

## Bobin Boyamada Hidrojen Peroksit ile Ağartma İşleminin Etkilerinin İncelenmesi

Gonca ŞİMŞEK GÜNDÜZ\*<sup>1</sup>, Feyza AKARSLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, 20160, Denizli

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

(Alınış / Received: 02.05.2018, Kabul / Accepted: 10.08.2018, Online Yayınlanma / Published Online: 06.09.2018)

### Anahtar Kelimeler

Ağartma,  
Bobin boyama,  
Mukavemet,  
Ekoloji,  
Renk

**Özet:** Terbiye işlemlerinden istenen en önemli özellikler elde edilen ürünün kaliteli olması, üretim maliyetinin düşük olması ve çevreye zararının en az olmasıdır. Bu çalışmada; ipliklerin bobin halinde boyanmasında ağartma sürecinin üretim kalitesi ve ekolojik açılarından değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bunun için ağartma maddesinin miktarı belirli oranlarda azaltılarak boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Her bir işlem sonrası ağartma atık suyundan numune alınarak analizleri yapılmış ayrıca boyanmış ipliklerin mukavemetleri ölçülmüş, renkleri ve çeşitli haslıkları belirlenmiştir. SPSS 16.0 programı kullanılarak çıkan sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda elde edilen mukavemet değerlerine göre, iplik kopuşlarının azaltılması açısından hidrojen peroksit miktarının azaltılmasının olumlu sonuçlar vereceği görülmektedir. Hidrojen peroksit aynı zamanda atık suyun kimyasal oksijen ihtiyacı değerini de artırmaktadır. Bu nedenle kullanım miktarlarının azaltılması ekolojik açıdan da önemlidir. Hidrojen peroksit miktarının azaltılması haslıklar üzerinde olumsuz bir etki yapmamakta, iyi derece haslıklar elde edilebilmektedir. Ancak peroksit miktarının azaltılması ile birlikte istenilen renkten sapmalar yaşanmaktadır.

## Investigation of the Effects of Bleaching with Hydrogen Peroxide in Bobbin Dyeing

### Keywords

Bleaching,  
Bobbin dyeing,  
Strength,  
Ecology,  
Colour

**Abstract:** The most expected features from the finishing process are more quality products, lower production costs and fewer damage to environment. In this study, it is aimed that the evaluation of bleaching process in terms of production quality and ecological perspectives in dyeing of yarns as bobbin. For this reason, dyeing process has been realized by reducing the amount of bleaching agent in specific proportions. After each transaction, analyses have been made by taking samples from bleaching waste water, also strength of dyed yarns have been measured, and colours of yarns and variety of fastness have been determined. The results have been analysed statistically using SPSS 16.0 software. To the strength values obtained from the study made, it is seen that reducing the amount of hydrogen peroxide gives positive results in terms of decreasing the end-breaks. Hydrogen peroxide also increases the chemical oxygen demand value of waste water. Therefore, it is important to reduce the usage of these chemicals in terms of ecological aspect. It has no adverse effect that decreasing the amount of hydrogen peroxide on fastness and well graded fastness can be gained. But, there are some deviations from the desired colour with reducing the amount of hydrogen peroxide.

### 1.Giriş

Tekstil mamullerinin terbiye işlemlerinde ipliklerin boyanması ve terbiyesi önemli bir yer tutmaktadır. İpliği boyalı kumaşların haslıklarının daha yüksek olduğu ayrıca daha kaliteli oldukları bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada iplik boyama yöntemleri

incelenmekte, elyaf boyama maliyeti ile karşılaştırılmaktadır, ipliği boyalı kumaşların haslık ve görünüm açısından daha kaliteli oldukları belirtilmektedir [1]. İplikler çile, bobin veya çözgü halinde terbiye edilebilirler. Boyama yöntemine göre en yaygın olmasının yanı sıra teknik ve ekonomik açılarından daha uygun olan yöntem ipliklerin bobinde

boyanması yöntemidir. Bobin halinde boyanmış iplikler, çile halinde boyanmış ipliklerin hacimliliğine ve yumuşaklığına sahip değildir. Ancak boyama işleminden sonra herhangi bir ek işlem gerektirmeden ipliklerin dokumahaneye gönderilebilmesi, daha düşük flotte oranlarında çalışabilmesi, büyük partilerin bir defada boyanabilmesi ve HT tipi kazanlarda her türlü lifin her türlü boyarmadde ile boyanabilmesi gibi özellikler bu yöntemi diğer yöntemlerden daha avantajlı hale getirmektedir.

İpliklerin bobin halinde boyanmasında ağartma işleminden istenilen özelliklerin başında bu işlemin düşük maliyetli olması gelmektedir. Tekstil sektöründe en yüksek gider olan işçilik giderini boy ve kimyasal maddelere ilişkin giderler ile enerji giderleri takip etmektedir. Rekabet edebilmek için madde ve enerji maliyetlerinin düşürülmesi gerekmektedir [2]. Ağartma işleminden istenen diğer özellikler; istenilen beyazlık derecesi ve boyama kalitesinin elde edilmesinin yanı sıra uygulanan işlemin çevreye ve tekstil materyaline zararının olmaması veya bu zararın minimum düzeyde olmasıdır. Bunun için ağartmada farklı yöntemler üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Ağartma işleminde enzim kullanılarak yapılan denemelerde elde edilen beyazlık derecesi ve boyama kalitesinin kabul edilebilir olduğu ve bu yöntemin atık suyu daha az kirlettiği görülmüştür [3]. Enzim kullanılarak yapılan başka bir çalışmada daha az enerji ve su tüketimi sağlanmış ancak daha düşük beyazlık ve hidrofilitte elde edilmiştir [4]. Enzimatik ağartmada enzimlerin kolay ve hızlı bir şekilde biyolojik olarak parçalandıkları ve bu özellikleri ile atık su yükü oluşturmadıkları, böylece işlemlerin ekolojik olduğu belirtilmiştir [5]. Pamuklu mamullerin ağartılmasında kullanılan, su ve enerji kullanımının yüksek olduğu peroksit ağartması, enzimatik ağartma ile karşılaştırılmış, saf lakkaz enziminin tek başına kullanıldığı denemelerde kumaşın başlangıç beyazlık derecesinde bir artış olmadığı, iki farklı mediatör birlikte kullanıldığında da beyazlığın artmadığı belirtilmiştir [6]. Pamuklu mamullerin ön terbiyesi işleminde enzimlerin kullanılmasıyla su ve enerji tasarrufu sağlanarak çevre dostu bir süreç oluşturulduğu belirtilmiş, enzimlerle çalışmanın sağlayacağı yararın önemi üzerinde durulmuştur [7].

Tekstil terbiye işlemlerinde ultrason kullanımının çevre sorunlarının çözümüne bir alternatif olduğu belirtilmiştir [8]. Pamuklu mamullerin (lif, iplik, kumaş) hidrojen peroksit ağartmasının 20 kHz'lik ultrasonik kazanda gerçekleştirildiği bir çalışmada ultrasonik ortamda düşük sıcaklıklarda yapılan ağartma ile beyazlık artışının sağlandığı ancak, konveksiyonel yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması ile elde edilen sonuçların daha iyi olduğu belirtilmiştir [9]. Ağartma aktivatörleri kullanarak çevresel açıdan daha güvenli olan perasitler aracılığıyla daha verimli prosesler üzerine çalışıldığında elde edilen mukavemet

değerlerinin daha iyi olduğu ve elde edilen renk değerlerinin de yeterli olduğu görülmüştür [10]. Pamuklu materyallerin çevreye duyarlı bir yöntem olan ozon ile ağartılmasında ozonlama süresi uzatıldığında ve daha kuvvetli asidik ortamda çalışıldığında kumaş kalitesinde azalma meydana geldiği belirtilmiştir [11]. Başka bir çalışmada pamuğun ağartılmasında ozon kullanımının kısa sürede kabul edilebilir beyazlık derecesi sağladığı, en iyi beyazlık derecesi ve en az mukavemet kaybı için yüksek ozon konsantrasyonu ve kısa işlem süresinin gerekli olduğu belirtilmektedir. Ozon ile işlem görmüş kumaşların hidrofilitte değerlerinin kabul edilebilir olduğu da ayrıca belirtilmiştir [12]. Ozonun soğukta ilave kimyasal madde gerektirmeden istenen reaksiyonları verebildiği ve redoks potansiyelinin hidrojen peroksidinkinden bile yüksek olduğu belirtilmiştir [13]. Geleneksel yöntemlere çevre dostu bir alternatif olarak gösterilen hidrojen peroksitin gaz fazında kullanıldığı ağartma metodu ile düşük sıcaklıkta atık su oluşturmadan işlemin gerçekleştirilebileceği ve işlem sonunda elde edilen numunenin kabul edilebilir beyazlık derecesinde olduğu belirtilmiştir [14]. Literatür taramaları sonucunda tekstil materyaline zarar vermeden, ekolojik ve ekonomik üretimin yapılmasının günümüzde artık bir gereklilik haline geldiği görülmektedir. Bununla birlikte insan ve çevre açısından zararsız veya daha az zararlı yöntemler üzerinde araştırmaların arttığı da görülmektedir.

Bir ön terbiye işlemi olan ağartmada yaşanan en büyük problemlerden biri işlemde kullanılan kimyasalların tekstil materyalinin mukavemetini düşürmesidir. Özellikle ipliği boyalı kumaşlarda dokuma randımanını düşürmesi açısından iplik mukavemeti çok önemlidir. İpliğin mukavemetinin yüksek olması, iplik kopuşlarını dolayısıyla makine duraklamalarını azaltmaktadır. Böylelikle zamandan tasarruf edilebildiği gibi üretim kalitesi de yükselmektedir. Makinenin randımanlı bir şekilde çalışması istenilen kalitede kumaşın üretilmesi ve işletmenin devamlılığını sürdürebilmesi açısından önemlidir. Dokuma makinesinin randımanının düşmesi, kumaşın maliyetinin yükselmesine neden olmaktadır. Ağartma işlemi sonucunda artan beyazlık derecelerine paralel olarak mukavemet değerlerinde düşüş gözlemlenmektedir. Bu amaçla, yapılan bir çalışmada özellikle maliyet, mukavemet ve beyazlık derecesini göz önünde bulundurarak pamuklu kumaşların ağartılmasında optimum bir reçete önerilmiştir [15].

Bir tekstil ürününün ekolojik olabilmesi üretim aşamalarında, kullanımı sırasında ve kullanımı sona erdikten sonra yok edilmesinde çevreye ve insana zarar vermemesine bağlanmıştır [16]. Ekolojik üretimden tekstil zincirinin bütününe sorumluğu olduğu, tüm tekstil alanlarının kanun ve yönetmelikleri beklemeden ekolojik üretim konusunda çalışmalarını hızlandırması gerektiği belirtilmektedir [17]. Yapılan bir çalışmada uygulama

sırasında çevreyi daha az kirletecek yöntemlerin ve maddelerin seçilmesinin ve de bu maddelerin konsantrasyonlarının düşürülmesinin ekolojik açıdan önemli olduğu belirtilmiştir [18]. Tekstil atık sularının içeriği ve özelliği işletmelerin üretim yöntemlerine göre değişmektedir [19]. Tekstil atıklarının kirlilik yükünün büyük bir kısmını işlem kimyasalları oluşturmaktadır. Bu nedenle tekstil üretiminde kullanılan kimyasalların miktarca azaltılması, kirlenme yükünü azaltmakla birlikte üretim masraflarını da düşürmektedir. Pamuklu mamullerin ağartılması sonucunda oluşan atık suyun, yüksek biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD), alkali pH, yüksek katı madde özelliğinde olduğu ve pamuğun ağartılmasında en fazla tercih edilen yöntem olan hidrojen peroksit ağartmasında stabilizatör olarak kullanılan sodyum silikatın, atık suyun katı madde miktarında artışa neden olduğu belirtilmiştir [20]. Üretim kalitesi düşürülmeden kullanılan kimyasal maddelerin miktarının azaltılması mümkündür. Bunun için tekstil süreçlerinin dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Böylece çeşitli işlemlerde kullanılan kimyasalların yarıya yakını azaltılabilmekte ve kirlilik %30 oranında düşürülebilmektedir [21]. Bir çalışmada pamuklu mamullere ön işlem uygulanarak mamulün beyazlık derecesi arttırılmış ve böylelikle ağartmada kullanılacak hidrojen peroksit konsantrasyonu düşürülmüştür [22]. Ultrasonik teknolojiye ve ozon gazından yararlanarak yapılan çalışmalarda ağartma konsantrasyonunun düşürülmesi üzerinde durulmuştur [23-24].

Bu çalışmada; ipliklerin bobin halinde boyanmasında ağartma sürecinin üretim kalitesi ve ekolojik açılarından değerlendirilmesi amaçlanmakta, verimli ve ekolojik bir boyama yöntemi araştırılmaktadır. Bunun için ağartma maddesinin miktarı belirli oranlarda düşürülerek boyamalar yapılmış, ipliklerin mukavemetleri, renk değerleri ve haslıkları incelenmiştir. Ayrıca yapılan ağartma işlemlerinde elde edilen atık su incelenmiş ve böylece ağartma işleminin çevresel açıdan etkileri ortaya konmuştur.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada Türkmenistan pamuğundan elde edilmiş Ne 16/1 numaralı % 100 karde pamuk ipliği kullanılmıştır. İpliklerin numaraları, mukavemetleri, büküm değerleri, düzgünlük ve tüylülük değerleri test edilmiştir. İplik numara tayininde TS 244 EN ISO 2060, mukavemet tayininde TS EN ISO 2062, büküm tayininde TS 247 EN ISO 2061 standartları kullanılmıştır. İplik düzgünlük ve tüylülük değerleri Uster Tester 4-SE cihazı ile test edilmiştir. İplik tüylülüğü, "H" ile gösterilen tüylülük indeksi ile ifade edilmektedir. Her bir bobinden 5 ölçüm alınmıştır. 36 adet bobinin mukavemet, düzgünlük, tüylülük, numara, büküm ve yoğunluk sonuçlarının ortalamalarının karşılaştırılarak, ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek

amacıyla varyans analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda bobin faktörünün seviyeleri arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). Yani, çalışmada kullanılan bobinler iplik özellikleri ve sarım yoğunlukları açısından birbirine benzer özelliktedir.

Bobin yoğunluğunun farklı olması boya alımını etkilemektedir. Bobinin farklı bölgelerindeki (iç-orta-dış) gerginlik ve yoğunluk değişimleri de bu bölgelerdeki renk alım derecelerini etkilemektedir [25]. İplik numarasındaki ve bobin yoğunluğundaki artış ile birlikte renk düzgünlüğü de artmaktadır [26]. Bu bilgiler ışığında 36 adet bobinden bire bir aktarılarak belli yoğunlukta aynı sayıda boyama bobinleri oluşturulmuştur. Boyama işlemleri, Gökhan Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin bobin boyama dairesinde gerçekleştirilmiş, boyarmadde olarak reaktif boyarmadde kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan patronun yararlı yüzey katsayısı Fettahov vd.'nin gerçekleştirdikleri çalışmada verilmiş olan yöntem yardımıyla hesaplanmıştır [27]. Bu katsayı 0,44 olarak bulunmuştur. Bu patronun yüksekliği 17,2 cm ve çapı 6,5 cm 'dir. Sarılan bobinin çapı 15,4 cm, net iplik ağırlığı ise 920 gr'dır.

Elde edilen boyalı ipliklerin mukavemetleri, haslık değerleri, renk değerleri aynı işletmenin tekstil laboratuvarlarında test edilmiştir. Ayrıca ağartma sonrası atık sudan numune alınarak Pamukkale Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nün laboratuvarlarında kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri tespit edilmiştir.

Çalışmanın deney aşaması bitirildikten sonra elde edilen mukavemet sonuçlarının, renk değerlerinin ve KOİ değerlerinin kendi aralarındaki ilişkiler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamada tek yönlü varyans analizi testi uygulanmıştır.

### 2.1. Bobinlerin ağartılması ve boyanması

Boyama işlemine geçilmeden önce SSM TW2-W Digicone çapraz sarım makinesi kullanılarak sabit bir bobin yoğunluğunda ( $0,35 \text{ gr/cm}^3$ ) yumuşak sarım yapılarak boyama bobinleri oluşturulmuştur. Sonraki aşamada oluşturulan bobinlerin bobin boyama dairesinde makine kapasitesi beş bobin olan Thies markalı HT bobin boyama makinesi kullanılarak ağartma, boyama ve yıkama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ağartma maddesi olarak hidrojen peroksit kullanılmıştır. Ağartma maddesinin miktarı belirli oranlarda azaltılmıştır. Her bir deney grubunda koyu, orta ve açık renklerde boyamalar yapılmıştır.

Her bir deney grubunda; standart ağartmalı boyama reçetesi ile 1/2 ağartmalı boyama reçetesi ile 1/4 ağartmalı boyama reçetesi ile ağartmasız boyama reçetesi ile açık, orta ve koyu renklerden 9'ar adet

bobin boyanmıştır. Birinci grup deneylerde ağartma maddesi olarak hidrojen peroksit ve boyarmadde olarak reaktif boyarmadde reçetesi üç farklı renkte (koyu; lacivert, orta; yeşil, açık; bej) uygulanmıştır. İkinci grup deneylerde ağartma maddesi yarıya düşürülerek boyama işlemleri yapılmış, üçüncü deney grubunda 1/4 ağartma maddesi kullanılarak boyama işlemleri gerçekleştirilmiş, dördüncü deney grubunda ise hiç ağartma maddesi kullanılmadan boyamalar yapılmıştır.

Deneylerde kullanılan standart hidrojen peroksit ağartma reçetesi aşağıda verilmektedir:

0,6 gr/lit yüzey aktif madde  
0,25 gr/lit iyon tutucu  
0,3 gr/lit stabilizatör  
2,2 gr/lit kostik (NaOH)  
2 gr/lit hidrojen peroksit

Ağartma prosesinden sonra yıkama prosesi gerçekleştirilmiştir. Yıkamalar üç adımda gerçekleştirilmiştir;

1. Adım: 80°C'de 5 dk. sıcak yıkama (sadece içten dışa)
2. Adım: Premnox 10 L; 0,3 gr/lit 50°C'de 15 dk. işlem (çift yön)  
(Kasar sonrası peroksit kalıntılarını temizlemek için katalaz enzimi kullanıldı.)
3. Adım: 5 dk. durulama (sadece içten dışa)

Yıkamalardan sonra boyama prosesi gerçekleştirilmiştir. Tablo 1.'de kullanılan üç renk için boyama reçeteleri verilmektedir.

**Tablo 1.** Bej, yeşil, lacivert renk için reaktif boyarmaddelerle boyama reçeteleri

Renk	Boyarmadde (B.M)	B.M (%)	Tuz (g/l)	Soda (g/l)
Bej	Levafix yellow CA	0,114		
	Levafix red CA	0,014	18	6
	Levafix blue CA	0,041		
Yeşil	Levafix yellow CA	0,66		
	Levafix red CA	0,025	40	12
	Levafix blue CA	0,78		
Lacivert	Levafix yellow CA	0,21		
	Levafix red CA	1,64	80	20
	Levafix blue CA	3		

Bobinler boyandıktan sonra kurutma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kurutma makinesi olarak Thies markalı basınçlı kurutma makinesi kullanılmıştır. Kurutma işlemi 110°C sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Bu makinelerde esas kurutma işleminden önce bir ön kurutma yapılmaktadır. Basınçlı kurutucularda ön kurutma işlemi vakumlu emme prensibi ile gerçekleştirilmektedir. Esas kurutma işlemi basınçlı sıcak havanın bobin içerisinden içten-dışa ve dıştan-içe sirkülasyonu sonucunda gerçekleşmektedir.

## 2.2. İpliklerin mukavemetlerinin ölçülmesi

Mukavemet için boyanmış bobinlerin içinden, ortasından ve dışından ikişer adet numune iplik alınmıştır. İpliklerin mukavemetleri Uster Tensorapid cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

## 2.3. İpliklerin renk değerlerinin ölçülmesi

Renk ölçümleri Datacolor marka, SF600PLUS model spektrofotometre ile yapılmıştır. Cihaz bilgisayara bağlı olarak çalıştırılmakta ve remisyon (%R) değerlerini ölçmektedir. Renk değerlerinin ve renk farkı değerlerinin hesaplanması yazılım aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla Colortools 3.1 yazılımı kullanılmıştır. Renk ölçümünden önce tüm numuneler standart atmosfer koşullarında (20±2 °C ve % 65±2 nem) kondisyonlanmıştır. Aksi takdirde sıcaklık ve nem farklılıkları renk değerinde yanlış değerlendirmelere yol açabilmektedir. Boyalı iplik numunelerinin spektrofotometre ile standart numuneye göre renk farklılık değerleri ( $\Delta E$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri tespit edilmiştir.

Bilimsel çalışmalarda  $\Delta E$  değeri maksimum 0,5 - 0,6'ya kadar kabul edilmektedir [28]. İşletmelerde ise bu değer müşteri ve firma arasındaki anlaşmaya bağlı olmakla birlikte genellikle  $\Delta E$  değeri 1'e kadar kabul edilebilmektedir.

Yapılan boyamalarda rengin maksimum absorpsiyonunun bulunduğu dalga boyundaki remisyon (%R) değerleri kullanılarak renk kuvveti değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler istatistiki olarak analiz edilmiş ve renk ile ilgili objektif sonuçlar ortaya konulmuştur.

Spektrofotometre ile ipliklerin renk ölçümünün yapılabilmesi için öncelikle iplikler kartonlara sabit gerginlikte, eşit miktarda, paralel ve homojen bir şekilde sarılmıştır. Bunun için boyanmış bobinlerin iç, orta ve dış sarım katlarından karton kağıtlara ikişer adet numune alınmıştır. İç, orta ve dış katından alınarak yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak renk kuvveti değeri tespit edilmiştir. Renk farkı ölçümünde bütün bobinler için referans olarak bobinin orta çapındaki renk değeri kabul edilmiştir.

## 2.4. Ağartma atık suyunun KOİ ölçümü

Her bir deney grubunda ağartma işlemi sonrası alınan atık suyun KOİ değerine bakılmıştır. Kimyasal oksijen ihtiyacı analizinde numune iyice karıştırılmış daha sonra numunenin 50 ml'si bir pipet yardımı ile 250 ml'lik bir erlene aktarılmıştır. Numunedeki KOİ'nin yüksek olduğu düşünülüyorsa, daha az bir hacim alınarak distile su ile 50 ml'ye tamamlanır. Ayrıca seyreltme gerektiğinde, seyreltme yapılarak uygun hacim alınarak deneye başlanır. Erleneye birkaç kaynama taşı atılmış ve 1.0 gr cıva sülfat ( $HgSO_4$ ) konulmuştur. Erlen, musluk altında çalkalanarak soğutulurken 5 ml gümüşlü sülfürik asit ( $Ag_2SO_4$ -

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ilave edilmiştir. Cıva sülfatın tamamı çözülmelidir. Erlene, bir pipetle 25 ml standart dikromat çözeltisi konulmuş ve karıştırılmış daha sonra erlen, soğutucuya takılarak soğutma suyu açılmıştır. Soğutucunun üst ağzından 70 ml. gümüşlü sülfürik asit reaktifi yavaşça boşaltılmış, bu sırada erlen sürekli olarak çalkalanmıştır. Soğutucunun tepesine ters çevrilmiş bir beher kapatılmıştır. Isıtıcı açılmış, kademeli bir şekilde beş dakikada en yüksek dereceye getirilmiştir. Erlenin içerisindekiler iki saat süreyle kaynatılmıştır. Böylece çözelti 300 ml'ye seyreltilmiş ve ağzına bir beher kapatılarak oda sıcaklığında soğutulmuştur. Daha sonra 2-3 damla ferroin indikatörü konularak standart DAS çözeltisi ile mavi-yeşilden, kırmızımsı kahverengi renge kadar titre edilmiştir.

### 2.5. İpliklerin renk haslıklarının ölçülmesi

Haslık ölçümleri için boyanmış bobinlerin en dış kısmından numune alınmıştır. Yıkama haslığı, asidik - bazik ter haslıkları, su haslığı, kuru ve yaş sürtme haslıkları değerlendirilmiştir. Değerlendirme karanlık odada D65 gün ışığı altında ışık kabininde yapılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. İpliklerin mukavemet değerleri

Terbiye edilmiş ipliklerin ölçülen ortalama mukavemet değerleri Tablo 2.'de verilmektedir. İplik mukavemetinin ağartma işleminden önceki mukavemete göre standart ağartmalı boyamada % 17 oranında, 1/2 ağartmalı boyamada % 11 ve 1/4 ağartmalı boyamada % 6 oranında azaldığı görülmüştür. Ağartmasız boyamada ham iplik mukavemetine göre iplik mukavemetinde % 0,11 oranında artış olduğu görülmüştür.

**Tablo 2.** Farklı ağartma maddesi seviyelerinde iplik mukavemet değerleri

Ağartma maddesi seviyeleri	Ortalama Mukavemet (Rkm)		
	Açık renk (Bej)	Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Lacivert)
Standart ağartmalı boyama	14,24	14,25	14,25
1/2 ağartmalı boyama	15,17	15,16	15,16
1/4 ağartmalı boyama	16,12	16,13	16,13
Ağartmasız boyama	17,12	17,13	17,13

Bobin halinde boyanmış %100 pamuklu karde ipliklerinin farklı ağartma maddesi miktarı seviyelerinde mukavemet sonuçlarının ortalamalarının karşılaştırılarak, ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizleri yapılmıştır.

Öncelikle verilerin parametrik testlerin temel koşullarına uygunluğu test edilmiştir. Bunun için

normallik ve varyansların homojenliği testlerine başvurulmuştur. Elde edilen mukavemet verilerinin normal dağılıma uygunluk ve varyansların homojenliği testlerinin sonuçları Tablo 3. ve Tablo 4.'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin mukavemet değerlerinin normal dağılıma uygunluğu testi

	Ağartma seviyesi	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk	
		İstatistik	Sd	İstatistik	Sd
Mukavemet açık renk	1	0,168	18	0,195	0,924
	2	0,168	18	0,195	0,924
	3	0,179	18	0,134	0,911
	4	0,169	18	0,187	0,924
Mukavemet orta renk	1	0,197	18	0,062	0,946
	2	0,168	18	0,195	0,924
	3	0,175	18	0,149	0,908
	4	0,169	18	0,187	0,924
Mukavemet koyu renk	1	0,175	18	0,149	0,908
	2	0,168	18	0,195	0,924
	3	0,175	18	0,149	0,908
	4	0,168	18	0,195	0,924

Normallik testlerinden Kolmogorov – Smirnov 51 ve üzeri örnek sayısında kullanılmaktadır. Sig > 0.05 değeri dağılımın normal olduğunu göstermektedir. Shapiro – Wilk 50 ve altı örnek sayısında kullanılır. Sig > 0.05 dağılımın normal olduğunu gösterir. Çalışmada her bir renk için 72 adet iplik numunesi incelenmektedir. Örnek sayısı 51'in üzerinde olduğu için Kolmogorov – Smirnov testi dikkate alınmalıdır. Tablo 3.'de görüldüğü üzere tüm renk tonlarında farklı ağartma seviyelerinde Sig. > 0.05'tir. Dolayısıyla tüm deney gruplarından elde edilen verilerin normal dağılıma uyduğu söylenebilir.

Diğer bir sağlanması gereken koşul varyansların homojenliğidir. Yapılan istatistiki analiz sonucunda (Sig.>0.05) varyansların homojen olduğu görülmektedir (Tablo 4.). Normallik ve varyansların homojenliği testleri sonucunda parametrik testlerin yapılmasına karar verilmiştir.

**Tablo 4.** Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin mukavemet değerleri için varyansların homojenliği testi

	Levene İstatistik			
	Sd1	Sd2	Önemlilik	
Mukavemet açık renk	0,734	3	68	0,535
Mukavemet orta renk	0,492	3	68	0,689
Mukavemet koyu renk	0,870	3	68	0,461

Ölçülen mukavemetlerin ortalamaları alınmış ve bu ortalamalar kullanılarak ağartma maddesinin seviyeleri arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi (One - Way ANOVA) sonucunda değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda ağartma maddesi miktarı faktörünün seviyeleri arasındaki farklar tüm renk

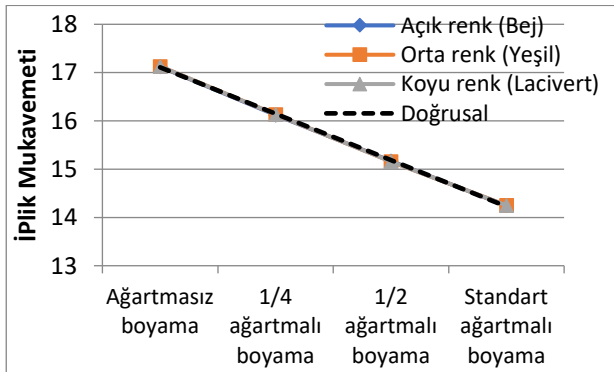
tonlarında istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Bu durum Tablo 5.' de gösterilmektedir. Farklı ağartma maddesi miktarlarında boyanan ipliklerin mukavemet değerleri birbirinden farklıdır. Ağartma işleminin ipliğin mukavemetini düşürdüğü görülmektedir. Çalışmada uygulanan ve konveksiyonel ağartma yöntemi olan hidrojen peroksit ağartması da dahil ozon ile ağartma, ultraviyole ışığı ile ağartma, ultrasonik teknik ile ağartma gibi farklı ağartma yöntemlerinde mukavemet kaybı yaşanmaktadır.

**Tablo 5.** Hidrojen peroksit ağartmalı boyama için tek yönlü varyans analizi

Faktör (Ağartma maddesi seviyeleri)	Bağımlı Değişken	İplik Kopma Mukavemeti		Önemlilik
		Ort.	Std. Sapma	
Tam ağartma	Mukavemet	14,24	0,011	0,000*
½ ağartma	(açık renk)	15,17	0,010	
¼ ağartma		16,12	0,007	
Ağartmasız		17,12	0,008	
Tam ağartma	Mukavemet	14,25	0,010	0,000*
½ ağartma	(orta renk)	15,16	0,009	
¼ ağartma		16,13	0,011	
Ağartmasız		17,13	0,009	
Tam ağartma	Mukavemet	14,25	0,010	0,000*
½ ağartma	(koyu renk)	15,16	0,012	
¼ ağartma		16,13	0,007	
Ağartmasız		17,13	0,010	

\* $\alpha = 0,05$ 'e göre önemlidir.

Hidrojen peroksit kullanılarak ağartılmış ipliklerin boyama sonrası ölçülen mukavemet değerlerine göre iplik mukavemeti ile ağartma maddesi miktarı arasındaki ilişkiyi ifade eden grafik Microsoft Excel programında oluşturulmuş ve Şekil 1. elde edilmiştir.



**Şekil 1.** İplik mukavemeti ve hidrojen peroksit miktarı arasındaki ilişki

Şekil 1.'den görüldüğü gibi iplik mukavemeti ile ağartma maddesi miktarı arasındaki bağıntı doğrusaldır. Deney sonuçlarındaki verilerden elde edilen iplik mukavemetinin ağartma maddesi miktarına bağlı olarak değişim grafiği düz çizgi ile regresyon denkleminin eğrisi ise kesik çizgi ile gösterilmiştir. Bu bağıntının regresyon denklemi Microsoft Excel programıyla elde edilmiş olup aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$y = -0,961 x + 18,07 \quad (1)$$

Burada bağımlı değişken y ile bağımsız değişken x ile ifade edilmektedir.

y, iplik mukavemetini (rkm), x, ağartma maddesi miktarını (gr) göstermektedir.

Tanımlayıcılık katsayısı korelasyon katsayısının karesidir ve  $R^2$  ile gösterilir. Bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçının bağımsız değişken tarafından tanımlanabildiğini gösterir. Denklemdaki parametreler arasında tanımlayıcılık katsayısının, yani  $R^2$  değerinin 0,99 olduğu görülmüştür. Denklem iplik mukavemetinin değişimini çok yüksek olasılıkla yansıtmaktadır. Bu durumu, elde edilmiş  $R^2$  tanımlayıcılık katsayısının değeri açıkça kanıtlamaktadır.

### 3.2. İpliklerin renk farkı değerleri

Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin renk farkı değerleri ölçülmüştür. Deneylerde standart reçete ile boyanan numuneler referans alınmış ve ağartma maddesi miktarı düşürülerek yapılan uygulamaların, renk farklılığı değeri spektrofotometre ile ölçülmüştür. Renk farklılığı değeri ( $\Delta E$ ) koyu renk dışında "Ticari Faktörün" üstünde çıkmıştır, yani açık ve orta renkte renk değerlerinin kullanıma uygun aralıkta olmadığı görülmüştür. Sadece koyu renkte istenilen renk elde edilebilmiştir. Ağartma maddesi seviyelerine göre elde edilen  $\Delta E$  değerleri Tablo 6.'da gösterilmektedir.

**Tablo 6.** Farklı ağartma maddesi seviyelerinde elde edilen boyamaların renk farkı değerleri

Işık kaynağı	Ağartma maddesi seviyeleri	Açık renk (Bej)	Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Lacivert)
D65 10 Deg	1/2 ağartmalı boyama	1,24	1,17	0,26
	1/4 ağartmalı boyama	1,55	1,49	0,47
	Ağartmasız boyama	1,84	1,76	0,64

### 3.3. İpliklerin renk kuvveti değerleri

Spektrofotometre yardımı ile üç farklı renk için ipliklerin renk kuvveti değerleri ölçülmüştür. Tablo 7.'de hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin renk kuvveti değerleri verilmektedir. Bu tabloda "1" standart ağartma reçetesini, "2" 1/2 ağartma reçetesini, "3" 1/4 ağartma reçetesini ve "4" ağartmasız reçeteyi göstermektedir.

Elde edilen verilerin parametrik test koşullarına uygunluğunu belirlemek amacıyla normallik testi ile varyansların homojenliği testleri yapılmıştır. Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin renk kuvveti değerlerinin normal dağılıma uyduğu görülmüştür.

**Tablo 7.** Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin renk kuvveti değerleri

Ağartma maddesi seviyesi	Açık renk (Bej)	Renk kuvveti	
		Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Lacivert)
1	1,78	3,60	17,80
1	1,78	3,60	17,80
1	1,79	3,62	17,80
1	1,79	3,58	17,90
1	1,77	3,58	17,90
1	1,78	3,62	17,60
2	1,38	3,18	17,41
2	1,38	3,18	17,42
2	1,36	3,16	17,43
2	1,41	3,16	17,41
2	1,41	3,19	17,40
2	1,38	3,17	17,39
3	1,02	2,69	16,91
3	1,05	2,70	16,91
3	1,05	2,70	16,92
3	0,99	2,67	16,92
3	0,99	2,67	16,93
3	1,02	2,69	16,91
4	0,58	2,27	16,50
4	0,58	2,27	16,50
4	0,60	2,27	16,52
4	0,60	2,28	16,52
4	0,55	2,28	16,48
4	0,55	2,26	16,50

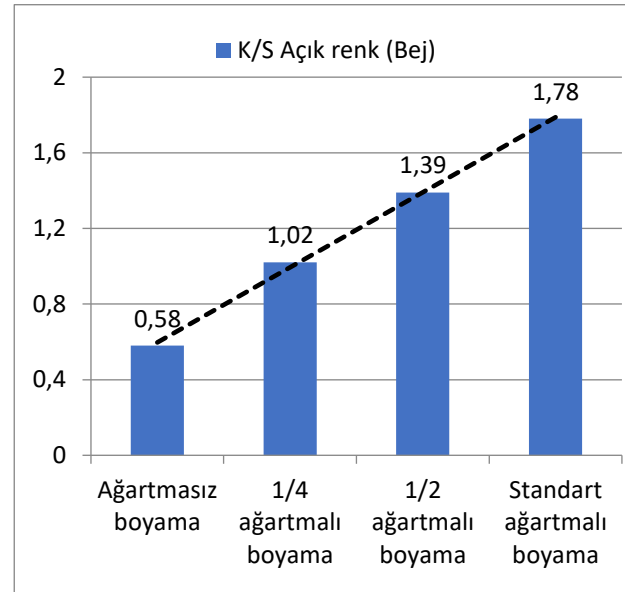
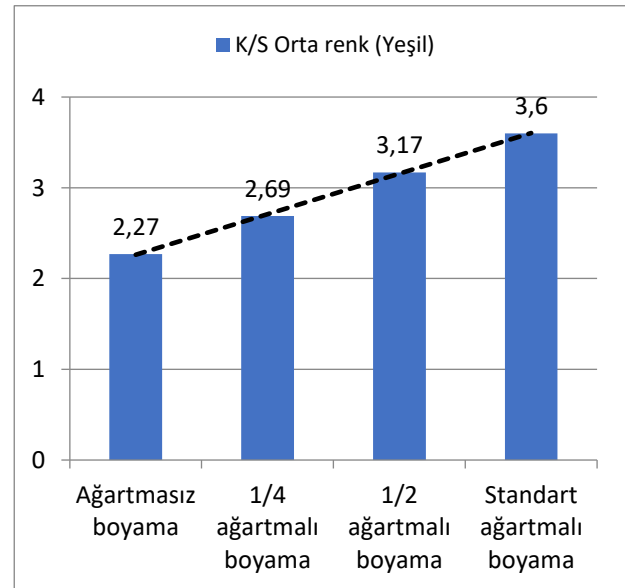
Varyansların homojenliği testi sonuçlarına göre deneylerden elde edilen verilerin varyanslarının homojen olduğu görülmüştür. Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin renk kuvveti değerlerinin ortalamaları kullanılarak ağartma maddesinin seviyeleri arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi sonucunda değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda ağartma maddesi miktarı faktörünün seviyeleri arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Açık renk olarak seçilen bej, orta renk olarak seçilen yeşil ve koyu renk olarak seçilen lacivert renkte standart reçeteye göre ağartma ve boyama yapıldığında, 1/2, 1/4 ağartma reçetesi kullanılarak ve ağartma yapılmadan boyama yapıldığında elde edilen renk kuvvetlerinin farklı olduğu görülmektedir. 3 farklı renkte de ağartma maddesi miktarı azaldıkça renk kuvveti değeri düşmektedir (Tablo 8. ). Ağartma işlemi mamulün hem beyazlığını hem de hidrofilitesini artırmaktadır. Ağartma maddesi miktarı azaldıkça tekstil mamulünün beyazlığının ve hidrofilitesinin azalması nedeniyle renk kuvveti değerinin düştüğü düşünülmektedir.

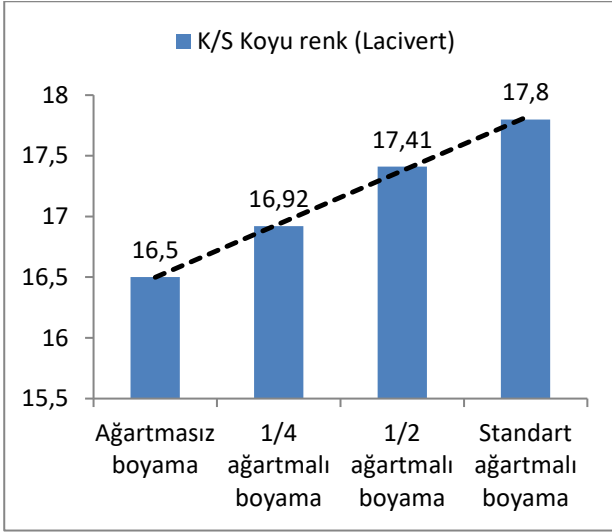
Hidrojen peroksit kullanılarak ağartılmış ipliklerin boyama sonrası ölçülen renk değerlerine göre renk kuvveti ile ağartma maddesi miktarı arasındaki ilişkiyi ifade eden grafik üç farklı renk için oluşturulmuş ve Şekil 2., Şekil 3. ve Şekil 4. elde edilmiştir. Görüldüğü üzere ağartma maddesi miktarı azaldıkça renk kuvveti değeri de azalmaktadır.

**Tablo 8.** Hidrojen peroksit ağartmalı boyama için tek yönlü varyans analizi

Faktör (Ağartma maddesi seviyeleri)	Bağımlı Değişken	Renk kuvveti		Önemlilik
		Ort.	Std. Sapma	
Tam ağartma	Renk kuvveti (açık renk)	1,78	0,008	0,000*
½ ağartma		1,39	0,019	
¼ ağartma		1,02	0,026	
Ağartmasız		0,58	0,022	
Tam ağartma	Renk kuvveti (orta renk)	3,60	0,017	0,000*
½ ağartma		3,17	0,012	
¼ ağartma		2,69	0,013	
Ağartmasız		2,27	0,007	
Tam ağartma	Renk kuvveti (koyu renk)	17,80	0,010	0,000*
½ ağartma		17,41	0,014	
¼ ağartma		16,92	0,008	
Ağartmasız		16,50	0,015	

\* $\alpha = 0,05$ 'e göre önemlidir.

**Şekil 2.** Açık renk için ağartma maddesi miktarı ile renk kuvveti arasındaki ilişki**Şekil 3.** Orta renk için ağartma maddesi miktarı ile renk kuvveti arasındaki ilişki



Şekil 4. Koyu renk için ağartma maddesi miktarı ile renk kuvveti arasındaki ilişki

Renk kuvveti ile ağartma maddesi miktarı arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek için üç farklı renkte boyanan ipliklerin grafik eğrilerinin regresyon denklemleri ve tanımlayıcılık katsayıları elde edilmiştir. Bu denklemler ve tanımlayıcılık katsayılarının değerleri Tablo 9.'da verilmektedir.  $y$ , renk kuvvetini  $x$ , ağartma maddesi miktarını (gr) göstermektedir. Görüldüğü gibi, regresyon denklemleri renk kuvvetinin ağartma maddesi miktarına bağlı olarak değişimini çok yüksek olasılıkla yansıtmaktadır. Bu durumu, denklemler için elde edilmiş tanımlayıcılık katsayısının değerleri açık bir biçimde kanıtlamaktadır.

Tablo 9. Renk Kuvveti Değerinin Ağartma Maddesi Miktarına Bağlı Olarak Değişiminin Denklemleri ve Tanımlayıcılık Katsayıları

İplik Rengi	Renk kuvvetinin Regresyon Denklemleri	Tanımlayıcılık Katsayısı
Açık renk	$y = 0,397x - 0,197$	$R^2 = 0,99$
Orta renk	$y = 0,447x + 1,815$	$R^2 = 0,99$
Koyu renk	$y = 0,439x + 16,06$	$R^2 = 0,99$

### 3.4. Ağartma atık suyu KOİ değerleri

Tablo 10.'da deneyler sonucu ölçülen KOİ değerleri verilmektedir. Bu çizelgede "1" standart ağartma reçetesini, "2" 1/2 ağartma reçetesini, "3" 1/4 ağartma reçetesini göstermektedir.

KOİ değerleri kullanılarak ağartma maddelerinin seviyeleri arasındaki farklar istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Ön şart olarak normallik ve varyansların homojenliği testlerine başvurulmuştur. Tüm deney gruplarından elde edilen verilerin normal dağılıma uyduğu görülmüştür. Varyansların homojenliği testi sonuçlarına göre tüm deney gruplarından elde edilen verilerin varyanslarının homojen olduğu görülmüştür. Farklı ağartma maddesi miktarı seviyelerinde KOİ sonuçlarının ortalamaları arasındaki farkın belirli bir güven

düzeyinde anlamlı olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda ağartma maddesi miktarı faktörünün seviyeleri arasındaki farklar tüm deney gruplarında istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Ağartma maddesi miktarına göre KOİ değerleri birbirinden farklıdır. Ağartma maddesi miktarı azaldıkça KOİ değeri düşmektedir. Ağartma işleminde kullanılan kimyasal maddeler atık suyun kirlilik oranını artırmaktadır. Bu kimyasalların kullanım oranlarının azaltılmasının atık suyun kirlilik oranını azalttığı Tablo 11.'de açıkça görülmektedir.

Tablo 10. Hidrojen peroksit ile ağartılarak boyanan ipliklerin ağartma atık suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri

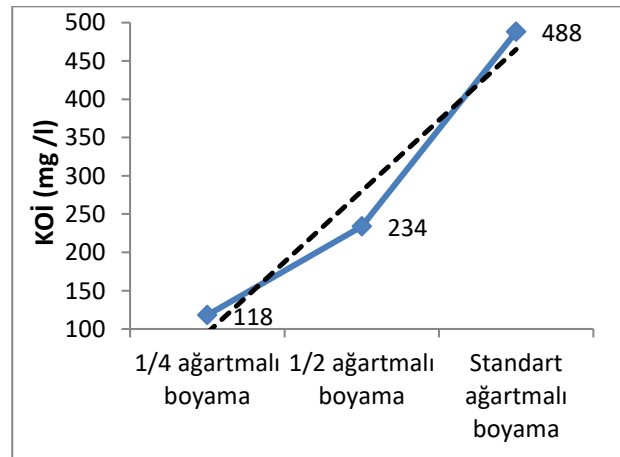
Ağartma maddesi seviyesi	KOİ (mg/l)
1	489
1	489
1	488
1	487
2	234
2	232
2	236
2	233
3	120
3	116
3	118
3	117

Tablo 11. Hidrojen peroksit ağartmalı boyama için tek yönlü varyans analizi

Ağartma maddesi seviyeleri	KOİ(mg/l)	Ortalama	Standart Sapma	Önemlilik
Tam ağartma	488	0,957		
1/2 ağartma	234	1,708		0,000*
1/4 ağartma	118	1,708		

\* $\alpha = 0,05$ 'e göre önemlidir.

Hidrojen peroksit kullanılarak ağartılmış ipliklerin farklı ağartma maddesi seviyelerinde ağartma sonrası elde edilen atık su kimyasal oksijen ihtiyacı değeri ile ağartma maddesi miktarı arasındaki ilişkiyi ifade eden grafik oluşturulmuştur (Şekil 5.).



Şekil 5. Ağartma maddesi seviyesi ile kimyasal oksijen ihtiyacı arasındaki ilişki



Bağıntının regresyon denklemi Excel programıyla elde edilmiş olup aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$y = 185x - 90 \quad (2)$$

Burada y, kimyasal oksijen ihtiyacı değerini (mg/lt), x, ağartma maddesi miktarını (gr) göstermektedir.

Denklemdaki parametreler arasında tanımlayıcılık katsayısının, yani R<sup>2</sup> değerinin 0,95 olduğu görülmüştür. Denklem KOİ değişimini çok yüksek olasılıkla yansıtmaktadır.

### 3.5. İpliklerin renk haslığı değerleri

Ağartma maddesinin miktarının seviyelerine göre elde edilen haslık değerlendirmeleri Tablo 12., Tablo 13., Tablo 14. ve Tablo 15.'de görülmektedir. Ağartma maddesinin azaltılmasıyla birlikte haslık değerleri değişmemektedir. Bir tekstil mamulünün renk haslıkları, mamulün yapısına, uygulanan terbiye işlemlerine, kullanılan boyarmaddeye ve boyama yöntemine, boyama ard işlemlerine bağlıdır. Çalışmada tüm deney gruplarında benzer özellikteki mamuller aynı boyarmadde ve yöntemle boyanmıştır. Sadece ağartma maddesi miktarı azaltılarak boyamalar yapılmış ve çeşitli haslıkları karşılaştırılmıştır. Haslıkların ağartma maddesi miktarına bağlı olarak değişmediği görülmüştür.

**Tablo 12.** Standart ağartmalı boyama sonrası elde edilen haslık değerleri

Renk	Açık renk (Bej)	Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Laci.)
<b>Haslık</b>			
Yıkama Haslığı	4/5	4/5	4/5
Asidik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Bazik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Su Haslığı	4/5	4/5	4/5
Kuru Sürtme Haslığı	5	5	4/5
Yaş Sürtme Haslığı	4/5	4/5	2/3

**Tablo 13.** 1/2 ağartmalı boyama sonrası elde edilen haslık değerleri

Renk	Açık renk (Bej)	Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Laci.)
<b>Haslık</b>			
Yıkama Haslığı	4/5	4/5	4/5
Asidik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Bazik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Su Haslığı	4/5	4/5	4/5
Kuru Sürtme Haslığı	5	5	4/5
Yaş Sürtme Haslığı	4/5	4/5	2/3

**Tablo 14.** 1/4 ağartmalı boyama sonrası elde edilen haslık değerleri

Renk	Açık renk (Bej)	Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Laci.)
<b>Haslık</b>			
Yıkama Haslığı	4/5	4/5	4/5
Asidik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Bazik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Su Haslığı	4/5	4/5	4/5
Kuru Sürtme Haslığı	5	5	4/5
Yaş Sürtme Haslığı	4/5	4/5	2/3

**Tablo 15.** Ağartmasız boyama sonrası elde edilen haslık değerleri

Renk	Açık renk (Bej)	Orta renk (Yeşil)	Koyu renk (Lacivert)
<b>Haslık</b>			
Yıkama Haslığı	4/5	4/5	4/5
Asidik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Bazik Ter Haslığı	4/5	4/5	4/5
Su Haslığı	4/5	4/5	4/5
Kuru Sürtme Haslığı	5	5	4/5
Yaş Sürtme Haslığı	4/5	4/5	2/3

### 4. Tartışma ve Sonuç

Ağartma işlemi hem mamulün beyazlığını hem de hidrofilitasını artırmaktadır. Ancak, bu durum üretim maliyetini ve mamuldeki mukavemet kaybını da artırmaktadır. Hızlı endüstrileşmeye bağlı olarak su kaynakları, toprak ve havanın kirlilik oranı günümüzde giderek artmaktadır. Bu nedenle, tekstil terbiye işlemlerinde son yıllarda çevreye zarar vermeyen üretim yöntemleri üzerinde sıkça durulmaktadır. Literatürde bu tür üretim yöntemleri üzerine yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan verimli ve ekolojik boyama yapılabilmesini sağlayan yöntemler içinde ozon gazı kullanımı ile ağartma, ultraviyole teknolojisi ile ağartma ve ultrasonik ağartma dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak ağartma maddesi miktarı azaltılarak boyamalar yapılmakta ve ağartma maddesi miktarının iplik mukavemeti, renk değerleri, belirli haslıklar ve kimyasal oksijen ihtiyacı üzerindeki etkileri incelenmektedir. Böylece ağartma işleminin üretim kalitesi ve ekolojik açılarından incelenmesi sağlanmaktadır.

İpliklerin bobin halinde boyanmasında iplik mukavemeti açısından ağartma maddesinin miktarının azaltılması olumlu sonuçlar vermektedir. Ağartma maddesinin azaltılması ile birlikte iplik mukavemeti artacağı için iplik kopuşlarının azalması ve dokuma randımanının artması beklenmektedir. Özellikle ipliği boyalı kumaşlarda mukavemetin dokuma randımanını açısından önemli olduğu bilinmekte ve bu çalışmada bobin boyamada mukavemet düşüşü en aza indirilerek verimli ve ekolojik boyama yapılmaya çalışılmaktadır. Verimli ve ekolojik boyama çalışmalarından ozon ile ağartma yönteminde konveksiyonel ağartma yöntemine göre ortaya çıkan polimerizasyon derecesi kaybının çok daha yüksek olduğu belirtilmektedir [29]. Ultraviyole ışığı ile ağartmada selüloz makromoleküllerinin fotokimyasal parçalanması sonucunda tekstil materyalinde yüksek mukavemet kaybı oluşmaktadır. Mukavemet sorunu bu yöntemde de açık bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Ultrasonik tekniğin ağartmada kullanılmasıyla tekstil materyali üzerindeki mukavemet kaybının daha az olduğu belirtilmektedir [29]. Görüldüğü üzere çeşitli ağartma yöntemlerinde farklı derecelerde mukavemet kayıpları ile karşılaşılmaktadır.

Ağartma maddesinin azaltılması ile kimyasal oksijen ihtiyacının düştüğü yani su kirliliğinin azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla ağartma kimyasallarının azaltılması ile çevreye verilen zarar azalmaktadır. Ağartma maddesinin azaltılmasıyla birlikte haslık değerleri değişmemekte ve kabul edilebilir haslık değerleri elde edilmektedir. Ancak koyu renk hariç, açık ve orta renklerde ağartma maddesi düşürüldüğünde istenilen renkler elde edilememiştir. Koyu renkte peroksit miktarının azaltılması ile istenilen renkten çok az sapmalar yaşanmış, elde edilen renklerin kabul edilebilir renk aralığında olduğu görülmüştür. Bu nedenle bobin boyamada koyu renkte ağartma yapılmadan boyamanın yapılması maliyet ve ekoloji açısından olumlu sonuçlar getirecektir.

Ağartma maddesi miktarının azaltılması ile birlikte beklenildiği gibi iplik mukavemet değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte renk haslıklarının değişmediği ve kabul edilebilir olduğu, atık su kirlilik oranının azaldığı görülmüştür. Ağartma maddesi miktarının azaltılması ile birlikte, açık ve orta renkte istenilen renk elde edilememiştir. Bu çalışmada ipliklerin bobin halinde boyanmasında, hidrojen peroksit ile ağartma işleminin etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın bilimsel açıdan bu konuda yapılan araştırmalara önemli katkı sunacağı düşünülmektedir.

Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde ipliklerin bobin halinde açık ve orta renklerde verimli ve ekolojik bir şekilde istenilen renkte boyanmasında kimyasal geçirgen alanı daha yüksek olan boyama patronlarının kullanılması fikri akla gelmektedir. Böylece daha az ağartma maddesi kullanımı ile daha verimli boyama yapılacağı öngörülmektedir. Daha sonraki çalışmalarda bu tip patronlar ile denemeler yapılarak, ayrıca farklı ağartma maddeleri kullanılarak sonuçlar genişletilebilir.

### Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırlanan "İpliklerin Farklı Patron Tipleri İle Bobin Halinde Boyanmasında Ağartma İşleminin Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı doktora tezini temel almaktadır. Çalışmada maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen Gökhan Tekstil yöneticilerine ve Tekstil Mühendisi Mehmet ÖZENÇ başta olmak üzere tüm Gökhan Tekstil personeline ayrıca çalışmanın deney aşamasındaki desteklerinden dolayı Pamukkale Üniversitesi Çevre Mühendisliği Öğretim Üyesi Prof. Dr. Osman Nuri AĞDAĞ ve laboratuvar çalışanlarına teşekkür ederim.

### Kaynakça

[1] Kadolph, S. J., Langford, A. L., Hollen, N., Saddler, J., 1993. Textiles (Dyeing And Printing). Iowa State University, 7th Edition, Usa, 327-362.

- [2] Öcal, F., 2006. Tekstil Sanayiinde Madde Ve Enerji Bilançoları, Örnek Boya Sanayii Denizli. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 97 s, Denizli.
- [3] Fakin, D., Darko, G., Zoran., S., 2008. The Effect of Pretreatment on the Environment and Dyeing Properties of a Selected Cotton Knitted Fabric, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16, 2 (67), 101-104.
- [4] 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.
- [5] Duran, K., Bozacı, E., Karahan H., A., 2007. Protein Esaslı Mamüllerin Enzimatik Ön Terbiyesi, *Ege Üniversitesi Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi*, 3, 187-191.
- [6] İnkaya, T., Eren, H., A., Anış P., 2008. Pamuk ağartılmasında lakkaz/mediatör sistemlerinin oksijen ve ozon ile kombine edilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 77-82.
- [7] Anış, P., Davulcu., A., Eren., H., A., 2008. Enzymatic Pre-Treatment of Cotton. Part 1. Desizing and Glucose Generation in Desizing Liquor, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16, 4 (69), 100-103.
- [8] Erişmiş, B., Eren, H., A., 2010. Tekstil Terbiye İşlemlerinde Ultrason Kullanımı, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 30-38.
- [9] Mıstık, S. İ. Yükseloğlu, S. M., 2005. Hydrogen Peroxide Bleaching of Cotton in Ultrasonic Energy, *Ultrasonics*, 43(10), 811- 814.
- [10] Gürsoy, N., Ç., Hauser, P., 2010. Yeni Katyonik Ağartma Aktivatörleri Kullanılarak Ağartılmış Pamuklu Örme Kumaşların Boyama Özelliklerinin İncelenmesi, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2, 155-161.
- [11] Arooj, F., Ahmad, N., Shaikh, I., A., Chaudhry M., N., 2014. Application Of Ozone In Cotton Bleaching With Multiple Reuse Of a Water Bath, *Textile Research Journal*, 84 (5), 527-538.
- [12] Prabakaran, M., Rao,J,V., Nayar, R., Selvakumar, N., 2000. A Study on The Advanced Oxidation of a Cotton Fabric By Ozone, *JSDC* , 116(3), 83-86.
- [13] Öztürk D., Eren H., A., 2010. Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15(2), 37-51.
- [14] 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.

- [15] Aksu, E., 2004. Tekstil Sanayiinde Pamuklu Mamullerin Ağartılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 88s, Isparta.
- [16] Seventekin, N., 1995. İnsan Ekolojisi. Sümer holding A.Ş. Bursa araştırma geliştirme ve eğitim işletmesi Eko - Tekstil SAGEM/ EĞİTİM, Yayın no:155, 1-46, Bursa.
- [17] Kurtoğlu, N., Şenol, D., 2004. Tekstil ve Ekolojiye Genel Bakış, Karsinojen ve Alerjik Etki Yapabilen Tekstil Kimyasalları, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 26-31.
- [18] Duran, K., Ekmekçi, A., 1995. Ekolojik Açıdan Haşıl Maddeleri, Eko-tekstil, SAGEM/Eğitim, Yayın No: 155, Bursa.
- [19] Namal, O., Ö.,2017. Tekstil Endüstrisi Atık sularının Arıtımında Kullanılan Proseslerin Araştırılması, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 388-396.
- [20] Seventekin, N., Ayaz, Ö., Y., 1998. Tekstil Terbiyesinde Çevre Yüğü' Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 4, 258-264.
- [21] Peker İ., Kamışlı F.,1992. Tekstil Atık Sularının Kirlilik Kaynakları ve Arıtımı, Tekstil ve Mühendis, 6, 36, 315-321.
- [22] Tzanov T., Basto C., Guebitz G., Cavaco-Paulo A., 2003. Laccases to improve the whiteness in a conventional bleaching of cotton, Macromol. Mater. Eng., 288, 807-810.
- [23] Duran, K., Körlü, A., E., Perincek, S., D., Bahtiyari M., İ., 2007. Ultrason Teknolojisinin Tekstilde Kullanım Olanakları, Tekstil Ve Konfeksiyon, 3, 162 – 166.
- [24] 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.
- [25] Yang, Y. Mattison,V.L., 1997. "The Effect of Package Density Profile on Levelness of Package Dyed Yarn", Textile Chemist and Colorist, 29(8), 77-81.
- [26] Özdemir, H., 2002. Tekstil Terbiyesinde Bobin Boyamacılığı, Uygulamada Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- [27] Fettohov, R., Kaplan, V., Keskin, R., Şimşek G., 2005. Terbiye ve Boyama Amaçlı Patronlar Üzerine Bir Araştırma, Tekstil Maraton Dergisi, 80, 18-22.
- [28] Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma -Uygulama Merkezi Yayını, Yayın No:17, İzmir.
- [29] Perincek, S.D., 2006, Ozon, UV, Ultrason Teknolojileri ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye İşlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması", Ege Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İzmir.