

# REAKTİF BOYALI PAMUKLU MATERYALLERİNİN IŞIK HASLIĞINA UV ABSORPLAYICILARIN ETKİSİ

## THE EFFECT OF UV ABSORBERS ON LIGHT FASTNESS OF REACTIVE DYED COTTON FABRICS

Aslı DEMİR  
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü  
e-mail: asli.demir@ege.edu.tr

Tülin ÖKTEM  
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Necdet SEVENTEKİN  
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Boyalı tekstil ürünlerinde ışık etkisi sonucunda, önemli ölçüde değişiklik (solma) meydana gelmektedir. Bu etki yaz aylarında güneş ışığı ve terin birlikte etkisiyle boyarmaddenin solması sonucunda özellikle vücudun terleyen bölgelerinde belirgin renk açılmaları ve solmalar şeklinde gözlenmektedir. Bu sorun birçok tekstil üreticisini, tüketiciye karşı zor durumda bırakmaktadır. Bu konuda üreticilerin bilinçlenmesi ve sorunun çözümüne yönelik çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, pamuklu mamullerin boyanmasında en çok kullanılan boyarmaddeler olan reaktif boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlara singlet oksijen tutucu ve selülozik mamullere uygun ultraviyole absorplayicilerle ard işlem yapılmış ve ışık, asidik ve bazik ışık-ter haslıkları, ışık-su haslıklarına etkileri incelenmiştir. Genel olarak bakıldığında, karışım boyamalarda UV absorplayıcı ve singlet oksijen tutucunun yarım dereceye kadar, tek başına yapılan boyamalarda yarım ile bir dereceye kadar ışık ve ışık-ter haslıklarında artış gösterdiği bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Pamuk, Reaktif boyarmaddeler, Işık haslığı, Işık-ter haslığı, UV absorplayıcı.

### ABSTRACT

As a result of light exposure to the dyed textile materials, there have been important changes (fading). Especially in summer days this fading effect resulted from degradation of the dye has clearly been observed because of sun light and perspiration. This problem makes several textile producers desperate against the consumer. The fact that the producers should be become conscious in this matter and should make studies aiming at solution of this problem have been of great importance. In this article post treatment with singlet oxygen quencher and ultraviolet absorbers suitable for cellulosic materials had been made to the fabrics dyed with reactive dyestuffs which are the most used dyestuffs. The effects of UV absorbers and singlet oxygen quencher on light, light - perspiration (acidic and basic) and light-water fastnesses were investigated.

**Key Words:** Cotton, Reactive dyes, Light fastness, Light-perspiration fastness, UV absorber.

Received: 27.02.2008

Accepted: 31.03.2008

### 1. Giriş

Boyalı tekstil ürünlerinin kullanımında karşılaşılan önemli sorunların başında güneş ışığında solmaları gelmektedir. Bu durum, özellikle yazın sağlık açısından tercih edilen pamuklu ürünlerde belirgin bir şekilde karşımıza çıkmaktadır.

Reaktif boyarmaddeler canlı renkleri, çeşitli kombinasyonlara olanak sağlamları, düzgün boyama yapılabilmeleri ve boyama yöntemlerinin basit olması

nedeniyle günümüzde pamuklu ürünlerin boyanmasında en fazla tercih edilen boyarmadde grubudur. Bazı reaktif boyarmaddeler ile boyanmış pamuklu ürünler, yalnız ışık etkisine bırakıldıklarında renklerinde herhangi bir solma gözlenmezken, ışığın terle birlikte etkisi sonucunda belirgin bir solma gözlenmektedir. Işık - ter etkisiyle oluşan solma, özellikle ülkemiz gibi güneşin uzun süre etkili olduğu ülkelerde ortaya çıkmaktadır. Güneş ışığı ve terin birlikte etkisiyle

boyarmaddenin solması sonucunda özellikle, vücudun terleyen bölgelerinde belirgin renk açılmaları ve solmalar gözlenmektedir. Bu sorun birçok tekstil üreticisi yönünden önemli olmaktadır.

Bu çalışmada, yazın tercih edilen pamuklu ürünlerde görülen fotooksidasyonu azaltmak amacı ile singlet oksijen tutucu ve ışık stabilizatörleri olarak da ultraviyole absorplayicilerin reaktif boyalı tekstil ürünlerinde büyük sorun oluşturan ışık ve ışık-ter haslıkları üzerine etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

## 2. ELEKTROMAGNETİK RADYASYON

Elektromanyetik dalgalar (ışın) uzayda çok büyük hızla hareket eden bir enerji şeklindedir. Güneş ışığı, tungsten lambanın yaydığı ışık, x-ışınları, radyo dalgaları ve kızılötesi (infrared) ışınlar elektromanyetik dalgalara örnektir. Işığı meydana getiren tanecikler kısaca foton olarak adlandırılmakta olup bunlara enerji paketleri adı da verilmektedir. Bir madde üzerine ışık düşmesiyle o maddeyi oluşturan atomların en dış tabakasında bulunan elektronlar, ultraviyole ve görünür ışınlarla uyarılmış hale getirildikleri halde iç tabakadaki elektronları uyarılmazlar. Bu yüzden kimyasal parçalanma dış tabaka elektronlarının etkisiyle başlamaktadır.

Elektromanyetik radyasyon maddesel bir ortamda girdiğinde absorplanabilir, yansiyabilir ya da saçılabilir (1).

Solmada etken olan elektromanyetik radyasyonun absorplanmasıdır.

### 2.1. Elektromanyetik Radyasyonun Absorpsiyonu

Fotokimyasal bir reaksiyonda ilk adım ışığın absorpsiyonu vasıtasıyla molekülün uyarılmasıdır. Uyarılmış molekülün kimyasal bir reaksiyona yol açması veya temel hale geri dönmesi, bu düzeyde kalma süresine, sistemdeki molekül içi veya moleüller arası etkileşime bağlıdır.

Bir molekül tarafından elektromanyetik radyasyonun absorpsiyonu ile alınan radyasyon enerjisi bazı geçişlere yol açmaktadır. UV ve görünür bölgedeki ışığın absorpsiyonu ile alınan enerji, moleüllerin belli elektronlarını uyarım için yeterlidir. Böylece moleüller, temel halden elektronik olarak uyarılmış hale geçmektedir ("fotouyarılmış hal" olarak adlandırılır). Uyarılma ile bileşiğe verilen enerji, kovalent bağın koparılması için gerekli enerji miktarına çok yakındır ve kimyasal reaksiyonları başlatmak için yeterli olmaktadır. (Tablo 1). Fotokimyasal reaksiyonlar için enerji limiti 143 kcal/mol'dür. Bu,

cisim üzerine düşen ışığın geçirgenliği için yaklaşık 200 nm dalga boyuna karşılık gelmektedir (2).

**Tablo 1.** Işığın absorplanması ile moleküle verilen enerji miktarı

Enerji	
Dalga Boyu ( $\lambda$ , nm)	Kcal/mol
200	143.0
250	114.4
300	95.3
350	81.7
400	71.5
450	63.5
500	57.2
550	52.0
600	47.7
650	44.0
700	40.8

Işık etkisiyle meydana gelen reaksiyonlar beş ana grup altında sınıflandırılabilir:

- Fotodegradasyon
- Fotooksidasyon
- Fototermal oksidasyon/degradasyon
- Fotoliz
- Fotohidroliz (3)

Fotodegradasyon terimi, oksijensiz ortamda gerçekleşen reaksiyonları, fotooksidasyon oksijen bulunan bir atmosferde polimerlerde ışık etkisiyle meydana gelen değişiklikleri ifade etmektedir. Üçüncü reaksiyon tipi, sadece termal degradasyon için yüksek sıcaklıkta ancak gerekli sıcaklığın altında, ışık altında polimerin degradasyonu veya oksidasyonu ile ilgilidir. Tüm polimerlerin parçalanmasında, serbest radikaller rol oynamaktadır.

Fotokimyasal reaksiyonlar üç adımda oluşmaktadır:

- Işığın absorpsiyonu ile elektronik olarak uyarılmış molekül oluşumu,
- Uyarılmış molekülün yol açtığı primer fotokimyasal prosesler,
- Primer fotokimyasal prosesler sonunda oluşan ürünlerin sekonder reaksiyonları.

Boyarmadde veya pigment, lifi oluşturan polimerin moleküler yapısında bozunmayı katalizlemekte veya hızlandırmakta ve solma meydana gelmektedir. Bozunma ya da parçalanma terimi, molekül ağırlığında veya polimerin çapraz bağlarındaki azalmayı da içermektedir (4).

## 3. IŞIK HASLIKLARI

TS 932'de: "Işık haslığı, herhangi bir renk ve koyulukta bulunan boyalı ve baskılı bir tekstil ürününün bütün üretim safhalarında, kullanılması sırasında, renginin ışığa karşı gösterdiği dayanıklılık derecesidir" şeklinde ifade edilmektedir. Genellikle, bozulan boyarmadde miktarının bozunmayan madde miktarına oranı, açık renklerde daha büyük, koyu renklerde daha küçük olacağı için koyu tonların ışık haslığı daha yüksek çıkmaktadır (5).

### 3.1. Işık Haslığının Etkileyen Faktörler

Tekstil materyallerinin ışığa karşı dayanımını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar spektral kaynaklar, nem, atmosfer, sıcaklık ve materyal cinsidir.

#### 3.1.1. Fiziksel faktörler

##### 3.1.1.1. Spektral kaynaklar

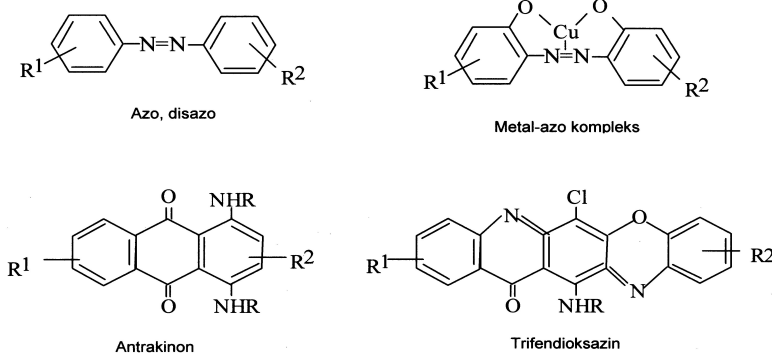
Boyarmaddelerin ışık haslıklarını belirlemek için çeşitli ışık kaynakları bulunmaktadır. Ancak ışık haslığında standart bir değerlendirme için mavi yün skalasının, xenon ark lamba ile yapılan gün ışığındaki testlerde korelasyonlu oldukları bulunmuştur. Bu nedenledir ki günümüzde farklı boyarmaddelerin ışık haslıkları, Xenotest aydınlatma kaynakları kullanılarak yapılmakta olup, en iyi sonuçları verdiği bulunmuştur.

##### 3.1.1.2. Atmosfer koşulları ve bileşimi

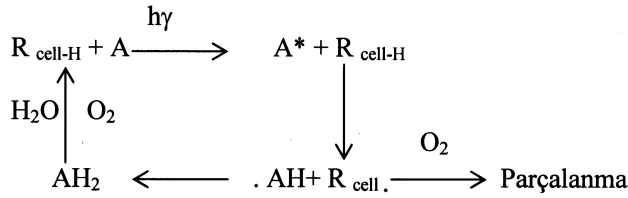
Atmosferik koşulların etkisi singlet oksijen ile yakından ilgili olmaktadır. Ortamda bulunan singlet oksijen, boyarmaddelerin fotooksidatif solmasını desteklemekte ve anahtar rolü üstlenmekte ve polimerin bu şekilde fotooksidasyon reaksiyonuna uğraması

Tablo 2. Işık haslığı üzerine atmosfer bileşiminin etkisi

Ortam	Açık Hava	O <sub>2</sub> nem	O <sub>2</sub> kuru	N <sub>2</sub> nem	N <sub>2</sub> kuru
Işık Haslığı	2.9	2.15	3.2	3.4	4.15



Şekil 1. Kromofor gruplar



Şekil 2. Selülozun parçalanma mekanizması

sonucu molekülde parçalanmalar oluşmakta, solma başlamaktadır. Işık haslığı üzerine atmosfer bileşiminin etkileri Tablo 2'de verilmektedir:

Liflerden havayı tamamen uzaklaştırmak son derece zor olmaktadır. Kuru koşullarda ve azot ortamında solma, oksijen kalıntıları veya lifte bulunan az miktardaki nemden ileri gelebilir. Çünkü lifler iyi bir şekilde kurutulmamış olabilir. Bu nedenle özellikle ışığa karşı dayanımı yüksek boyarmaddelerin seçimi önemli olmaktadır.

### 3.1.1.3.Nem

Boyarmaddelerin ışık etkisiyle solmasında nemin önemi oksijen ve singlet oksijen ile ilgili bir başka kompleks konudur. Genellikle, nemin artışı boyarmaddenin ışık haslığını düşürmektedir. Ancak etki derecesi boyarmaddenin polimer yapısı ile bağlantılıdır. Yukarıda da belirtildiği gibi atmosferdeki nem, boyalı tekstil ürünlerinin solmasını desteklemektedir.

### 3.1.1.4.Sıcaklık

Sıcaklık artışı ile boyarmaddenin solması artmaktadır.

### 3.1.1.5.Materyalin Cinsi

Boyarmaddeler normal koşullarda ışık etkisiyle oksidasyon reaksiyonu gösterirler. Ancak bazı durumlarda bu redüksiyon şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Redüksiyon, protein liflerindeki boyarmaddelerde ve materyalin boyarmaddeden daha hızlı bir şekilde oksidasyona uğradığı sistemlerde veya boyarmaddenin oksijen ile temasta olmadığı durumlarda karşımıza çıkmaktadır. Pratikte, hava olmaksızın sıvı veya katı hidrokarbonlarda azo boyarmaddeler ve tüm protein liflerinde trifenilmetan tip boyarmaddeler, selüloz ve selüloztriasetatta ise kolayca indirgenen diazasiyanin boyarmaddeleri bu şekilde solma göstermektedirler.

## 3.2. Kimyasal Faktörler

### 3.2.1 Boyarmadde konsantrasyonu ve agregasyon

Işık etkisiyle solmanın kontrol altında tutulmasında, boyarmadde agregasyonu (boyarmadde moleküllerinin birarada bulunması) önemli bir parametredir. Çalışmalar, agregat oluşturmuş boyarmaddelerin monodispers (tek başına bulunan) boyarmaddelere göre oldukça yüksek ışık haslığına sahip olduğunu göstermiştir (6).

### 3.2.2.Kromofor gruplar

Eskiden beri renkli maddelere renklerini bir ya da daha fazla doymamış bağın verdiği bilinmektedir. Bu bağlar veya gruplar "kromofor" olarak adlandırılmaktadır. Doymamış özel halleri elektromanyetik dalgaların görünen kısmını özel olarak absorplama ve yansıtma özelliğini kazandırmaktadır. Diğer bir deyimle, kromoforlarda gevşek halde tutulan elektronlar belli dalga boyundaki ışık dalgalarını absorplamaktadır (7).

Kromoforlar aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir:

Oksidatif veya redüktif yolla solma mekanizmasının kromofora bağlı sübstitüentlerin etkisine bağlı olarak değiştirdiği görülmüştür. Elektron veren sübstitüentler (metil, metoksi gibi) için oksidatif, elektron çeken sübstitüentler (halojenler gibi) için ise redüktif yolla solmanın gerçekleştiği bulunmuştur (8).

## 4. SELÜLOZ ESASLI LİFLERİN FOTOKİMYASI

Fotodegradasyon, tekstil materyalinin polimer moleküllerinde kimyasal değişikliklere yol açmaktadır. Bu şekilde bir değişiklik için tekstil materyali üzerine gelen radyasyon enerjisinin, polimer molekülünün bazı kısımlarını uyarması gerekmektedir. Uyarma, serbest radikaller veya ara adımlar ile molekül yapısında meydana gelen büyük değişiklikler sonucunda oluşmaktadır. Böylece molekül yapısında (bütünlüğünde) büyük kayıplar oluşmaktadır.



Kumaştaki boyarmadde, kimyasal yapısının pH'a karşı hassasiyetine göre asidik veya bazik özellikteki terden etkilenebilmektedir. Ter, boyarmaddenin renginin solmasını artırmakta olup ışık haslığı üzerindeki olumsuz etkisi ise farklı şekillerde kendini göstermektedir. Elektron veren sübtitüentleri bulduran boyarmadde için terin etkisi sudan, elektron çeken sübtitüentleri içeren boyarmaddeler için ise ter bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar arasında en önemlisi histidindir. Histidin boyarmaddenin demetalize (metalin uzaklaşmasına) olmasına yol açarak redüktif parçalanmayı, dolayısıyla renk değişimini (ve solmayı) hızlandırmaktadır.

Işık - tere karşı bir renk haslığı metodu olan JIS L 0888, Japonya'da 1978'de geliştirilmiş ve bunun müşteri şikayetlerini karşılaması beklenmiştir. Ancak bu test metodu da ne yazık ki müşteriden gelen şikayetleri tam olarak giderememiştir. Bu konuda birçok anlaşmalar yapılmışsa da şu ana kadar bu konuda bir yenileme yapılmamış ve standart bir yöntem geliştirilememiştir.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarından, selüloz üzerindeki histidin gibi maddelerin ışık-tere maruz kalma sonrasında boyarmaddelerin fotoredüksiyonunu desteklediği görülmüştür

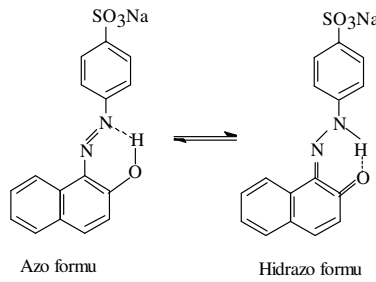
Özet olarak, reaktif boyarmaddelerde fotosolma mekanizması yukarıda belirtildiği gibi üç şekilde kendini göstermektedir:

- Oksidatif yolla,
- Redüktif yolla,
- Radikal parçalanma mekanizması.

Reaktif boyarmaddeler başlıca fotooksidatif veya fotoredüktif yolla olmak üzere iki şekilde solma göstermektedir. Her iki solma mekanizması da 3. parçalanma şekli olan radikal parçalanma reaksiyonları ile ilerlemektedir. Böylece 3. tip parçalanma şekli ilk iki tip içinde incelenebilmektedir.

### 7. AZO - REAKTİF BOYARMADELERİN FOTOOKSİDATİF SOLMASI

Azo reaktif boyarmaddelerinin oksidatif fotosolması sistemdeki singlet oksijenden kaynaklanmaktadır. Singlet oksijen ( $^1O_2$ ) atmosferde serbest halde bulunan oksijendir. Işık etkisiyle uyarılmış haldeki boyarmadde moleküllerini yakalayıp parçalanmalarına yol açmaktadır. Amino bileşikler genellikle oksidatif fotosolmayı kısıtlamaktadır. Solma mekanizması azo -hidrazo tautomerisinden kaynaklanmaktadır (13).



Şekil 3. Boyarmaddelerde Azo-hidrazo tautomerisi

Azo reaktif boyarmaddelerinde de azo-hidrazo tautomerisi sonucunda boyarmadde molekülünde parçalanmalar meydana gelmekte ve solma aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir (14).

### 8. AZO REAKTİF BOYARMADELERİN FOTOREDÜKTİF SOLMASI

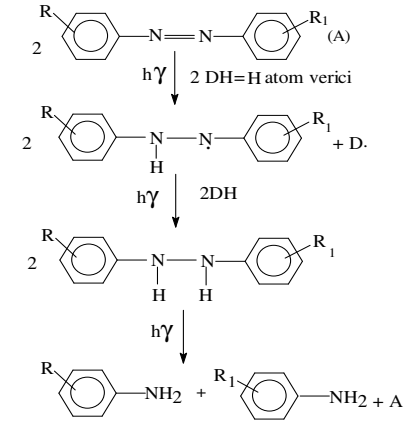
Boyarmadde molekülünde elektron çeken sübtitüentlerin varlığı, molekülleri birarada tutan H-bağının deformasyonuna ve kopması, sonuçta da ışık haslıklarının düşmesine yol açmaktadır. Mekanizma yukarıda bahsedilen azo boyarmaddelerindeki ile aynıdır.

Monoazo boyarmaddelerine asetik asit, tartarik asit, aseton/metanol ilavesinin fotoredüksiyonu büyük ölçüde hızlandırdığı bilinmektedir. Fotosolma oranı CH-OH gruplarının proton verebilme özelliklerine bağlıdır (15).

Ortamdaki çözünmüş oksijen başlangıçta indirgenmiş solma ürünlerini yükseltgeyerek fotosolmayı yavaşlatmak-

tadır. Uygun alifatik veya aromatik bileşiklerin fotoaktivasyonu ile oluşturulan indirgeyici maddeler sulu sistemlerde oksijenli ve oksijensiz azo boyarmaddelerinin fotosolmasını incelemek için kullanılmaktadır.

Fotoaktive olmuş sodyum mandelat çözeltisi, azo boyarmaddelerinin en uygun indirgeyici maddelerinden biridir. Reaktif boyarmaddelerde bu nedenle oluşacak redüksiyona engel olmak için boyama banyosuna elektron çekici sübtitüentler ilave edilmektedir.



Şekil 5. Reaktif boyarmaddelerin fotoredüktif solma mekanizması

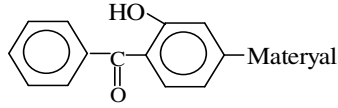
## 9. IŞIK STABİLİZATÖRLERİ

### 9.1. UV Absorptivler

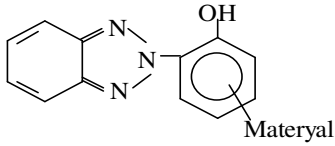
Güneş ışığı yeryüzüne dalga boyu 290-3000 nm olan elektromanyetik ışınım şeklinde ulaşmaktadır. Boyalı bir ürünün maruz kaldığı ışığın spektral yapısı ve yoğunluğu solma oranını önemli ölçüde etkilemektedir. 290-400 nm arasındaki radyasyon "ultraviyole" veya "UV" olarak adlandırılmaktadır. 400 nm ye kadar olan radyasyon, daha fazla enerjiye sahip olup iyonik ve hidrojen bağları kadar kovalent bağları da koparmaktadır. Görünen ışığın dalga boyu 400-700 nm arasında olup fotodegradasyon bu ışık ortamında da gözlenmektedir. Ancak UV radyasyonu en fazla tahrip edici etkiye sahiptir.

Polimerik ürünün fotodegradasyonu birkaç şekilde engellenebilmektedir. Bunlardan birisi de UV absorptivci-

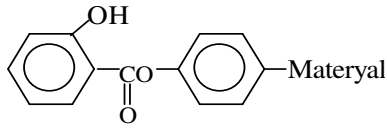
ların kullanılmasıdır. Bazı katkı maddeleri materyal üzerine düşen ultraviyole radyasyonu daha kolay absorblamakta ve ısıya dönüştürmektedir. Diğer katkı maddeleri de fotouyarılmış molekül ile herhangi bir reaksiyon oluşmadan önce reaksiyona girmektedirler. UV absorplayıcılar, molekülün uyarılmış hali ile tepkimeye girerek polimerin parçalanmasını ve renk kaybını en aza indirmekte ya da önlemektedir.



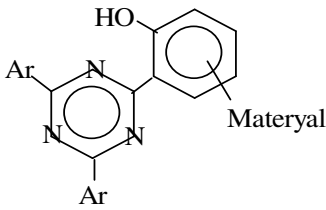
1



3



2



4

**Şekil 6.** Fenolik tipte ultraviyole absorplayıcılar

Etkili bir UV absorplayıcıda 3 özellik aranmaktadır:

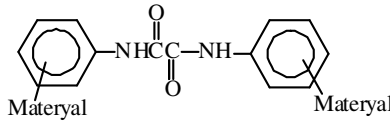
- Elektromagnetik spektrumun yakın UV bölgesini (290-400 nm den özellikle 350-400 nm) etkili olarak absorblamalı,
- UV radyasyonu dayanıklı olmalı

- Absorplanan enerjiyi dağıtmalı ancak bu sırada korumakta olduğu ortamda renk değişikliği veya parçalanma meydana getirmemelidir.

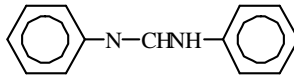
Kimyasal yapılarına göre UV absorplayıcılar başlıca iki gruba ayrılmaktadır: Fenolik ve fenolik olmayan bileşikler.

- Fenolik tip UV absorplayıcılar: 2-hidroksibenzofenon türevleri (1), aril salisilatlar (2), 2-(2-hidroksifenil) benzotriazol (3), 2-(2-hidroksifenil)-1,3,5-triazin (4) ve bezozol veya benzok-siazollerin türevleri olabilmektedir.

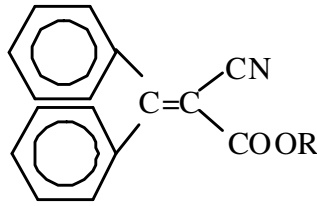
- Fenolik olmayan UV absorplayıcılar: Bu grubun başlıca UV absorplayıcıları oxanilidine (5) ve 2-siyanoakrilat türevleri (6) dir. Formamidin (7) ve benzilidin malonat türevleri (8) diğer önemli UV absorplayicilerdir.



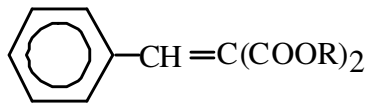
5



7



6



8

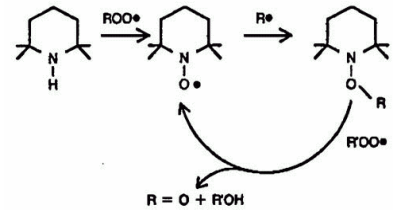
**Şekil 7.** Fenolik olmayan tipte ultraviyole absorplayıcılar

UV absorplayıcılar, UV ışınlarını absorplayarak polimerin parçalanmasını engelleyebilmekte ve UV enerjisini ısı şekline dönüştürmektedir. UV absorplayıcılar aynı zamanda enerjiyi transfer eden maddeler olarak da görev yaparlar. Bu tür maddeler uyarılmış haldeki molekülleri yakalayıp bunları temel hale geri döndürmekte ve böylece bağ parçalanmasını önlemektedirler. Bu tür stabilizatörler nikel bazlı koordinasyon bileşikleridir (16).

## 9.2. HALS Bileşikleri

UV absorplayıcılar dışında en yaygın olarak kullanılan stabilizatörler, HALS bileşikleridir (Hindered Amine Light Stabilizers). HALS, 1,2,2,6,6-pentamillipiperidinol'ün benzilidin malonik asit esteri esaslı UV ışık stabilizatörüdür. HALS, radikal tutucu özellikle olduğu için polimeri fotooksidatif parçalanmaya karşı da stabilize etmektedir. Benzilidin malonat bileşikler özellikle UV-B bölgesinde Radikal zincir mekanizmasını keserek görev yapmaktadır (16)

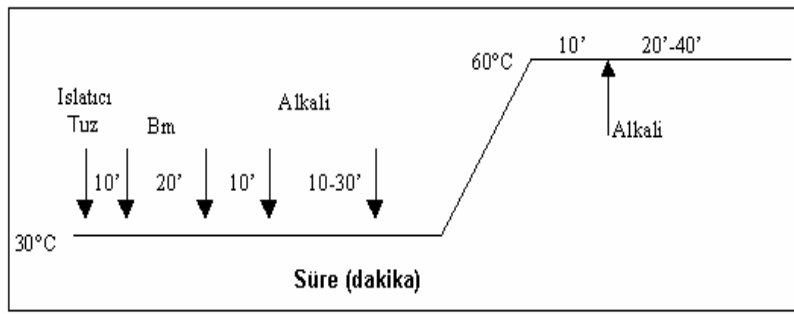
HALS'in mekanizması, aminin oksidasyonu ile oluşan nitroksi radikali ile ilgilidir. Bu nitroksi radikali, polimerdeki serbest radikaller ile reaksiyona girmekte ve sonunda radikal olmayan ürünler oluşmaktadır. HALS ile oldukça düşük konsantrasyonlarda bile yüksek derecede UV stabilizasyonu elde edilebildiği ifade edilmektedir (17, 18, 19).



**Şekil 8.** HALS stabilizasyon mekanizması

## 10. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 3 farklı yapıda reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Boyamalar, % 2'lik konsantrasyonda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu üç boyarmadde kullanılarak, solmanın en fazla görüldüğü bej, haki ve lacivert renkte boyamalar yapılmıştır (Tablo 4).



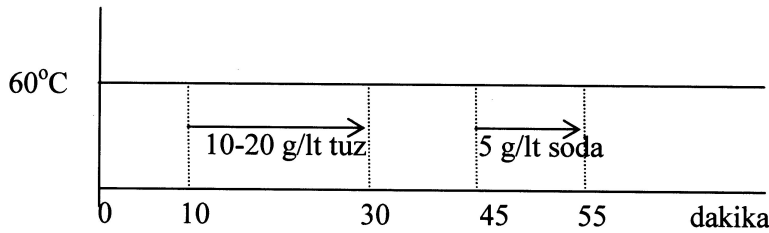
Şekil 9. Denemelerde kullanılan boyama grafiği

Tablo 4. Bej, haki ve lacivert renklerin boyama reçetesi

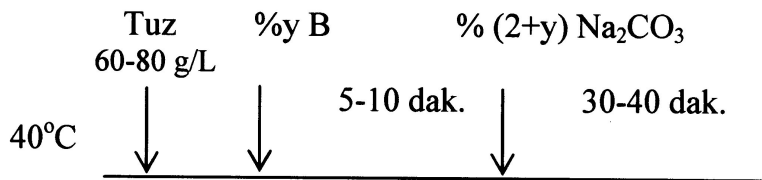
Bej	Boyarmadde (%)	Tuz (gr/L)	Soda (gr/L)
Remazol Yellow RR	0.150		
Remazol Rot RR	0.052	40	10
Remazol Blau RR	0.070		
<b>Haki</b>			
Remazol Yellow RR	0.430		
Remazol Rot RR	0.066	40	6
Remazol Blau RR	0.337		
<b>Lacivert</b>			
Remazol Yellow RR	0.2		
Remazol Rot RR	1.4	50	15
Remazol Blau RR	3.0		

Tablo 5. Denemelerde kullanılan kimyasal maddelerin yapıları

Kimyasal Madde Yapısı	Kod
Oxalanilid (UV Absorplayıcı)	A
Heteroçiklik (UV Absorplayıcı)	B
1,4-Diazabicyclo-[2,2,2]-oktan- (Singlet oksijen tutucu)	C



Şekil 10. A kodlu UV absorplayıcı ile çalışma grafiği



Şekil 11. B kodlu UV absorplayıcı ile çalışma grafiği

Tablo 3. Denemelerde kullanılan reaktif boyarmaddelerin yapıları

Reaktif Grup	Kod
Vinilsülfon (VS)	1
Monofortriazin (MFT)	2
Vinilsülfon- Vinilsülfon; Vinilsülfon (VS-VS;VS)	3

Tuz: 60 g/L ve Soda 15 g/L olarak alınmıştır.

Boyamalar, aşağıdaki grafiğe uygun olarak yapılmıştır.

Yıkamalarda 1:80 flote oranında çalışılmıştır. Taşar durulama ardından asetik asit ile pH:5-6'ya ayarlama ve 50°C'ta 10 dakika, 80°C'ta 10 dakika, 95°C'ta 10 dakika, 80°C'ta 10 dakika ve akmayınca kadar soğuk durulama yapılmıştır.

Işık haslığı üzerine çeşitli aditiflerin etkisini belirlemek için, iki tipte UV absorplayıcı ve DABCO (singlet oksijen tutucu) ile çalışılmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi selüloz esaslı ürünlerde fotooksidatif yolla solma oluşmaktadır. Bu nedenle literatürden yola çıkarak denemelerde singlet oksijen tutucu olarak DABCO (1,4-Diazabicyclo-[2, 2, 2]-oktan) ile çalışılmıştır.

Işık ve ışık-tere karşı renk haslığı özellikle kullanım esnasında ortaya çıkan bir sorun olduğu için denemelerde, UV absorplayıcılar ve singlet oksijen tutucu boyama sonrasında uygulanmıştır. Denemeler, % 1 ve % 3'lük konsantrasyonlarda gerçekleştirilmiştir.

A tip UV absorplayıcı ile %1 ve % 3'lük çözeltileri üzerinden çalışılmıştır. Çözelti hazırlanırken sıcak suda (80 °C) iyice karıştırılarak çözülmüştür.

Boyama sonrasında, 1:20 flote oranında denemeler yapılmıştır. Ard yıkamalar sıcak ve soğuk olarak saf su ile yapılmıştır.

B- tip UV absorplayıcı ile çektirme metoduna göre %1 ve 3'lük konsantrasyonlarda kullanılmış ve izotermal sıcaklıkta ve aşağıda gösterilen grafiğe uygun olarak 1:20 flote oranında çalışılmıştır (40°C).

Singlet oksijen tutucu olarak, literatürde en çok kullanıldığı ifade edilen

1,4-diazabicyclo- [2, 2, 2-octane] (DABCO) kullanılmıştır. Singlet oksijen tutucu, selülozik mamullerde görülen fotooksidatif solmaya yol açan singlet oksijeni yakalayarak solmaya engel olmaktadır. Bu amaçla yapılan ön deneyler sonucunda Tablo 6'da verilen miktarlarda ve Şekil 9'da verilen grafiğe göre 1:20 flote oranında çalışılmıştır. Ard işlem olarak sıcak ve ılık durulama yapılmıştır.

**Tablo 6.** DABCO ile kullanılan madde miktarları

Konsantasyon	Tuz (gr/lt)	Soda (gr/lt)
%1	40	7.5
%3	60	10

Işık-ter haslığını belirlemek için, günümüze kadar birçok yöntem geliştirilmesine karşın henüz uluslararası anlamda kabul edilebilir bir standart geliştirilememiştir. Bu yüzden firmalar kendi yöntemlerini uygulamaktadırlar. Bu çalışmada; merkezimizde geliştirilen yöntem uygulanmıştır. Buna göre; asidik ve bazik yapay ter çözeltileriyle her saatte bir ıslatılan kumaşlar toplam 20 saat süreyle ışık haslığı cihazında bekletilmiştir. Mavi skala da aynı şekilde işleme sokularak değerlendirme yapılmıştır. Benzer şekilde ışık-suya karşı renk haslıkları da, yapay ter çözeltilisi yerine saf su kullanılmıştır.

Işık, ışık-su ve ışık - ter haslıkları, Xenotest Alpha (ATLAS) marka ışık haslığı cihazında ISO 105 B02 standardına göre yapılmıştır.

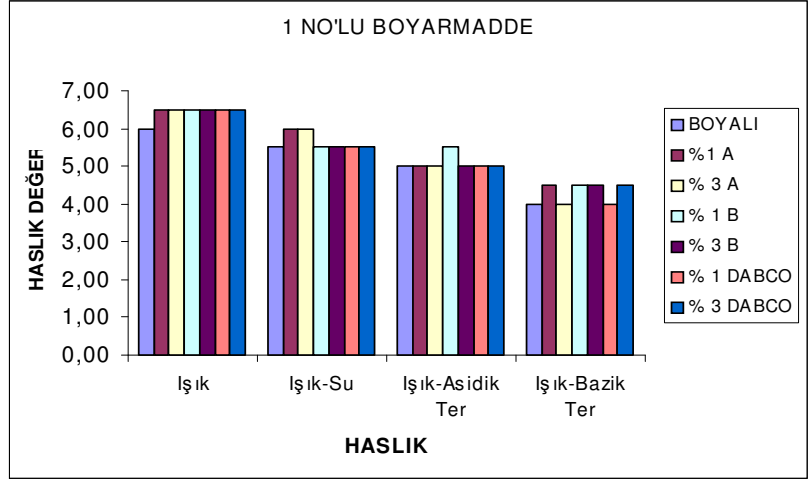
## 11. BULGULAR VE TARTIŞMA

VS; MFT; VS-VS;VS yapısındaki boyarmaddeler ile özellikle ışık ve ışık-ter etkisiyle solmanın en fazla gözlemlendiği bej, haki ve lacivert renklerde boyanan kumaşların A ve B tip UV absorblayıcılar ve DABCO ile işlemi sonrası ışık, ışık-ter, ışık-su haslıkları Şekil 12-14'de ve Tablo 8-10'da verilmektedir:

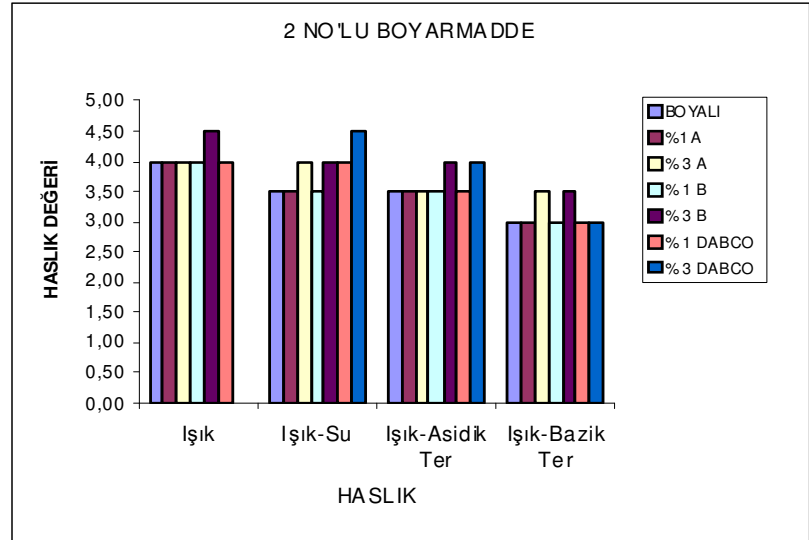
Şekil 12'de, ışık haslıkları bakımından UV absorblayıcılar ve DABCO ile işlemin MFT, VS ve VS-VS; VS yapısındaki boyarmaddelerde, ışık

**Tablo 7.** Yapay ter çözeltilerinin bileşimi

	Asidik	Alkali
C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub> .HCl.H <sub>2</sub> O (L-histidin bileşiği)	0,5 gr/L	0,5 gr/L
NaCl	2,2 gr/L	5gr/L
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	5 gr/L	-
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	-	5 gr/L
pH	5,5	8,0



**Şekil 12.** 1 No'lu boyarmadde ile boyanmış kumaşın haslık değerleri

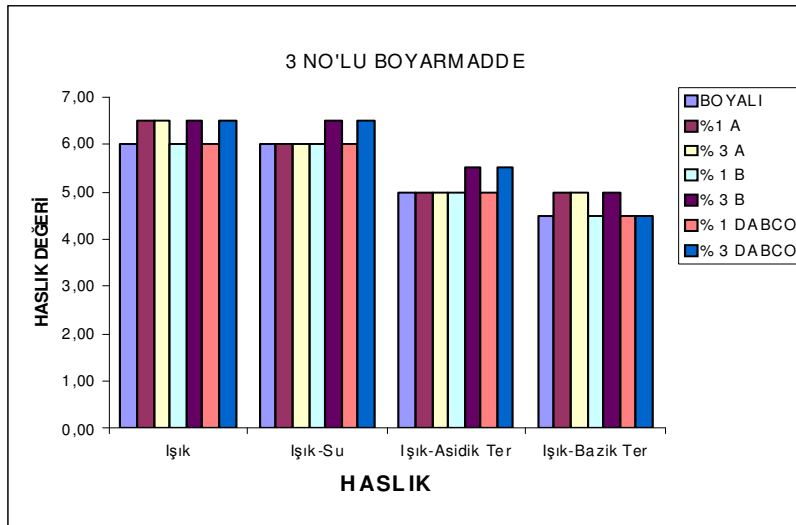


**Şekil 13.** 2 No'lu boyarmadde ile boyalı kumaşların haslık değerleri

haslıklarını 0,5 dereceye kadar arttırdığı gözlenmektedir. Bu artış, ışık-su haslıklarında sadece A kodlu Oxalanilid yapıdaki UV absorblayıcı ile elde edilebilirken diğer işlemlerle haslıklar bakımından herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Şekil 13'den, MFT yapısındaki boyarmaddelerde, heteroçiklik yapıdaki UV absorblayıcıların daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. DABCO ile yapılan işlem sonucunda, asidik ışık-ter ve ışık-su haslıklarında yarım derece kadar artış görülmektedir.





Şekil 14. 3 No'lu boyarmadde ile boyalı kumaşların haslık değerleri

Tablo 8. Bej renkli kumaşın haslık değerleri

Bej	Işık	Işık-Su	Işık-Ter	
			Asidik	Bazik
Boyalı kumaş	3-4	3	3-4	3
%1 A tip UV absorplayıcı	3-4	3-4	4	3
%3 A tip UV absorplayıcı	4	4	3-4	3-4
%1 B tip UV absorplayıcı	3-4	3	3	3
%3 B tip UV absorplayıcı	4	3-4	3-4	3-4
%1 DABCO	4	3-4	3-4	3
%3 DABCO	4	3-4	3-4	3

Tablo 9. Haki renkli kumaşın haslık değerleri

Haki	Işık	Işık-Su	Işık-Ter	
			Asidik	Bazik
Boyalı kumaş	3-4	3-4	3-4	2-3
%1 A tip UV absorplayıcı	4	3-4	3-4	3
%3 A tip UV absorplayıcı	4	3-4	4	3-4
%1 B tip UV absorplayıcı	3-4	3-4	3-4	3
%3 B tip UV absorplayıcı	4	4	4	3-4
%1 DABCO	4	4	3-4	3
%3 DABCO	4	4	4	3-4

Tablo 10. Lacivert renkli kumaşın haslık değerleri

Lacivert	Işık	Işık-Su	Işık-Ter	
			Asidik	Bazik
Boyalı kumaş	5	4	3-4	3
%1 A tip UV absorplayıcı	5	4-5	3-4	3-4
%3 A tip UV absorplayıcı	5-6	4-5	4-5	3-4
%1 B tip UV absorplayıcı	5-6	4	4	3
%3 B tip UV absorplayıcı	5-6	4	4	3-4
%1 DABCO	5	4	4	3
%3 DABCO	5	4	4	3-4

VS-VS-VS yapısındaki reaktif boyarmaddelerle boyanmış kumaşların ışık haslığı değerlerinin, diğerlerine kıyasla daha yüksek çıktığı Şekil 14'de görülmektedir. Işık haslıklarında A tipi UV absorplayıcının hem % 1'lik hem de %3'lük miktarlarında, B tipi UV absorplayıcının ve DABCO singlet oksijen tutucu maddenin sadece % 3'lük miktarlarında yarım derece artış göstermiştir.

Işık-su ve ışık-asidik ter haslıklarında işlem sonrası B tipi UV absorplayıcının ve DABCO singlet oksijen tutucu maddenin sadece % 3'lük miktarlarında yarım derece kadar artış ile olumlu etki göstermiştir.

Işık-bazik ter haslıklarında işlem sonrası A tipi UV absorplayıcının hem % 1'lik hem de %3'lük miktarlarında, B tipi UV absorplayıcının sadece % 3'lük miktarında yarım derece kadar artış göstermiştir.

Işık-ter'in birlikte etkisi ile solmanın en fazla görüldüğü bej, haki ve lacivert renklerinde iki tip UV absorplayıcı ve DABCO tipi singlet oksijen tutucu madde ile işlem sonrası elde edilen ışık ve ışık-ter haslık değerleri Tablo 7, 8 ve 9'da verilmektedir.

- Bej renkte, A tip UV absorplayıcı kullanıldığında tüm haslıklar yarım derece artarken, % 3'lük B tip UV absorplayıcı ile ışık, ışık-su ve bazik ter haslığında artma olmuştur.

- DABCO tip singlet oksijen tutucu madde ile ışık-ter haslığı dışındaki haslıklarda yarım derece bir artış görülmüştür.

Haki renkte, A tip UV absorplayıcı ile işlem sonrası ışık haslığında yarım derece, asidik-ter haslığı %3 konsantrasyonlarda yarım derece, bazik-ter haslığı %1 konsantrasyonda yarım derece, % 3'lük konsantrasyonda bir derece artmıştır.

B tip UV absorplayıcı % 3'lük konsantrasyonda tüm haslıklarda artış göstermiştir.

DABCO tip singlet oksijen tutucu madde ile ışık, ışık-su ve bazik ışık-ter haslıklarında bir dereceye kadar artış görülmüştür.

- Lacivert renkte, A tip UV absorplayıcı % 3 konsantrasyonda kullanıldığında, ışık-su ve bazik ışık-ter haslıkları yarım derece artmıştır. % 1 ve % 3 B tip UV absorplayıcılarla ışık haslığı ve bazik ışık-ter haslığı artmıştır. DABCO tip singlet oksijen tutucu madde ile ise sadece asidik ışık-ter haslıklarında yarım dereceye kadar artış görülmüştür.

## 12. SONUÇ

Güneş ışığı etkisiyle özellikle yaz aylarında tercih edilen reaktif boyalı tekstil mamullerinde önemli ölçüde solmalar meydana gelmektedir. Işık etkisi yanında, uzun süreli güneş etkisine maruz kalma sonunda meydana gelen terlemenin de etkisiyle ışık-ter haslıkları da olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle, UV absorplayıcılar ve singlet oksijen tutucunun reaktif boyalı pamuklu mamullerin ışık, ışık-ter ve ışık-su haslıklarına etkisi araştırılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda,

- VS yapısındaki boyarmaddeler üzerine A kodlu UV absorplayıcı ve DABCO'nun ışık haslıklarını yarım dereceye kadar artırdığı gözlenmektedir.
- MFT yapısındaki boyarmaddelerde, heteroçiklik yapıdaki UV absorplayıcıların daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. DABCO ile yapılan işlem sonucunda, asidik ışık-ter ve ışık-su haslıklarında yarım derece kadar artış görülmektedir.
- VS-VS-VS yapısındaki reaktif boyarmaddelerle boyanmış kumaşların ışık haslığı değerleri, heteroçiklik yapıdaki % 3 konsantrasyondaki UV absorplayıcı ve DABCO ile yarım derece kadar artış göstermiştir.

Karışım boyamalarda, bej renklere genel olarak % 3 konsantrasyonda UV absorplayıcı ve DABCO ile haslıklar yarım veya bir dereceye kadar artış göstermiştir.

DABCO, ortamdaki singlet oksijeni yakalayarak solmaya engel olmaktadır. Diğer yandan, boyarmaddenin kromofor grupları ile de reaksiyona girmekte ve azo kromofor grubu içeren bazı boyarmaddelerde renk şiddetinde azalmaya sebep olmaktadır.

Sonuç olarak, boyarmadde yapıları dikkate alınarak yapılacak ön denemeler sonucunda, ışık ve ışık-ter haslıklarını geliştirmek için UV absorplayıcı veya DABCO kullanımına karar verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR / REFERENCES

1. Gündüz, T., 1997, "Spektrofotometrik Analizler", İnrümental Analiz, Bilge Yayınları, Ankara, s: 607-608.
2. Pine, S. H., 1987, "Photodegradation", Organic Chemistry, R. R.Donnelley & Sons Company Publications, USA, pp.1157
3. Moura J.C.V.P., Oliveira C. and Griffiths J., 1997, The Effects of Additives on the Photostability of Dyed Polymers", *Dyes and Pigments*, 33 (3): 173-196
4. Norman S. A., Edge M., 1992, "Types of Processes", *Fundamentals of Polymer Degradation and Stabilisation*, Springer, pp=85.
5. Seventekin, N., "Tekstil Mamullerinin Kalitesiyle İlgili Deneyler ve Haslık Kontrolleri", *Terbiyede Kalite ve Kontrol Semineri*, İstanbul, 1998
6. Allen, N, Kellar, Mc., 1980, *Photochemistry of Dyed and Pigmented Polymers*, Applied Science Publishers, pp. 284.
7. Schumacher C., *Tekstilde Haslıklar Semineri*, DyStar, Seminer Notları, 1999, Denizli
8. Allen, N.S., 1987, "Photofading Mechanisms of Dyes in Solution and

Polymer Media", *Rev. Prog. Coloration* Vol.17, pp. 61-70.

9. Nevell, T.P, 1987, *Cellulose Chemistry and Its Applications*, Ellis Horwood Limited Publishers, England, pp. 531.
10. Baumgarte U., Wegerle D., 1986, "Veränderungen von Cellulosefärbungen durch Lichteinwirkung", *Melliand Textilberichte*, Vol. 8., pp.567-572
11. Okada, Y., Motomura H., Morita Z., 1990, "Fading Mechanism of Reactive Dyes on Cellulose by Simultaneous Effect of Light and Perspiration", *Sen-i Gakkaishi*, 46(8): pp.346-355.
12. Bauer C., Jacques P., Kal A., "Photooxidation of an azo dye induced by visible light incident on the surface of TiO<sub>2</sub>", *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 140(2001), pp. 87-92.
13. Okada, Y., Motomura H., Morita Z., 1990, "Fading Mechanism of Reactive Dyes on Cellulose by Simultaneous Effect of Light and Perspiration", *Sen-i Gakkaishi*, 46(8): pp.346-355.
14. Aranyosi P., Czilik M., Remi E., Parlagh G., 1999, "The Light Stability of Azo Dyes and Azo Dyeings IV. Kinetic Studies on the Role of Dissolved Oxygen in the Photofading of Two Heterobifunctional Azo Reactive Dyes in Aqueous Solution", *Dyes and Pigments*, Vol. 43: pp.173-182.
15. Avar L., Bechtold K., 1999, "Studies on The Interaction of Photoreactive Light Stabilizers and UV Absorbers", *Progress in Organic Coatings*, Vol.35, pp.11-17
16. <http://www.fch.vutbr.cz/mol/sbornik98>
17. Earhart N. J., 2000, "UV Protection of Hot Melt Adhesives Used in Packaging Applications", *PFFC Peer Reviewed Paper*, pp.1-8
18. Korkmaz A., "Reaktif Boyalı Tekstil Mamullerine Işık Etkisinin Azaltılması Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2001.
19. Korkmaz A., Seventekin N., 2001, "Reaktif Boyalı Tekstil Mamullerine Işık-Ter Etkisinin İncelenmesi", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, pp.37-43.

*Bu araştırma, Bilim Kurulumuz tarafından incelendikten sonra, oylama ile saptanan iki hakemin görüşüne sunulmuştur. Her iki hakem yaptıkları incelemeler sonucunda araştırmanın bilimselliği ve sunumu olarak "Hakem Onaylı Araştırma" vasfıyla yayımlanabileceğine karar vermişlerdir.*