



Bir Tekstil İşletmesinde, Doğal ve Sentetik Boyarmaddelerle Boyanmış %100 Pamuklu Kumaşların Karşılaştırılması

Sultan ARAS ELİBÜYÜK^{a*}, F. Filiz YILDIRIM^a, Perinur KOPTUR TASAN^a, Şaban YUMRU^a,
Mustafa ÇÖREKÇİOĞLU^a, Meliha OKTAV BULUT^b

^a Ozanteks Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Denizli, TÜRKİYE

^b Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar e-posta adres: saras@ozanteks.com.tr

ÖZET:

Gelişen teknoloji, çevre kirliliğini de yanında getirmiştir. İncelen ozon tabakası, azalan yeşil alanlar, artan hava ve su kirliliği gibi olumsuzluklar karşısında, özellikle gelişmiş ülkelerde duyarlı bir kamuoyu oluşmaya başlamıştır. Hem sanayileşmeyi sürdürmek hem de çevreyi koruyabilmek için yeni tedbirler düşünölmeye başlanmıştır. Günümüzde “çevre-dostu tekstiller” konusu giderek artan bir önem kazanmaktadır. Toksik olmayan, kolay ve güvenli bir şekilde elde edilebilen doğal boyarmaddeler bu bağlamda, sentetik boyarmaddelere karşı iyi bir alternatiftir.

Bu çalışmanın amacı, doğal boyama yapılan pamuklu ürünler ile sentetik boyama yapılmış aynı pamuklu ürünlerin mukavemet, renk haslığı, yıkama haslığı ve sürtme haslığı değerlerinin karşılaştırılarak, kumaş üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Boyama, Pamuk Boyama, Renk Haslığı, Mukavemet, Yıkama Haslığı

Comparison of 100% Cotton Fabrics Dyed with Natural and Synthetic Dyestuffs in a Textile Plant

ABSTRACT:

Developing technology has brought environmental pollution with it. In the face of negative effects such as the ozone layer examined, decreasing green areas, increasing air and water pollution, a sensitive public opinion has started to form especially in developed countries. New measures have started to be considered both in order to maintain industrialization and to protect the environment. Today, "eco-friendly textiles" is becoming an increasingly important issue. Non-toxic, easily and safely obtainable natural dyes are a good alternative to synthetic dyes in this regard.

The aim of this study was to compare the strength, color fastness, washing fastness and rubbing fastness values of the cotton dyed cotton products and synthetic dyed cotton products and to investigate their effects on the fabric.

Keywords: Natural Dyeing, Cotton Dyeing, Color Fastness, Strength, Washing Fastness

1. GİRİŞ

Tekstil pazarında son yıllarda artan globalleşme ve rekabet boyahanelere de yansımakta ve üretilecek siparişlerde ekolojik ürünlere yönelimi arttırmaktadır. Günümüzde doğal renklendiriciler gösterdikleri çeşitli antioksidan, antibakteriyal, antimikrobiyal vb. aktivitelerinden ve bazı sentetik renklendiricilerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin gün yüzüne çıkmasından dolayı ilgi odağı haline gelmişlerdir.

Doğal boyarmaddeler toksik madde içermemeleri, alerjik olmamaları ve çevreye zarar vermemeleri nedeniyle son yıllarda daha çok ilgi çekmektedirler. Doğal boyarmaddeler, sentetik boyalarla kıyaslandığında daha yumuşak renklere sahiptir. Diğer taraftan sentetik boyarmaddelerin fiyat aralığı, renk paleti daha geniştir [1]. Buna karşın doğal tekstil boyarmaddeleri, mordanlarla birlikte çok zengin renk spektrumları vermesi nedeniyle, kimyasal boyarmaddelerin yerine tercih edilmektedir. Ayrıca sentetik boyarmaddelerin temel hammaddesi yenilenebilir değildir, doğal boyarmaddeler genel olarak yenilenebilir, bitki esaslı ve aynı zamanda da biyolojik olarak parçalanabilir özelliktedir.

Doğal boyarmaddeler pamuk boyamada da kullanılabilmeyle beraber, daha çok yün boyamacılığında yaygındır. Çünkü pamuk liflerinin doğal boyarmaddelerle boyanması yüne göre daha zordur. Yün boyamada kullanılan bitkilerden özellikle bazıları (cehri, indigo, kökboya vb.) pamuk boyamada iyi sonuçlar vermektedir [2,20].

Doğal boyarmaddelerin içeriği anti-alerjiktir, temas ettiği deriyi korur ve çoğunlukla insan

sağlığı için tehlikeli özellik göstermezler. Bu özellik piyasada yer bulması açısından değerlendirildiğinde, ürüne talebi arttıracaktır. Bu çalışmada kullanılan doğal boyarmaddelerin, bitkisel atıklardan ve ülkemiz bitki örtüsünde çokça yetişen bitkilerden elde edilmektedir. Bu sayede hem bir atık değerlendirilmiş olacak hem de çevre ve sağlık açısından faydalı bir ürün elde edilecektir. Bu detayın uzun vadede ülke ekonomisine katkı sağlayacağı da düşünülmektedir. Haslık testleri, mukavemet testleri ve spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılarak sonuçlar analiz edilmiştir.

1.1. Pamuğun Doğal Boyarmaddelerle Boyanmasına İlişkin Önceki Çalışmalar

Pamuk tekstilde en çok kullanılan liflerden biridir. Mekanik özellikleri ve hidrofilitesinin yüksek olmasına rağmen, buruşmazlık ve boyutsal değişimi sentetik liflerle karşılaştırıldığında yetersizdir. Çapraz boyama ve farklı boyama efektleri elde etme olasılığı da yoktur. Eski yıllardan itibaren pamuğun boyanabilirlik ve kolay bakım özelliklerinin artırılması amacıyla çalışmalar yapılmaktadır [3,4]. Cristea ve Vilarem 2005, yılında yaptıkları çalışmada, pamuklu kumaşı boyamak için seçilen boyaların (madder, weld ve woad) ışık haslığı ve yaygın olarak kullanılan bazı antioksidanların ve UV emicilerin ışık haslığı üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Üç doğal boyarmaddenin sentetik olanlarla karşılaştırıldığında zayıf bir ışık haslığı sergilediği görülmektedir. Bununla birlikte, bazı katkı maddelerinin kullanılması, doğal boyarmaddelerin bu varsayılanını iyileştirebilir. Tüm durumlarda, UV emicilerin veya antioksidanların kullanılmasının boyalı kumaşların ışık haslığını arttırdığını göstermiştir [5].

P.S. Vankar ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada, Rubia cordifolia (Tamin, yerel isim) ile

pamuklu tekstilleri boyamak için kullanmışlardır. Kullanılan bitkinin kök, gövde ve yapraklarından antrakinin kırmızımsı turuncu boyarmaddelerini üretmişlerdir. *Biomordan Eurya acuminata* DC ile ön mordanlama gerçekleştirilmiştir. Denemelerde elde edilen boyanmış pamuklu kumaşlar çok iyi haslık değerleri ve metal mordanlar yerine doğal mordanlar kullanarak doğal boyamayı çevre dostu yapan bir yaklaşım sergilemişlerdir [13].

Tutak ve Korkmaz 2012, yapmış oldukları çalışmada organik pamuk kumaşları farklı doğal boyarmadde kaynaklarıyla (madder kökü, ceviz kabuğu, kına, atkestanesi, nar kabuğu, berberis vulgaris kökü, kekik ve adaçayı çayı) boyanmıştır. Boyama işlemi, ön mordanlama ardından boyama yöntemleri kullanılarak farklı mordanlarla (bakır sülfat, potasyum alüminyum sülfat, potasyum tartrat ve sitrik asit) gerçekleştirilmiştir. Kumaşlar renk verimi (K / S) ve ışığa, yıkamaya, sürtünmeye ve terlemeye karşı haslık özellikleri bakımından incelenmiştir. Boyalı organik pamuklu kumaşlardan elde edilen renk ve haslık özellikleri iyi ila mükemmel arasında değerler sergilemiştir [12].

Oktav Bulut ve Akar (2012), yaptıkları çalışmada biberiye, gül, lavanta ve mate çayı ekstraktları gibi ciddi çevre kirliliği yaratan bazı bitki atıklarını, katyonik pamuklu kumaş ve yün iplik üzerine metal tuzları olmadan doğal boyama yapmak için kullanmışlardır. Ekstraksiyon ve boyama zamanının etkisi, tuz ve biyo mordan konsantrasyonunun etkisi ve yün ipliklerin boyanması üzerine tek parti boyama koşullarının optimizasyonu üzerine çalışılmıştır. Boyamada bakır sülfat tuzu mordan olarak kullanıldığında bakır miktarının, hem atık su içinde hem de kumaş üzerinde sınır limitlerin

üstünde olduğu bulunmuştur. Doğal boyamanın tahmin edilen maliyetleri sentetik boyamadan % 17,39 daha yüksek olmasına rağmen, doğal boyamanın insan sağlığı ve çevresel hususlar açısından avantajlı olduğunu belirtmişlerdir [3].

Önal ve Oruç (2012), yaptıkları çalışmada, kuşburnu meyvelerinin saf (destile) suda kaynatılmasıyla elde edilen kuşburnu ekstraktı ile pH=4 ve pH=7’de pamuklu ve yünlü kumaşların ön, aynı anda ve ard mordanlama yöntemleriyle 36 adet kumaş boyamıştır. Mordan (sabitleyici) olarak bakır sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), şap $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ve demir -II- sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) kullanılmış ve boyama şartları ve karakteristikleri belirlenmiştir. Haslık analizi sonuçlarına göre, çoğunlukla yüksek haslıkta renkler elde edilmiş ve buna göre, kuşburnu meyvelerinin organik tekstil endüstrisinde doğal ham madde kaynağı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir [17].

Davulcu ve ark. 2014, yapmış oldukları çalışmada mordanlama işlemi olmadan kekik ve nar kabuğuyla boyanmış pamuklu kumaşların renk, antimikrobiyal ve haslık özelliklerini değerlendirmiştir. Bu şekilde, metalik mordan (ağır metal tuzları) kullanımından kaçınılması ve ekolojik üretim için ağır metal kirliliğinin önlenmesi planlanmıştır. Boyanmış kumaşların yıkanma, sürtme, terleme ve ışık haslığı özellikleri de değerlendirilmiştir [9].

İşmal ve ark. 2015, yılında yaptıkları çalışmada, pamuk, asetat, naylon, polyester, akrilik kumaşlarda, biyomormonlar ve metalik mordanlar için ışık ve yıkama haslığı değerlerini incelemiş ve boyanma değerinin hepsinin aynı olduğunu belirtmişlerdir [11].

Benli ve Bahtiyari 2015-a, yılında yaptıkları çalışmada pamuklu kumaşlar için alternatif bir bitim işlemi yapılması amaçlanmıştır. Kumaşlar, geleneksel enerji yoğun ve kimyasal bazlı terbiye

işlemleri yerine ozon ve ultrason kombinasyonu ile ön işleme tabi tutulmuştur. Ayrıca, önceden işlenmiş kumaşların renklendirilmesi, bitki bazlı doğal boyarmaddeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla nar kabukları, fındikkabuğu, portakal ağacı yaprakları ve alkanet köklerinden elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Bu şekilde, pamuklu kumaşlar için çevre dostu bir terbiye getirilmesi planlanmış ve aynı zamanda tekstil renklendirme işlemlerinde kullanılabilir plantal atıklar sunulmuştur. Ozon gazı ve ultrasonik yıkama kullanımı ile sınırlı gerilme kayıpları olan yeterli ön işlem değerlerinin elde edilebileceği gözlemlenmiştir [6].

Benli ve Bahtiyari 2015-b, yaptıkları çalışmada doğal boyaların pamuk liflerinin boyanmasında endüstriyel üretimde kullanılmasını engelleyen sorunları geniş açıdan ele alıp değerlendirmeye ve çözmeye yönelik çalışmaların sayısının çok az olduğu dikkat çekmektedir [7].

Kaya ve Şanlı 2017 yılında yaptıkları çalışmada, bitkisel boyacılıkta kullanılan çivit otunun taze ve kuru yapraklarından boyama yaparak pamuk, yün ve ipek kumaşları boyamak ve boyamalardan elde edilen renklerin ışık, sürtünme ve yıkama haslıklarını incelenmişlerdir. Çivit otu bitkisinin kumaş boyama işleminde kullanılması için boyama reçeteleri hazırlanmıştır. Boyama işleminde şap, bakır sülfat, demir sülfat, sodyum hidrosülfat mordanı ve sodyum hidroksit kullanılarak mordanlı ve mordansız olmak üzere 36 boyama yapılmıştır. Elde edilen renklerin haslık ölçümleri İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya bölüm laboratuvarında yapılmıştır. Çivit otu ile yapılan boyama işlemleri sonucunda pamuk, yün ve ipek

kumaşlarda ışık, yıkama ve sürtme haslıkları ticari olarak kabul edilebilir durumdadır [18].

Literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmında çeşitli bitkilerle boyama ve elde edilen renk ve haslıkları değerlendirmeleri yer almaktadır. Deney planları genelde boya konsantrasyonu, mordan cinsi ve konsantrasyonuna bağlı elde edilen renk ve haslıkların tespitidir. Bunun dışında bazı çalışmalarda çeşitli ön işlemlerin (enzimatik ön işlem, ozon, plazma ile yüzey modifikasyonu vb.) doğal boyamadaki etkileri üzerine odaklanılmıştır. Doğal boyamanın endüstriyel üretimde kullanılmamasının en önemli nedenlerinden birisi yeterli haslık eldesi için mordan adı verilen ağır metal tuzlarının kullanılması gerekliliğidir. Bir yandan daha ekolojik diye doğal boyaları kullanırken öte yandan çevre açısından sakıncalı ağır metal tuzlarını kullanmak çok da uygun bir yaklaşım değildir. Öte yandan literatürde yapılan çalışmalarda mordan kullanılmadığı takdirde haslıkların tatmin edici düzeyde olmadığı belirtilmektedir.

1.2. Alüminyum Mordan Kullanımının Pamuk Mamullerinin Doğal Boyarmaddelerle Boyanabilirliği Üzerine Etkisi

Doğal boyarmaddelerin liflere bağlanmasında H köprüleri ve hidrofobik etkileşimler rol oynamaktadır. Bu bağlar zayıf etkileşimler olup, iyi haslıkların elde edilebilmesi için doğal boyarmaddelerle boyama sırasında mordan adı verilen ağır metal tuzlarının kullanımını gerektirmektedir [13,20]. Bitmiş ürünlerde çeşitli ağır metaller için bulunmasına izin verilen üst limitler As: 1 ppm, Pb: 1 ppm, Cd: 2 ppm, Cr: 2 ppm, Co: 4 ppm, Cu: 50 ppm, Ni: 4 ppm ve Zn: 20 ppm şeklindedir. Metallerin bulunmasına izin verilen üst limitleri üründen ürüne değiştiği gibi, çeşitli Eco işaretleri arasında da farklılık

gösterebilmektedir [15].

Günümüzde krom kırmızı listeye alınmış olup, hem boyalı tekstil materyalinin hem de atık flottenin çevre dostu olmasını sağlamak için bu metalin kullanımından kaçınılmalıdır. Bakırın da kullanımı sınırlandırılmış olmakla birlikte, bakır için verilen üst limitler oldukça yüksektir ve bu nedenle düşük miktarlarda bakır kullanımı durumunda tekstil materyali üzerindeki limit değerler aşılmamaktadır [15,19]. Buna karşın alüminyum, demir ve kalay için üst limit yoktur [15]. Ancak kalayın tekstil materyali üzerindeki varlığına ilişkin bir üst limit bulunmamasına karşın, bu metalin atık flottede bulunması çevresel açıdan istenmemektedir [19]. Dolayısı ile alüminyum ve demirin mordan olarak kullanılmasının güvenli olduğu söylenebilir. Ancak atık yükünün artmaması için kullanım miktarlarının optimize edilmesi gerekmektedir [15].

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında bu çalışmada lavanta bitkisinin atığından elde edilen doğal boyalarla boyamada renk verimi ve/veya haslıkların geliştirilip geliştirilemeyeceğini gözlemek için alüminyum sülfat ve tannin asit varlığında da boyamalar yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Denemelerde %100 pamuklu havlı dokuma kumaş kullanılmıştır. Pamuk havlu kumaş direkt olarak ve katyonikleştirilerek iki farklı numune incelenmiştir. Projede tüm çalışmalar laboratuvar koşullarında Eco Dyer ve işletme denemelerinde 50 lt'lik HT kazanı boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir.

Pamuklu kumaşlar lavanta bitkisi atığından elde edilen ekstraktla, mordan kullanılarak boyanmıştır. Ardından boyanan numunelerin

spektrofotometre ile renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* değerleri ölçülmüştür. Ayrıca boyanmış numunelerin renkleri görsel yolla da değerlendirilmiş ve gün ışığı altında fotoğrafları çekilmiştir. Boyama pH'ının kumaşların üzerindeki etkisini incelemek için kumaşlarda kopma mukavemeti tespiti testine tabi tutulmuştur. Yıkama haslığı değerleri ve sürtme haslığı değerleri incelenmiştir.

Doğal boyarmadde ekstraktları hazırlanırken lavanta bitkisi atığı kumaş ağırlığının oranında saf su içerisinde kaynatıldıktan sonra, ekstrakt gaze bezi ile filtre edilmiştir. Filtre edilen bu boyarmadde ekstrakt denemelerde boyama flottesisi olarak kullanılmıştır. Doğal boyarmaddelerle boyama işleminde, pamuklu kumaş numuneleri hazırlanan ekstraktlar ile HT boyama kazanında boyanmıştır. Filtre edilmiş boyarmadde ekstraktları boyama işlemlerinde doğrudan flotte olarak kullanılmıştır. Boyama sonrası numuneler sırasıyla soğuk durulama - ılık durulama - yumuşatıcı işlemlerine tabi tutulup kurutulmuştur.

2.1. Değerlendirmelerde Kullanılan Test Yöntemleri

2.1.1. Renk Ölçümü

Kumaşların renk değerlerinin ölçümleri spektrofotometresi kullanılarak D65 gün ışığı altında, 10° gözlem açısı altında yapılmıştır.

Spektral fotometre ile numunelerin ayrıca CIE L*a*b* değerleri de ölçülmüştür.

K/S;

*L**: Açıklık/koyuluk değeri(+ daha açık, - daha koyu)

*a**: Kırmızılık/yeşillik değeri(+ daha kırmızı, - daha yeşil)

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

2.2. Yıkamaya karşı renk haslığı tayini

Boyanmış numunelerin yıkama haslığı tayini TS-7584'e (ISO-105 C06) göre yapılmıştır. Yıkama haslığı tayini için 40°C'da 30 dakika süreyle 4

g/L'lik deterjan (ECE) çözeltisiyle işleme tabi tutulmuştur. Numuneler durulanıp kurutulduktan sonra değerler gri skala ile (1-5 arası) değerlendirilmiştir. Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini: Numunelerin sürtünmeye karşı renk haslığı tayini TS-717'ye (ISO 105-X12) göre sürtünme test cihazı (crockmeter) ile kuru ve yaş olarak yapılmış ve gri skala ile (1-5 arası) değerlendirilmiştir.

2.3. Kumaşlarda Kopma Mukavemeti Testi (TS EN ISO 13934-2)

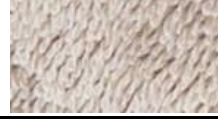

Bu test yöntemi ile tekstil kumaşların uygulanan kuvvete karşı dayanımı ölçülmektedir. Örnek almadan önce kumaş numuneleri standart atmosfer koşullarında kondüsyonlanmalıdır. Deneye tabi tutulacak kumaş numunesinden atkı ve çözgü yönünde iki takım deney parçası kesilir. Deney parçaları kesilirken aynı atkı ve çözgüleri içermemesine dikkat edilir. Yapılan test sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

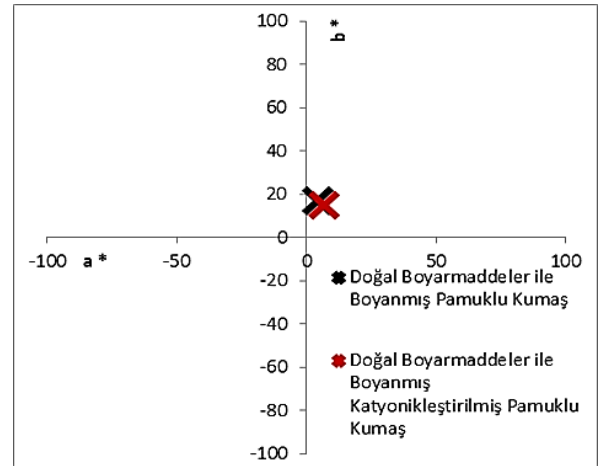
3.1. Doğal Boyalı Pamuklu Ürünlerin Renk ve Haslık Değerlerinin İncelenmesi

Katyonikleştirme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış kumaşların kolorimetrik özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 1'de ve Şekil 1 (a-c)'de verilmiştir.

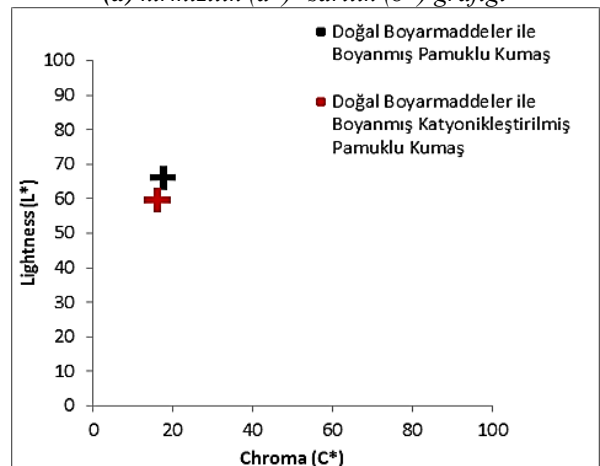
Tablo 1. Katyonikleştirilmiş ve katyonikleştirilmemiş doğal boyarmaddeler ile boyanmış kumaşların kolorimetrik değerleri

	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş
Renk K/S	Kahverengi	Kahverengi
L*	2	2,6
a*	66	59,6
b*	4,8	7,2
C*	16,8	14,7
h°	17,5	16,3
Görünüm		

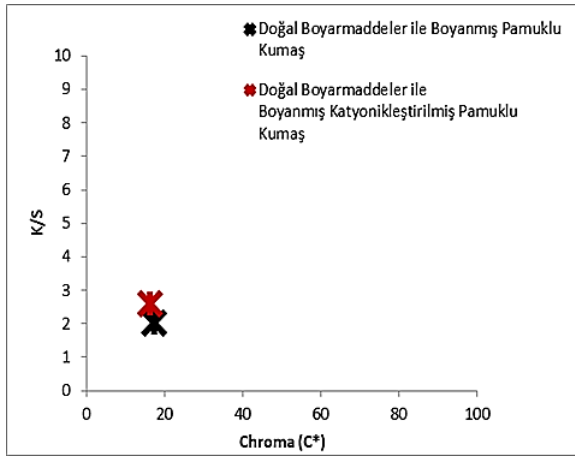
Katyonikleştirilmiş ve katyonikleştirilmemiş doğal boyarmadde ile boyanmış kumaşların renk verimi (K/S) değerleri incelendiğinde değerlerin 2 ve 2,6 olduğu görülmektedir. En yüksek renk verimi değerine katyonikleştirme işlemi uygulanmış kumaşlarda rastlanmıştır.



(a) kırmızılık (a*)- sarılık (b*) grafiği



(b) Açıklık koyuluk (L*)-Kroma(*C) grafiği



(c) renk verimi (K/S)- Kroma (*C) grafiği
Şekil 1. Doğal boyarmadde ile boyanmış katyonikleştirilmiş ve katyonikleştirilmemiş kumaşlara ait kolorimetrik değer grafikleri

Şekil 1’den görüldüğü gibi katyonikleştirme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış kumaşlar arasında çok büyük farklılık görünmesine rağmen, katyonikleştirme işlemi uygulanmış kumaşlar katyonikleştirme işlemi uygulanmamış kumaşlara göre daha koyu renk değerleri sergilemektedir. Bu nedenle açıklık koyuluk-kroma grafiğinde katyonikleştirilmemiş kumaşa göre daha yukarıda bir değer sergilemiştir. Bu da katyonikleştirilmiş kumaşların daha koyu renk değerler sağladığını göstermektedir.

Kumaşların renk değerleri yanında kumaşlara ait haslık değerleri de Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Numunelere ait sürtme ve yıkama haslığı değerleri

		Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş
Sürtme Haslığı	Kuru	5	5
	Yaş	4/5	4/5
Yıkama Haslığı	WO	5	5
	PC	5	5
	PES	5	5
	N6,6	5	5
	CO	5	5
	AC	5	5

Tablo 2’den görüldüğü gibi doğal boyarmaddeler ile boyanmış kumaşların sürtme ve yıkama haslığı değerleri 4/5 ile 5 aralığında

değişmektedir. Bu değerler ticari olarak kabul edilebilir seviyededir.

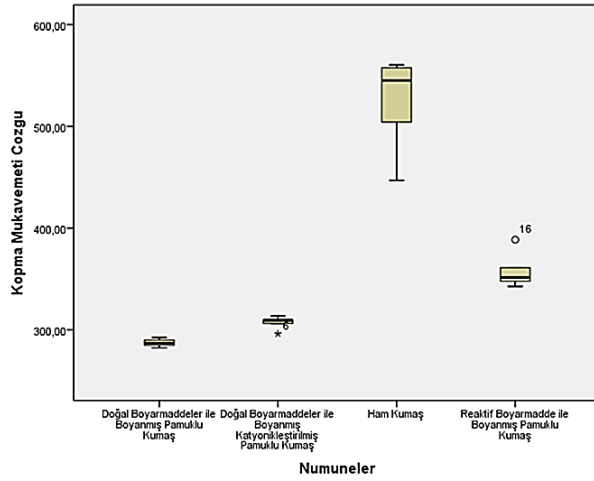
3.2. Doğal Boyalı Pamuklu Ürünlerin Mukavemet Değerlerinin İncelenmesi

Katyonikleştirme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış kumaşların boyama sırasında pH değerlerinin düşük olmasının kopma mukavemeti değerleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca kumaşların ham ve işlem gördükten sonra kopma mukavemeti değerlerindeki değişimde incelenmiştir. Bunun yanında aynı kumaşın normal bir sentetik boyarmadde ile boyanması sonrasında sergilediği kopma mukavemeti değerleri de değerlendirilmiştir. Kumaşlara kopma mukavemeti testleri uygulandıktan sonra sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sırasında öncelikle kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerine normallik testi yapılarak %95 güven aralığında sonuçların normal dağıldığı gözlemlenmiştir. Normallik testi sonuçları ölçüm miktarı 30’dan az olduğu için Shapiro-Wilk’e göre değerlendirilmiştir. Daha sonra kumaşların kopma mukavemeti değerlerine one-way anova testi uygulanarak, değerlerin arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Kumaşların kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerinin ortalama değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

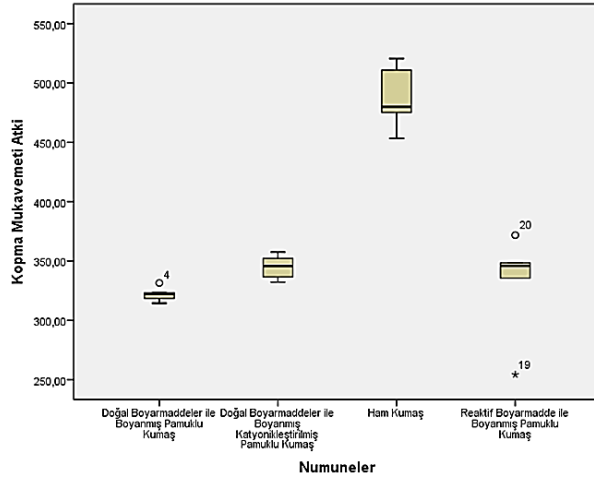
Tablo 3. Numunelere ait atkı ve çözgü yönünde kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri

Numune	Çözgü Yönünde Kopma Mukavemeti (N)	Çözgü Yönünde Kopma Uzaması (%)	Atkı Yönünde Kopma Mukavemeti (N)	Atkı Yönünde Kopma Uzaması (%)
Ham Kumaş	522,93	34,18	487,97	28,5
Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	287,29	14,19	321,99	21,48
Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	306,96	12,22	344,87	18,74
Reaktif Boyarmadde ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	358,29	16,85	371,5	24,84

Kumaşların çözgü ve atkı yönünde kopma mukavemeti değerlerine ait boxplot grafiği şekil 2 (a ve b)'de verilmiştir.



(a) Çözgü yönünde kopma mukavemetine ait değerler



(b) Atkı yönünde kopma mukavemetine ait değerler

Şekil 2. Kumaşların çözgü ve atkı yönünde mukavemet değerlerine ait boxplot grafiği

Şekil 2 incelendiğinde çözgü ve atkı yönünde en yüksek mukavemet değerlerine ham kumaşların sahip olduğu görülmektedir. Kumaşların

boyamalar sonrasında atkı ve çözgü yönünde mukavemet değerleri düşmektedir. Boyanmış kumaşların mukavemet değerleri benzer değerler sergilemektedir ancak aralarında anlamlı bir farklılık olup olmadığını anlayabilmek için %95 güven aralığında gerçekleştirilmiş çoklu karşılaştırma testinin (post hoc tests) sonucu tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları (Tukey HSD Testi)

Bağımlı Değişkenler	Numune 1	Diğer Numuneler	Anlamlılık Derecesi (sig.)
Kopma Mukavemeti Çözgü	Ham Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,000
		Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	,000
		Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,000
	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	,638
		Ham Kumaş	,000
		Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,003
	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,638
		Ham Kumaş	,000
		Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,030
	Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,003
		Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	,030
		Ham Kumaş	,000
Kopma Mukavemeti Atkı	Ham Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,000
		Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	,000
		Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,000
	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	,554
		Ham Kumaş	,000
		Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,949
	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,554
		Ham Kumaş	,000
		Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,853
	Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	,949
		Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	,853
		Ham Kumaş	,000

Tablo 4 incelendiğinde, çözgü yönünde ham kumaşların kopma mukavemeti değerleri boyanmış tüm kumaşlardan anlamlı derecede farklılık sergilemiştir. Bu da ham kumaşların boyama sonrasında mukavemet değerlerinin düştüğünü göstermektedir. Bu durum kumaşların gördüğü ön işlemler ve terbiye işlemleri sırasında gördükleri fiziksel etiklerden dolayı beklenen bir durumdur. Doğal boyama uygulanan katyonikleştirilmiş ve katyonikleştirilme işlemi uygulanmamış kumaşların çözgü yönünde kopma mukavemeti değerleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Bu durumda katyonikleştirme işleminin kumaşların mukavemetleri üzerinde büyük bir etkisi olmadığını göstermiştir. Reaktif boyama uygulanmış kumaşların çözgü yönünde kopma mukavemet değerleri doğal boyama uygulanmış kumaşlardan ve ham kumaştan

anlamlı derecede farklı çıkmıştır. Reaktif boyamaların alkali ortamda yapılması pamuklu kumaşların mukavemet değerlerinin asidik ortamda yapılan doğal boyamalara göre daha az etkilemiş olması beklenen bir durumdur. Atkı yönündeki kopma mukavemeti değerleri incelendiğinde, ham kumaşın mukavemet değerinin boyalı kumaşlardan anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir. ancak çözgü yönünden farklı olarak atkı yönünde boyama işlemi kopma mukavemeti değerlerini çözgü yönündeki gibi etkilememiş ve doğal veya sentetik boyalı pamuklu kumaşların kopma mukavemeti değerleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu durum yapılan homojenlik alt grup sonuçlarına da yansımaktadır. Kumaşlara ait çözgü ve atkı yönündeki homojen alt küme dağılımları (duncan testi) tablo 5’de verilmektedir.

Tablo 5. Çözgü ve atkı yönündeki kopma mukavemeti değerlerine ait homojen alt küme dağılımları (duncan testi)

Çözgü Yönünde Kopma Mukavemeti Değerleri				
Numune	Örnek sayısı	1	2	3
Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	5	287,2		
Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	5	306,9		
Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	5		358,2	
Ham Kumaş	5			522,9
	Sig.	,249	1,000	1,000
Atkı Yönünde Kopma Mukavemeti Değerleri				
Numune	Örnek sayısı	1	2	
Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	5	321,9		
Reaktif Boyarmaddeler ile Boyanmış Pamuklu Kumaş	5	331,1		
Doğal Boyarmaddeler ile Boyanmış Katyonikleştirilmiş Pamuklu Kumaş	5	344,8		
Ham Kumaş	5		487,9	
	Sig.	,223	1,000	

Tablo 5’den görüldüğü gibi Çözgü yönünde doğal boyarmaddeler ile boyanmış kumaşların mukavemet değerleri aynı alt grupta görünmektedir ve mukavemet değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bununla birlikte ham kumaşın ve reaktif boyarmadde ile boyanmış kumaşların çözgü yönünde kopma mukavemeti değerleri anlamlı derecede farklı çıkmaktadır. Atkı yönünde ise ham kumaş dışındaki tüm kumaşların kopma mukavemeti değerleri benzer değerler sergilemiştir. Bu durum tablo 4’ten elde edilen sonuçlar ile paraleldir.

Kumaşların tüm mukavemet değerleri incelendiğinde, boyama işleminin kumaşların mukavemetini azalttığını söylemek mümkündür. Doğal boyanmış kumaşlarda katyonikleştirme işlemi mukavemet üzerinde anlamlı bir etki yaratmamıştır. Bunun yanında çözgü yönünde reaktif boyarmaddeler ile boyanmış kumaşların kopma mukavemeti değerleri doğal boyalı kumaşlardan daha yüksek çıkmaktadır. Bunun nedeni de reaktif boya işleminin doğal boyama işleminden daha alkali bir ortamda yapılması olabilir. Atkı yönünde ise boyalı kumaşların

kopma mukavemeti değeri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çevre ile ilgili artan bilinç ve iklim değişikliği sürdürülebilir üretimi artık gerekli kılmaktadır. Bu nedenle firmalar su tüketimi çok yüksek olan tekstil sektöründe insanlara ve çevreye zararlı sentetik boyarmaddeler yerine alternatif teknolojiler ve maddeler aramaktadır. Doğal boyarmaddelerde bu alternatiflerden biridir. Sürdürülebilir, doğal kaynaklı ve çevreye zarar vermeyen doğal boyarmaddelerin tekstil yüzeylerine uygulanması ile ilgili literatürde çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada ise lavanta atıkları kullanılarak işletme şartlarında gerçekleştirilen doğal boyama sonucu elde edilen pamuklu ürünler ile sentetik boyama yapılmış aynı pamuklu ürünlerin mukavemet, renk haslığı, yıkama haslığı ve sürtme haslığı değerlerinin karşılaştırılarak, kumaş üzerine etkileri incelenmiştir. Doğal boyama işlemi uygulanan kumaşlara ön mordanlama ve bazı kumaşlara katyonikleştirme işlemi uygulanmıştır. Katyonikleştirme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış kumaşların renk ve haslık değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu kumaşların kopma

mukavemeti değerleri de karşılaştırılmıştır. Doğal boyama işleminin ayrıca reaktif boyarmaddelerle boyama işlemi ile kopma mukavemeti değerleri bakımında karşılaştırılması sağlanmıştır. Katyonikleştirme işlemi uygulanmış doğal boyalı pamuklu kumaşların katyonikleştirme işlemi uygulanmamış kumaşlara göre daha koyu renk değerleri sergilediği görülmüştür. Bununla birlikte iki doğal boyalı kumaşında yıkama ve sürtme haslığı değerleri ticari olarak kabul edilebilir değerlerde çıkmaktadır. Kumaşların kopma mukavemeti değerleri incelendiğinde çözü yönünde doğal boyama yapılmış kumaşların mukavemet değerlerinin en düşük değerleri sergilediği görülmektedir.

Teşekkür; *Bu çalışma, Ozanteks Tekstil Ar-Ge merkezi tarafından, 19SU01 özkaynak proje numarası ile desteklenmiştir.*

KAYNAKLAR

- [1] Samanta, A. K., Agarwal, P., 2009. Application of Natural Dyes on Textiles. Indian Journal of Fibre &Textile Research. 34, 384-399.
- [2] Eyüboğlu U, Okaygun I, Yaras F, (1983). Doğal Boyalarla Yün Boyama: Uygulamalı ve Geleneksel Yöntemler, Özkur Basımevi, İstanbul, Türkiye.
- [3] Oktav, B. M. ve Akar, E., (2012). “Ecological dyeing with some plant pulps on woole yarn and cationized cotton fabric. Journal of Cleaner Production”, 32: 1-9.
- [4] 4. Akar, E, Bulut, M, Baydar, H. (2013). Katyonikleştirilmiş pamuklu kumaşın gül posası ile doğal boyanması ve haslık özelliklerinin incelenmesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi , 29 (3) , 213-219 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erciyesfen/issue/25560/269629>
- [5] Cristea, D., Vilarem, G., 2006. Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn, Dyes and Pigments, 70:238-245

- [6] Benli H, Bahtiyari MI, (2015a). Combination of Ozone and Ultrasound in Pretreatment of Cotton Fabrics Prior to Natural Dyeing, Journal of Cleaner Production, 89: 116-124.
- [7] Benli H, Bahtiyari MI, (2015b). Use of Ultrasound in Biopreparation and Natural Dyeing of Cotton Fabric in a Single Bath, Cellulose, 22: 867–877.
- [8] Cristea D, Vilarem G, (2006). Improving Light Fastness of Natural Dyes on Cotton Yarn, Dyes and Pigments, 70: 238-245.
- [9] Davulcu A, Benli H, Şen Y, Bahtiyari MI, (2014). Dyeing of Cotton with Thyme and Pomegranate Peel, Cellulose, 21 (6): 4671–4680.
- [10] Akar E, Oktav BM, (2013). Bazı Tekstil Boya Bitkilerinin Antibakteriyal Özellikleri ve Aktivitesi için Kullanılan Test Yöntemleri, SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 3(2), 1-6
- [11] İşmal ÖE, Yıldırım L, Özdoğan E, (2015). Valorisation of Almond Shell Waste in Ultrasonic Biomordanted Dyeing: Alternatives to Metallic Mordants, The Journal of The Textile Institute, 106 (4): 343-353.
- [12] Tutak M, Korkmaz NE., (2012). Environmentally Friendly Natural Dyeing of Organic Cotton, Journal of Natural Fibers, 9: 51–59.
- [13] Vankar PS, (2000). Chemistry of Natural Dyes, Resonance, 73-80.
- [14] Grifoni D, Bacci L, Zipoli G, Albanese L, Sabatini F, (2011). The Role of Natural Dyes in the UV Protection of Fabrics Made of Vegetable Fibres, Dyes and Pigments, 91: 279-285.
- [15] Gulrajani ML, (1999). Present Status of Natural Dyes, Colorage, 46 (7): 19-28.
- [16] Atav R, (2010). Fonksiyonel Tekstiller Yüksek Lisans Ders Notları, Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu-Tekirdağ.
- [17] Önal, A, Oruç, Ş. (2012). Kuşburnu(Rosa canina) meyvelerinden elde edilen ekstrakt ile pamuklu ve yünlü kumaşların boyanma özelliklerinin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi , (1) , 21-26 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gbad/issue/29695/319513>

[18] Kaya, Ü. ve Şanlı, H. S. (2017). Çivit Otu ile Boyanan İpek, Pamuk ve Yün Kumaşların Bazı Haslık Değerleri. *idil*, 6 (36), s.2581-2594.

[19] Saxena, S. and Raja, A. (2014) Natural Dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues. In: Muthu, S., Eds., *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing. Textile Science and Clothing Technology*, Springer, Singapore, 37-80.
https://doi.org/10.1007/978-981-287-065-0_2

[20] Karadağ, R., (2008). *Doğal Boyama Reçeteleri*. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Döner Sermaye İşletmesi Merkez Müdürlüğü, ISBN: 978-975-17-3318-4