı olmaksızın çözgü ve atkı yönünde ölçülen kopma mukavemetlerinin, ağartma işlemi yapılmadan elde edilen kumaşlarda daha yüksek olduğu görülmüştür. İstatistiksel analiz sonucunda ağartma işleminin kopma mukavemeti üzerine etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür. Renk farkı olmaksızın çözgü ve atkı yönünde ölçülen yırtılma mukavemetleri, ağartma işlemi yapılmadan elde edilen kumaşlarda daha yüksek sonuçlara ulaşmıştır. Ağartma işlemi yapılmadan boyanan ipliklerden elde edilen kumaşların yırtılma mukavemeti artışının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Buna göre ağartma işleminin kumaşların kopma ve yırtılma mukavemetlerini düşürdüğü söylenebilmektedir. Elde edilen kumaş numuneleri için bu değerlerin kabul edilebilir sınırlarda olduğu görülmüştür.

Ağartmalı standart reçete ile boyanan numuneler referans alınarak ağartma işlemi yapılmadan elde edilen kumaşların renk farkı değeri ölçülmüştür. Lacivert renkli kumaşlarda ölçülen renk farkı değerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu görülmüştür. Bej renkli kumaşlarda ölçülen renk farkı değeri kabul edilebilir aralığın dışında çıkmıştır. Koyu renkli ipliği boyalı kumaşlarda ağartma işlemi yapılmadan istenilen renk elde edilmiştir.

Kumaş mukavemet değerleri ile renk farkı değerleri dikkate alındığında, koyu renklerde ağartmasız boyama yapılması üretim maliyetlerini düşürmekle birlikte çevreye olan olumsuz etkiyi de azaltacaktır. Böylece hem daha ekonomik hem de daha ekolojik bir üretim yapılmış olacaktır. Bu da sürdürülebilirliğe olan bakış açısının giderek geliştiği günümüz koşullarında daha yenilikçi üretim metotlarına katkı sağlayacaktır. Özellikle, açık renkli boyamalar için klasik ağartma yöntemlerine alternatif olarak istenilen rengin elde edildiği, ekonomik, ekolojik ve sürdürülebilir yöntemler hakkında çalışmalar hızlandırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, M. (2011). *Uluslararası rekabet gücü, belirleyici faktörler ve ölçülmesi, Türkiye bağlamında bir değerlendirme*, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Akyol, G., Yener, E., & Karakelle, S. B. (2022). Pamuklu kumaşların ön işlem prosesinde enzim kullanımı ile yeni ürün geliştirilmesi ve ürünün renklendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 29 (125), 17-27.
- Batur, G., & Kozbekçi Ayrancınar, S. (2021, June). Lazer teknolojisi: sürdürülebilir denim üretimine ekolojik çözüm. International Congress on Art and Design Research and Exhibition (pp.1038-1047).
- Benli, H., & Bahtiyari, M., İ. (2016). Pamuklu kumaşların ozon-hidrojen peroksit kombinasyonu ile ağartılması ve doğal boyalar ile renklendirilmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 23(103), 189-196.
- Duran, K. (2001). *Tekstilde renk ölçümü ve reçete çıkarma*. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma – Uygulama Merkezi Yayını.
- Eren, S., Eren, H.A., & Avıncı, O.O. (2018). Süperkritik karbondioksit akışkan ortamında (susuz) pamuğun hidrofilleştirilmesi ve ağartılması, Bursa Uludağ Üniversitesi TÜBİTAK Projesi.
- Eren, S., & Çeven, E., K. (2018). Pamuk ipliklerin bobin formunda ağartılmasında çevre dostu yöntem olarak ozon kullanım olanağının araştırılması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 17-30. <https://doi.org/10.17482/uumfd.376183>.
- Eren, H., A., Anış, P., Yılmaz D., Kirişçi, Ş., & İnkaya, T. (2009). Pamuğun ağartılmasında lakkaz, ozon ve hidrojen peroksitin kombine kullanımı, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 4, 299-303.
- Erişmiş, B., & Eren, H., A. (2010). Tekstil terbiye işlemlerinde ultrason kullanımı. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 30-38.
- Fettohov, R., Kaplan, V., Keskin, R., & Şimşek, G. (2005). Terbiye ve boyama amaçlı patronlar üzerine bir araştırma, *Tekstil Maraton Dergisi*, 15(80), 18-22.
- Gedik, G. (2020). Pamuk/Lyocell kumaşların titanyum (IV) oksit varlığında ultraviyole ışınlarıyla heterojen fotokataliz ile ağartılması ve ağartma işlemine oksijen radikali varlığının etkisinin incelenmesi, *Tekstil ve Mühendis*, 27(118), 64-74.

- Gündüz Şimşek, G., & Akarlan, F. (2018). Bobin boyamada hidrojen peroksit ile ağartma işleminin etkilerinin incelenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (Özel), 437-447.
- Güngör, B., & Felekoğlu, B. (2018). Eko-verimlilik kavramı, gelişimi ve uygulanma süreci. *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3) Özel Sayı, 90-104. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.481167>.
- Gürsoy, N., Ç., & Hauser, P. (2010). Yeni katyonik ağartma aktivatörleri kullanılarak ağartılmış pamuklu örme kumaşların boyama özelliklerinin incelenmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2, 155-161.
- Kaya, Ö., & Oduncu, A. (2016). Türk tekstil sektörünün uluslararası rekabet gücü değerlendirmesi, *Akademik Bakış Dergisi*, 54, 418-428.
- Kaya, Ö. (2013). *Türkiye'deki tekstil-konfeksiyon işletmelerinin (Kobi'lerinin) tedarik, üretim ve lojistik faaliyetlerinin ulusal rekabet üzerindeki etkileri*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Giyim Endüstrisi ve Moda Tasarımı Ana Bilim Dalı, Ankara 315s.
- Koçak, D., & Merdan, N. (2002). Sonokimya ve ultrasonik enerjinin tekstil sektöründe kullanımı, *Kimya Teknolojileri*, 17, 20-28.
- Kutgi, M., & Zervent Ünal, B. (2019). Kasarlı ve kasarsız terbiye prosesleri ile üretilmiş pamuklu kumaşların performanslarının karşılaştırılması, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 6-10.
- Ledakowicz., S., J., Walawska., A., Filipowska., B., Lewartowska., J., Olczyk J., & Kiwała., M. (2015). New eco-friendly method of cellulosic product bleaching with simultaneous disinfection, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 23, 3 (111), 115-119. DOI: 10.5604/12303666.1152541.
- Mansuri., A., H., Khoddami., A., & Rezaei Do., A. (2011). Using ultraviolet radiation for the bleaching and pilling reduction of knitted cotton fabric, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 19, 3 (86), 74-77.
- Mıstık, S., İ. (2003). *Pamuklu materyallerin hidrojen peroksit ile ağartılmasında ultrasonik enerji yöntemi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 84s.
- Özbey, G., Yılmaz Şahinbaşkan, B., & Erdoğan E. (2019). Pamuklu kumaşın bentonit ile ağartma proses parametrelerinin taguchi yöntemiyle optimizasyonu, *Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 18-20.
- Öztürk, Ç. (2018). *Tekstil sektöründe temiz üretim tebliği uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ 71s.
- Öztürk, D., & Eren, H. A. (2010). Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 37-51.
- Polat, S. (2013). *Katyonik ağartma aktivatörü kullanarak hidrojen peroksit ağartmasının pamuklu örme kumaşlar için optimize edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 74s.
- Saka, Z. (2019). *Süperkritik karbondioksit akışkan ortamında (susuz) pamuğun hidrofilleştirilmesi ve ağartılması*. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa 259s.
- Soydaş, Ş. (2016). *Ozon teknolojisinin dokuma havlu kumaşlarda hidrofilit ve ağartma özelliğine etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli 129s.
- Tavcer, P., F. (2013). Effects of cellulase enzyme treatment on the properties of cotton terry fabrics, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 21, 6 (102), 100-106.
- TS EN ISO 13934-1, Tekstil- Kumaşların gerilme özellikleri bölüm 1: En büyük kuvvetin ve en büyük kuvvet altında boyca uzamanın tayini (şerit metodu)
- TS EN ISO 13937-2, Tekstil kumaşların yırtılma dayanımı bölüm 2: Pantolon şeklindeki deney parçalarının yırtılma dayanımı tayini (tek yırtma metodu)
- Yüksel, F. (2022). *Süperkritik karbondioksit akışkan ortamında beta siklodekstrin kullanılarak pamuğun hidrofilleştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa 66s.