



# TEKSTİL VE MÜHENDİS

## (Journal of Textiles and Engineer)



<http://www.tekstilvemuhendis.org.tr>

### UV Korumada Ekolojik Çözümler

#### Ecologic Solutions for UV Protection

F. Filiz YILDIRIM<sup>1</sup>, H. Gökçin SEVGİSUNAR<sup>1</sup>, Arzu YAVAŞ<sup>1</sup>, O. Ozan AVİNÇ<sup>1</sup>, Ali ÇELİK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Denizli, Türkiye

Online Erişime Açıldığı Tarih (Available online): 29 Aralık 2014 (29 December 2014)

#### Bu makaleye atıf yapmak için (To cite this article):

F. Filiz YILDIRIM, H. Gökçin SEVGİSUNAR, Arzu YAVAŞ, O. Ozan AVİNÇ, Ali ÇELİK (2014):  
UV Korumada Ekolojik Çözümler, Tekstil ve Mühendis, 21: 96, 37-51.

For online version of the article: <http://dx.doi.org/10.7216/130075992014219605>



# UV KORUMADA EKOLOJİK ÇÖZÜMLER

F. Filiz YILDIRIM<sup>1</sup>  
H. Gökçin SEVGİSUNAR<sup>1</sup>  
Arzu YAVAŞ<sup>1\*</sup>  
O. Ozan AVİNÇ<sup>1</sup>  
Ali ÇELİK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Denizli, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 14.05.2014

Kabul Tarihi / Accepted: 10.12.2014

**ÖZET:** İnsanlar, bitkiler ve hayvanlar için yaşam kaynağı olan güneş, farklı dalga boylarında ışınlar yaymaktadır. Farklı dalga boyundaki bu ışınlardan bir bölümü UV ışını olarak adlandırılmakta ve bu ışının dozunun yükselmesi ile insanlarda alerjiler, güneş yanıkları, cilt yaşlanması ve hatta cilt kanseri gibi olumsuz etkiler görülmektedir. Tekstil ürünleri bu etkileri önlemek için kullanılabilir. Tekstil materyallerine çeşitli kimyasal maddeler uygulanarak UV koruyucu özellik kazandırılabilir. Kimyasalların neden oldukları potansiyel sorunlar (ekolojik sorunlar) nedeniyle bu ürünlere çeşitli alternatifler araştırılmaktadır. Doğal boyalar, tekstil materyallerine UV koruyucu özelliği çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden kazandırılabilir. Doğal boyaların tekstil ürünlerine kazandırdığı UV koruma özelliği hakkında yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Bu derleme makalede doğal boyaların tekstil ürünlerine sağladığı UV koruyuculuk hakkında detaylı bilgiler verilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** UV koruma, ekoloji, doğal boya, tekstil, mordan

## ECOLOGIC SOLUTIONS FOR UV PROTECTION

**ABSTRACT:** Sun, which is a life source for humans, plants and animals, radiates rays with different wavelengths. A part of these rays are referred to UV rays, and high dosage of these rays can result in many negative effects on humans such as allergies, sunburns, skin aging and even skin cancer. Textile products can be used to prevent these negative effects. Various chemical agents can be applied to textile materials to impart UV protection. Various alternatives have been investigated instead of these chemicals due to their potential problems such as their environmental issues. Natural dyes can impart UV protection properties to textile materials without giving damage to environment and human health. In the literature, there are many studies in respect of UV protection properties of textile materials treated with natural dyes. In this review, detailed information about UV protection of textile materials provided by the natural dyes is given.

**Keywords:** UV protection, ecology, natural dye, textile, mordant

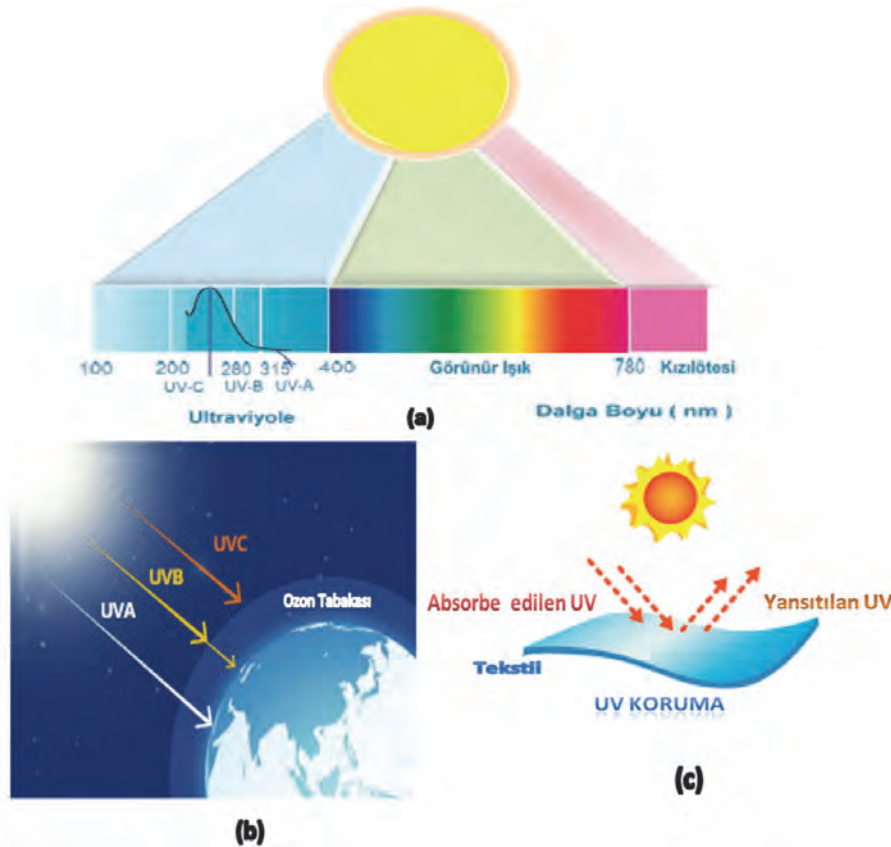
\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: aozerdem@pau.edu.tr

DOI: 10.7216/130075992014219605, www.tekstilvemuhendis.org.tr

## 1. GİRİŞ

Güneş bütün canlılar için vazgeçilmez bir hayat kaynağı olması yanında [1] dünyadaki canlıların günlük yaşamını da etkilemektedir [2-5]. Güneşin sahip olduğu farklı dalga boyunda ışınlar ve bu ışınların değişik güçteki etkileri sayesinde çeşitli biyolojik olaylar başlamakta, sürmekte ve hızlanıp yavaşlamaktadır [2-5]. Güneşten yeryüzüne ulaşan ışınlar 290–3000 nm dalga boyları aralığındadır (Şekil 1 (a)) ve elektromanyetik spektrumda 290–400 nm dalga boyu arasında görünen ışınlar “Ultraviyole (UV) ışınlar” olarak adlandırılmaktadır [6, 7]. Az miktarda UV ışını yaşam için yararlı olmakla birlikte UV ışınlarının dozu yükseldiğinde insanlarda güneş yanıkları, alerjiler, cilt yaşlanması ve kanseri veya katarakt gibi zararlı etkiler ortaya çıkmaktadır [1]. Ultraviyole ışınların yapısında, yaklaşık olarak % 6 oranında ultraviyole radyasyon (UVR) bulunmaktadır [8].

Güneşten dünya üzerine gelen radyasyon, insan gözünün gördüğü görünür radyasyon (ışık), ısı olarak ciltte hissedilen infrared radyasyon (ışık) ve görünmeyen, hissedilmeyen ve en tehlikeli olan ultraviyole radyasyon olarak sayılabilmektedir [1, 9, 10, 11]. Ultraviyole radyasyon; 315-400 nm dalga boyu aralığında bulunan UVA ışınlarından (*dalga boyu en uzun ve enerjisi en az olan ışınlar*), 280-315 nm dalga boyları arasında bulunan UVB ışınlarından (*enerji ve dalga boyu açısından ortada yer alan*) ve 280’den daha az dalga boyuna sahip UVC ışınlarından (*dalga boyu en kısa ve enerjisi yüksek ve oldukça tehlikeli olan ışınlar*) oluşmaktadır (Şekil 1 (a)) [6, 7, 12, 13]. Dünyanın yüzeyine sadece UVA, UVB, görünür ve kızılötesi ışınlar ulaşmaktadır. Diğer spektral bölümler dünyanın atmosferi tarafından absorbe edilmektedir (Şekil 1 (b)) [14]. Güneşten dünyaya ulaşan radyasyonun %5’i UVB ve %95’i UVA’ dır (Şekil 1 (b)) [15]. UVA radyasyon, UVB radyasyona göre daha zayıftır. UVB radyasyon gözler ve cilt için UVA radyasyona nazaran daha zararlı etkilere sahiptir [1].



Şekil 1. (a) Güneşten yayılan ışınlar ve dalga boyları, (b) Ozon tabakasının koruyuculuğu ve (c) UV koruyucu tekstil yüzeyleri [16-18]

Ultraviyole radyasyon, insanlar üzerinde cilt kanseri ve hastalıkları, katarakt ve göz damarlarının genişlemesi gibi olumsuz etkilere sebep olabildiğinden oldukça önemlidir. Ayrıca UVR, insan vücudu için gerekli olan D vitamini sentezinin azalmasına sebep olarak iskelet yapısının ve bağışıklık sisteminin zayıflamasına da neden olmaktadır [6]. Bu nedenle güneş altında çalışmak zorunda olan insanlar, dışarıda oyun oynayan çocuklar, deniz kenarlarında güneşlenen ve açık havada spor yapan insanlar sağlık açısından tehdit altında bulunmaktadır [6]. Tekstil malzemeleri bu olumsuz etkileri önlemek için kullanılan önemli ürünler arasında yer almaktadır [19]. Giysiler, cildi güneşin zararlı UV ışınlarına karşı koruyabilmektedir (Şekil 1 (c)). Bununla birlikte bütün giysilerin aynı derecede UV koruma sağlaması mümkün değildir. Giysilerin oluştuğu tekstil yüzeylerinin dokuma sıklığı, gramajı, lif tipi, renk ve örtme faktörü gibi etkenler tekstil yüzeylerinin UV koruyuculuğunu etkilemektedir [20]. Bu yüzeylerin karakteristik yapısında çeşitli değişiklikler yapılarak veya bitim işlemleri uygulanarak bu ürünlere UV koruyucu özellik kazandırılması mümkündür-[21].

Tekstilde, güneşten koruyucu tekstil malzemesinin UVR' ye karşı sağlamış olduğu korumanın belirlendiği "Ultraviyole Koruma Faktörü (UPF)" kavramı kullanılmaktadır [8, 22]. Ultraviyole koruma faktörü, ultraviyole radyasyonuna karşı insan cildini korumada kumaşın etkisinin nicel ölçümüdür [23]. UPF değeri, ne kadar UV radyasyonun esnemeyen kuru kumaştan geçebileceğini göstermektedir [24]. Tekstil yüzeyleri için UPF değeri; kumaşın yapısını oluşturan liflere, optik beyazlatıcıya, UV absorblayıcı maddelerin kimyasal yapısına, iplikler arasındaki boşluğa, lifin cinsine ve renge bağlı olarak değişmekte hatta liflerin şişme kapasitesi de bu değeri etkilemektedir [8]. UV koruyuculuğunun değerlendirilmesi Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1.** UV Koruyuculuğun Değerlendirilmesi (Grifoni'ye göre) [25].

UPF oranı	Koruma kategorisi	UVB geçirgenliği (%)
<15	Yetersiz koruma	>6.7
15-24	İyi koruma	6.7-4.2
25-39	Çok iyi koruma	4.1-2.6
40-50-50+	Mükemmel koruma	≤ 2.5

Boyalı veya boyasız birçok doğal ve sentetik tekstil yüzeyi genellikle kısmen UV radyasyonunu geçirilmektedir. Bundan dolayı, tekstil yüzeyleri UV absorbe edici maddeler uygulanarak UV koruyucu özellik kazandırılmalıdır [26]. UV absorblayıcı maddeler (UV absorber), 290–360 nm UV aralığında güçlü absorpsiyona ve absorladıkları enerjiyi çevreye zarar vermeden geri verme özelliğine sahip organik (o-hidroksibenzofenon, o-hidroksifenilbenzotriazol, o-hidroksifeniltriazin gibi) veya inorganik (titanyum dioksit gibi) renksiz bileşiklerdir [7, 21, 22]. UV bloke edici maddelerin her bir tipi sadece belirli dalga boyu aralıkları üzerindeki UV radyasyonunu absorbe etmektedir [27]. Önemli ultraviyole absorbe edici maddeler 2-hidroksibenzofenonlar, 2-hidroksifenil, benzotriazol, 2-hidroksifenil-s-triazin gruplarından oluşmaktadır [28], ayrıca TiO<sub>2</sub>' de bir çeşit UV absorbe edici olarak kullanılabilir [29]. Tekstil yüzeylerine UV absorbe edici maddeler liflerin üretimi aşamasında ya da liflere bitim işlemi sırasında uygulanmaktadır [22]. UV absorbe edici maddeler boyalarla uyumlu olmakla birlikte liflere emdirme, çektirme, pad-termosol veya pad-dry yöntemleri kullanılarak aplik edilebilmektedir [30].

UV koruma işlemlerinde kullanılan kimyasal maddeler birçok sentetik maddede olduğu gibi insan sağlığına zarar verme riski taşıyabilmektedir. Dünya'da ve Anadolu'da binlerce yıldır doğal renklendirici olarak kullanılan doğal boyalar ekolojiye ve cildimize karşı zararsızdır [31-33]. Aynı zamanda bu ürünler sürdürülebilir, yenilenebilir ve biyo-bozunur maddelerdir [33]. Bu ürünlerin çeşitli koruyucu özellikleri de bulunmaktadır [34]. Tüketicilerin anti-alerjik, antimikrobiyal veya UV koruyucu giysilere ilgisinin artmasıyla birlikte doğal boya sektörüne ilgi de artmaktadır [34]. Bu derleme çalışmada doğal ürünlerin tekstil yüzeylerine kazandırdığı UV koruma fonksiyonellikleri incelenecektir.

## 2. TEKSTİL ÜRÜNLERİNE DOĞAL YOLLARLA UV KORUMA ÖZELLİĞİ KAZANDIRILMASI

Tekstil materyalinin güneş ışınlarını bloke edici özellikleri; boyama ve/veya ultraviyole koruyucu bitim işleminden sonra ortaya çıkmaktadır. Bu sayede UV ışınları absorbe edilmekte ve ışınların kumaştan geçip cilde etki etmesi engellenmektedir. Boyanmış kumaş-

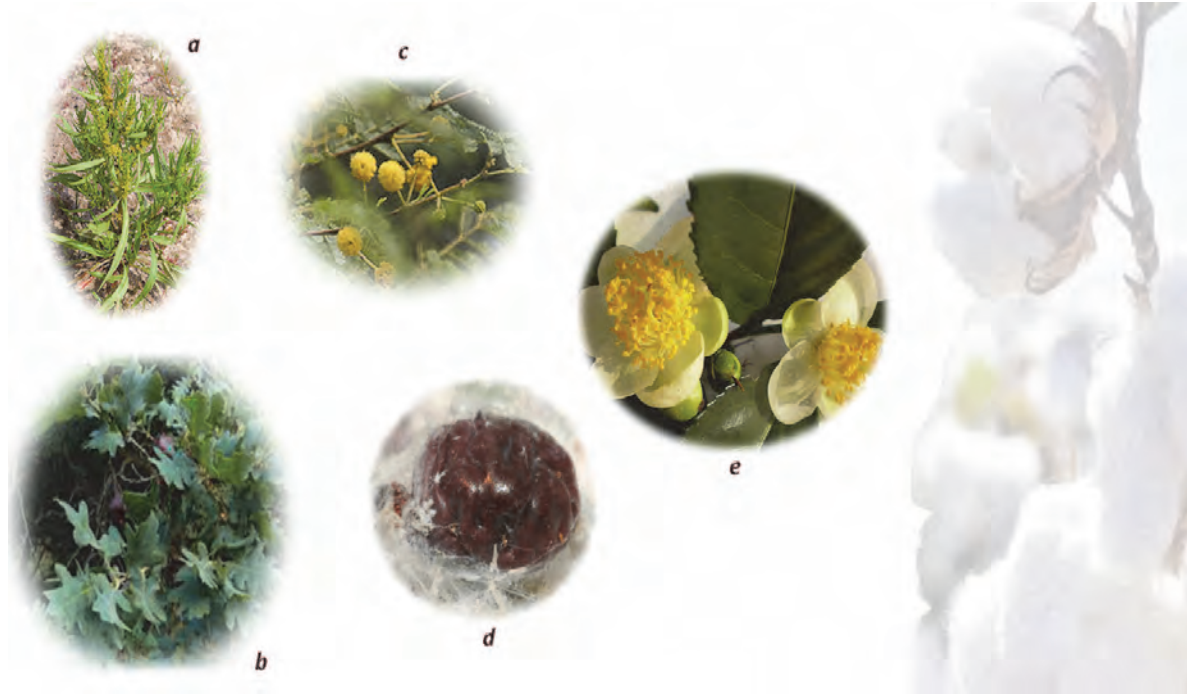
lar boyanmamış kumaşlara göre daha çok UV koruma etkisine sahiptir. Boya konsantrasyonunun artması ile UV koruma etkisinin arttığı görülmektedir [35]. UV koruyucu etkinin doğal boyaların absorpsiyon karakteristiğiyle bağlantılı olabileceği belirtilmektedir [36]. Ayrıca kumaşın rengi [37] ve doğal boyaların UV ışınları için emici karakterde olmaları da UV koruyuculukta çok büyük bir öneme sahiptir. Metalik tuz mordanlarının, doğal boyalar ile boyanmış pamuk [38], yün [39], ve ipek [40] kumaşların sahip olduğu UV koruma özelliklerini güçlendirmesi, lifin doğasına, mordana ve kullanılan boyaya bağlıdır. UV koruma özelliği sağlayan doğal boyalar hakkında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalarda en popüler doğal liflerden, yeni ekolojik, sentetik liflere kadar birçok lif üzerinde denemeler yapılmıştır. Bu yazıda da ilk olarak popüler bir doğal lif olan pamuk lifi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenecektir.

## 2.1. Pamuk Liflerine UV Koruma Özelliği Kazandırılması

2002 yılında pamuk liflerine UV koruma özelliği kazandırmak için Hindistan'da yapılan çalışmada kuzukulağı (*Rumex maritimus*L.) (Şekil 2 (a)), meşe mazısı (*Quercus infectoria*Oliv.) (Şekil 2 (b)), *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell.Arg., kök boya (*Rubia cordifolia*L.), ravanti (*Rheum emodi*L.), lak böceği (*Kerria lacca*), yalancı akasya (*Acacia cathechu* (L.) Willd., Oliv.), *Terminalia chebula*, nar (*Punica granatum*) ve *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Delile (Şekil 2 (c)) doğal boyaları ile bezayağı pamuklu dokuma kumaşlar boyanmış ve boyanan pamuklu kumaşların UV koruyuculuğu yanında *P.vulgaris* ve *E.coli* bakterilerine karşı antibakteriyel etkinlikleri incelenmiştir [41]. Sonuçlar doğal boyaların birçok fonksiyonel özelliklerini pamuklu kumaşlara aktarabileceklerini kanıtlamaktadır. Meşe mazısı (*Quercus infectoria*Oliv.) ile boyanan pamuklu kumaşın hem iyi antibakteriyel etkinlik hem de uzun ömürlü UV koruması sağlayabildiği belirtilmektedir. Kumaşa uygulanan mordanların UV koruyuculuk için olumlu, antimikrobiyal etkinlik için ise olumsuz etkiye neden oldukları gözlemlenmiştir [41].

2004 yılında Amerika'da yapılmış başka bir çalışmada ise bilim insanları bezayağı, dimi ve saten yapıdaki ağartılmış ve merserize edilmiş pamuklu dokuma kumaşları kök boya (*Rubia tinctorum*L.), indigo (*Indigofera tinctoria*L.) ve böcek orijinli doğal renklendirici olan koşenil (*Dactylopius coccus*) (Şekil 2 (d)) ile boyanmış ve boyanan bezayağı, dimi ve saten pamuklu dokuma kumaşların UV koruma özelliklerini (Standart AS/NZ 4399:1996) test etmiştir [42]. Sonuçlar bezayağı pamuklu dokuma kumaşların %2 boya konsantrasyonunda kök boyayla boyandıklarında; hiçbir UV koruma sağlamadıklarını (UPF; 11.1), %4 ve %6 boya konsantrasyonundaki kök boyalarla boyandıklarında ise iyi UV koruma sağladıklarını (%4'lük konsantrasyonda UPF; 15.8 ve %6'lük konsantrasyonda UPF; 16.6) göstermektedir. Ayrıca bezayağı dokuma kumaşların koşenil ile %2 (UPF; 28.5), %4 (UPF; 34), %6 (UPF; 36.6)'lık boya konsantrasyonlarında boyandıklarında çok iyi, yine aynı konsantrasyonlarda indigo ile boyandıklarında ise mükemmel UV koruma sağladıkları (%2'lik konsantrasyonda UPF; 43.1, %4'lük konsantrasyonda UPF;>50 ve %6'lük konsantrasyonda da UPF değeri >50) belirtilmektedir. Farklı konsantrasyonlarda (%2, %4 ve %6) boyanmış tüm dimi ve saten doku tipindeki kumaşlarda ise UPF değerleri >50'yi göstererek mükemmel UV koruma özelliği sergilemektedir [42].

Kore'de 2006 yılında yapılmış olan çalışmada yeşil çayın (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) (Şekil 2 (e)) içeriğindeki maddeler (özellikle polifenolik ailesinden olan kateşin gibi) sayesinde UV koruyucu özelliği sergileyebileceği belirtilmiştir. Doğal mordanlama maddesi olarak kitosan (biyopolimer olan) kullanılmış ve yeşil çay ekstraktı ile boyama yapılmıştır. Sonuçlar kitosan mordanı eşliğinde boyanmış pamuklu kumaşın, mordansız olarak yeşil çay ekstraktıyla boyanmış kumaşa göre çok daha iyi boyama karakteristiği ve yüksek UV koruma özelliği sergilediğini göstermektedir. Kitosan konsantrasyonunun artırılması ile boyama veriminin ve pamuklu malzemenin UV koruma özelliğinin artacağı belirtilmektedir [48].



Şekil 2. Pamuk liflerine UV koruma kazandırılmasına yardımcı olan bazı bitki ve böcekler; (a) *Rumex maritimus*L., (b) *Quercus infectoria*Oliv., (c) *Acacia nilotica* (L.),(d) *Dactylopius coccus*, (e) *Camellia sinensis* [43, 44, 45, 46, 47]

Çin ve Hindistan'da 2007 yılında yine pamuk lifiyle ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır. Çin'de yapılmış çalışmada pamuk üzerine aplike edilen iki doğal boyanın (*Rheum emodi* L.ve *Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc.) UV koruyucu özellikleri ve renk haslığı özellikleri deneylerle değerlendirilmiştir [49]. Deney sonuçları, doğal boyalar ile boyanan pamuklu ve ipek kumaşların UV koruma kategorisine göre değerlendirildiklerinde iyi derecede UV koruma özelliği sergilediğini göstermektedir. Boyanan kumaşların, UV ışınlarının %80'ini absorbe ettiği belirtilmektedir. Sonuçlar yaygın olarak kullanılan ve UV absorber olarak bilinen benzofenonla *R. emodi* ve *L. erythrorhizon* doğal boyalarının UV koruma etkilerinin karşılaştırılabilir seviyede olduğunu da göstermektedir. Sonuçlar bu doğal boyaların UV koruyucu kıyafetlerin üretiminde potansiyele sahip olabileceğini doğrulamaktadır [49]. Hindistan'da yapılmış çalışmada ise karahalile (*Terminalia chebula*), nar (*Punica granatum*L.), lak böceği (*Kerria lacca*) gibi boyalar ile pamuk kumaşlar boyanmış ve boyanmış kumaşların UV absorpsiyon spektrumları analiz edilmiştir. Sonuçlar, bu boyalar yardımıyla 35-50 UPF arasında UV koruma özelliği sağlayan pamuklu kumaşlar üretilebileceğini göstermektedir. Karahalile ve nar ekstraktları ile boyanmış pamuklu kumaşların UV koruma değerinin iyi olduğu belirtilmektedir [50].

Ayrıca UPF değerlerinin, lifin özellikleri ve lif- boya etkileşimi ile yakından ilişkili olduğu da gözlemlenmektedir, aynı boya farklı liflerde oldukça farklı UPF sonuçları sergileyebilmektedir [50].

2008 yılında Pakistan'da UV ışınlarına maruz bırakılan ve bırakılmayan kına ile (*Lawsonia inermis* L.) aynı şekilde, UV ışınlarına maruz bırakılan ve bırakılmayan pamuklu kumaşların boyanması durumunda, pamuklu kumaşların haslıklarında ve renk veriminde (K/S) meydana gelen gelişmeyi inceleyen bir çalışma yapılmıştır. UV kaynağına tabi tutulmuş ve tutulmamış kına tozu, su, şap ve metanolün pamuklu kumaşlara uygulanması sonucunda, kınanın pamuklu kumaşlara sarımtırak yeşil bir renk verdiği gözlemlenmiştir. UV ışınlarına maruz bırakılan kına yapraklarından metanol kullanılarak ekstrakte edilmiş boyalar ile boyanmış pamuklu kumaşların renk haslıklarının geliştiği belirtilmektedir. UV kaynağıyla işlem görmüş kına tozu ekstraktlarıyla boyanmış kumaşların, işlem görmemiş kına tozu ekstratıyla boyanmış pamuklu kumaşlara göre daha iyi renk verimlerine (K/S) sahip olduğu belirtilmektedir [51].

2009 yılında Çin'de yapılmış çalışmada *Lithospermum* doğal boyası ile boyanmış pamuklu kumaşların UV koruma özellikleri (*Standart AS/NZ 4399:1996*) araş-

tırılmıştır. Sonuçlar, doğal boyalar ile boyanmış pamuklu kumaşların iyi bir UV koruma sağladığını ve UV ışınlarını %90 civarında absorbe ettiğini göstermektedir [36]. Çalışmanın sonuçları UV koruma etkisinin, *Lithospermum*'un UV radyasyonunu absorblaması sırasındaki absorblama karakteristiği ile yakından ilişkisi olabileceğini göstermektedir [36].

Mısır'da 2010 yılında yapılmış çalışmada kök boya (*Rubia tinctorum*L.), curcuma (*Curcuma tinctoria* Guibourt), soğan (*Allium cepa*L.) ve kına boya ile çeşitli mordanlar eşliğinde (*demir sülfat, bakır klorür, zirkonyum oksit klorür, alüminyum klorür ve şap*) emdirme yöntemi kullanarak pamuklu örme (*pike, interlok ve parasol*) kumaşlar boyanmış ve boyanmış kumaşların UV koruma (*Standart AS/NZ 4399:1996*) ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir [52]. Metal tuzları kullanılarak ön-mordanlama işlemine tabii tutulmuş pamuklu kumaşların UV koruma faktörü (UPF) ve renk verimi (K/S) değerleri; zirkonyum oksit klorür ile  $\geq$  bakır klorür ile  $>$  çinko klorür ile  $>$  alüminyum klorür ile işlem görmüş kumaşlar > işlemsiz kumaşlar olarak sıralanmaktadır [52]. UPF değerleri kumaş ağırlığının artması ile artmaktadır ve interlok kumaş  $>$  pike kumaş  $\geq$  parasol kumaş olarak sıralanmaktadır. Mordan kullanılmadan boyanmış kumaşların UPF değerleri boyarmaddeler bazında sırasıyla şu şekilde verilmiştir; kök boya ile boyanmış UPF; 13, curcuma ile boyanmış UPF; 14, kına ile boyanmış UPF; 26 ve soğan ile boyanmış UPF; 38'dir. Zirkonyum klorür ile mordanlanmış ve boyanmış pike kumaşların UPF değerleri ise boyarmaddeler bazında sırasıyla şu şekilde verilmiştir; kök boya UPF; 48, curcuma UPF; 42, kına UPF; 49 ve soğan UPF;  $>50$ 'dir (mükemmel) [52]. Sonuçlar, boyama ile elde edilen UV ve antimikrobiyal koruma özelliklerinin 20 yıkamadan sonra bile korunduğunu göstermektedir [52].

2011 yılında İtalya'da yapılmış çalışmada pamuk liflerinden yapılmış ve ön mordanlama işlemi uygulanmış kumaşların kök boya (*Rubia tinctoria* L.), muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.) ve koşenil (*Dactylopius coccus* L.) (Şekil 2 (d)) ekstraktları ile boyandıktan sonra UV koruma özellikleri test edilmiştir. Kalın ve yoğun (örtme faktörü, CF $>$ %94) perdelik kumaşların UV koruma seviyelerinin boyanmamış kumaşlardan daha iyi olduğu belirtilmektedir. Bunun yanında kumaş konstrüksiyonu uygun olduğunda,

tanen esaslı mordan kullanımı ile boyama işlemi uygulanmadan bile kumaşın UV koruma kategorisinde iyi derecede UV koruma sergileyebileceği belirtilmektedir. Sonuçlar en iyi UV koruma etkisinin muhabbet çiçeği ekstraktı ile boyanmış kumaşlardan elde edildiğini göstermektedir [25]. Çin'de yapılmış çalışmada ise yeşil yaprakları benzetme objesi olarak seçilerek *Lithospermum* sp.'un sulu ekstraktı ile boyanmış pamuklu kumaşların kamuflaj özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar *Lithospermum* sp. ile boyanmış pamuklu kumaşların UV koruma yeteneğinin ve kamuflaj performansının olumlu yönde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, doğal boyalar ile boyanmış pamuklu kumaşların ultraviyole ışınlarının yaklaşık %80'ini absorbe edebildiğini göstermektedir [53].

2012 yılında yapılmış başka bir çalışmada ise alkali ortamda hazırlanan muz (*Musa acuminata* Colla, *M.balbisiana* Colla) kabuğu ekstraktı ile pamuklu kumaşlar (*mercerizeli ve mercerizesiz*) boyanmış ve boyanmış kumaşların UV koruma (*ATTCC Test method 183; Transmisson or blocking of erythemally weighted UV radiation through Fabrics, 2002*) ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Muz ekstraktları, ön mordanlı, ağartılmış, mercerize edilmiş ve edilmemiş ve ayrıca kontrol kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Mordan olarak demir sülfat kullanılmıştır. Sonuçlar, Mercerize edilmiş kumaşların, mercerize edilmemiş ve kontrol kumaşlara nazaran daha iyi boya alımı, çok daha iyi antibakteriyel etkinlik ve UV koruma özelliği sağladığını göstermektedir. Kontrol kumaşların UPF değerleri 17-20 (iyi) arasında iken, mercerize edilmemiş kumaşların UPF değerleri 44-49 arasında değişmekte (mükemmel) ve son olarak mercerize edilmiş kumaşların UPF değerleri 59-64 gözlemlenerek en yüksek değerleri sergilemektedir. Ayrıca mercerize edilmiş pamuklu kumaşların *S.aureus* ve *K.pneumoniae* bakterilerine karşı antibakteriyel etkinliklerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir [54].

Pamuk lifine doğal yollarla kazandırılan UV koruma özelliğini inceledikten sonra diğer önemli bir doğal lif olan ipek hakkında yapılmış çalışmalar aşağıda incelenmiştir.

## 2.2. İpek Liflerine UV Koruyuculuk Kazandırılması

İpek liflerine doğal yollarla UV koruyuculuk kazandırılmasına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmıştır. 2007

yılında Çin’de yapılmış çalışmada *Rheum emodi*L. ve *Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc ekstraktları ile boyanan ipek kumaşların UV koruma özellikleri incelenmiştir. Deney sonuçları bu doğal boyaların benzofenon maddesi ile karşılaştırılabilecek kadar iyi UV emici performansa sahip olduğunu göstermektedir. Sonuçlar kumaşların %80’ene kadar ultraviyole ışınları absorblayabildiğini göstermektedir [49]. Amerika’da yapılmış çalışmada shikonin pigmenti antibakteriyel ve UV koruyucu ajan olarak kullanılmış ve ipek kumaşlar farklı konsantrasyonlara sahip boyalar ile (%0.10, % 0.25 ve %0.50 owf) boyanmıştır. Kumaşlara ard mordanlama işlemi uygulanmış ve ipek kumaşların *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerine karşı antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir. Ayrıca shikoni ile boyanmış kumaşların yıkama ve ışığa karşı dayanımı da çalışılmıştır. Sonuçlar ipek kumaşın boyanmasından sonra *E.coli* bakterisinin azalma yüzdesinin %91- 95.9 aralığında, *S.aureus* bakterisinin azalma yüzdesinin ise % 86,7- 92.2 aralığında olduğunu göstermektedir. Ayrıca işlem görmüş kumaşların UV koruma özellikleri de iyileşmektedir. Farklı renk koyuluklarında işlem görmüş kumaşların UPF değerleri Tablo 2’de verilmiştir [55].

**Tablo 2.** Shikonin ile boyanmış, yıkanmış ve ışığa maruz kalmış ipek kumaşların UPF değerleri [55].

Numuneler	Boyanmış	Işığa maruz bırakılmış	Yıkanmış
Kontrol kumaş	15.4	26.1	22.4
%0.10 owf konsantrasyonla boyanmış	36.8	>50	41.6
%0.25 owf konsantrasyonla boyanmış	44.2	>50	>50
%0.50 owf konsantrasyonla boyanmış	>50	>50	>50

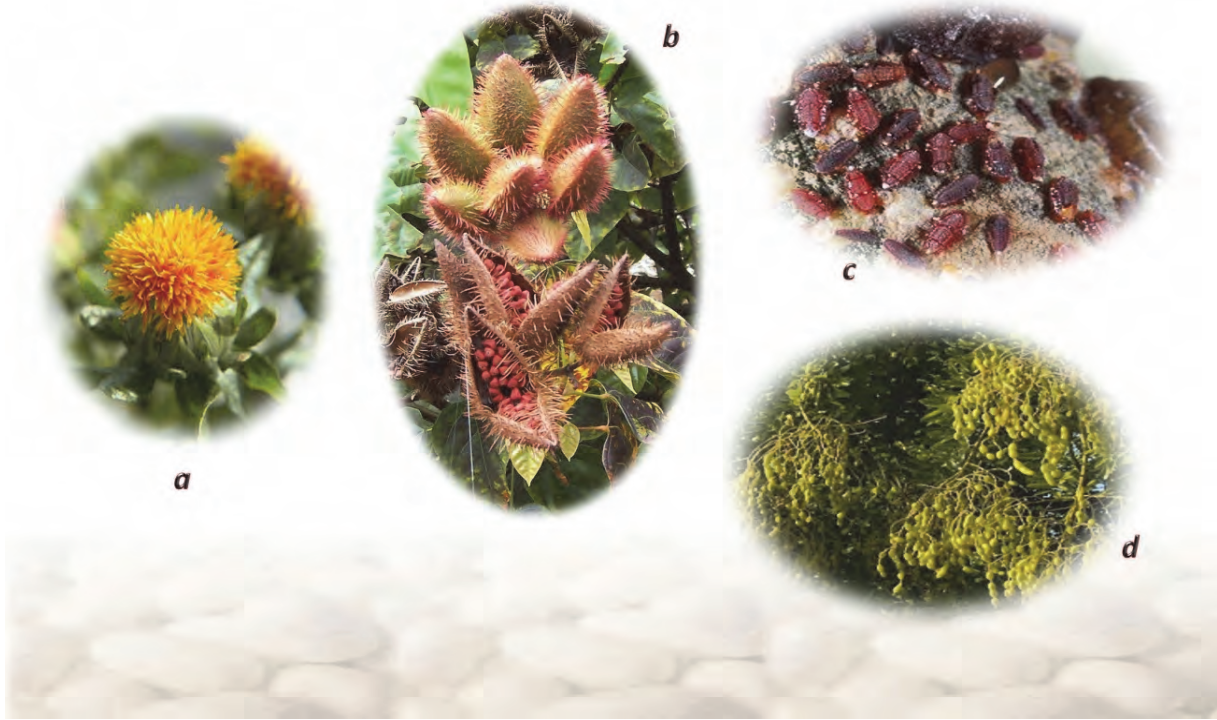
Tablo 2’den de görüldüğü gibi, shikonin ile işlem gördükten sonra kumaşların UV koruma özellikleri artmaktadır. Ayrıca yıkama ve ışığa maruz bırakıldıktan sonra bile shikonin ile işlem görmüş kumaşların UV koruma değerleri düşmemektedir hatta şaşırtıcı bir biçimde artmaktadır. Bunun sebebi boyanmış kumaşların daha koyu tonlara doğru renk değiştirmesine bağlanmaktadır. Çünkü daha koyu renk tonuna sahip kumaşlar daha yüksek UPF değerlerine sahiptir ve

açık renklere göre daha fazla UV koruma sağlamaktadır [55].

2008 yılında Polonya’da yapılmış çalışmada; zerdeçal (*Curcuma longa* L.), kök boya (*Rubia tinctorium* L.), aspir (*Carthamus tinctorius* L.) (Şekil 3 (a)), fransız kadife çiçeği (*Tagets species* L.), çivit otu (*Isatis tinctoria*L.), muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.), papatya (*Anthemis tinctoria* L.), *Coreopsis tinctoria* L., *Coreopsis grandiflora* L., *Polygonium aviculare* L., annatto (*Bixa orellana* L.) (Şekil 3 (b)), yalancı akasya (*Acacia catechu*(L.)Willd.,Oliv.), kına (*Lawsonia inermis* L.), *Heamatoxylum campechianum* L., *Caesalpinia sappan*L., lak (*Kerria lacca*) (Şekil 3 (c)), koşenil (*Coccus*) ekstraktları ile ipek kumaşlar mordanlar eşliğinde boyanmıştır [56]. Kumaşların UV koruyuculuğu PN-EN ISO 13758-1:2002’ye göre test edilmiştir. Sonuçlar boyanmış ipek kumaşların iyi UV koruyucu özellik sergilediğini göstermektedir. Mordansız (kontrol kumaş) ipek kumaşın UPF değerinin “0” olduğu belirtilmektedir. Koşenil ile boyanmış ipek kumaşların UPF değerleri uygulanan mordana göre farklılık göstermektedir. Şap ve sitrik asit mordanları ile işlem görmüş kumaşlarda UPF değeri 10, şap ve demir sülfat mordanları ile işlem görmüş kumaşlarda UPF değeri 20 ve sitrik asit mordanı ile işlem görmüş kumaşlarda ise UPF değeri 35 olarak verilmektedir [56].

Çin’de 2009 yılında yapılan çalışmada ipek kumaşlar, *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott’un (Şekil 3 (d)) çiçeklerinden ekstrakte edilen doğal boyalar ile direkt boyama (*boya ekstraktıyla, mordan madde kullanmadan*), ön mordanlama, aynı anda (*boya ile aynı anda uygulanan*) mordanlama ve ard mordanlama yöntemleri uygulanarak boyanmıştır. Kumaşların UV koruyuculuğu değerlendirmeleri GB/T 18830-2002 Chinese National Standart’a göre yapılmıştır. Optimum boyama çözeltisi (*100 °C’de 60 dakikada, 1:10 flote oranında ekstrakte edilmiş boya ile ön mordanlama yapılmış kumaş pH 6’da 70 °C’de 45 dakika boyanmıştır*) ile boyanmış ipek kumaşların UV koruyucu malzeme olarak kullanılabilmesi belirtilmektedir. Bu koşullarda boyanmış ipek kumaşların UPF değerleri 69 çıkmaktadır. Ayrıca çalışmada UPF ile işlem görmüş kumaşların K/S değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde daha koyu renkli boya çözeltilerinin daha büyük UV koruma özelliği sağladığı görülmektedir [61].





**Şekil 3.** İpek liflerine UV koruma kazandırılmasına yardımcı olan bazı bitki ve böcekler; (a) *Carthamus tinctorius* L., (b) *Bixa orellana* L., (c) *Kerria lacca*, (d) *Styphnolobium japonicum* (L.) [57, 58, 59, 60]

2011 yılında Çek Cumhuriyeti ve Çin’de de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalarda ipek kumaşlar okaliptus yapraklarından elde edilmiş ekstraktlarla çektirme yöntemine göre mordanlı (*alüminyum potasyum sülfat dodekahidrat* ( $AlK(SO_4)_2$ ), *demir (2) sülfat heptahidrat* ( $FeSO_4$ ), *bakır (2) sülfat pentahidrat* ( $CuSO_4$ ) ve *kalayiklorür pentahidrat* ( $SnCl_2$ )) veya mordansız olarak [39] ve *Artemisia argyi* H.Lév. & Vaniot pigmenti kullanılarak mordansız ve ard mordanlama yöntemiyle boyanmıştır [62]. Boyanan kumaşların UV koruyuculuk özellikleri (*Standart AS/NZ 4399:1996’e göre* [39]) ve antimikrobiyal etkinlikleri test edilmiştir. Sonuçlar boyanmış kumaşların UV koruma özelliği sergilediğini göstermektedir (Tablo 3) [39, 62]. Ayrıca *A. argyi* pigmenti ile boyanan ipek kumaşın ultraviyole UVB’nin etkisine karşı ultraviyole UVA’nın etkisinden daha iyi koruyucu etki sergilediğini göstermektedir. Bunun yanında *A. argyi* pigmenti ile boyanmış ipek kumaşların *E.coli* ve *S.aureus* bakterilerine karşı antibakteriyal etkinlik gösterebileceği belirtilmektedir [62]. Okaliptüs yapraklarından elde edilen ekstraktlar hem kumaş boyamacılığında hem de UV koruyucu ipek kumaşların üretiminde kullanılmak üzere potansiyele sahiptir [39].

**Tablo 3.** Okaliptüs yaprak ekstraktı ile işlem görmüş ve görme-miş ipek kumaşların UPF değerleri [39].

Numuneler	UPF	UV koruyuculuk Sınıfı
Boyanmamış kumaş	4.6	Sınıf Yok
Mordansız boyanmış kumaş	26.9	Çok iyi
$AlK(SO_4)_2$ mordanlı	24.5	İyi
$FeSO_4$ mordanlı	53.3	Mükemmel
$CuSO_4$ mordanlı	38.6	Mükemmel
$SnCl_2$ mordanlı	20.8	İyi

Tablo 3’de verildiği gibi okaliptüs yaprak ekstraktı ile mordanlı veya mordansız olarak boyanmış kumaşlar iyi seviyeden mükemmel seviyeye kadar UV koruma özellikleri sergilemektedir. Ancak boyanmamış kontrol kumaşlar herhangi bir koruma derecesine sahip değildir [39].

2013 yılında Tayland’da yapılan bir çalışmada, *Mangrove* ağacının (*Rhizophora apiculata blume*) kabuğundan ekstrakte edilen doğal boya ile ipek kumaşı çektirme yöntemi kullanılarak boyanmıştır. Metal tuzlarıyla ipek kumaşı ön mordanlama işlemine

tabi tutulmuştur. Boya konsantrasyonunun artmasıyla birlikte UV koruyucu faktör değerlerinin (UPF) iyi ve mükemmel arasında olduğu belirtilmektedir. Buna ek olarak; bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ) mordanı kullanıldığında ipek kumaşın daha koyu renkte olduğu ve bundan dolayı da daha iyi UV koruyuculuk sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, mordan olarak metal tuzlarının kullanılmasıyla mangro ve ağaç kabuğundan elde edilen doğal boyanın UV koruyucu ipek kumaş üretiminde kullanılabileceğini göstermektedir [63].

Bir yıl sonra (2014) yine Tayland'da yapılan başka bir çalışmada, doğal boya olarak *lak* ve çeşitli mordanlar kullanılarak ipek kumaş boyanmış ve bu kumaşın yüksek UV koruyucu özellik kazanması için en uygun boyama şartları belirlenmiştir. Boyanmış numunelerin diğer renk haslığı özellikleri iyi iken yıkama haslıkları kötü çıkmıştır. Araştırmacılar, mordansız ve metal mordanlarıyla (*şap*, *bakır sülfat*, *demir sülfat*) muamele edilerek boyanan ipek kumaşların UV koruyucu faktör değerlerinin (UPF) çok iyiyle mükemmel arasında olduğunu belirtmektedir [64].

Yün lifleri de en az pamuk ve ipek kadar önemli doğal liflerden biridir ve bu liflere kazandırılan UV koruma hakkında da çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

### 2.3. Yün Liflerine UV Koruma Özelliğinin Kazandırılması

2011 yılında yün liflerine doğal yollarla UV koruma özelliği kazandırılması hakkında Çek Cumhuriyetinde yapılmış çalışmada; yün kumaşlar okaliptus yapraklarından elde edilmiş ekstraktla çektirme yöntemine göre mordan eşliğinde (*alüminyum potasyum sülfat dodekahidrat*, *demir (II) sülfat heptahidrat*, *bakır (II) sülfat pentahidrat* ve *kalay klorür pentahidrat*) ve mordansız olarak boyanmış ve boyanan kumaşların UV koruyuculuk özellikleri test edilmiştir. Okaliptüs yapraklarından elde edilen ekstraktın mordanlar eşliğinde yünlü kumaşları boyaması sonucu, kumaşlar sarımsak kahverengi bir renk tonu almaktadır [39]. İşlem görmüş yün kumaşların ışık ve sürtme haslığı değerlerinin 3-4, yıkama haslığı değerinin ise 4-5 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Mordanlı ya da mordansız boyanmış kumaşların UV koruma katego-

risine göre değerlendirilmesi durumunda UV koruma özelliklerinin mükemmel (*UPF değerleri 52 ile 88 arasında değişmektedir*) olduğu belirtilmektedir. Fakat boyanmamış kumaşlarda UV koruma özelliğine (*UPF değeri 10.8*) rastlanmamaktadır. Sonuçlar okaliptus yapraklarından elde edilen ekstrakt çözeltisinin mordanlı veya mordansız olarak yün kumaşlara uygulanması sonucu UV korumalı kumaş geliştirmenin mümkün olduğunu göstermektedir [39]. Aynı yıl içerisinde yapılmış başka bir çalışmada ise içeriğinde klorojenik asit olan hanımeli'nin (*Lonicera Sp.*) sulu ekstraktı yünlü kumaşlara bitim işlemi olarak uygulanmış ve kumaşların UV koruma özellikleri incelenmiştir. İşlem görmüş yün kumaşlar, işlem görmemiş yün kumaşlara göre çok daha az UV geçirgenlik ve çok daha yüksek UPF değerleri sergilemektedir. Bu kumaşların UV koruma yetenekleri mükemmel seviyede sınıflandırılmaktadır [65]. Sonuçlar hanımeli ekstraktının doğal UV koruma maddesi olarak yüne bitim işlemi şeklinde geliştirilebileceğini göstermektedir, ayrıca ekstraktın UV koruma etkisinin dayanımı da iyidir [65].

2012 yılında Tayland'da yapılmış çalışmada okaliptüs (*Eucalyptus Sp.*) yapraklarından elde edilen ekstrakt ile farklı koşullar altında (*farklı boya konsantrasyonlarında; 5 g/L, 10 g/L ve 20 g/L*) ve farklı mordanlar eşliğinde (*alüminyum potasyum sülfat dodekahidrat ( $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ), demir (2) sülfat heptahidrat ( $\text{FeSO}_4$ ), bakır (2) sülfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4$ )*) veya mordansız olarak pad-dry ve pad-batch yöntemleri kullanılarak yün kumaşlar boyanmıştır. Boyanan kumaş örneklerinin UV koruma özellikleri (*Standart AS/NZ 4399:1996'e göre*) değerlendirilmiştir. Sonuçlar, okaliptüs (*Eucalyptus Sp.*) yaprağı ekstraktlarıyla metal mordanlar eşliğinde ya da mordansız olarak boyanmış yün kumaşların boya konsantrasyonunun artmasıyla birlikte UV koruma faktörlerinin (UPF) çok iyiden mükemmel değerlere ulaşabildiğini göstermektedir. Okaliptüs yaprağı ekstraktından elde edilen doğal boyalarla kumaşların boyanması ile kumaşlara UV koruma özelliği kazandırılabilen ve kumaşları boyarken koyu renk tonları elde edilmesini sağlayan demir sülfat gibi mordanların kullanımı ile UV absorblama özelliği yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Mordanlı veya mordansız olarak pad-batch yöntemi kullanılarak boyanmış kumaşların UPF değerleri

32.8 ile 103 arasında değişmektedir. En yüksek UPF değerine (102.8), demir sülfat mordanı ile mordanlanmış ve 20 g/L boya konsantrasyonu ile boyanmış yünlü kumaşlarda ulaşılmıştır. Pad-dry yöntemi kullanılarak boyanmış mordanlı ve mordansız kumaşların UPF değerleri 35 ile 104 arasında değişmektedir. Yine en yüksek UPF değerine (104.2) demir sülfat mordanı ile mordanlanmış ve 20 g/L boya konsantrasyonu ile boyanmış yünlü kumaşlarda ulaşılmıştır. Bu da, bu ekstraktın iyi UV koruyucu etki sağlanabileceğini göstermektedir [66].

2013 yılında Amerika’da yapılan bir çalışmada çok güçlü bir UV absorbans olan portakal kabuğu (PK) kullanılmıştır. Portakal kabuğunun (PK) birçok ürüne göre daha bol, ucuz ve hazır tarım ürünü olduğu bilinmektedir. PK’dan elde edilen su ekstraktları yün kumaşın boyanmasında kullanılmıştır, ayrıca yün kumaşlar karşılaştırma amaçlı olarak sentetik boyarmaddeler (*C.I. acid yellow 117*, *C.I. acid red 249*) ile de boyanmıştır. PK ekstraktları, yünlü kumaşa çevreye tehlikeli zararlar vermeyen alüminyum veya demir mordanlar ile boyama yöntemiyle uygulanmıştır. Optimum boyama şartları mordansız olarak direkt boyama için pH 3’de, 100°C ve 120 dakika ve aynı anda mordanlama için ise pH 7-9’da yine 100°C’de 120 dakika olarak belirlenmiştir. Kumaşların UV koruyuculuğu Standart AS/NZ 4399:1996 ile değerlendirilmiştir. Boyanan tüm kumaşların haslık değerlerinin iyi seviyede olduğu belirtilmektedir. Ayrıca PK ekstraktının da güçlü UV koruyucu özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Direkt boyama yöntemi kullanılarak PK ekstraktıyla boyanan yün kumaşların UV koruyucu faktör değerlerinin (UPF) normal sentetik boyalarla ulaşılan aynı renk tonu ve koyuluğundaki yün kumaşlardan 6 kat daha yüksek değerlere sahip olduğu belirtilmektedir (Tablo 4) [67].

**Tablo 4.** Portakal kabuğu (PK) ekstraktı ve sentetik boyarmaddeler boyanmış yün örneklerinin UPF değerlerinin karşılaştırılması [67].

Yün kumaş örnekleri	UPF
Boyanmamış kumaş	138
Sentetik boyarmaddeler ile boyanmış kumaş	417
PK ile boyanmış kumaş (mordansız)	2858
PK ile boyanmış kumaş (alüminyum mordanlı)	3825
PK ile boyanmış kumaş (demir mordanlı)	5974

Ayrıca tüm kumaşların UV koruyuculuk özelliklerinin dayanımı 30 yıkamaya karşı test edilmiştir. Sonuçlar, PK ekstraktı ile boyanmış yün kumaşların 6610 olarak kaydedilen UPF değerinin 30 yıkamadan sonra 2253’e düştüğünü göstermektedir. Sentetik boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlarda da bu değerler 884’den 435’e düşmektedir [67]. Doğal yollarla liflere UV koruma özelliği kazandırılması ile ilgili çalışmalar yün liflerinden başka lifler içinde devam etmektedir. Diğer liflere kazandırılan UV koruma hakkında daha ayrıntılı bilgiler aşağıda yer almaktadır.

#### 2.4. Diğer Liflere Kazandırılan UV Koruma

2007 yılında Hindistan’da yapılmış çalışmada, karahalile (*Terminalia chebula*), nar (*Punica granatum*L.), lak böceği (*Kerria lacca*) gibi boyalar ile poliamid ve poliester kumaşlar boyanmıştır. Poliester kumaşların UPF değerleri 35-50 arasında çıkmıştır. Lak böceğinden elde edilen boyalar poliamid ve poliester kumaşlar üzerinde iyi sonuçlar vermektedir. Sonuçlar, işlem görmüş kumaşların UV koruma özelliği sergilediğini göstermektedir [50].

Bir yıl sonra Polonya’da yapılmış çalışmada, zerdeçal (*Curcuma longa* L.), kök boya (*Rubia tinctorium* L.), aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Fransız kadife çiçeği (*Tagetes species* L.), çivit otu (*Isatis tinctoria*L.), muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.), papatya (*Anthemis tinctoria* L.), *Coreopsis tinctoria* L., *Coreopsis grandiflora* L., *Polygonium aviculare* L., annatto (*Bixa orellana* L.), yalancı akasya (*Acacia catechu*(L.)Willd.,Oliv.), kına (*Lawsonia inermis* L.), *Heamatoxylum campechianum* L., *Caesalpinia sappan*L., lak (*Kerria lacca*), koşenil (*Coccus*) ekstraktları ile keten ve kenevir kumaşlar mordanlar eşliğinde boyanmıştır. Sonuçlar, boyanmış keten kumaşların iyi UV koruyucu özellik sergilediğini göstermektedir [56]. Ayrıca, keten kumaşların UPF değerlerinin ürün yapısına, iplik numarasına, kalınlığa, kullanılan boyanın türüne ve kumaşın tür ve rengine bağlı olabileceğini göstermektedir [56].

2009 yılında yine Polonya ve Mısır’da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda çok yaygın olarak kullanılan doğal boyaların (*Isatis tinctoria* L. [37, 68],

*Rubia tinctoria* L. [37, 68], *Haemato-xylon campechianum* L. [37], *Bixa orellana* L. [37], *Caesalpinia brasiliensis* L. [37], *Reseda luteola* L. [37, 68] ve *Dactylopius coccus* L. [37], *Anthemis tinctoria* L. [68], *Coreopsis tinctoria* L. [68], *Coreopsis grandiflora* L. [68], *Tagetes patula* L. [68], *Genista tinctoria* L. [68], *Carthamus tinctorius* L. [68]) sulu ekstraktlarıyla keten [37, 68] ve kenevir [37] kumaşlar boyanmıştır [37, 68]. Mordan olarak mazi [68], kalsine sodyum karbonat [68], bakır sülfat [68], sitrik asit [68], demir sülfat [68], potasyum bitartarat [37] ve şap [37, 68] kullanılmıştır [68]. Kumaşların UV koruyuculuğu Standart AS/NZ 4399:1996'e göre ölçülmüştür. UV koruma kategorisine göre değerlendirildiğinde mükemmel UV koruyuculuk değerleri sağlayan örnekler; mordansız olarak *Rubia cordifolia* L. ile boyanmış keten kumaş, *Rubia cordifolia* L.-soda, demir sülfat mordanı kullanılarak *Polygonum aviculare* L. ile boyanmış keten kumaş, *Indigofera tinctoria* L. ile boyanmış keten kumaş, *Trigonella foenum-graecum* L. ile boyanmış keten kumaş, şap ve soda kullanılarak *Terminalia chebulla* Retz. ile boyanmış keten kumaş, bakır sülfat eşliğinde *Terminalia chebulla* Retz. ile boyanmış keten kumaş, bakır sülfat mordanı eşliğinde *Coreopsis tinctoria* Nutt. ile boyanmış keten kumaş ve *Coreopsis tinctoria* Nutt.-soda ile boyanmış keten kumaş olarak verilmektedir [68]. Ayrıca, muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.) ekstraktı ile boyanmış keten ve kenevir kumaşlarda UV koruma faktör değerinin yüksek olduğu belirtilmektedir [37].

2011 yılında İtalya'da yapılmış çalışmada ise, keten, kenevir ve rami liflerinden yapılmış kumaşlar; kök boya (*Rubia tinctoria* L.), muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.) ve koşenil (*Dactylopius coccus* L.) ekstraktları ile ön mordanlama yöntemine göre boyandıktan sonra kumaşların UV koruma özellikleri test edilmiştir. Sonuçlar en iyi UV koruma etkisinin muhabbet çiçeği ekstraktı ile boyanmış kumaşlardan elde edildiğini göstermektedir [25].

2012 yılında Hindistan'da yapılmış çalışmada daha yoğun ve koyu renklere sahip olan kumaşların UV ışınlarından koruma etkisinin daha iyi olduğunu belirten bilim insanları, *annatto* ve *eclipta* bitki yapraklarının sulu ekstraktları ile alüminyum potasyum sülfat (şap) kimyasal mordanı eşliğinde süprem, ribana ve interlok örgü yapısındaki bambu kumaşları boyamıştır. Kumaşların UV koruyuculuğu ATTCC Test method 183; Transmission or blocking of erythemally weighted UV radiation through Fabrics, 2002 ile hesaplanmıştır. *Annatto* ve *eclipta* boyaları ile boyanmış ribana ve interlok örgüye sahip kumaşların UV koruma etkisinin çok iyi, süprem örgü yapısına sahip kumaşların UV korumalarının ise iyi seviyede olduğu belirtilmektedir (Tablo 5) [69].

**Tablo 5.** Boyanmış ve boyanmamış kumaşların UPF değerleri [69].

Kumaş yapısı	Boya	UPF	UV Koruma Sınıfı
Süprem	Boyanmamış	9.8	-
	<i>Annotto</i>	18.53	İyi
	<i>Eclipta</i>	22.56	İyi
Ribana	Boyanmamış	12.5	-
	<i>Annotto</i>	26.36	Çok iyi
	<i>Eclipta</i>	27.2	Çok iyi
İnterlok	Boyanmamış	14.23	-
	<i>Annotto</i>	34.4	Çok iyi
	<i>Eclipta</i>	33.02	Çok iyi

2013 yılında Mısır ve Hindistan'da çalışmalar yapılmıştır. Mısır'da yapılmış çalışmada şap, çinko-sülfat ve tannik asit gibi mordanlar eşliğinde poliamid 6 kumaşlar kök boya ve aspir ile boyanmıştır. Sonuçlar, boyanın/mordanların iyi haslık değerleri, iyi UV koruma özelliği (*Standart AS/NZ 4399:1996 kullanılmıştır*) ve *S. aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı da iyi antimikrobiyal etkinlik sağladıklarını göstermektedir. Mordansız ve boyanamamış kumaşın UPF değeri 12 verilmektedir. Mordansız olarak boyanmış kumaşların UPF değerleri 12-19 arasında değişmektedir. Kumaşlara mordan uygulanması ile boyama yapılmasa bile UPF değerleri artmıştır (*UPF; 19 ile 23 arasında değişmektedir*). Mordanlanmış boyanmış ve boyanmamış kumaşların UPF değerleri 19 ile 40 arasında değişmektedir [70].

Hindistan'da yapılmış bir diğer çalışmada, jüt lifli kumaşın ön mordanlama işlemi, biyomordanlar (*myrobolan ve nar*) ve doğa dostu kimyasal mordanların (*demir sülfat ve şap*) tek tek uygulandığı mordanlama işlemi ve biyomordanların ve çevreye dost kimyasal mordanların ardışık olarak uygulandığı ikili kombinasyon mordanlamalar ile gerçekleştirilmiştir. Hindistan'da bulunan yerel bitkilerden olan *manjista, annatto, ratanjot ve babool*'dan elde edilen doğal boyaların ekstrakt koşulları standardize edilmiş ve bu boyalar ön mordanlanmış jüt kumaşa uygulanmıştır. Kumaşların UV koruyuculuğu ATTCC Test method 183; 2004 ile ölçülmüştür. Kimyasal ve biyomordanlar kullanılarak ikili ön mordanlamadan sonra doğal boylarla boyanmış jüt kumaşın yıkama haslığı özelliklerinde, boyama düzgünlüğünde ve renk veriminde önemli bir gelişme olduğu belirtilmiştir. Doğal boylarla boyanmış tüm kumaşların ışık haslığı değerleri orta-iyi, sürtme haslığı değerleri de çok iyi-mükemmel aralığında çıkmıştır. Biyomordan ve kimyasal mordanlar kullanılarak yapılan ikili ön-mordanlama işleminden sonra *manjista, annatto, ratanjot ve babool*'dan elde edilen ekstraktlar ile boyanan jüt kumaşların UV koruma değerlendirmesinde başarı elde edildiği belirlenmiştir. Doğal boylarla boyanan jüt kumaşlarının UV koruma özelliklerinin sıralaması ise *babool>annatto>manjista>ratanjot* şeklindedir [71]. Ham, yıkanmış ve ağartılmış jüt kumaşlar UV koruma özelliği sergilememektedir.

Bunun yanında doğal boyalar ile işlem görmüş kumaşların oldukça iyi UV koruma değerleri sergiledikleri belirlenmiştir. Maksimum UV koruma değerlerine erik-demir sülfat ön-mordanlama işlemi uygulanmış kumaşlarda rastlanmaktadır (*UPF; 20-35*). Ayrıca yine ön-mordanlanmış kumaşlar içinde çok iyi UV koruma seviyelerine (*UPF; 30-35*) sahip olan numuneler *babool* boyası ile boyanmış numunelerdir [71].

### 3. SONUÇ

Tekstil yüzeylerine çeşitli kimyasal maddeler uygulanarak UV koruyucu özellik kazandırılabilir. Kimyasalların neden olduğu potansiyel sorunları çözmeye doğal ürünlerden yararlanılabilir. Literatürde yer alan çalışmalar; araştırmalarda kullanılan doğal boyların (bitki ve koşenil gibi böcek ekstraktlarının) pamuk, yün, ipek, keten, kenevir, rami, bambu, poliamid 6 ve poliester esaslı liflerden üretilmiş tekstil yüzeylerine UV koruyuculuk özelliği kazandırabildiğini ve bu özelliğin iyi-çok iyi seviyesinde olduğunu göstermektedir. Kullanılan mordan cinsinin, boyama koyuluğunun ve kumaş yapısının UV koruma özelliği kazandırılmasında etkili olduğu görülmektedir. Tekstil yüzeylerine doğal boylar ile UV koruyuculuk özelliği kazandırılırken ağır metal içermeyen mordanların seçilmesi ile ekolojik bir proses uygulanmış olmaktadır. Ekolojik üretime artan talep doğrultusunda doğal boyların koruyucu özelliklerine dair daha fazla çalışma yapılacağı öngörülmektedir.

### KAYNAKLAR

1. Akaydın, M., (2010), *Research of UV Permeability Properties of Basic Weft Knitted Structures*, Scientific Research and Essays, 5(16), 2169–2178.
2. Karaduman, A., *Solar Radyasyon ve Deri Üzerine Etkileri*, [http://saglik.tr.net/genel\\_saglik\\_solar\\_radyasyon.shtml](http://saglik.tr.net/genel_saglik_solar_radyasyon.shtml), Erişim Tarihi: Şubat 2013.
3. *Solar Radyasyon ve Deri Üzerine Etkileri*, <http://www.bilgiara.com/bilgi/tstsr-solar-radyasyon-ve-deri-ustune-etkileri/>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.
4. <http://www.webhatti.com/saglik/603676-solar-radyasyon-ve-deri-uzerine-etkileri.html>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.
5. <http://www.saglikhaftasi.com/solar-radyasyon-cilt-uzerine-etkileri.htm>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.

6. Ekici, M., Acar, Y., *UVB Radyasyon ve Etkileri*, <http://www.dmi.gov.tr/2006/arastirma/files/uvradetki.pdf>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.
7. Yıldırım, Ş., (2006), *Mayoluk Kumaşlarda UV-Absorblayıcılarının UV Geçirgenliğine, Koruma Faktörüne, Hava Geçirgenliğine, Isı Geçirgenliğine ve Diğer Kumaş Özelliklerine Etkileri*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
8. Kayan, S., (2005), *UV Absorblayıcı Maddelerin Tekstil Materyallerinde Kullanımı*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
9. Akaydın, M., Kurban, M., Kurban, N., (2009), *Atkılı Örme Kumaşlarda UV Işıklarının Geçirgenliğinin Azaltılmasına Yönelik Araştırmalar*, UİB Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe AR-GE Proje Pazarı, 11-18, 19 Şubat 2009, Bursa.
10. Menter, M. J., Hatch, L. K., (2003), *Clothing as Solar Radiation Protection*, *Curr Probl Dermatol*, 31, 50–63.
11. Vanicek, K., Frei, T., Litynska, Z., Schmalwieser, A., *UV-Index for The Public, A Guide for Publication and Interpretation of Solar UV Index Forecast for The Public Prepared by The Working Group 4 of the COST-713 Action "UVB Forecasting"*, [http://www.uv-index.ch/images/Leitfaden\\_COST-713.pdf](http://www.uv-index.ch/images/Leitfaden_COST-713.pdf), Erişim Tarihi: Şubat 2013.
12. Karahan, A., Demir, A., Özdoğan, E., Öktem, T., Seventekin, N., (2007), *Tekstil Malzemelerinin Yüzeysel Modifikasyonlarında Kullanılan Bazı Yöntemler*, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 248–255.
13. Stankoviç, S. B., Popovic, D., Poparic, G.B., Bizjak, M., (2009), *Ultraviolet Protection Factor of Gray-state Plain Cotton knitted fabrics*, *Textile Research Journal*, 79(11), 1034-4042.
14. Lademan, J., Fluhr, J. W., (2011), *Characterization of Sunscreens: Determination of the SPF*, *Practical Aspects of Cosmetic Testing*, 187-195.
15. Algaba, I., Riva, A., (2002), *In Vitro Measurements of The Ultraviolet Protection Factor of Apparel Textiles*, *Coloration Technology*, 118(2), 52–58.
16. Yüksel, S., *Ultraviyole Dezenfeksiyon Sistemi ve UV Lambaları*, <http://www.turkchemonline.com/Haber/Ultraviyole-Dezenfeksiyon-Sistemi-ve-UV-Lambalari.html>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.
17. *What are UV Rays?*, <http://bananaboat.com.au/sunfacts/uv-rays/>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.
18. [http://www.google.com.tr/imgres?sa=X&biw=1280&bih=656&tbm=isch&tbnid=\\_LgXDodEtG3ZnM:&imgrefurl=http://www.schontexgolf.com/index.php%3Fmain\\_page%3Dproduct\\_info%26Path%3D1\\_31%26products\\_id%3D210&docid=mKZmK\\_9B6XTpuM&imgurl=http://www.schontexgolf.com/images/fuction%252520labelling\\_website\\_Ultraviolet%252520Protective%252520Textiles\(19\).jpg&w=763&h=250&ei=Xh7UqpFI2h7AaxzoCgDQ&zoom=1&ved=1t:3588,r:10,s:0,i:105&iact=rc&page=2&tbnh=90&tbnw=276&start=7&ndsp=24&tx=82&ty=32](http://www.google.com.tr/imgres?sa=X&biw=1280&bih=656&tbm=isch&tbnid=_LgXDodEtG3ZnM:&imgrefurl=http://www.schontexgolf.com/index.php%3Fmain_page%3Dproduct_info%26Path%3D1_31%26products_id%3D210&docid=mKZmK_9B6XTpuM&imgurl=http://www.schontexgolf.com/images/fuction%252520labelling_website_Ultraviolet%252520Protective%252520Textiles(19).jpg&w=763&h=250&ei=Xh7UqpFI2h7AaxzoCgDQ&zoom=1&ved=1t:3588,r:10,s:0,i:105&iact=rc&page=2&tbnh=90&tbnw=276&start=7&ndsp=24&tx=82&ty=32), Erişim Tarihi: Şubat 2013.
19. Gambichler, T., Hatch, K.L., Avermaete, A., Altmeyer, P., Hoffman, K., (2001), *Influence of Wetness on The Ultraviolet Protection Factor (UPF) of Textiles: In Vitro and In Vivo Measurements*, *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 18, 29–35.
20. *What You Need To Know About Clothing*, <http://www.skincancer.org/sun-protective-clothing.html>, Erişim Tarihi: Şubat 2013.
21. Saravanan, D., (2007), *UV Protection Textile Materials*, *AUTEX Research Journal*, 7(1), 53–62.
22. Merdan, N., Acar, K., (2009), *Tekstilde UV Absorban Madde Uygulamaları*, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16, 1–12.
23. Riva, A., Algaba, I., Pepió, M., (2007), *Action of a Finishing Product in The Improvement of The Ultraviolet Protection Provided by Modal and Modal Sun Fabrics: Modelisation of The Effect*, *Fibers and Polymers*, 8(2), 205–211.
24. *Sun-ProtectiveClothing*, [http://www.sunsmart.com.au/downloads/resources/info\\_sheets/Sun\\_protective\\_clothing\\_info\\_sheet.pdf](http://www.sunsmart.com.au/downloads/resources/info_sheets/Sun_protective_clothing_info_sheet.pdf), Erişim Tarihi: Nisan 2013.
25. 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.
26. Abdel-Wahab, B.F., Gaffer, H.E., Fouda, M.M.G., Osman, E.M., Fahmy, H.M., (2009), *Synthesis of Some New 2-[(2,3-dihydroinden-1-ylidene)hydrazinyl]-4-Methylthiazole Derivatives for Simultaneous Dyeing and Finishing for UV Protective Cotton Fabrics*, *Journal of Applied Polymer Science*, 112, 221-228.
27. Tragoonwichian, S., O'Rear, E.A., Yanumet, N., (2008), *Broad Ultraviolet Protection by Copolymerization of 2-[3-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4-hydroxyphenyl]ethyl methacrylate and 2-Hydroxy-4-acryloyloxybenzophenone on Cotton via Admicellar Polymerization*, *Journal of Applied Polymer Science*, 108, 4004–4013.
28. Das, R.B., (2010), *UV Radiation Protective Clothing*, *The Open Textile Journal*, 3, 14–21.
29. Han, K., Yu, M., (2006), *Study of The Preparation and Properties of UV-Blocking fabrics of a PET/TiO2 Nanocomposite Prepared by In situ Polycondensation*, *Journal of Applied Polymer Science*, 100, 1588–1593.
30. *Textiles Protection Against Ultraviolet Radiation*, <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=2837>, Erişim Tarihi: Mart 2013.
31. Karadağ, R., (2007), *Doğal Boyamacılık*, T.C. Kültür Bakanlığı Turizm Bakanlığı Döner Sermaye İşletmesi

- Merkez Müdürlüğü: Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü, Ankara.
32. Akan, M., (2007), *Uygun Renk, Işık ve Sürtünme Haslığı Değerlerine Sahip Boyalarla Boyanmış İlmelik Yün Halı İpliklerinde En Az Kopma Mukavemeti Kaybına Yönelik Boyama Yönteminin Geliştirilmesi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ev Ekonomisi (El Sanatları) Anabilim Dalı, Ankara.
  33. Alam, M.M., Rahman, M.L., Haque, M.Z., (2007), *Extraction of Henna Leaf Dye and Its Dyeing Effects on Textile*, Bangladesh J.Sci.Ind.Res., 42(2), 217-222.
  34. Gupta, D., (2007), *Protective Properties of Textiles Dyed With Natural Dyes*, Woodhead Publishing Limited.
  35. Hustvedt, G., Crews, P.C., (2005), *The Ultraviolet Protection Factor of Naturally-pigmented Cotton*, J. Cotton Sci. 9, 47-55.
  36. Zhou, L., Shao, J.-Z., Chai, L.-Q., (2009), *Study on the UV-protective Ability and Camouflage Performance of Cotton Fabrics Dyed with Lithospermum*, Journal of Fiber Bioengineering and Informatics, 2(3), 185-189.
  37. Grifoni, D., Bacci, L., Zipoli, G., Carreras, G., Baronti, S., Sabatini, F., (2009), *Laboratory and Outdoor Assessment of UV Protection Offered by Flax and Hemp Fabrics Dyed with Natural Dyes*, Photochemistry and Photobiology, 85, 313-320.
  38. Gupta, D., Jain, A., Panwar, S., (2005), *Anti-UV and Anti-Microbial Properties of Some Natural Dyes on Cotton*, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 30, 190-195.
  39. Mongkholrattanasit, R., Krystufek, J., Wiener, J., Vikova, M., (2011), *Dyeing, Fastness and UV Protection Properties of Silk and Wool Fabrics Dyed with Eucalyptus Leaf Extract by the Exhaustion Process*, Fibers and Textiles in Eastern Europe, 19(3), 94-99.
  40. Mongkholrattanasit, R., Krystufek, J., Wiener, J., Vikova, M., (2011), *UV Protection Properties of Silk Fabric Dyed with Eucalyptus Leaf Extract*, J. Text. Inst., 102(3), 272-279.
  41. Gupta, D., (2002), *UV Protection Properties of Natural Dyes*, International Conference on "Emerging Trends in textiles", 14-16 Kasım.
  42. Sarkar, A.K., (2004), *An Evaluation of UV Protection Imparted by Cotton Fabrics Dyed with Natural Colorants*, BMC Dermatology, 4,15.
  43. *Rumex Maritimus*, [http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex\\_maritimus](http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex_maritimus), Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  44. *Quercus infectoria*, Olivier, [http://www.iccs.edu/fmed/index.php?option=com\\_content&view=article&custompage=1&id=234&type=taluka&province=background](http://www.iccs.edu/fmed/index.php?option=com_content&view=article&custompage=1&id=234&type=taluka&province=background), Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  45. *Acacia Nilotica*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia\\_nilotica](http://en.wikipedia.org/wiki/Acacia_nilotica), Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  46. *Cochineal Insect*, <http://nathistoc.bio.uci.edu/hemipt/Dactylopius.htm>, Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  47. *Camellia Sinensi flower*, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camellia\\_sinensis\\_flower.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camellia_sinensis_flower.jpg), Erişim tarihi: Nisan 2013.
  48. Kim, S.-H., (2006), *Dyeing Characteristics and UV Protection Property of Green Tea Dyed Cotton Fabrics*, Fibers and Polymers, 7(3), 255-261.
  49. Feng, X.X., Zhang, L.L., Chen, J.Y., Zhang, J.C., (2007), *New Insights Into Solar UV-Protective Properties of Natural Dye*. J. Clean. Prod., 15, 366-372.
  50. Gupta, D., (2007), *UPF Characteristics of Natural Dyes and Textiles Dyed with Them*, Colourage, 54(4), 75-80.
  51. Iqbal, J., Bhatti, I.A., Adeel, S., (2008), *Effect of UV Radiation on Dyeing of Cotton Fabric with Extracts of Henna Leaves*, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 33, 157-162.
  52. Ibrahim, N.A., El-Gamar, A.R., Gouda, M., Mahrous, F., (2010), *A New Approach for Natural Dyeing and Functional Finishing of Cotton Cellulose*, Carbohydrate Polymers, 82, 1205-1211.
  53. Zhou, L., Shao, J.Z., Chai, L.Q., (2011), *Study on The UV-Protective Performance of Cotton Fabrics Dyed with Natural Dyes*, Journal Advanced Materials Research, 332-334, 1408-1413.
  54. Salah, S.M., (2012), *Antibacterial Activity and UV Protection Property of Some Egyptian Cotton Fabrics Treated with Aqueous Extract from Banana Peel*, International Journal of Clothing Science, 1(1), 1-6.
  55. Dhandapani, R., Sarkar, A.K., (2007), *Antibacterial Activity and UV Property of Shikonin on Silk Substrate*, Journal of Textile and Apparel Technology and Management, 5(4), 1-7.
  56. Schmidt-Prezewozna, K., Kowalinski, J., (2008), *Light fastness properties and UV Protection factor of naturally dyed linen, hemp and silk*, International conference on flax and other bast plants, 364-374, 20-23 Temmuz, Saskatoon, Canada.
  57. *Euphorbia humifusa*, <http://www.21food.com/products/euphorbia-humifusa-147775.html>, Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  58. *Bixa orellana*, <http://davesgarden.com/guides/pf/showimage/73511/#b>, Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  59. *Kerria lacca*, <http://gaga.biodiv.tw/9702bx/747.htm>, Erişim Tarihi: Nisan 2013.
  60. *Styphnolobium japonicum*, [http://www.gopixpic.com/640/styphnolobium-japonicum=-sophora-japonica/https:%7C%7Cc1\\*staticflickr\\*com%7C9%7C8143%7C7711580954\\_279eefd4\\_z\\*.jpg/](http://www.gopixpic.com/640/styphnolobium-japonicum=-sophora-japonica/https:%7C%7Cc1*staticflickr*com%7C9%7C8143%7C7711580954_279eefd4_z*.jpg/), Erişim Tarihi: Nisan 2013.

61. Wang, L., Wang, N., Jia, S., Zhou, Q., (2009), *Research on Dyeing and Ultraviolet Protection of Silk Fabric Using Vegetable Dyes Extracted from Flos Sophorae*, Textile Research Journal, 79(15) 1402–1409.
62. Liu, Y.-S., Sun, W.-G., *Study on The Anti Ultraviolet and Antibacterial Properties of Silk Fabric Dyed with Artemisia Argyi Plant Dyes*, [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-SFXK201109022.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SFXK201109022.htm), Erişim Tarihi: Şubat 2013.
63. Mongkholrattanasit, R., Klaichoi, C., Rungruangkitkrai, N., Sasivatchutikool, N., (2013), *An Evaluation of UV Protection of Silk Fabric Dyed with Mangrove Bark (Rhizophora Apiculata Blume) extract*, Advanced Materials Research, 821-822, 560-563.
64. Mongkholrattanasit, R., Rungruangkitkrai, N., Tubtimthai, N., Sasivatchutikool, N., (2014), *UV Protection Property of Colorant from Lac for Silk Fabric Dyeing by Cold Pad-batch: The Influence of Metal Mordants Concentration*, Advanced Materials Research, 884-885, 257-260.
65. Sun, S.-S., Tang, R.-C., (2011), *Adsorption and UV Protection Properties of The Extract from Honeysuckle onto Wool*, Industrial and Engineering Chemistry Research, 50(8), 4217-4224.
66. Rungruangkitkrai, N., Tubtimthai, N., Cholachatpinyo, A., Mongkholrattanasit, R., (2012), *UV Protection Properties of Wool Fabric Dyed with Eucalyptus Leaf Extract by The Padding Techniques*, RMUTP International Conference: Textiles&Fashion, Section III, 3-4 Temmuz, Bangkok, Thailand.
67. Hou, X., Chen, X., Cheng, Y., Xu, H., Chen L., Yang, Y., (2013), *Dyeing and UV-Protection Properties of Water Extracts From Orange Peel*, Journal of Cleaner Production 52, 410-419.
68. Schmidt-Prezewozna, K., Zimmiewska, M., (2009), *Natural Dyeing Plants as a Source of Compounds Protecting Against UV Radiation*, Herba Polonica, 55(3), 311-318.
69. Vidhya, M.S., Rekha, V.B., (2012), *Effect of Knitted Bamboo Structures Dyed With Natural Colorants on Ultraviolet Radiation Protection*, Textile Science& Engineering, 2(5), 1-6.
70. Ibrahim, N.A., El-Zairy, W.M., El-Zairy, M.R., Ghazal, H.A., (2013), *Enhancing the UV-Protection and Antibacterial Properties of Polyamide-6 Fabric by Natural Dyeing*, Textiles and Light Industrial Sciences and Technology, 2(1).
71. Chattopadhyay, S.N., Pan, N.C., Roy, A.K., Saxena, S., Khan, A., (2013), *Development of Natural Dyed Jute Fabric with Improved Colour Yield and UV Protection Characteristics*, The journal of The Textile Institute, 104(8), 808-818.