

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELULOZİK KUMAŞLARIN REAKTİF BOYARMADDELER İLE
BOYANMASINDA UV ABSORBLAYICI KULLANIMININ BAZI HASLIKLAR
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ahmet Bilal UYGUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2007

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELULOZİK KUMAŞLARIN REAKTİF BOYARMADDELER İLE
BOYANMASINDA UV ABSORBLAYICI KULLANIMININ BAZI HASLIKLAR
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ahmet Bilal UYGUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Behçet BECERİR
(Danışman)

Prof.Dr. M.Abdülhalik İSKENDER

Yrd.Doç.Dr. Erhan PULAT

ÖZET

Bu çalışmada, yazlık pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddeler ile boyanması ve sonrasında UV absorblayıcı uygulanması ile renk farkı, yıkama haslıkları, güneş koruma faktörü ve ışık haslığı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Deneyisel çalışmada önce yaz mevsiminde kullanılan renklere uygun olarak pamuklu kumaş reaktif boyarmaddeler ile boyanmış, daha sonrada boyanan kumaşların bir kısmına UV absorblayıcı kimyasal uygulanmıştır. Boyamada iki farklı konsanrasyon seçilmiştir. Boyalar seçilirken yüksek fikse olma gücüne sahip çekirme metoduna uygun boyalar seçilmiştir. Bu uygulamalardan sonra elde edilen kumaşlarda, renk farklılığına, güneş koruma faktörüne, yıkama ve ışık haslığına bakılmıştır. Sonuçlar çizelgeler halinde gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ,UV absorblayıcı kimyasalın reaktif boyarmaddeler ile boyanan pamuklu kumaşların elde edilen güneş koruma faktörü ve haslık değerleri üzerinde etkisi vardır.

Anahtar Kelimeler: Reaktif boyama, reaktif boyarmaddeler, renk farkı, UV absorblayıcı, Güneş Koruma Faktörü(GKF), yıkama haslığı, ışık haslığı.

ABSTRACT

Application of UV absorbing chemicals to the reactive dyed cotton fabrics and related color difference, washing fastness, light fastness and sun protection factors of the fabrics were investigated in this study.

In the experimental part cotton fabric was dyed with reactive dyes at two different dye concentrations. After dyeing the UV absorber chemical was applied to the dyed samples. Reactive dye that have high fixation properties and suitable for exhaustion dyeing were selected. After dyeing, color difference, washing and light fastness and sun protection factors of the UV absorber cured fabrics were measured. The results were presented in Tables.

According to the results obtained, UV absorbing chemical influenced the color, fastness and sun protecting properties of the reactive dyed cotton fabrics.

Key Words: Reactive dyeing, reactive dyestuffs, color difference, Sun Protection Factor (SPF), washing fastness, light fastness.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. Doğal Lifler	2
2.1.1. Pamuk Lifi ve Yapısı	2
2.2. Reaktif Boyarmaddeler	4
2.2.1. Reaktif Boyarmaddelerin Genel Özellikleri	4
2.2.2. Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması	4
2.3. Pamuk Liflerinin Boyanma Yöntemleri	6
2.4. Tekstil Materyallerinde UV Absorblayıcı Kullanımı	7
2.4.1. Giriş	7
2.4.2. Güneş Işığı ve İnsan Cildine Etkisi	7
2.4.3. Güneş Koruma Faktörü (GFK) Hesaplanması	11
2.4.3.1 GKF Değerlerinin UV/VIS Spektroskopi ile Belirlenmesi	13
2.4.4. Tekstil Materyallerinin UV Radyasyon Geçirgenliği	16
2.4.5. Tekstil Materyallerinin UV Radyasyondan Koruma Kabiliyeti ve Geliştirilmesi	20
2.4.5.1. Lif Tipi	21
2.4.5.2. Kumaş Yapısı ve Gözeneklilik	21

2.4.5.3. Renk ve Renk Koyuluğu	22
2.4.5.4. Nem Miktarı	23
2.4.5.5. Bitim İşlemleri	23
2.4.6. UV Absorblayıcı Kimyasallar	23
2.4.6.1. UV Absorblayıcı Kimyasal Maddeler ve Kullanımı	24
2.5. Reflektans Spektrofotometreleri	26
2.5.1. Reflektans Spektrofotometrelerini Oluşturan Başlıca Parçalar	26
2.5.1.1. Işık Kaynakları	26
2.5.1.2. Monokromatörler	30
2.5.1.3. Kısıtlı spektrofotometreler	30
2.5.1.4. Dedektörler	30
2.6. Bazı Renk Terimleri ve Açıklamaları	31
3.MATERYAL ve YÖNTEM	40
3.1. Materyal	40
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Pamuklu Kumaş	40
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Reaktif Boyarmaddeler	40
3.1.3. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler	40
3.1.4. Çalışmada Kullanılan Aletler ve Cihazlar	41
3.1.4.1. Mathis Labomat Laboratuvar Tipi Numune Boyama Makinesi	41
3.1.4.2. Minolta CM-3700d Reflektans Spektrofotometresi	41
3.1.4.3. James H. Heal & Co. Ltd.Gyrowash Yıkama Haslığı Test Cihazı	41
3.1.4.4. Xenon Test S150 Işık Haslığı Cihazı	41
3.1.4.5. Labsphere Transmittans Ölçüm Cihazı	42
3.2. Yöntem	42
3.2.1. Boyama ve UV Absorblayıcı Uygulama Deneyleri	42
3.2.1.1. Reaktif Boyama	42

3.2.1.2. Rayosan C UV Absorblayıcı Uygulaması	43
3.2.2. Yıkama Haslığı Testi	44
3.2.3. Kumaşların Renk Ölçümlerinin Yapılması	44
3.2.4. Kumaşların Işık Haslığı Testi	44
3.2.5. Güneş Koruma Faktörü Ölçümlerinin Yapılması	44
4.SONUÇLAR	45
4.1. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Renk Koordinatları	45
4.2. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Renk Farkları	46
4.3. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Yıkama Haslığı Test Sonuçları	46
4.4. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Işık Haslığı Test Sonuçları	48
4.5. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların GKF Değerleri	48
5.TARTIŞMA	50
KAYNAKLAR	52
TEŞEKKÜR	53
ÖZGEÇMİŞ	54

SİMGELER DİZİNİ

K	Paylaşım Katsayısı
E_l	CIE Eritemal Spektral Etki
S_l	Solar Spektral Işıma
T_l	Numunenin spektral Geçirgenliği
Δ_l	Band aralığı (nm)
λ	Dalgaboyu (nm)
L*	Renk Uzayında Siyah-Beyaz eksenini İfade Eden Değer
a*	Renk Uzayında Kırmızı-Yeşil Eksenini İfade Eden Değer
b*	Renk Uzayında Sarı-Mavi Eksenini İfade Eden Değer
C*	Kromanın Sayısal İfadesi
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
UV	Ultraviole
IR	Infrared
SED	Spektral Enerji Dağılımı
DE	Spektrofotometreden Hesaplanan Renk Farkı Değeri
GKF	Güneş Koruma Faktörü
S₁	Süstitüsyon Reaksiyonu Sırasında Yer Değiştiren Süstitüent
S₂	Diğer Süstitüentler

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA NO

Şekil 2.1. Pamuk Bitkisi	3
Şekil 2.2. Pamuk Hücresi	3
Şekil 2.3. Pamuk Hücresi Kesiti	3
Şekil 2.4. MCT/VS Sınıfı Boyarmaddeler	5
Şekil 2.5. MCT Sınıfı Boyarmaddeler	5
Şekil 2.6.TFP Sınıfı Boyarmaddeler	5
Şekil 2.7. Selüloz Polimeri	5
Şekil 2.8. UV Işığın Eritermal Etkinliği	12
Şekil 2.9. Melbourn-Avustralya’da Yaz Ayı İçindeki Solar Spektrum	12
Şekil 2.10. Cildin Korunmasız Halde ve Pamuklu Kumaş Altında Ciltte Oluşan Hasar	13
Şekil 2.11.Yarı Geçirgen Bir Madde Tarafından Radyasyonun Geçirilmesi	14
Şekil 2.12. d/0 Ölçüm Geometrisi ile Ölçüm	15
Şekil 2.13. Solar ve Eritermal Spektranın Grafik ile Gösterimi	16
Şekil 2.14. UV Radyasyonun Kumaşlar ve Lifler Tarafından Geçirilmesi	17
Şekil 2.15. Pamuklu Kumaşın UV Absorblayıcı Madde Kullanarak ve Kullanılmadan Dağılım Geçirgenliği Spektrası	18
Şekil 2.16. Yün ve İpek Kumaşın UV Absorblayıcı Kullanılarak ve Kullanılmadan	18
Şekil 2.17. Poliester Kumaşların UV Absorblayıcı Kullanılarak ve Kullanılmadan Dağılım Geçirgenlik Spektrası	19
Şekil 2.18. Poliamid Kumaşların UV Absorblayıcı Kullanılarak ve Kullanılmadan Dağılım Geçirgenlik Spektraları	19
Şekil 2.19. Poliamid/Elastan Kumaşların UV Absorblayıcı Kullanılarak ve Kullanılmadan Dağılım Geçirgenlik Spektraları	20
Şekil 2.20. Selüloz Lifleri İçin Bifonksiyonel Monoklortriazin UV Absorblayıcının Kimyasal Yapısı	24

Şekil 2.21. Yüksek Basıncılı Ksenon Ark Lambasının Filtrelendikten Sonraki Spektral Enerji Dağılımının (SED) D65 Aydınlatıcısı ile Karşılaştırılma	28
Şekil 3.1. Standart Boyama Metodu	43
Şekil 3.2. UV Absorlayıcı Uygulama Metodu	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA NO

Çizelge 2.1. Dünya Üzerine Gelen Global Radyasyonun Kuvveti ve Sınıflandırılması	8
Çizelge 2.2. Farklı Deri Tiplerinin UV Radyasyon Hassasiyetlerine Göre Sınıflandırılması	10
Çizelge 2.3. Avustralya’da Kullanılan GKF standartları	11
Çizelge 2.4. Gözeneklilik ve Maksimum Teorik GKF Değerleri	22
Çizelge 2.5. Bazı UV Absorblayıcılara Örnekler	25
Çizelge 3.1. Çalışmada Kullanılan Boyarmaddelerin Özellikleri	41
Çizelge 3.2. Kullanılan Boyarmadde ve Kimyasal Oranları	42
Çizelge 4.1. Boyarmaddeler İçin %0,02 Konsantrasyonda Renk Koordinatları	45
Çizelge 4.2. Boyarmaddeler İçin %0,02 Konsantrasyonda Renk Koordinatları	45
Çizelge 4.3. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Kumaşların Renk Farkı Sonuçları	46
Çizelge 4.4. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Kumaşların Yıkama Haslığı Test Sonuçları	47
Çizelge 4.5. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Kumaşların Işık Haslığı Sonuçları	48
Çizelge 4.6. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Kumaşların GKF Değerleri	49
Çizelge 4.7. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Siyah Kumaşın GKF Değeri	49

1.GİRİŞ

Güneş, dünyamız ve biz insanlar için en önemli enerji kaynağıdır. Güneş olmadan var olabilmemiz imkansızdır. Güneşten dünyamıza gelen ışığın içerisinde insan için tehlikeli olabilecek UV radyasyonunda bulunmaktadır. Güneşten gelen ışınlar atmosferde farklı tabakalarda tutulmaktadır. Özellikle ‘Ozon Tabakasında’ UV radyasyonun insan cildine zararlı kısmı önemli oranda tutulmaktadır. Fakat dünya da 19. yüzyılın sonlarındaki ve 20. yüzyıldaki hızlı sanayileşme, hızlı bir nüfus artışı ve daha farklı başka etkenlerle ‘Ozon Tabakasında’ incelme ve delinme olmuştur. Bunun sonucunda da dünyaya gelen UV radyasyonun etkinliği artmıştır.

Özellikle yaz mevsiminde insanlar ince ve gözenekli kumaşlar giymeyi tercih ederler. Pamuk tekstilde en çok kullanılan doğal liftir ve yaz mevsiminde pamuklu kumaşlar çok tercih edilirler. Fakat unutulmamalı ki yaz mevsiminde güneş ışınları dünya yüzeyine daha yoğun ve etkili olarak gelirler. Bunun nedeni dünyanın güneşe göre konumu ve ışınların geliş açısıdır.

Daha ince ve gözenekli yazlık kumaşların insan cildini güneş ışınlarına karşı korumaları daha düşüktür. Bu yüzden bu korumayı arttırmak için güneş ışınlarının geçirgenliğini azaltan UV absorblayıcı maddeler tekstillere uygulanırlar.

Bu çalışmamızda yazlık ince ve gözenekli reaktif boyarmaddeler ile renklendirilmiş pamuklu kumaşa UV absorblayıcı uygulanmış, bu uygulama sonucunda, uygulama öncesi ve sonrası kumaşların yıkama ve ışık haslıkları, renk değişimi ve güneşe karşı koruması arasındaki farklılıklar incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Doğal Lifler

Doğada lifli yapıya sahip pek çok madde olmasına rağmen, bunlardan sadece dokumaya ve örmeye elverişli iplik halinde eğrilebilenler tekstil elyaf sınıfına girerler. Tekstil elyafın ticari değerinin olabilmesi için bazı temel özelliklere sahip olması gerekir. Örneğin son ürün çok pahalı olmayacak şekilde, yeterli miktarda ve kolay elde edilebilmeli, yeterince sağlam, esnek ve eğrilebilir olmalıdır. Elyafın eğrilebilmesi için yüzeyinin pürüzlü, çapının her tarafta aynı ve ince olması gerekir. Bu temel özelliklerden başka yumuşaklık, nem çekme ve dayanıklılık da istenir. Ayrıca boyarmaddelere karşı afiniteye sahip olmalıdır (Özcan 1978).

Tekstilde kullanılan kumaşların eldesinde doğal lifler olarak bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen lifler kullanılmaktadır. Hayvansal lifler olarak; Yün, ipek ve bitkisel lifler olarak; pamuk, keten, jüt, bambu, rami ve soya kullanılmaktadır.

Liflerin uzunluğu bakımından elyaf, şapel ve kontinu filament olmak üzere ikiye ayrılır. Şapel elyafta lif boyu 2,5-10 cm kadardır. Kontinu filament ise isminden anlaşılacağı gibi yüzlerce, hatta binlerce metre uzunluktadır. İpek doğada mevcut tek kontinu filamenttir. Bir ipek lifinin boyu 900-2700 m kadardır. Sentetik lifler ise önce kontinu filament olarak elde edilirler. Tek bir kontinu filamentte monofilament denir.

Her türlü elyaf , kristalin ve amorf bölgelerden meydana gelmiştir. Amorf bölgeler, gerek boyarmaddeleri, gerekse kimyasal maddeleri kristalin bölgelerden daha fazla alabilir. Kristalin yapı oluşabilmesi için molekülde büyük yan zincirlerin bulunmaması gerekir (Özcan 1978).

2.1.1. Pamuk Lifi ve Yapısı

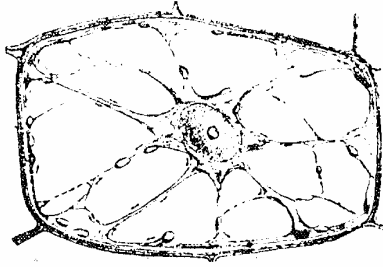
Pamuk, Doğu ve Orta Doğu'da binlerce yıldan beri kullanılmakta olan en eski ve en önemli bir elyaf türüdür.

Her pamuk lifi, pamuk bitkisinin tohumlarından toplanan tek hücreli bir tücüktür. Kısa veya uzun her lif, bir tek bitkisel hücredir (Şekil 2.1).

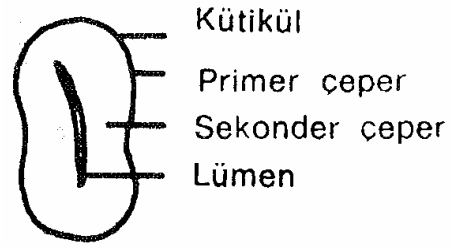


Şekil 2.1. Pamuk Bitkisi

Bir pamuk hücresi şu kısımlardan meydana gelmiştir (Şekil 2.2). Her hücrede lifin dış çeperlerini meydana getiren ve primer zar denilen bir zar vardır. Hücre olgunlaştıkça bunun üzeri vaks ve pektik maddelerden oluşan kütikül tabakası ile örtülür. Primer zarın altında sekonder zar adı verilen selülozik bir kısım vardır. Olgunlaşma esnasında bu kısım daha da kalınlaşır. Hücrenin ortasında lümen denilen hücre kanalı, kanal içerisinde canlı protoplazma ve hücre özsuyu bulunur.



Şekil 2.2. Pamuk Hücresi



Şekil 2.3. Pamuk Hücresi Kesiti

Hücre olgunlaştıkça protoplazma ölür, hücre özsuyu kurur. Lümen ince bir yarık, hücre kesiti böbrek şeklini alır (Şekil 2.3). Kuruyan hücre özsuyundan ve protoplazmadan geriye kalan madensel tuzlar ve proteinler lümen içerisinde kalır. Bunlar pamuğun temizlenmesi esnasında uzaklaştırılması gereken yabancı maddelerdir.

Her pamuk az veya çok miktarda olgunlaşmamış ve ölü pamuk içermekle birlikte, düşük kaliteli pamukta bunların miktarı daha fazladır (Özcan 1978).

2.2. Reaktif Boyarmaddeler

2.2.1 Reaktif Boyarmaddelerin Genel Özellikleri

Reaktif boyarmaddeler selülozik elyafın boya ve baskısına yarayan çok önemli boyarmadde grubudur. Uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ kurma özelliğine sahiptirler. Pamuklu mamullerin boyanmasında günümüzde en çok kullanılan boyarmadde sınıfıdır.

Reaktif boyarmaddelerin çok geniş bir renk gamı vardır. Bu boyarmaddeler çektirme ve emdirme yöntemleri ile boyama yapmaya uygundurlar.

Reaktif boyarmaddeler yüksek ölçüde suda çözünebilen boyarmaddelerdir. Bütün reaktif boyarmaddelerdeki ortak özellik, hepsinin kromoforu taşıyan renkli bir grup yanında bir reaktif ve bir de moleküle çözünürlük sağlayan grup içermesidir. Kromoforu taşıyan gruplar çoğunlukla azo, antrakinin ve ftalosiyanın türevleridir. Boyamadan reaktif grup sorumludur. Çünkü boyarmaddenin reaksiyon yeteneğini ve reaksiyon hızını bu grup tayin eder (Özcan 1978).

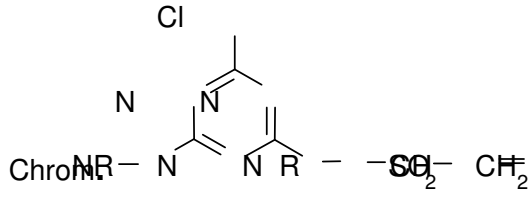
2.2.2 Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Reaktif boyarmaddeler içerdikleri reaktif grubun kimyasal yapısına ve bu grubun reaktivitesine göre sınıflandırılırlar.

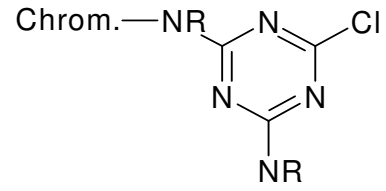
Bu gruplar reaktivitelerine göre (artandan azalana doğru) (Roth 2006);

Diflorklorpirimidin (FCP)	Drimaren K
Monoflortriazin (MFT)	
Triflorpirimidin (TFP)	Drimaren HF
Monoklortriazin/Vinilsülfon (MCT+VS)	Drimaren CL
Vinilsülfon (VS)	
Monoklortriazin (MCT)	Drimaren XN
Triklorpirimidin (TCP)	Drimaren X

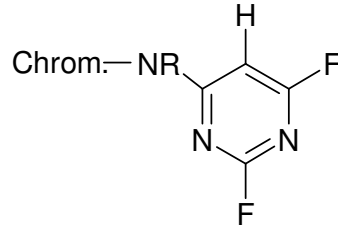
Reaktif boyarmaddelerin genel formülasyon şekilleri;



Şekil 2.4. MCT/VS sınıfı boyarmadde

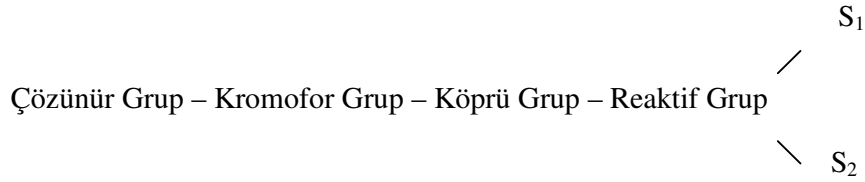


Şekil 2.5. MCT sınıfı boyarmadde



Şekil 2.6. TFP sınıfı boyarmadde

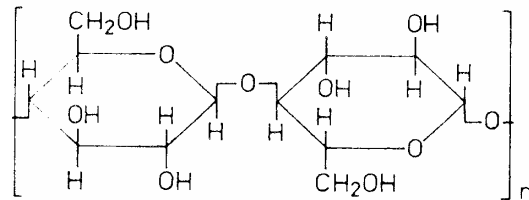
Reaktif boyarmaddelerin genel kimyasal yapısı;



S₁ : Süstitüsyon reaksiyonu sırasında yer değıştiren substitüent

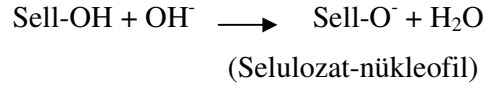
S₂ : Diğer süstitüentler

Selüloz polimeri (Şekil 2.7) temelde bağıl olarak reaktif olmayan üç hidroksi (-OH) grubunu devam eden her temel birimde içermektedir. Bunların 1/3'ü primer (RCH₂OH) 2/3'ü de sekonder (RCHR'OH) alkollerdir ve selüloz Sell-OH olarak yazılabilir.



Şekil 2.7. Selüloz Polimeri

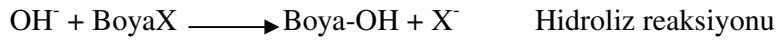
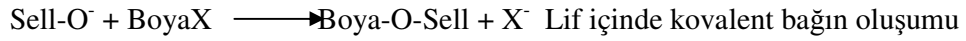
Seyreltik alkalilerin varlığında bile selüloz zayıf bir asit gibi davranır ve temel disasiyon denklemlerine göre iyonize olur;



Hem selulzat iyonları hemde iyonları negatif yüklü olduklarından moleküllerin pozitif polarize olmuş noktaları ile reaksiyona girme eğilimindedir. Reaktif boyarmaddeler selülozat iyonları ile reaksiyona girme kabiliyetine sahip fonksiyonel bileşenleri olan ve suda çözünebilen boya molekülleridir.

Selülozun hidroksil grupları ile boyarmadde arasındaki reaksiyon reaktif gruba bağlı olarak ya selüloz esteri oluşturmak üzere nükleofilik süstitüsyon(yer değiştirme) ya da selüloz esteri vermek üzere nükleofilik adisyon (ekleme) reaksiyonudur. Reaktif boyarmaddelerin hepsi kalevi ortamda fikse olur. Çünkü kalevi ortamda selülozun nükleofilik karakteri arttığından reaksiyon kolaylaşır (Özcan 1978).

Reaktif boyama sırasında boya banyosunda oluşan bazı reaksiyonlar;



2.3 Pamuk Liflerinin Boyanma Yöntemleri

Tekstilde kullanılan lifleri boyamak için çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemleri üç başlıkta toplayabiliriz;

- 1- Kesikli Yöntem : Tekstil mamullerinin partiler halinde (kısa metrajlarda) jet, overflow, jigger, levent vb. makinalarda boyanmasıdır. Bu yöntem genelde yüksek flotte ve uzun boyama sürelidir. Bu yöntemde boyarmaddenin sınıfına göre 60°C (reaktivitesi yüksek boyarmaddeler) yada 80°C'de (reaktivitesi düşük boyarmaddeler) boyama yapılır.

- 2- Yarı Sürekli Yöntem : İşlemin bir bölümünün sürekli bir bölümünde kesikli olarak yapılmasıdır. Günümüzde en çok kullanılan yarı sürekli yöntem, pad-batch yöntemidir.
- 3- Sürekli Yöntem : Tekstil mamülüne uygulanan işlemlerin kesiksiz olarak yapıldığı sistemdir. Burada boyama, fikse ve yıkama işlemleri ard arda yapılmaktadır. En çok kullanılan, Pad-Steam, Pad-Dry, Pad-Termosal yöntemleridir.

Tüm bu boyama yöntemlerinden sonra reaktif boyarmaddeler için boyamadan sonra özellikle yaş haslıkları arttırmak için yıkama yapmak gerekir. Bu yıkamalar genellikle ılık (50⁰C) ve sıcak (80-95⁰C) olarak yapılabilir. Yıkamaların sıklığı renk koyuluğuna ve istenilen haslıklara göre değişebilir.

2.4. Tekstil Materyallerinde UV Absorblayıcıların Kullanımı

2.4.1 Giriş

Güneş ışığı dünyamız üzerinde hayatın devamını sağlayan en gerekli kaynaklardan birisidir. İnsan cildi güneş ışığının kısa-dalgaboylu radyasyona (Ultraviole-UV) hassastır ve insanların bu kısa-dalgaboylu radyasyondan korunmaları gerekir. Ev dışındaki ortamlarda insanları UV radyasyondan koruyan tek malzeme tekstil materyalleri yani giysilerdir. İnsanlar zararlı olan UV radyasyondan korunma konusunda giysilerinin yanı sıra günlük faaliyetlerini de düzenlerler (beyaz giysiler, gün ortasında dışarı çıkmama gibi). Bu durum özellikle güneş ışığının daha fazla etkili olduğu Ekvatora yakın ülkelerde gözlenirken yerkürenin kutuplarına yakın bulunan ülkelerde insanlar güneş ışığına daha fazla ilgi gösterirler ve gereksinim duyarlar. Özellikle kutuplara yakın ülkelerde yaşayan insanların deri yapıları daha hassastır ve güneş ışığına karşı diğer insanlara göre daha fazla korunmaları gerekir (Palacin 1997).

2.4.2 Güneş Işığı ve İnsan Cildine Etkisi

Güneş 0.7-3000 nm arasındaki dalgaboylarında sürekli bir enerji spektrumuna sahiptir. Güneşin ortama yaydığı ve dünya üzerine gelen radyasyonun 175 nm'ye

kadar olan kısmı stratosferdeki oksijen tarafından emilirken, 280 nm'ye kadar olan radyasyon (UV-C radyasyon) ozon tabakası tarafından tutulmaktadır. Uzun dalgaboylarında olan kızılötesi (infrared-IR) radyasyon ise atmosferdeki su buharı, karbondioksit vs. tarafından engellenmektedir (Fössel 1997).

Dünyayı çevreleyen atmosferden geçerek dünya yüzeyine ulaşan güneş radyasyonu 280-3000 nm arasındaki ilişki Çizelge 2.1'de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Dünya Üzerine Gelen Global Radyasyonun Kuvveti ve Sınıflandırılması (Fössel 1998)

Dalgaboyu Aralığı	Nm	Radyasyon Kuvveti W/m %			Ortalama Foton Enerjisi
UV-B Radyasyonu	280-320	5	6.1	0.5	400
UV-A Radyasyonu	320-360	27	6.1	2.4	350
	360-400	36	6.1	3.2	315
GörünürRadyasyon	400-800	580	51.8		200
IR Radyasyon	800-3000	472	42.1		63

İnsan cildi en fazla UV radyasyona özellikle de UV-B radyasyona hassastır ve bu radyasyondan korunmalıdır. Tablo 1'de görüldüğü gibi dünya üzerine normal olarak gelen radyasyonun sadece %6.1 lik kısmı bu dalga boyu aralığındadır. Aynı zamanda bu radyasyon aralığı en yüksek kuantum enerjisine sahiptir. (Kuantum enerjisi dalga boyu ile ters orantılıdır). UV radyasyonun kuantum enerjisi organik

moleküllerin bağ enerjilerinin büyüklüğü ile aynı seviyededir ve UV-B radyasyonu insan cildine en zararlı radyasyondur. UV radyasyonun etkinliği ve dağılımı radyasyonun dünya yüzeyine geliş açısına bağlı olduğundan , bu radyasyon dünya üzerinde günlük, mevsimlik ve coğrafi olarak farklılık gösterir. Buna göre açık ve güneşli bir günde insan cildine en zararlı radyasyon miktarı öğle saatlerinde yaz mevsiminde ve ekvatora yakın bölgelerde daha fazladır. Ayrıca deniz seviyesinden olan yükseklik arttıkça (1000m yükseklikte %20 daha fazla) ve güneş ışığının kuvvetli yansıdığı ortamlarda (buz üzerinde, karda, sahilde ve suda) zararlı UV radyasyon miktarı artar (Palacin 1997).

İnsan derisi insan vücudunun alanı en büyük olan organdır ve insan ile dış dünya arasında hem bir engel hem bir iletişim mekanizması gibi davranır. UV-A radyasyonu insan derisine UV-B radyasyonundan daha fazla nüfuz eder. UV-A radyasyon insan cildi tarafından absorblandığında birkaç saat içinde hızlı bir pigmentasyona neden olur ve insan derisinin UV-A radyasyona çok fazla maruz kalması deride kronik reaksiyonlara ve deri yaşlanmasının hızlanması gibi hasarlara yolaçabilir. Daha kısa boylu fakat daha yüksek enerjili olan UV-B ışınları ise derinin birkaç mm altına iner. UV-B radyasyonun deri tarafından fazla alınması, akut ve kronik reaksiyonlara, deri altında oksijen moleküllerinin serbest kalması sonucunda derinin kırmızılaşması (güneş yanığı) ve insan gözünde hasara neden olur. UV-A radyasyonu UV-B radyasyonundan 10 kat daha kuvvetlidir fakat UV-B ışınları deriyi UV-A ışınlarından 1000-10000 kat daha fazla hasara uğratmaktadır (Anonim1997).

Son yıllarda tüm dünyada deri kanseri miktarında artış görülmektedir. Güneşin deri kanserine yol açan zararlı ışınları olan UV rdyasyondan fiziksel olarak korunmanın yolu ise güneşe karşı koruma sağlayan giysilerin giyilmesidir. Fakat düşük gramajlı yaz mevsimi giysileri UV radyasyonu geçirmekte ve güneş ışığından yeterli koruma sağlayamamaktadır (Fössel 1997).

Giysi tarafından örtülen insan derisinin kırmızılaşmaya başladığı zamana kadar olan ışığa maruz bırakılma süresi bu giysinin yapıldığı kumaşın Güneş Koruma Faktörü (GFK) yardımıyla hesaplanmaktadır. Buna ait bir örnek Çizelge2.2'de verilmiştir (Reinert 1997).

Çizelge 2.2. Farklı Deri Tiplerinin UV Radyasyon Hassasiyetlerine Göre Sınıflandırılması (Güney Avrupa Yaz Mevsimi Ortası)

Deri Tipi	Görünüm (Doğal Hal)	Derinin Kırmızılaşması için Gereken Kritik Miktar (mJ/cm ² 290-300nm'de)	Derinin Kendi Kendisini Koruma Süresi (dak.)	Güneş Yağı ve Radyasyonun Etkisi
I	Beyaz	15-30	5-10	Kolayca yanar, Bronzlaşmaz
II	Beyaz	25-35	8-12	Kolayca yanar, Sonra Bronzlaşır
III	Kumral	30-50	10-15	Yavaşça yanar, daima bronzlaşır
IV	Buğday	45-60	15-20	Az yanar, Daima Bronzlaşır
V	Buğday	60-100	25-35	Çok az yanar, Deride pigmentasyon olur
VI	Koyu Kahverengi ve Siyah	100-200	35-70	Yanmaz, Deride pigmentasyon olur

Bu tabloya göre kendisini koruma süresi 10 dk. olan bir deri GFK 5 olan bir giysi ile örtüldüğünde 50 dk boyunca deride kırmızılaşma olmayacaktır. Günümüzde kullanımda bir tekstil materyali için 50 GFK gereklidir.

Giysilerin güneşin zararlı radyasyonundan koruma kabiliyeti konusunda ilk standart çalışması Avusturalya'da yapılmış olup (AS/NZN 4399:1996) bu standartta kullanılan GFK değerleri Çizelge 2.3'de verilmiştir (Becerir 1998).

Çizelge 2.3. Avusturalya’da kullanılan GFK standartları (AS/NZN 4399:1996)

UV Radyasyon Geçirgenliği	GKF	UV Radyasyona Karşı Koruma
10-5.1	10-19	Orta
5.0-3.4	20-29	İyi
3.0-2.0	30-49	Çok iyi
<2.0	50 ve 50>	Mükemmel

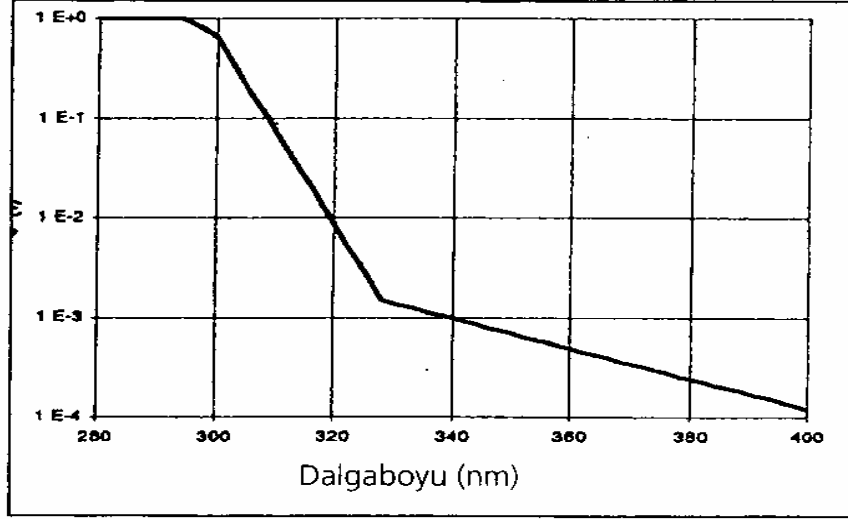
Bu değerlendirmeye göre GKF<10 olan kumaşlar yeterli koruma sağlayamamaktadır.

2.4.3 Güneş Koruma Faktörü’nün (GKF) Hesaplanması

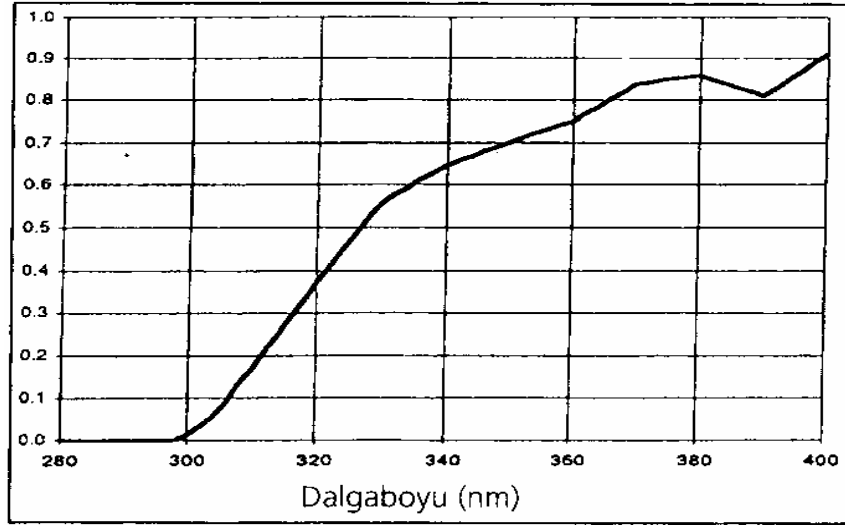
Güneş Koruma Faktörü (GKF) [Sun Protection Factor SPF] bir kumaşın güneş ışığına karşı koyma kabiliyetini ifade eder. Bu faktör, tekstil materyali giyen bir kişinin güneş altında korunmasız bulunan bir kişiye göre derisi kırmızılışmaya başlamadan daha fazla ne kadar güneş altında durabileceğini gösterir (Palacin 1997).

GKF’nin belirlenmesinde ‘in vivo’ ve ‘in vitro’ metodları kullanılmaktadır.’in vivo’ metodu ile test edilen tekstil materyali giydirilmiş kişiler güneşin spektrumuna benzer bir ışık spektrumuna sahip radyasyona tabi tutulur. Bu metod ile deney sonuçlarının alınması uzun sürer ve kullanışlı bir metod değildir. ‘in vitro’ metodu ise daha kullanışlıdır. Bu metotta test edilen tekstil materyali giydirilmiş kişiler monokromatik ışık radyasyonuna tabi tutulur ve derinin kırmızılışması (eritema) için kritik radyasyon miktarı ölçülür. Elde edilen sonuçlardan, verilen bir dalga boyunun ertamal etkinliği (bu etkinlik kritik dozun tersidir) belirlenir. Işığın ertamal etkinliği oluşturduğu zarar ile orantılıdır. Şekil 2.8 logaritmik olarak UV ışığın ertamal

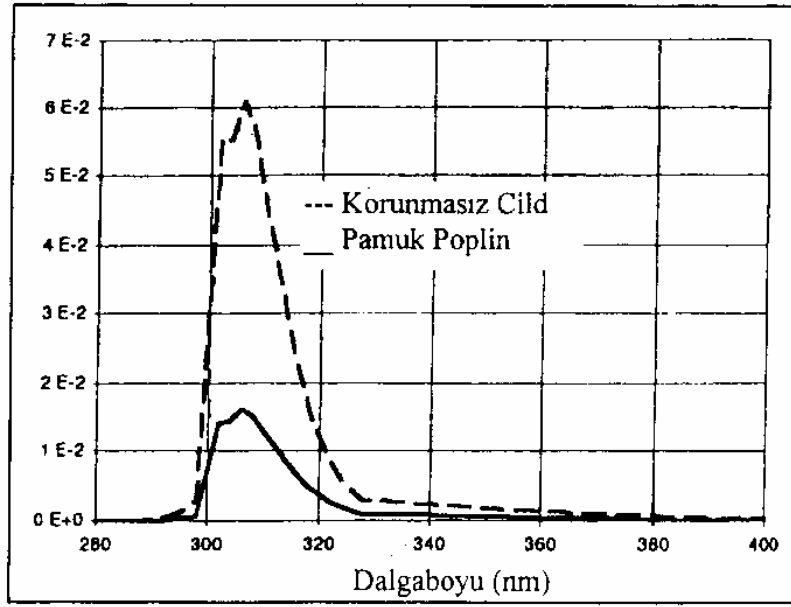
etkinliğini göstermektedir. Buna göre, 280 nm'deki ışık 340 nm'deki ışıktan 1000 kat daha zararlıdır. Eritermal etkinlik Solar etkinlik (şekil 2.9) ile çarpıldığında güneş yanığı oluşturacak etkinlikteki solat spektrum elde edilir. Şekil 2.10'daki kesikli çizgi bunu göstermektedir. Eğrinin altında kalan alan da zarar miktarını vermektedir (Böhringer 1997).



Şekil 2.8. UV ışığın eritermal etkinliği (Reinert 1997)



Şekil 2.9. Melbourne-Avustralya'da yaz ayı içindeki solar spektrum (Reinert 1997)



Şekil 2.10. Cildin korunmasız halde (kesikli çizgi) ve pamuklu kumaş altında (devamlı çizgi) ciltte oluşan hasar (Reinert 1997)

Deri giysi ile örtülüyorsa, bu durumda kumaştan geçerek deriye kadar giden radyasyon kumaş tarafından geçirilen ve miktarı, kumaşın radyasyon dağılım geçirgenliği ile bulunabilecek ışıktır. Şekil 10'daki devamlı çizgi işlem görmemiş pamuklu poplin kumaşın durumunu göstermektedir. Bu poplin kumaşın GKF değeri eğrinin altındaki alan yardımıyla bulunabilir.

GKF değerlerinin belirlenmesi konusunda yayınlanmış olan AS/NZN 4399:1996 'Sun Protective Clothing-Evaluation and Classification' ismi Avustralya/Yeni Zelanda standardında ölçüm metodu olarak bir 'in vitro' metot olan UV/VIS Spektrofotometri verilmektedir (Böhringer 1997).

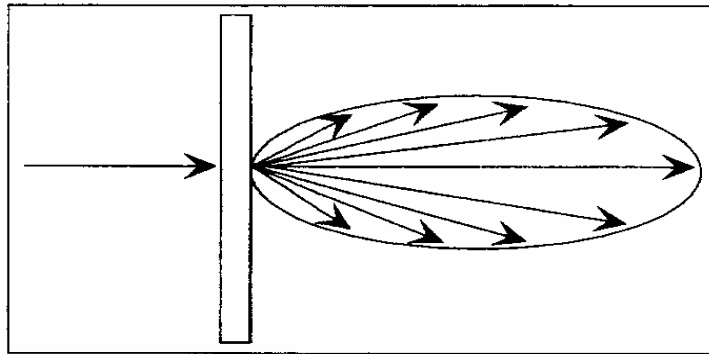
2.4.3.1 GKF Değerlerinin UV/VIS Spektroskopi ile Belirlenmesi:

Prensip olarak bir UV/VIS spektrofotometre üç ana bileşenden oluşmaktadır. Bir ışık kaynağı, bir monokromatör ve bir fotosensitiv (ışığa hassas) dedektör. Işık kaynakları olarak bir tanesi görünür (VIS) ışık, diğeri de ultraviyole (UV) ışık üreten iki farklı lamba kullanılır. Lambalardan alınan ışık ultraviyolede görünür bölgeye kadar değişen ve farklı dalga boylarında (polikromatik ışık) elektromanyetik dalgalar içerir. Monokromatör bu polikromatik lamba ışığını spektral renklere ayırır ve monokromatik ışık üreterek test numunesinin içine yollar. Test numunesi tarafından

absorblanan ışık miktarı test numunesinin de üzerinde bulunduğu ışık yolu bitimindeki dedektör tarafından ölçülür. Eğer test numunesinin geçirgenliği görünür bölgeden UV bölgeye kadar farklı dalgalıboylarında ölçölüyorsa, test numunesinin taransmisyon (geçirgenlik) spektrumu elde edilir. Böyle bir taransmisyon spektrumu test numunesinin (cam, sıvı, tekstil sastratı) UV korumasının değlerlendirilmesinde temel ölçümü oluşturur. Kumaş numunelerinin geçirgenlik spektralarının ölçümünde kullanılan UV/VIS spektrofotometreler ise ölçüm ışığının içinde toplandığı ve içi özel bir beyaz boya kaplı olan ışık toplama ve yönlendirme küreleri içerir. Kullanılan ölçüm geometrilerinden bir tanesi kumaş tarafından geçirilen polikromatik radyasyonun küre içinde toplanan aydınlatmanın kumaşın içinden geçirildikten sonra bir dedektör tarafından ölçölmesidir (d/0 geometrisi) (Apel 1997).

Tekstil materyalinin UV geçirgenlikleri ölçölerek bunların ultraviole (veya güneş) koruma faktörleri hesaplanır. Bu ölçümü yapan spektrofotometreler bir kumaş numunesinin dağılım geçirgenliğini ultraviole spektrumda dalgalıboyunun bir fonksiyonu olarak ölçerler (Becerir 1998).

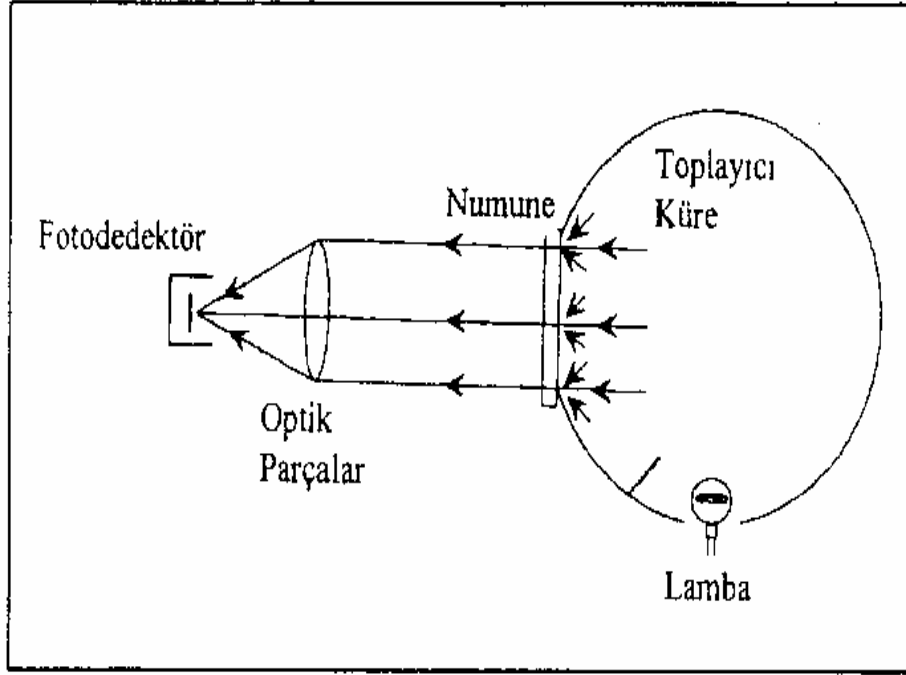
Tekstil materyallerinin çoğu yarı geçirgen materyaller olup üzerlerine gelen ışığı diğler tarafa dağıtarak içlerinden geçirirler ve diğler yüzdeki ortama saçarlar (Şekil 2.11). Materyal tarafından geçirilmeyen ışık ise yansıtırlar veya absorblanır (Apel 1997).



Şekil 2.11. Yarı geçirgen bir madde tarafından radyasyonun geçirilmesi (Anonim 1997)

Yarı geçirgen numuneler için düzgün şekilde geçirilen doğrultuda radyasyon şiddeti en yüksektir (Şekil 2.11). Daha opak numuneler ise yarı küre benzeri dağılımın oluşmasını sağlarlar.

GKF değerlerinin ölçümü Şekil 2.12’de çalışma prensibi gösterilen UV geçirgenlik (transmittans) analiz cihazlarıyla yapılmaktadır.



Şekil 2.12. d/0 ölçüm geometrisi ile ölçüm (Anonim 1997)

Şekil 2.12’deki cihazın ölçüm geometrisi d/0’dır. Bu ifadede paydaki ‘d’ harfi aydınlatmayı, paydadaki ‘0’ da ölçüm açısını temsil etmektedir. Buna göre geçirgenlik değeri ölçülecek kumaş numunesi bir kürenin içinde gelen dağınık aydınlatma ile aydınlatılmakta ve kumaş numunesi içinden geçen ışık kumaş normali ile aynı konumdaki bir dedektör tarafından algılanmaktadır. Pratikte 0⁰/d geometrisi ile de ölçüm yapılabilir fakat d/0⁰ geometrisi daha hassas sonuçlar vermektedir (Anonim 1997).

Geçirgenlik ölçümü sonucunda kumaşın Ultraviole Koruma Faktörü (UKF) bulunur ve bu Güneş Koruma Faktörü’ne çevrilir.

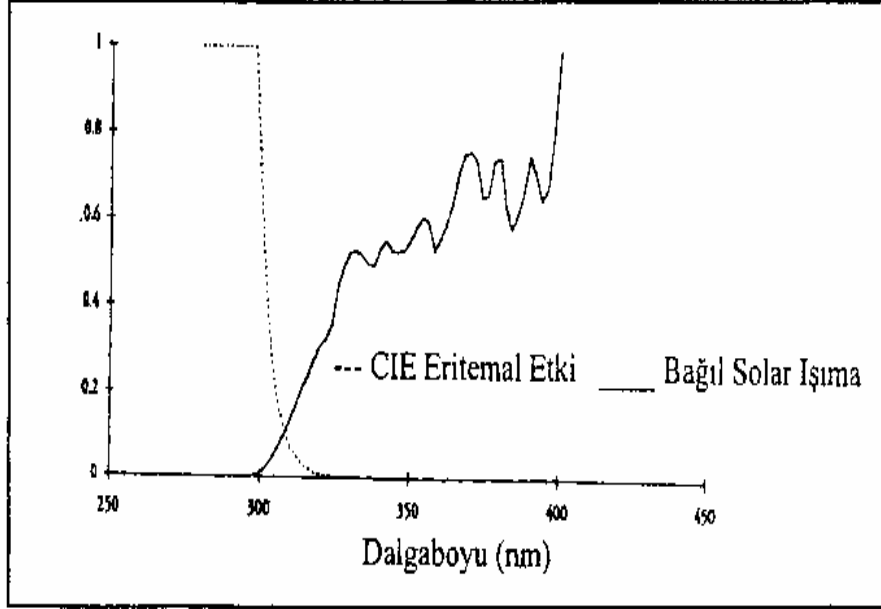
Güneş Koruma Faktörü (Sun Protection Factor SPF) şöyle verilmektedir (Palacin 1997):

$$GKF = \left(\sum_{290nm}^{400} E_1 S_1 D_1 \right) / \left(\sum_{290nm}^{400} E_1 S_1 T_1 D_1 \right) \quad (1)$$

Burada E₁: CIE eritemal spektral etki

S_1 : Solar spektral ışıma
 T_1 : Numunenin spektral geçirgenliği
 Δ_1 : Band aralığı (nm)
 λ : Dalgaboyu (nm)

E_1 ve S_1 standart fonksiyonlar ve Şekil 2.13'te verilmişlerdir. Bu fonksiyonlar Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından belirlenmiştir.



Şekil 2.13. Solar ve eritemal spektranın grafik ile gösterimi (Anonim 1997)

Yukarıda verilen ifadede pay, korumasız haldeki ciltte oluşan güneş yanığına eşdeğer UV radyasyon miktarını verirken, payda da giysi tarafından korunan ciltte temasa geçen UV radyasyona eşdeğer güneş yanığı miktarını ifade eder (Becerir 1998).

AS/NZN 4399:1996 standardına göre GKF değerinin 50 ve daha yukarısı uygun koruma sağlamaktadır. Ölçümler bitmiş kumaş üzerinde, kumaş kuru ve gerdirilmemiş durumda iken yapılır. GKF değerinin örnek olarak 40 olması, bu kumaştan yapılmış giysiyi giyen bir kişinin güneş ışığı altında cildi güneşe açık durumundan 40 kat daha fazla süre kalabilmesi demektir.

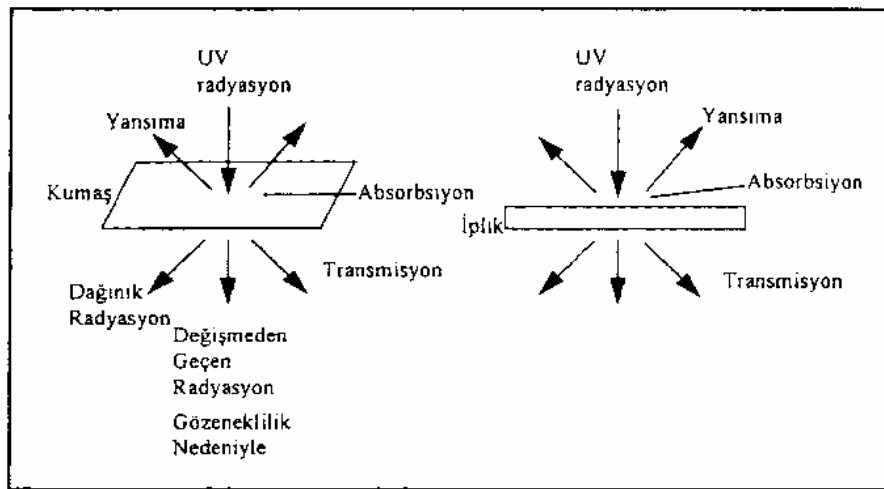
2.4.4 Tekstil Materyallerinin UV Radyasyon Geçirgenliği

Dokuma veya örme bir kumaşın UV radyasyonu geçirme, absorblama veya yansıtma miktarı, bu kumaşın giysi olarak giyildiğinde insan cildini güneşten koruma

özelliklerini belirler. Bir kumaşın güneşten koruma özellikleri ve GKF bu kumaşın özelliklerine bağlıdır.

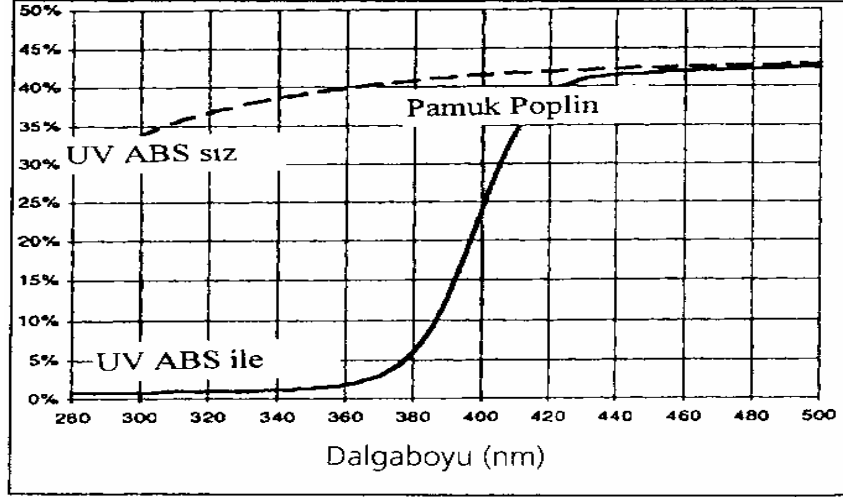
Tekstil substratının UV koruma etkisi lif tipine, iplik ve kumaş yapısına, kumaşın m² ağırlığına, kumaşın kalınlığı ve gözenekliliğine, kumaşın nem miktarına, kumaşa uygulanmış olan bitim işlemlerine ve kumaşın kullanım süresine bağlı olarak değişmektedir (Palacin 1997).

Şekil 2.14'te UV radyasyonun lifler ve kumaşlar tarafından geçirilmesi ve absorblanması gösterilmektedir. Kumaşın içinden geçen toplam radyasyon iki bileşen içermektedir. Bu iki bileşenden bir tanesini oluşturan ışık, spektral yapısı kumaşın absorpsiyonu ile değişmiş olan dağınık saçılmış ışıktır. Kumaş bir kısım elektromagnetik radyasyonu absorblamış olduğundan geriye kalan ışık kumaşın içinden geçtikten sonra dağılarak ve saçılarak yoluna devam etmektedir. İkinci bileşen ise kumaşın sahip olduğu gözeneklilik nedeniyle kumaşın gözenekleri arasından kendi spektral yapısını değiştirmeden geçen ışıktır. Bu ışığın spektral yapısı değişmemiş olduğu için insan derisinde oluşturduğu etki daha fazladır ve bu yüzden bu çeşit ışığın kumaş içinden diğer tarafa geçişi engellenmelidir. Bu durumda bir kumaşın gözenekliliği bu kumaşın UV radyasyonu diğer tarafa geçirme kabiliyeti üzerinde en başta gelen etkilerden birisi haline gelmektedir. Bu yüzden gevşek kumaş yapısına sahip yani gözenekliliği yüksek olan yazlık giysiler güneşin zararlı UV radyasyonundan yeteri kadar koruma sağlayamamaktadır (Böhringer 1997).

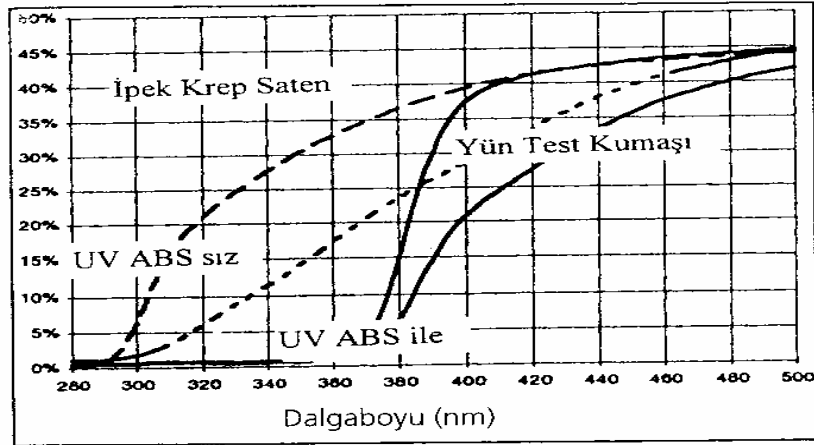


Şekil 2.14. UV Radyasyonun Kumaşlar ve Lifler Tarafından Geçirilmesi (Becerir 1997)

Şekil 15-19’da boyanmamış pamuk, yün, ipek, poliester, poliamid ve poliamid /elastan kumaşların UV absorblayıcılı (devamlı çizgiler) ve UV absorblayıcısız (kesikli çizgiler) dağılık transmisyon spektraları verilmektedir.



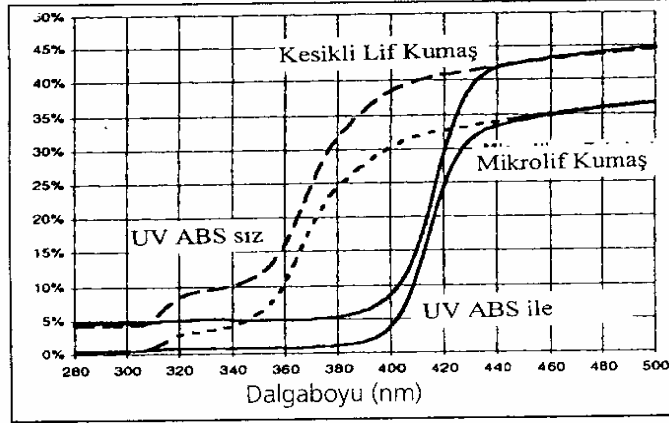
Şekil 2.15. Pamuklu kumaşın UV absorblayıcı madde kullanılarak ve kullanılmadan dağılık geçirgenliği spektrarı (Reinert 1997)



Şekil 2.16. Yün ve ipek kumaşın UV absorblayıcı kullanılarak ve kullanılmadan dağılık geçirgenlik spektrarı (Reinert 1997)

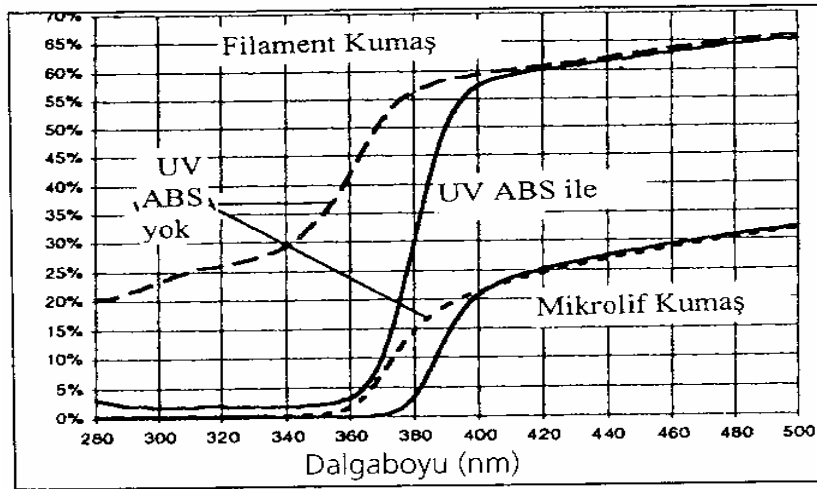
Şekil 15 ve 16’da üç doğal lifin transmisyon spektraları görölmektedir. Bu liflerin UV bölgede transmisyon spektraları birbirlerinden çok farklıdır. Pamuk 280-400 nm aralığında oldukça geçirgen iken yün kendi karakteristik özelliği olarak bu bölgede ve 400 nm’den sonra yüksek bir absorbsiyon yapmaktadır. İpek ise her iki lifin arasında bir bölgede davranış göstermektedir. Hem pamuk hem de ipek kumaşlar

solar radyasyona karşı tek başlarına çok fazla koruma sağlamamakla birlikte, bu kumaşlar UV absorblayıcı ile işlemden sonra 280-370 nm arasındaki UV radyasyonu tutmaktadır (Reinert 1997).

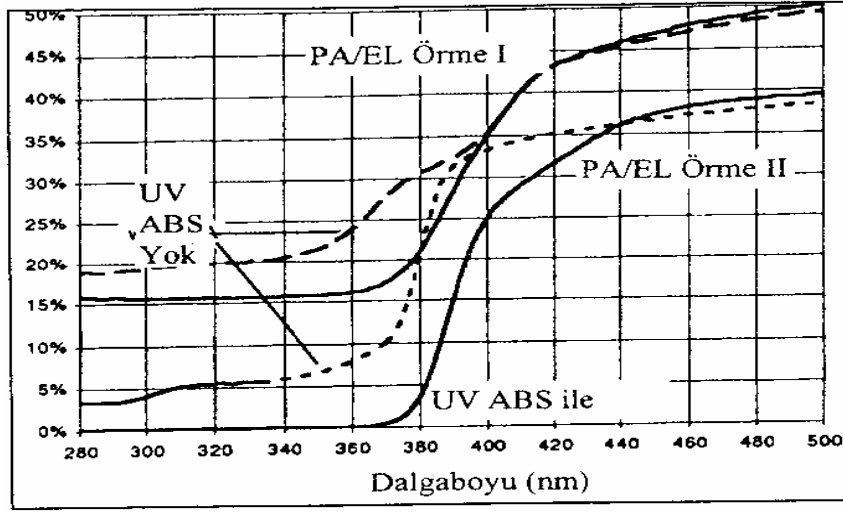


Şekil 2.17. Polyester kumaşların UV absorblayıcı kullanılarak ve kullanılmadan dağılım geçirgenlik spektrası (Reinert 1997)

Şekil 17 farklı gözenekliliğe sahip iki polyester kumaşın UV absorblayıcı kullanılarak ve kullanılmadan ölçülen transmisyon eğrilerini göstermektedir. Her iki kumaş için de, UV absorblayıcı kullanılmadığı durumda bile, 320 nm altında absorbsiyon çok azdır. Bu durum UV-B radyasyonun polyester lifinin kendisi tarafından absorblandığını göstermektedir (Reinert 1997).



Şekil 2.18. Polyamid kumaşların UV absorblayıcı kullanılarak ve kullanılmadan dağılım geçirgenlik spektraları (Reinert 1997)



Şekil 2.19. Poliamid/elastan kumaşların UV absorblayıcı kullanılarak ve kullanılmadan dağılım geçirgenlik spektraları (Reinert 1997)

Şekil 18 ve 19 iki polyamid dokunmuş kumaşın ve iki polyamid/elastan örme kumaşın geçirgenlik spektralarını göstermektedir. İki polyamid kumaştan bir tanesi mat mikrolif kumaş, diğeri de yarı-mat kumaştır. Mikrolif kumaş neredeyse hiçbir UV radyasyonun geçişine izin vermemektedir. Bunun nedeni bu mikrolifteki matlık verici maddenin UV absorblayıcı olarak da etki göstermesidir. Yarı mat kumaş ise polyamid lifin UV radyasyonun geçişine izin verdiğini göstermektedir. Mikrolif kumaşta UV absorblayıcı uygulaması transmisyon spektrasında çok büyük değişikliğe yol açmazken, yarı mat kumaşın spektrasında büyük bir değişiklik olmaktadır (Reinert 1997).

2.4.5 Tekstil Materyallerinin UV Radyasyondan Koruma Kabiliyeti ve Geliştirilmesi

UV absorblayıcı uygulanmamış liflerin spektroskopik deneylerden elde edilen sonuçları şöyle özetlenebilir (Palacin 1997):

1. Pamuk lifi 280-400 nm dalgaboyu aralığında UV radyasyonu yüksek ölçüde geçirmektedir.
2. Yün lifi tüm dalgaboylarındaki UV radyasyonu çok iyi şekilde absorblamaktadır.

3. Aromatik halkaların birleşmesiyle oluşan polyester, UV-B radyasyonu yüksek oranda absorblamaktadır. Bu özellik TiO_2 kullanımıyla geliştirilmekte ve poliester lifi tüm UV bölgesinde absorbsiyon yapmaktadır.
4. Alifatik yapıya sahip olan polyamid lifleri tüm dalgaboyu aralığında UV radyasyonun geçişine izin verirler ve matlaştırıcı madde miktarına bağlı olarak UV radyasyonu kademeli şekilde absorblarlar.

2.4.5.1 Lif Tipi

Kumaşın yapılmış olduğu lif ve lifin özellikleri kumaşın UV ışıkları geçirgenliğine doğrudan etki eder. Lif içinden olan geçirgenlik UV absorblayıcı maddeler kullanılarak azaltılabilir. Beyazlatılmış pamuk büyük miktarda UV radyasyonun geçişine izin verirken işlenmemiş pamuğun GKF değeri, lif içinde hala bazı safsızlıklar mevcut olduğundan (proteinler, vakslar) ve bu safsızlıklar UV absorblayıcı görevi gördüğünden beyazlatılmış pamuktan daha yüksektir. İnsan derisinin eritem duyarlılığın en yüksek olduğu 300 nm bölgesinde özellikle pamuğun absorbsiyonu çok düşüktür. Doğal lifler içinde en iyi korumayı yün lifi sağlamaktadır. Polyester lif yapısı aromatik bileşenlerden oluştuğu için UV-B radyasyonu büyük ölçüde absorblamaktadır. Ayrıca TiO_2 gibi matlaştırıcı pigmentler içerdiğinden polyester lifinin tüm UV radyasyon geçirgenliği çok düşmektedir. Sentetik liflerin UV absorbsiyonu pigmentasyon derecesi ile kolayca değiştirilebilir (Becerir 1998).

2.4.5.2 Kumaş Yapısı ve Gözeneklilik

Güneşten koruma özelliğine sahip olması istenen kumaşların başlıca özelliği bu kumaşların yapılarıdır. Kumaş yapısı sıklaştıkça verdiği UV koruma özelliği artar. Kumaş yapısının en önemli parametreleri iplik sıklığı, kumaşın gözenekliliği, kalınlığı, birim ağırlığı ve örtme faktörüdür. Bir kumaşın GKF değeri öncelikle bu kumaşın gözenekliliği tarafından belirlenir. Kumaşların gözeneklilik değerleri aynı zamanda bir kumaşın GKF değerinin ne kadar iyileşebileceği konusunda fikir verir. Gevşek yapıya sahip kumaşlar UV radyasyona karşı yeterli koruma sağlayamazlar. Kumaşın GKF değeri, Örtme Faktörü ve Gözenekliliği arasında verilebilir:

$$\text{GKF} = (100 / \text{Gözeneklilik}) = (100 / (100 - \text{Örtme Faktörü (\%)}))$$

Bu değerler kullanılarak bulunan değerler izelge 2.4'te verilmektedir.

Çizelge 2.4. Gözeneklilik ve maksimum Teorik GKF Değerleri (Fössel 1997)

Gözeneklilik	rtme Faktörü (%)	Kumaş Yapısının Teorik Maksimum Absorbsiyonu	Maksimum Teorik GFK
10	90	90	10
5	95	95	20
2	98	98	50
1	99	99	100

Dokuma, rme ve diğer kumaşlar kullanım yeri ve amacına göre uygulanan gerilim, büzülme, tleme vb. gibi işlemler sonucunda değişime uğrarlar. Bunun sonucunda kumaşların gözenekliliği değişir ve GKF değerleri sabit kalmaz. Üretim sırasında kumaşların gözenekliliği kontrol edilmelidir.

2.4.5.3 Renk ve Renk Koyuluğu

Tekstil materyallerini renklendirmek için kullanılan boyarmaddelerin bu materyallerin UV geçirgenliği üzerinde önemli etkisi vardır. Boyarmaddeler 400-800 nm arasındaki görünür ışığı seçimli olarak absorblarlar ve kumaşa rengini verirler. Kimyasal yapılarına bağlı olarak pek çok boyarmaddenin absorbsiyon bandı UV spektral bölgesine doğru genişlemektedir. Bunun sonucu olarak bu boyalar kumaşa rengini vermenin yanında UV absorblayıcı maddeler gibi davranmakta ve kumaşın GKF değerini yükseltmektedir. Genel bir kural olarak, aynı kumaş yapısı ve boya için daha koyu rengin kumaşa verdiği GKF daha yüksektir.

Prensipte siyah ve koyu mavi renge boyanmış kumaşlar en yüksek UV radyasyon koruması vermektedir. Kumaş koyu bir renge boyandığında lifin 280-400 nm dalgaboyu arasındaki absorbsiyon kapasitesi daha yüksek GKF değerleri sağlayacak şekilde değişecektir. Açık ve orta koyuluktaki renklerde ise böyle bir genelleme yapmak mümkün değildir. Eğer koyu bir renge boyanmış kumaşın GKF değeri yetersiz ise bunu nedeni kumaş yapısının açık ve gözenekliliğinin de çok

yüksek olmasıdır. Optik beyazlatıcılar UV bölgesinde absorpsiyon yaptıklarından ve özellikle UV-A ışınlarını absorladıklarından kumaşların UV geçirgenliğini azaltırlar (Becerir 1998).

2.4.5.4 Nem Miktarı

Çoğu durumda yaş bir giysinin GKF değeri aynı giysinin kuru halinin GKF değerinden daha düşüktür. Bunun nedeni kumaşın iç bölgesinde kalan suyun, gelen ışığın saçılma efektini azaltılması ve bunun da UV geçisini arttırmasıdır.

2.4.5.5 Bitim İşlemleri

Boya, baskı ve bitim işlemlerinden sonra tekstil materyallerinin UV absorpsiyonu artar fakat bu artış tekstil materyaline uygulanan madde/maddelerin yapısına ve miktarına bağlıdır. Kumaşa uygulanan bitim işlemleri sırasında çeşitli kuvvetler altında meydana gelen germe, büzülme gibi etkiler sonucunda kumaş yapısı ve gözenekliliği bir miktar değişecektir.

Tekstilde kullanım için geliştirilen UV absorblayıcı maddeler tekstil lifleri için modifiye edilmişlerdir ve parça/sürekli boyama proseslerinde boyalarla beraber kullanılırlar. Normal olarak UV absorblayıcı maddelerin etkileri insan tarafından görülmez.

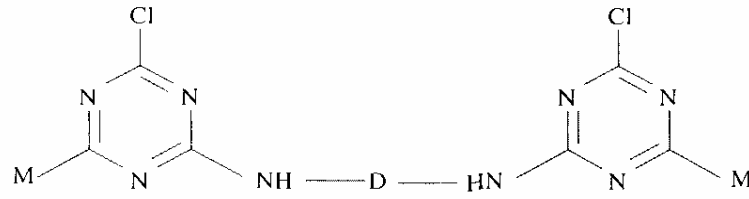
2.4.6 UV Absorblayıcı Kimyasallar

Pratikte UV absorberlar tekstil mamüllerini korumak ve renklendirilmiş kumaşların ışık haslıklarını geliştirmek için kullanılırlar. UV absorblayıcı, bir sunucu polimer içine dahil edilen ve etkili şekilde ultraviyole ışığı absorblaması olan ve bu enerjiyi, tersinmez kimyasal değişime neden olmadan enerjiye çeviren moleküldür. Bu kompauntlar 250-400 nm aralığındaki UV radyasyonu absorblar ve hızlıca bu radyasyonu ısıya çevirir (Moura 1996).

2-hidroksibenzofenones, 2-hidroksifenilbenzotriazol ve 2-hidroksifenil-s-triazin hızlı, tersinir, molekül içi proton transfer reaksiyonu aracılığı ile elektronik eksitasyon enerjiyi, termal enerjiye çeviren tipik UV absorblayıcılardır (Czajkowski 2006).

UV absorblayıcıları renksiz reaktif boyalar gibi düşünülebilirler. UV absorberlar reaktif boyalar ile ya da boyamadan sonra uygulanabilirler ve selüloz ile kovalent bağ yapan reaktif gruplar içerirler.

Renksiz monoklortriazin UV absorblayıcı Şekil 2.20’de gösterilmiştir. Bu absorblayıcılarda suda çözünebilen 2-hidroksifenilbenzotriazoller moderatörler (M) olarak kullanılmıştır. Köprü olarak 1,4-fenilenediamin 2,5-diaminobenzen sulfonik asit ve 2,4-diaminostilben-2,2-disulfonik asit kullanılmıştır. Sentezlenen absorberlarda moderatör olarak methoksilik grup yanında aromatik aminler kullanılmıştır (Czajkowski 2006).



Şekil 2.20. Selüloz lifleri için bifonksiyonel Monoklortriazin türevi UV absorblayıcının kimyasal yapısı

2.4.6.1 UV Absorblayıcı Kimyasal Maddeler Ve Kullanımı

Dağınık UV ışığın transmisyon spektrumu ve kumaşın gözenekleri arasından geçen ışık bu kumaşın insan derisini solar radyasyona karşı korumadaki etkinliğini belirler. Gözenekler arasından geçen ışık kendi spektral kompozisyonunu korurken kumaşa çarpan ışık materyal içinde oluşan absorbsiyonnedeniyle yapısını aynen koruyamaz. Kumaş tarafından yapılan absorbsiyon kumaş özelliklerine bağlıdır ve dokuma, örme ve diğer yapıdaki kumaşların transmisyon spektraları ve GKF değerleri her kumaş için ayrı ayrıdır.

Kumaşın absorbsiyon ve bununla ilişkili olan transmisyon spektrası UV absorblayıcı kimyasal maddeler kullanılarak kontrollü şekilde değiştirilebilir. Bu UV absorblayıcı maddeler UV bölgesinde (280-400 nm, UV-B ve UV-A) çok etkin absorbsiyon yapan kromofor sistemlere sahiptir ve kullanıldıklarında tekstil materyalinin UV radyasyon absorbsiyonunu maksimuma çıkarırlar. Bu maddeler absorbladıkları radyasyonu ısı enerjisine çevirirler ve sürekli olarak UV koruması

sağlayabilmeleri için sağlam bir bağ ile life bağlı olmaları gerekir. Uygulanan UV absorblayıcı maddelerin miktarı koyu renklerde daha az, açık renklerde daha fazladır.

Tekstil materyalleri üzerine uygulanan UV absorblayıcıları insan gözüne renksiz gözükürler. Fakat floresan beyazlatma ajanları (FWA) ile kullanıldıklarında uygulama proses şartlarının dikkatli seçilmesi gerekir. Akrilikler hariç tüm lifler için UV absorblayıcı kimyasal maddeler mevcuttur. Uygulamada bu maddeler ‘renksiz boyalar’ olarak, boyama prosesi içinde boyalarla birlikte kullanılırlar.

Bazı UV asorblayıcıları Çizelge2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Bazı UV absorblayıcılara örnekler (Becerir 1998)

UV Absorblayıcı	Kimyasal Yapı	Kumaş	Boya	Kullanım Miktarı Çektime (%)	Kullanım Miktarı Pad- Batch (g/L)
Cibatex UPF	İki reaktif gruplu oksaldianilid (suda çözünür)	Pamuk ve Karışımları	Reaktif, Direkt	1-4	15-50
Cibafast W	Monosülfonat benzotriazol türevi	Yün, ipek, polyamid lifleri ve karışımları	Asit	1-3	-
Cibatex APS	Benzotriazol türevi dispersiyonu	Polyester lifleri ve karışımları	Dispers	1-3	-
Fadex F		Polyester lifleri ve karışımları	Dispers	1-3	-
Rayosan C		Selulozik lifler	Reaktif, Direkt	1-4	20-50
Solartex CUT	Bitim işlemlerinde yumuşatıcılarla birlikte				
Solartex CEL	Boya ve Baskı işlemlerinde çektime ve Pad-Batch				

Pamuk ve pamuklu karışımlar için, Rayosan C paste, çektirme ve fular proseslerinde uygulanabilir. Rayosan C, diklorflorprimidin sınıfı boyarmaddelerle benzer kimyasal yapıya sahiptir.

2.5. Reflektans Spektrofotometreleri

Bir reflektans spektrofotometresi ile opak bir substratın rengini ölçmek için 400-700 nm arasında bu substratın reflektans/dalgaboyu eğrisi ölçülür. Farklı aydınlatıcı ve gözlem şartları altında eğrinin değişimi cihaz ile beraber kullanılan renk yazılımı ile bulunabilir. Substratların reflektans ölçümlerinde karşılaşılan temel sorunlardan bir tanesi opak yüzeylerin renklerinin bakış yönüne göre farklılık göstermesidir.

Eğer ölçüm yapılan opak cismin yüzeyi pürüzsüz ise, yüzeyden hem düzgün ışık yansımaları, hem de dağınık ışık yansımaları olacaktır. Düzgün yansıyan ışık dalgaboyundan bağımsız iken, dağınık yansıyan ışık opak substratın (kumaşın) absorpsiyon ve ışığı saçma karakteristiklerine ve substrat içindeki mevcut renklendiricilerin parçacık büyüklüğü ve dağılımına bağlıdır. Genel olarak hem düzgün, hem de dağınık ışık hem aydınlatma, hem de gözlem şartlarıyla değişiklik gösterir. Tekstil materyallerinin yüzey özellikleri başlıca olarak, life (doğal veya man-made) lifin matlığına, ipliğin bükümüne ve kumaş yapısı ve örgüsüne bağlıdır. Kumaşlar parlak saten kumaşlardan örme yünlü kumaşlara kadar pek çok farklı yüzey özellikleri gösterirler. Kumaşların yüzey özelliklerinin etkisini en aza indirmek ve tekrar edilebilir ölçümler elde edebilmek için 1978'de CIE tarafından dört standart ölçüm geometrisi belirlenmiştir (Paydak 2006).

2.5.1. Reflektans Spektrofotometrelerini Oluşturan Başlıca Parçalar

2.5.1.1. Işık Kaynakları

Dünyamıza gelen güneş ışığı dünya atmosferindeki tabakalardan geçerken absorpsiyon ve saçılma sonucunda ana kompozisyonunu kaybetmekte ve dünyanın yüzeyine bir bölümü ulaşmaktadır. Dünya yüzeyine ulaşan güneş ışığı dünya atmosferinin yapısı ve fiziksel şartları (ozon tabakası, su buharı vb.) yanında dünya

üzerine geldiği noktanın deniz seviyesinden yüksekliği, mevsim, yerel hava şartları ve günün saatine bağlı olarak da değişiklik göstermektedir.

Bu haliyle güneş ışığı renk ölçümü için kullanıma uygun değildir. Renk biliminde kullanılmak üzere yapay standart ışık kaynakları ve bunlara bağlı olarak da CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından standart aydınlatıcılar tanımlanmış ve kullanılmaktadır.

Yapay ışık temel iki yol ile üretilir. Bunlardan birincisi maddeyi ısıtarak bu maddenin atom veya moleküllerini uyarmak ve bunun sonucunda bu maddeden görünür radyasyon çıkmasını sağlamaktır. Bu şekilde belirli bir dalga boyu aralığında tüm dalga boylarını ihtiva eden sürekli bir radyasyon spektrumu elde edilir, ikinci olarak yapay ışık üretme yolu elektrik alanı içinde bir maddenin buharını elektron bombardımanına tutmaktır. Bu şekilde çizgisel spektrallar elde edilir ve oluşan spektrum içinde farklı dalga boylarında bireysel ışık ışınları bulunur.

Metallerin ısıtılması ile elde edilen yapay ışığın dalga boyu metalin sıcaklığı arttırıldıkça azalır ve metal cisimlerden elde edilen radyasyonun enerji dağılımı ve bunun sonucunda ortama verilen ışığın rengi metal cismin sıcaklığı ile kontrol edilir.

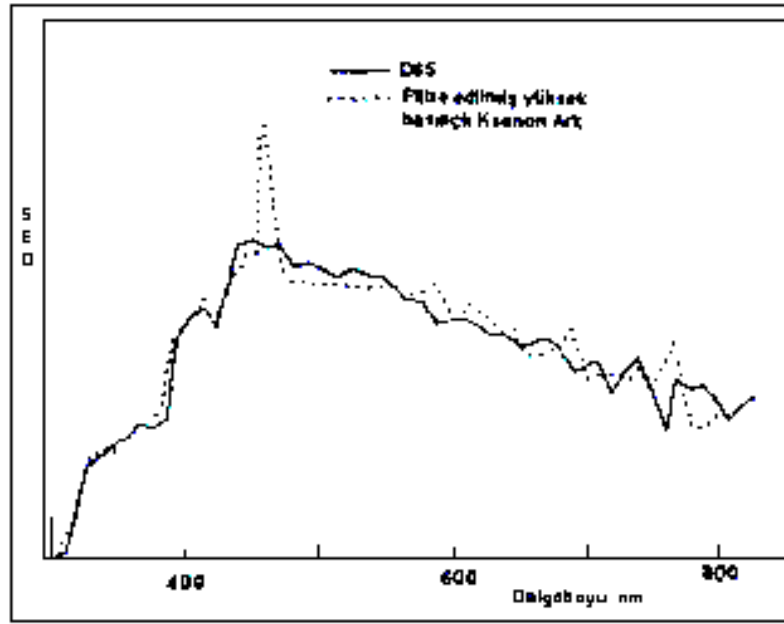
Kullanılan lambalara ait bazı örnekler aşağıda verilmiştir (Paydak 2006):

Tungsten filaman lamba: Tungsten tel üzerinden bir elektrik akımı geçirilerek ısıtılır ve radyasyon bu şekilde elde edilir. Tungsten telden ortama yayılan radyasyon büyük ölçüde tele uygulanan gerilim ile kontrol edilir. Pratik olarak görünür ışığın büyük kısmını elde edebilmek için tele uygulanan gerilim de yüksek olmalıdır, fakat yüksek gerilim uygulanması lambanın ömrünü kısaltmaktadır.

Tungsten halojen lamba: Lamba içine yerleştirilen bir miktar iyot veya brom lamba duvarına yapışan tungsten miktarını azaltmaktadır. Bunun sonucunda lambanın şeklinde yapılan değişiklik ile telin sıcaklığı artırılır ve ultraviyole (UV) bölgede daha fazla radyasyon elde edilir.

Gerilimli gaz tüpleri: Bu lambalarda lamba içindeki buharın atomları bir elektrik devresinin elektronları tarafından bombardıman edilir. Uyarılan atomlar kendi orijinal hallerine dönerken lamba içindeki buharın karakteristiğine bağlı olarak çizgi spektrumu halinde ortama dar radyasyon bantları yayarlar. Bu lambalara iki örnek cıva ve sodyum lambalarıdır.

Ksenon ark lambası: Bu lambaların spektral enerji dağılımı, uygun şekilde filtrelendiğinde ortalama gün ışığına benzediği için yüksek basınçlı ksenon ark lambası son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu lamba görünür bölgede sürekli bir spektruma sahip olmasının yanı sıra UV ve infrared (IR) bölgede de radyasyona sahip olduğundan geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Yüksek basınçlı ksenon ark lambasının filtrelendikten sonraki spektral enerji dağılımı ortalama gün ışığını veren D65 aydınlatıcısı ile karşılaştırılmalı olarak Şekil 2.21.'de verilmiştir.



Şekil 2.21. Yüksek Basınçlı Ksenon Ark Lambasının Filtrelendikten Sonraki Spektral Enerji Dağılımının (SED) D65 Aydınlatıcısı ile Karşılaştırılması (Becerir 1998)

CIE standart ışık kaynakları ve aydınlatıcıları: Dünya üzerine gelen güneş ışığı mevsime, günün saatine, hava şartlarına ve coğrafik özelliklere bağlı olarak değiştiğinden ve yapay ışık kaynaklarından elde edilen ışık da lamba ömrü, boyutları, uygulanan gerilim gibi faktörlere bağlı olduğundan, rengin her şart için aynı ve tekrarlanabilir ölçümünü yapabilmek için CIE tarafından ışık kaynakları ve bunlardan elde edilen aydınlatıcıların özellikleri tanımlanmıştır. CIE iki temel yapay ışık kaynağı olan gün ışığı ve tungsten lambaların spektral karakteristiklerinden yola çıkarak standart aydınlatıcılar tanımlanmıştır.

Lambalar ışığı üreten fiziksel kaynaklar olup, aydınlatıcılar ise lambaların ürettiği ışığın özelliklerine bağlı olarak karakteristik spektral enerji dağılımlarına sahiptirler. Bu yüzden renk ölçümünde bir ışık kaynağından pek çok aydınlatıcının spektral enerji dağılımı elde edilebilir. Aydınlatıcıların spektral bir enerji dağılımları teorik olarak hesaplanmıştır ve her ışık kaynağı her aydınlatıcıyı veremeyebilir. İyi bir ışık kaynağının temel özelliklerinden birisi renk ölçümü için gerekli aydınlatıcıları verebilmesidir.

CIE A aydınlatıcısı içi gaz doldurulmuş bir tungsten filament lambanın ışığını verecek şekilde ifade edilmiştir. CIE B aydınlatıcısı öğleden sonraki ortalama gün ışığını, CIE C aydınlatıcısı da ortalama gün ışığını vermektedir.

Standart ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla CIE, aydınlatıcılara ait spektral enerji dağılım eğrilerini yayınlamış fakat bu aydınlatıcıların eldesi için fiziksel ışık kaynakları önermemiştir.

A, B, C aydınlatıcılarından sonra D65 aydınlatıcısı CIE tarafından tanımlanmış ve ortalama gün ışığını doğruya en yakın şekilde ifade eden D65 günümüzde reflektans ölçümlerinde kullanılan en önemli aydınlatıcı olmuştur.

D65'ten sonra ortalama gün ışığının bazı özel durumlarını ifade eden D55 ve D75 aydınlatıcıları tanımlanmıştır.

Diğer ışık kaynaklarından olan ark ve spark kaynaklarının radyasyon spektralları çoğunlukla radyasyon çizgileri serileri içerdiği için renk ölçümünde kullanıma uygun değildir. Fakat gün ışığına benzer sürekli enerji / dalgaboyuna sahip ksenon arkları görünür ve yakın UV'de ölçüm yapan bazı transmittans spektrofotometrelerinde kullanılmaktadır.

Spektrofotometrelerde kullanılan en yeni ışık kaynakları Ksenon Flash (ani parıltı) tüpleridir. Bunlar saniyenin birkaç binde birinde ani parıltı ile radyasyon üretirler ve ısınma özellikleri az olduğu için kısa sürede büyük kullanım alanı bulmuşlardır.

2.5.1.2. Monokromatörler

Monokromatörler ışık kaynağı tarafından üretilen heterokromatik (pek çok dalgaboyunda ışığı ihtiva eden radyasyon) radyasyon ölçüm ortamına girmeden önce, bu radyasyon içinden monokromatik dalgaboyunu seçen optik elemanlardır. Monokromatörler içindeki bu seçim monokromatörün dispersiyon elemanı tarafından yapılır. Günümüzde kullanılan dispersiyon elemanları ızgara (grating) tipindeki optik elemanlardır. Izgaraların dispersiyon güçleri dalgaboyundan bağımsızdır. Bazı özel metallerden veya camdan yapılan, bu ızgaraların üzerinde özel profilli çok sayıda oluk mevcuttur. Bu olukların üzerine düşen heterokromatik radyasyon, içindeki dalga boyları sıraya dizilmiş olarak yüzeyden geri yansır ve bu düzgün sıralı heterokromatik radyasyon içindeki ölçüm için gerekli monokromatik radyasyon seçilir. Farklı amaçlar için kullanılan pek çok ızgara dizaynları mevcuttur.

2.5.1.3. Kısıtlı spektrofotometreler

Monokromatik ışık elde etmek için monokromatörler haricinde kullanılmak üzere girişim filtreleri geliştirilmiştir. Bu filtreleri kullanan cihazlara da kısıtlı spektrofotometreler denmektedir. Monokromatörle karşılaşılan pek çok sorun bu filtrelerin kullanımı ile ortadan kalkmıştır. Bu filtrelerin çalışma prensibi şöyledir: Dalgaboyu sırasına dizili halde filtreye gelen ışık demeti içinden istenmeyen dalga boyları ışık demeti filtre içinden geçerken ayrılır ve filtre içinde tutulur. Ölçümde kullanılacak dalgaboyu filtrenin diğer çıkış yerinden ölçüm ortamına gönderilir. Bu filtreler bu özellikleri nedeniyle en çok reflektans spektrofotometrelerinde kullanılmaktadır.

2.5.1.4. Dedektörler

Günümüzde kullanılan modern dedektörler fotoemiyon veya fotoiletken elemanların kullanımına dayanan vakum fototüpleridir. Bunların içinde radyasyon etkisi altında elektron yayan bir madde ile kaplı bir fotokatot vardır ve ölçüm bu esasa göre yapılır. Bu vakum fototüplerinin duyarlılık aralığı fotokatodun üzerindeki kaplamaya bağlıdır. Yeni ışık kaynaklarının kullanımı sonucunda dedektörler için de alternatif dizaynlar yapılmaktadır (Becerir 1998).

2.6. Bazı Renk Terimleri ve Açıklamaları

Görünüm: Cisimlerin ve materyallerin büyüklük, biçim, renk, tekstür, parlaklık, geçirgenlik, opaklık gibi görsel niteliklerle verildiği doğal durumdur.

Elektromanyetik Spektrum: Uzayda yol alan elektrik ve manyetik alanlarda titreşen, bir dalgaboyuna ve frekansa sahip elektromanyetik dalgaların tümüne denir. Farklı dalgaboylarının özellikleri de farklıdır. 380-720 nm dalgaboyundaki görünür ışık haricinde spektrumun tamamı insan gözü için görülemez ve bazı kısımları da hissedilemezdir. Görünür spektrumun dışında görülemeyen diğer dalgalar gamma ve x-ışınlarından mikrodalga ve radyo dalgalarına kadar uzanır. Rengi oluşturan olgu görünür bölgedeki dalgaboylarının cisim ve insan gözü ile olan etkileşimleridir.

Radyant Enerji: Boşlukta 3×10^8 m/sn hızla yol alan ve elektromanyetik spektrumu içeren enerji formudur. Radyant enerji dalgaboyu veya frekans ile ifade edilir.

Nanometre: 10^{-9} m'dir. Görünür bölgedeki dalgaboyları çoğunlukla bu birim ile verilir.

Spektrum: Radyant enerji bileşenlerinin dalgaboyu, dalga sayısı veya frekansa göre sıralı düzenlenmesidir.

Işık: İnsan gözünün retinasının görsel hisler ve hücreler yardımıyla algılayabildiği elektromanyetik radyasyondur. Spektrumun bu bölümü yaklaşık 380-720 nm arasını kapsar. Ultraviyole bölgesi insan tarafından görülemez.

Renk: Renk psikofizyolojik bir duyumdur ve cisimlerin görünümünün bir ifadesidir. Rengin olabilmesi için bir cisim, bir gözlemci ve bir ışık kaynağı gereklidir.

Renklendirici (Colorant): Renkleri yaratmak için kullanılan boya, pigment vb. gibi materyallerdir.

Boya: Suda çözünen renklendirici maddedir. Pigment de renklendirici bir madde olmasına rağmen suda çözünmez.

Renk Ölçümü: Bir numune tarafından belli koşullar altında yayılan, geçirilen veya yansıtılan ışığın fiziksel ölçümü ve buradan elde edilen sonuçların standart hale getirilmiş kolorimetrik terimlere matematiksel olarak dönüştürülmesidir. Bu terimler farklı renklerin görsel değerlendirilmesine karşılık gelir.

Renk Düzenleme Sistemleri: Renklerin üç boyutlu d zenlenebilmesini sağlamak için kullanılan sistemlerdir. Üç temel sınıflandırma sistemi kullanılır: (1) Görünüme Dayalı Sistem: Renk açısı, doayunluk ve ışıklılığa göre psikolojik temelli bir sistemdir (Munsell sistemi); (2) Düzenli additif renk karışımı temelli sistem (CIE ve Ostwald sistemleri); (3) Düzenli s btraktif renk karışımı temelli sistem (Plochere renk sistemi - mürekkepler için).

CIE: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun Fransızca isminin baş harflerinin kısaltmasıdır. Uluslararası bir organizasyon olan CIE. aydınlatma, renk ve renk ölçümü konusuyla ilgili en önde gelen kuruluştur.

Yapay G n ş ğ : G n ş ğ nın rengini ve spektral dağılımını çeşitli uygulamalar sonucunda taklit eden ışık kaynaklarının ürettiği ışıktır.

Absorblama ve Absorbsiyon: Elektromanyetik dalgaların enerjisinin madde ile olan etkileşim sonucunda başka formlara dönüşmesi veya harcanmasıdır. Gelen radyasyonun doğrusal yöndeki transmittansının azalması o yönde absorblanan enerji ile Beer-Lambert kanununa göre ifade edilir.

Transparan (Geçirgen): ış  dağıtmadan ve sa madan içinden geçiren materyale verilen addır. Transparan materyallerde ış ın transmittansı ve absorbansı meydana gelir. Materyalin özelliğine göre bir kısım radyant enerji materyal içinde absorblanırken kalan kısım da materyalin diğer ucundan dışarı çıkar. Bu ilişki Beer-Lambert yasası ile hesaplanır.

Opak:  zerine gelen ış  diğer tarafa geçirmeyen materyallere verilen addır. Materyali  zerine düşen ışık enerjisinin bir kısmı yüzeyde ve içinde absorblanırken bir kısmı da ortama geri yansır. Ortama geri yansıyan bu ışık yüzey tarafından absorblanan enerjiyi içermez ve gözlemci tarafından renk olarak algılanır.

Optik Dansite (Optik Yoğunluk): Bir materyalin ış ı absorblama kabiliyetidir. Renk koyulaştıka yoğunluk (dansite) artar. Özellikle mürekkepler olmak üzere sıvı durumdaki materyaller için kullanılır.

Additif Primerler: Bunlar kırmızı, yeşil ve mavi ışıklardır. Bu üç additif primer %100 şiddette bir araya geldiğinde beyaz ışık oluşur. Farklı ve değişken şiddetlerde bir araya geldiğinde ise farklı renkleri içeren bir renk gamutu meydana gelir. %100 şiddette herhangi iki primerin birleşmesi s btraktif bir primeri oluşturur.

Sübtraktif Primerler: Herhangi iki additif primerin %100 şiddette karışımından oluşur. Magenta, sarı ve cyan (siyan) sübtraktif primerlerdir. %100 Kırmızı + %100 yeşil = sarı, %100 kırmızı + %100 mavi = magenta, %100 yeşil + %100 mavi = cyan

Cyan: Baskıdaki proses mürekkeplerinden biridir. Saf bir cyan "kırmızısız" bir renktir. Kırmızı renkteki bütün dalgaboylarını absorblar ve bütün mavi ve yeşil dalgaboylarını yansıtır.

Magenta: Baskıdaki proses mürekkeplerinden biridir. Saf bir magenta "sarısız" bir renktir. Sarı renkteki bütün dalgaboylarını absorblar ve bütün kırmızı ve mavi dalgaboylarını yansıtır.

Sarı: Baskıdaki proses mürekkeplerinden biridir. Saf bir sarı "mavisiz" bir renktir. Mavi renkteki bütün dalgaboylarını absorblar ve bütün kırmızı ve yeşil dalgaboylarını yansıtır.

Reflektans (Yansıma): Yansıyan radyant fluksun şiddetinin gelen radyant fluks şiddetine oranıdır. Genel kullanımda yansıyan radyant enerji oranı referans standarda göre tarif edilir.

Toplam Reflektans (Yansıma): Yüzeyden bütün açılarda yansıyan radyant fluksun toplamıdır ve hem düzgün hem de saçılarak (dağılarak) yansımayı içerir.

Düzgün (Kuramsal) Yansıma: Bir radyant enerji demetinin gelen açıya eşit fakat ters doğrultuda yansımasıdır (Ayna benzeri yansıma). Parlak (cılalı) materyaller üzerinden olan düzgün yansımanın miktarı açıya ve yüzey üzerinde iki ortam arasındaki kırıcı indekslerin farkına bağlı olarak değişir ve Fresnel Yasası ile bulunabilir.

Saçılarak Yansıma (Saçılma veya Dağınık Yansıma): Farklı bir kırıcı indekse ulaşan (yani yüzey üzerine düşen) radyant enerji parçacıklarının dağılması ve yeniden yönlenmesidir. Saçılma bir ara yüzeyde, yüzey üzerinde veya parçacık içeren bir ortam içinde olabilir.

Tam Beyaz: Teorik olarak görünür dalgaboyundaki bütün ışık enerjisini tamamen yansıtan materyal tam beyazdır. Pratikte ise bilinen bir spektral veriye sahip katı beyaz yüzey olup reflektans ölçümlerinde "referans beyaz" olarak kullanılır. Bir spektrofotometrenin kalibrasyonu yapılırken kullanılan beyaz seramik plaka tam beyaz referans olarak kullanılır.

Mükemmel Yansıtıcı Yüzey: Teorik olarak tam beyaz tanımına giren bu yüzey yapılan reflektans ölçümlerinde referans olarak kullanılan yüzey ve bu yüzeye ait değerlerdir. Okunan reflektans değeri bu yüzeye göre okunur.

Siyah: İdeal olarak gelen ışığın tamamen absorpsiyonu ve hiçbir yansımanın olmamasıdır. Pratikte ise görsel ve bağıl olarak bu ideal duruma yakın renkler siyahtır. Bu renklerin doygunlukları ve luminansları çok düşük seviyededir.

Beyaz: İdeal olarak gelen ışığın herhangi bir absorpsiyon olmadan geri yansıtılmasıdır. İdeal beyaz yüzey mükemmel yansıtıcı yüzeydir ve pratikte böyle bir yüzey mevcut değildir. Kalibrasyon seramikleri ideal beyaza yakın referans beyazı olarak kullanılırlar.

Parlaklık: Akromatik skalada rengin siyahtan beyaza doğru değerlendirilmesi olup ışıklılık veya luminus reflektans olarak da adlandırılır. Bu terim doygunluk (saturasyon) terimi ile karıştırıldığı için kullanımında ve ifadesinde dikkatli olunmalıdır.

Analog Renkler: Renk çemberinde birbirine yakın olan renklerdir. Örnek olarak maviler ve morlar analogdur.

Renk Çemberi: Görünür spektrumun devamlı renklerinin bir çember içinde düzenlenmesidir. Bu çemberde komplementer renkler (kırmızı ve yeşil gibi) birbirlerinin karşısında yer alır.

Nitelik: Renklerin ifade edildiği olgulardır. Renkler çoğunlukla renk açısı (ton), doygunluk (saturasyon) veya kroma ve ışıklılık nitelikleri ile verilirler.

CIE Tristimulus Değerleri: CIE sisteminde üç renkli bir additif karışım ile bir rengi ifade edebilmek için gerekli olan bileşenler X,Y,Z tristimulus değerleridir. Bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan aydınlatıcı ve gözlem açısı mutlaka değeri ile beraber verilmelidir. Elde edilen değerler integrasyon metoduna ve reflektans veya transmitansın ölçümünde kullanılan cihazın dizaynı ile numunenin yapısı arasındaki ilişkiye bağlıdır. Tristimulus değerleri bir numunenin karakteristik mutlak değerleri değildir ve bunları elde etme metoduna bağlı değerlerdir.

X Tristimulus Değeri: CIE tristimulus değerlerinin kırmızı primeridir.

Y Tristimulus Değeri: CIE tristimulus değerlerinin yeşil primeridir ve luminus reflektans veya transmitansa eşittir.

Z Tristimulus Değeri: CIE tristimulus değerlerinin mavi primeridir.

Kromatisite: Renk değerlendirmesinin aydınlatma konusu içermeyen kısmıdır. Kromatisite iki boyutludur ve iki boyutlu düzlemde dalgaboyu ile ilişkili koordinatlar tarafından gösterilir.

Kromatisite Koordinatları: Üç tristimulus değerinden, X, Y, Z her birinin bu üç değerin toplamına oranıdır ve sırasıyla x, y ve z olarak gösterilir. (ör: $x = X / [X+Y+Z]$). Bu koordinatlar bazen trikromatik katsayılar olarak da adlandırılır.

CIE Kromatisite Diyagramı: Kromatisite koordinatlarının iki boyutlu grafiği olup en fazla x'in apsis, y'nin de ordinat olduğu grafik kullanılır. Bu grafik 380-770 nm arasındaki monokromatik ışığın kromatisite koordinatlarını verir.

Renk Uzayı: Mümkün bütün renkleri içeren üç boyutlu uzaydır. Boyutlar farklı geometrilere tanımlanabilir. Farklı renk ve renk farkı formülasyonları aynı uzayı kullanabilir (Ör: CIELAB, CMC (2:1) ve Hunter).

Uniform Renk Uzayı: Tüm renk çiftlerinin eşit farklılıkta olduğu ve birbirlerinden yaklaşık eşit uzaklıklarda bulundukları üç boyutlu uzaydır.

CIE 1976 L* a* b* Renk Uzayı: Adams-Nickerson küp kök formülünü kullanan uniform bir renk uzayı olup 1976 yılında CIE tarafından renk ve küçük renk farklılıklarının ölçümü için önerilmiştir. L*, a* ve b* değerleri üç boyutlu silindirik koordinat sistemi içinde birbirlerine dik açılarda yerleştirmiştir. Uzay içindeki eşit uzunluklar yaklaşık eşit renk farklılıklarını verir. Bu uzay yüzeyinden yansıma yapan cisimler için uygundur.

Işıklılık: Beyaz cisimlerin gri cisimlerden ve açık renkli cisimlerin koyu renkli cisimlerden ayrılmasını sağlayan histir.

L*: CIELAB ve bazı diğer renk uzaylarında beyaz-siyah eksenini ve bu eksen üzerindeki koordinat olup ışıklılık ifade eden değerdir. L* ekseninin yarısından yukarıya doğru (50-100) beyaza, aşığıya doğru da (50-0) siyaha gidilir. DL* (veya ΔL^*) numune renk ile standart referans renk arasındaki ışıklılık farkını belirtir.

a*: CIELAB ve bazı diğer renk uzaylarında kırmızı-yeşil eksenini ve bu eksen üzerindeki koordinatı ifade eden değerdir. Artı yönde kırmızı rengi, eksi yönde de yeşil rengi ifade eder. a+ yöne gidildikçe kırmızılık a- yöne gidildikçe yeşillik artar. Da* (veya Δa^*) numune renk ile standart referans renk arasındaki renk farkını belirtir.

b*: CIELAB ve bazı diğer renk uzaylarında sarı-mavi eksenini ve bu eksen üzerindeki koordinatı ifade eden değerdir. Artı yönde sarı rengi, eksi yönde de mavi rengi ifade eder. +b yönüne gidildikçe sarılık -b yönüne gidildikçe de mavilik artar.

Db*: numune renk ile standart referans renk arasındaki renk farkını belirtir.

Kroma (Saturasyon veya doygunluk): Bir renk boyutu olan kroma (C) belirli bir renk açısının (ton) şiddetini veya doygunluğunu (saturasyon) ifade eder ve bir kromatik rengin aynı değere sahip gri (nötral) bir renkten olan uzaklığı olarak tanımlanır.

C*: Kromanın sayısal ifadesidir, a^* - b^* renk düzleminde $a^*=0$ ve $b^*=0$ noktasından rengin a^* ve b^* değerlerinin birleştiği noktaya olan uzaklıktır ve $C^*=[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ ile hesaplanır.

Renk Açısı (Ton) (Hue): Renk sınıflandırma sisteminin ilk elemanı renk açısı (H) dır ve renkleri birbirlerinden ayırt eden niteliktir. Munsell beş temel (kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor) ve beş de ara (sarı-kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi ve kırmızı-mor) renk açısı tanımlamıştır. Bu on renk açısı sıfır başlangıç noktası kırmızıdan başlayacak şekilde bir çember içinde eşit aralıklarda yerleştirilerek 100 görsel basamağa ayrılmıştır. Bu çember içindeki komşu tonlar karıştırılarak bir tondan diğerine sürekli geçiş elde edilebilir. Bu renk açıları çemberi çevresindeki renkleri kromatik renkleri olarak isimlendirilir. Renkler renk açıları ile anlam kazanırlar. Beyaz, siyah ve grinin renk açıları yoktur. CIELAB renk uzayında renk açısı a^* eksen parçasından itibaren ölçülür. Buna göre kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renkler geçilerek açı 360 dereceye yine kırmızıda tamamlanır.

Kromatik Nitelikler: Işığın spektral dağılımı ile ilişkili olan bu nitelikler renk açısı (H) ve doygunluk (saturasyon) dur.

Kromatik Renkler: Bir renk açısına sahip olan renklerdir.

Akromatik renkler: Bir renk açısına sahip olmayan renklerdir. Siyah ve beyaz akromatik renklerdir.

Gri Renk: CIELAB renk uzayında L^* , a^* ve b^* eksenleri $L^*=50$, $a^*=0$ ve $b^*=0$ değerlerinde ve uç eksenli silindirik koordinat hacminde birleşirler. Birleştikleri bu nokta gri rengi ifade eder.

Renk Sıcaklığı: Isıtılan bir cisimden (Planckian Radiator) yayılan ışığın renginin veren sıcaklıktır. Bu ölçüm mutlak sıcaklık (K) ta yapılır. 2400 K kırmızı,

9300 K mavi iken 6504 K beyaz ışık verir. CIE standart aydınlatıcıları, renk sıcaklıkları ve bunların dalgaboyuna göre enerji dağılımlarını esas alırlar.

Spektral Güç Dağılım Eğrisi: Radyant enerjinin dalgaboyunun fonksiyonu olarak şiddetidir ve bağıl güç terimleri ile verilir.

Işık Kaynağı: İnsan gözünün hassas olduğu ışık veya radyant enerjiyi yayan cisimdir. Bir ışık kaynağının emisyonu görünür bölgedeki her dalgaboyunda yaydığı bağıl enerji miktarı ile tarif edilebilir. Bu yüzden bir kaynak bir aydınlatıcı olarak tanımlanırken renk sıcaklığı terimiyle verilir.

Aydınlatıcı: Gerçek veya kuramsal bir ışık kaynağının bağıl spektral enerji dağılımının matematik ifadesidir. Yani bir kaynağın emisyon spektrumu içinde kaynak tarafından yayılan her dalgaboyundaki bağıl enerjidir.

CIE Standart Aydınlatıcıları: Spektral verilen CIE tarafından belirlenmiş olan farklı ışık kaynaklarıdır. Bir rengi tarif etmek için tristimulus değerleri kullanılırken ölçümün alındığı aydınlatıcı da mutlaka verilmelidir. Bu standart aydınlatıcılar gerçek ışık kaynakları yerine kullanılır. Bu aydınlatıcıların enerjileri, dalgaboyuna bağlı olarak işaretlenen spektral enerji dağılımları ile karakterize edilir.

CIE Güneşli Aydınlatıcıları: Doğal güneşliğin ölçümlerine dayanan bir seri aydınlatıcı spektral güç dağılımı eğrileridir ve CIE tarafından 1965'te önerilmiştir. Değerleri 300-830 nm dalgaboyları arasında tanımlanmıştır. Eşleştirilmiş renk sıcaklıkları terimleri ile tanımlanırlar. D harfinin altında indis olarak veya yanında verilen sayı renk sıcaklığını ifade eder. Bunları en önemlisi D65 (6504 K) olup C aydınlatıcısına en yakın renk sıcaklığına sahiptir. D65'ten daha mavi olan D75 ve daha sarı olan D55'de kullanılmaktadır. D aydınlatıcıları, 300-380 nm arasındaki uv kısımda floresan boya ve pigmentlerin renklerini doğru tanımlayabilmek açısından önem taşırlar.

Gözlemci: Gözüne gelen stimulusu alan ve bundan bir duyum çıkaran insandır. Stimulus bir görsel ifade olup bunun oluşturduğu duyum görünümü verir.

CIE Standart Gözlemci: Bir gözlemci bakış açısı için kuramsal gözlemci olarak tanımlanır ve ortalama gözlemcinin spektral cevap karakteristikleridir. 2°'lik bakış açısı değerleri 1931'de 10°'lik bakış açısı değerleri de 1964'te önerilmiştir. Bu açılar için mevcut grafikler renk eşleştirme fonksiyonlarını verirler. Renk ölçüm sonuçları

verilirken aydınlatıcı ile beraber standart gözlemci bakış açısı da verilmelidir. Günümüzde çoğunlukla 10° kullanılmaktadır.

Renk Eşleştirme Fonksiyonları: Her bir dalgaboyu ışığı eşleştirmek için gereken üç additif primerin bağıl miktarlarıdır. Bu terim genel olarak CIE standart gözlemci renk eşleştirme fonksiyonları olarak bilinir. Aydınlatıcılar için bu fonksiyon değerleri farklılık gösterir.

Delta (D): Farkı belirtmek için kullanılan gösterimdir.

Renk Farkı: Belli koşullar altında iki renk arasındaki farkın büyüklüğü ve karakteridir.

Delta E*: Bir renk farkı denklemi ile hesaplanan toplam renk farkını gösterir.

CMC: İngiltere'de SDC bünyesindeki renk ölçüm komitesinin kısaltılmış adıdır. Bu komite çalışmaları sonucunda ortaya daha mantıklı ve elipsoid esaslı bir renk farkı formülasyonu ortaya çıkmıştır (CMC (2:1)). Renk farkı değerleri CIELAB renk uzayında dikdörtgen koordinatlar içinde hesaplanırken CMC renk farkı, bu değerleri aynı uzay içinde elipsoid koordinatlar içinde hesaplamaktadır.

Metamerizma: Bir aydınlatma altında aynı görünen bir çift rengin başka bir aydınlatma altında farklı iki renk olarak gözlemci tarafından algılanmasıdır. Reflektansları gerçekte farklı olan iki renk, bir aydınlatıcı altında o aydınlatıcının spektral enerji dağılımına bağlı olarak aynı gibi gözükebilirken spektral enerji dağılımı farklı başka bir aydınlatıcı altında farklı gözükecektir. İki aydınlatıcı altında değişiklik gösteren olgu renklerin gerçek reflektans eğrileri değil bu eğriler ile aydınlatıcıların farklı enerji dağılımlarının farklı sonuçlar doğurmasıdır. Bu terim renk devamlılığı ile karıştırılmamalıdır.

Renk Devamlılığı: Işık kaynağının spektral dağılımı veya aydınlatma ve/veya gözlem açıları değiştiğinde tek bir rengin kendi görünümündeki ani değişim renk devamlılığının bir ölçüsüdür.

Kolorist: Belli bir materyalde boyaların vereceği davranış söz konusu olduğunda renk eşleştirme (kolorant formülasyonu) konusunda, tecrübeli ve bilgi sahibi olan kimsedir.

Tristimulus Kolorimetre: Yansıyan ışığı kırmızı, yeşil ve mavi ana bölgelerinde filtre ederek insan gözüne benzer şekilde rengi değerlendiren optik ölçüm cihazıdır.

Spektrofotometre: Spektral transmitans, spektral reflektans veya bağıl spektral yayılımı ölçmek için kullanılan fotometrik cihazdır. Spektrofotometreler sürekli bir spektral eğri elde edebilmek amacıyla dispersiyon optik elemanları içerirler.

Spektrofotometrik Eğri: Bir spektrofotometre ile ölçülen eğridir. Yatay eksene dalgaboyu veya frekans, dikey eksene de bağıl reflektans veya transmitans (veya absorbans) yerleştirilerek elde edilen grafikdir.

Düzgün Yansıyan Bileşeni İçeren Ölçüm (SCI): Yüzeyden olan toplam reflektans ölçülür. Bu ölçüm hem düzgün hem de saçılan reflektansı içerir.

Ölçüm Geometrisi: Tristimulus kolorimetrelerde veya reflektans spektrofotometrelerde kumaş yüzeylerinden renk ölçümü yapmak için tanımlanan standart aydınlatma ve gözlem koşullarıdır. İfadeler Aydınlatma/Gözlem açıları olarak alındığında 45/0 ve 0/45 kolorimetrelerde 0/d ve d/0'da spektrofotometrelerde kullanılır.

Kubelka-Munk Teorisi: 1931 yılında ortaya atılmış olan bu teori ve bundan türetilen formülasyon, boyalı mamullerin ışık absorblama ve saçma özellikleri ile yüzeyin reflektansı ve kullanılan boyarmaddenin konsantrasyonu arasında bir ilişkiyi tanımlar. Teori düşük konsantrasyonlar için düzgün ve lineer sonuçlar verir. Boya konsantrasyonu arttıkça linearite de kaybolur. Formülasyon en etkin olarak boyarmaddenin maksimum absorbsiyon dalgaboyunda kullanılır.

Gri Skala: Siyahtan başlayarak açılan griler şeklinde beyaza ulaşan akromatik bir cetveldir. Bu çeşit bir cetvel içindeki seriler ışıklılığı temel alan geometrik gelişim esasına göre birbirlerinden farklı griler de oluşturulabilirler. Bu çeşit cetveller birbirine benzer iki renk arasındaki bağıl renk farklılık miktarını tarif etmek için kullanılırlar (Becerir 2002).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Pamuklu Kumaş

Yapılan çalışmada Saray Örne Tekstil A.Ş.'den temin edilen %100 pamuklu kumaş kullanılmıştır. Kumaş yazlık kullanıma uygun olarak seçilmiştir. Boyama için ön işlemi yapılmış olarak temin edilmiştir. Çözücü ve atkı iplikleri Ne 40/1 pamuk ipliği olup kumaşın çözgü sıklığı 51 tel/cm, atkı 15 tel/cm ve kumaş ağırlığı 112 g/cm²'dir.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Reaktif Boyarmaddeler

Bu çalışmada mavi boyarmadde olarak Drimaren Blue HF-RL, sarı boyarmadde olarak Drimaren Orange HF-2GL, kırmızı boyarmadde olarak Drimaren Red HF-6BL, siyah boyarmadde olarak Drimaren Black CL-S kullanılmıştır. Adı geçen boyarmaddeler Clariant (Türkiye) A.Ş.'nin İstanbul'daki laboratuvarından temin edilmiş ve boyamalar burada yapılmıştır. Bu boyarmaddelerin genel özellikleri Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada Kullanılan Boyarmaddelerin Özellikleri

Üretici Firma	Boyarmadde Adı	Kimyasal Yapısı
Clariant	Drimaren Orange HF-2GL	TFP
	Drimaren Red HF-6BL	TFP
	Drimaren Blue HF-RL	TFP
	Drimaren Black CL-S	MCT/VS

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler

Bu çalışmada pamuk kumaşın, boyanmasında, sabunlu yıkamasında ve haslık testinin yapılma aşamasında kullanılan kimyasallar sırasıyla şöyledir:

1. Soda : Ticari amaçlı sodyum karbonat (Na_2CO_3).
2. Tuz : Ticari amaçlı sodyum sülfat (Na_2SO_4)
3. Kostik : Ticari amaçlı sodyum hidroksit (NaOH)
4. Asetik Asit : Ticari saflıkta %80'lik. (CH_3COOH)
5. Sandopur RS : Polikarboksilik asit türevi yıkama sabunu
6. Rayosan C : UV absorblayıcı
7. ECE Referans Deterjanı : Yıkama Haslığı Testinde kullanılan, ISO 105-BS 1006 standardına uygun deterjan.

Kullanılan bütün kimyasal maddeler ticari saflıkta olup hepsi Clariant (Türkiye) A.Ş. laboratuvarından temin edilmiştir.

3.1.4. Çalışmada Kullanılan Aletler ve Cihazlar

3.1.4.1. Mathis Labomat Laboratuvar Tipi Numune Boyama Makinesi

Clariant (Türkiye) A.Ş. Laboratuvarında bulunan 24 tüp kapasiteli infrared ısıtmalı laboratuvar tipi boyama makinesinde deneylerde kullanılan pamuk kumaşın boyaması yapılmıştır.

3.1.4.2. Minolta CM-3700d Reflektans Spektrofotometresi

Clariant (Türkiye) A.Ş. Laboratuvarında bulunan Minolta 3700d reflektans spektrofotometresi ile boyanmış olan kumaş numunelerinin renk ölçümleri yapılmıştır.

3.1.4.3. James H. Heal & Co. Ltd. Gyrowash Yıkama Haslığı Test Cihazı

Clariant(Türkiye) A.Ş. Laboratuvarında bulunan Gyrowash yıkama haslığı test cihazı ile boyanmış olan kumaş numunelerinin yıkama haslığı testlerinin yıkama kısmı yapılmıştır.

3.1.4.4. Xenon Test S150 Işık Haslığı Test Cihazı

Clariant(Türkiye) A.Ş. Laboratuvarında bulunan Xenon Test S150 ışık haslığı test cihazı ile boyanmış olan kumaş numunelerinin ışık haslığı testleri yapılmıştır.

3.1.4.5. Labsphere Transmittans Ölçüm Cihazı

Clariant International AG Basel Laboratuvarında UV absorblayıcı uygulanmamış ve uygulanmış kumaşların GKF değerleri ölçülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Boyama ve UV Absorber Uygulama Deneyleri

3.2.1.1 Reaktif Boyama

Numune boyamalar Mathis Labomat tipi numune boya makinasında yapılmıştır. Boyama reçetesi olarak, %0,02 ve %0,1 konsantrasyonlarında 3 farklı renkte reaktif boyarmadde kullanılmıştır. Sadece Drimaren Black CL-S boyarmaddesi ile %6 konsantrasyonda boyama yapılmıştır. Bu reçetede kullanılan boya yardımcı kimyasallarının oranları, üretici firma tarafından önerilen miktarlardır. Kullanılan reçete Çizelge 3.2'deki gibidir. Kullanılan boyarmaddelerin CI numaraları yoktur.

Çizelge 3.2 : Kullanılan boyarmadde ve kimyasal oranları

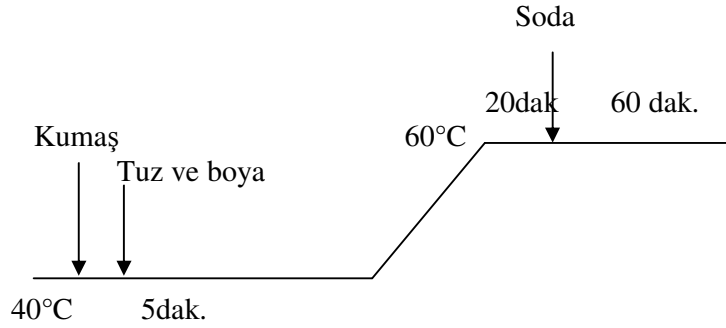
Konsantrasyon	Boyarmadde	Tuz (g/l)	Soda (g/l)	Kostik (ml/l)
%0,02	Drimaren Orange HF-2GL	25	4	-
%0,02	Drimaren Red HF-6BL	50	4	-
%0,02	Drimaren Blue HF-RL	30	4	-
%0,1	Drimaren Orange HF-2GL	25	4	-
%0,1	Drimaren Red HF-6BL	50	4	-
%0,1	Drimaren Blue HF-RL	30	4	-
%6	Drimaren Black CL-S	90	5	2.5

Boyama deneyleri hazırlanırken her bir kumaş, kullanılacak boyama tüpüne uygun olarak 5.000 ± 0.05 g olarak tartılıp kesilmiştir.

Kullanılan boyarmaddelerin seçilecek konsantrasyonlarına göre 1/10 ve 1/100'lük stok çözeltileri hazırlanıp, kullanılacak olan miktar bu stok çözelti içerisinden pipet ile alınmıştır.

Kullanılan boya yardımcı kimyasalları tek tek 1/10'luk stok çözelti halinde hazırlanmış ve stok çözelti içerisinde pipet ile alınmıştır. Boya çözeltileri, kullanılan boya makinesinin boyama tüpü kapasitesine uygun olarak 10:1 flotteye yumuşak su (1⁰dH Alman Sertliği) ile tamamlanmıştır.

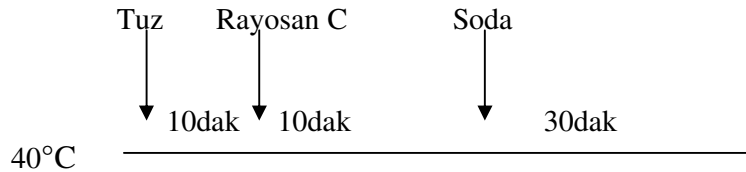
Kullanılan boyama metodu olarak yine üretici firmanın tavsiye ettiği metod seçilmiştir. Boyama sonrasında 50⁰C yıkama ve 95⁰C sabunlu yıkama yapılmıştır. Kullanılan standart metod Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Standart Boyama Metodu

3.2.1.2 Rayosan C UV Absorber Uygulaması

UV absorber uygulamasında Mathis Labomat laboratuvar tibi numune boyama makinasında yapılmıştır. Uygulamada üretici firmanın renk derinliğine göre önerdiği miktarlar olan %1-4 konsantrasyon aralığından %2'lik konsantrasyon tüm renkler için tercih edilmiştir. Uygulamada standart olarak 70 g/l tuz ve %4 soda verilmiştir.



Şekil 3.2. UV absorblayıcı uygulama metodu

3.2.2. Yıkama Haslığı Testi

Yıkama Haslığı Testleri ISO 105-C06- B1S test metoduna göre yapılmıştır. Test edilecek kumaş numunesi 4x10 cm olarak hazırlanmıştır. Haslık testi sonucunda spektrofotometrede ölçülecek olan kumaşların birinci renk ölçümleri yapılmıştır. Standart sabun 1 L'ye 5 g olacak şekilde çözülmüştür. Numune kumaş büyüklüğündeki multifibre refakat kumaşı ile numune beyaz iplikle dikilmiştir. Orijinal kumaş ve multifibre refakat kumaşın, toplam ağırlıklarının 50 katı sabunlu çözelti ile 50°C'de 30 dakika Gyrowash yıkama haslığı test makinasında yıkama haslığı testi yapılmıştır. Daha sonra kumaş ılık durulama ile kendi halinde kurutulmaya bırakılmıştır.

3.2.3. Kumaşların Renk Ölçümlerinin Yapılması

Boyanan kumaşların renk ölçümleri Clariant (Türkiye) A.Ş. Laboratuvarında bulunan Minolta CM-3700d spektrofotometresi ile yapılmıştır. Renk koordinatları CIELAB 1976 ile D65/10 aydınlatıcısı altında 360-700 nm ışık aralığında hesaplanmıştır. Her kumaş numunesinin ön yüzünün, iki ayrı bölgesinden reflektans ölçümü yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması program tarafından hesaplanmıştır.

3.2.4. Kumaşların Işık Haslığı Testi

Kumaşlar ISO-105-B02 standardında 72 saat ışığa maruz kalacak şekilde test edilmiştir. Değerlendirme mavi skalaya göre yapılmıştır.

3.2.5. Güneş Koruma Faktörü Ölçümlerinin Yapılması

Kumaşların GKF değerleri AS/NZS 4399 1996 standardına göre ölçülmüştür.

4.SONUÇLAR

4.1. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Renk Koordinatları

Renk koordinatları hesaplanırken UV absorblayıcı uygulanmamış kumaşlar standart olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.1. Boyarmaddeler için %0,02 konsantrasyonda renk koordinatları

Rayosan C	Boyarmadde	a*	b*	L*	C*	h
Uygulanmamış	Drimaren Orange HF-2GL	2.7	17.4	85.7	17.6	81.3
Uygulanmış	Drimaren Orange HF-2GL	2.9	17.7	85.1	17.9	80.6
Uygulanmamış	Drimaren Red HF-6BL	9.1	-4.1	83.6	10.0	335.6
Uygulanmış	Drimaren Red HF-6BL	8.8	-4.0	83.5	9.6	335.6
Uygulanmamış	Drimaren Blue HF-RL	-4.0	-8.0	81.6	8.9	243.6
Uygulanmış	Drimaren Blue HF-RL	-3.8	-8.0	81.7	8.9	244.5

Çizelge 4.2. Boyarmaddeler için %0,1 konsantrasyonda renk koordinatları

Rayosan C	Boyarmadde	a*	b*	L*	C*	h
Uygulanmamış	Drimaren Orange HF-2GL	10.3	35.2	80.2	36.7	73.7
Uygulanmış	Drimaren Orange HF-2GL	11.6	32.9	79.2	34.9	70.6
Uygulanmamış	Drimaren Red HF-6BL	20.3	-8.8	74.8	22.1	336.5
Uygulanmış	Drimaren Red HF-6BL	20.5	-8.6	74.8	22.2	337.3
Uygulanmamış	Drimaren Blue HF-RL	-4.2	-17.2	71.6	17.8	256.3
Uygulanmış	Drimaren Blue HF-RL	-4.2	-17.9	71.1	18.4	256.8

İki farklı konsantrasyonda da değerleri incelediğimizde UV absorblayıcı uygulanmış ve uygulanmamış kumaşların renk koordinatlarında çok büyük farklılık olmadığı gözlenmiştir.

4.2. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Renk Farkları

Renk farkları hesaplanırken UV absorblayıcı uygulanmamış kumaşlar standart olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.3. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Kumaşların Renk Farkı Sonuçları

Konsantrasyon %	Boyarmadde	DE (CIELAB)	DE(CMC 2:1)
0,02	Drimaren Orange HF-2GL	0.69	0.38
	Drimaren Red HF-6BL	0.35	0.28
	Drimaren Blue HF-RL	0.18	0.18
0,1	Drimaren Orange HF-2GL	2.82	1.98
	Drimaren Red HF-6BL	0.31	0.24
	Drimaren Blue HF-RL	0.86	0.48

Renk farklılığı sonuçlarında sadece %0,1 konsantrasyonlu Drimaren Orange HF-2GL boyarmadde ile boyana kumaşa değerlerin yüksek olduğu gözlenmiştir.

4.3. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Yıkama haslıkları incelenirken multifiberdaki kirlenmeler göz önüne alınmıştır.

Çizelge 4.4. UV Absorblayıcı Uygulanmış ve Uygulanmamış Kumaşların Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Konsantrasyon	Rayosan C	Boyarmadde	Multifiber					
			CA	Co	PA	PES	PAN	Wo
% 0,02	Uygulanmamış	Drimaren Orange HF-2GL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmış	Drimaren Orange HF-2GL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmamış	Drimaren Red HF-6BL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmış	Drimaren Red HF-6BL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmamış	Drimaren Blue HF-RL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmış	Drimaren Blue HF-RL	5	5	5	5	5	5
% 0,1	Uygulanmamış	Drimaren Orange HF-2GL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmış	Drimaren Orange HF-2GL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmamış	Drimaren Red HF-6BL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmış	Drimaren Red HF-6BL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmamış	Drimaren Blue HF-RL	5	5	5	5	5	5
	Uygulanmış	Drimaren Blue HF-RL	5	5	5	5	5	5

Test sonuçlarından UV absorblayıcı uygulamasının renk haslıklarını değıştirmediğ gözlenmiştir. Ayrıca renk haslığı değerlerinin yüksek çıkmasında boyarmadde konsantrasyonlarının düşük olması ve boyarmadde grubunda etkisi vardır.

4.4. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların Işık Haslığı Test Sonuçları

Çizelge 4.5. UV absorblayıcı uygulanmış ve uygulanmamış kumaşların ışık haslığı sonuçları

Konsantrasyon	Boyarmadde	Işık Haslığı	
		Rayosan C uygulanmamış	Rayosan C uygulanmış
%0,02	Drimaren Orange HF-2GL	3	3-4
	Drimaren Red HF- 6BL	3-4	4
	Drimaren Blue HF-RL	3-4	4
%0,1	Drimaren Orange HF-2GL	3	3-4
	Drimaren Red HF- 6BL	3-4	4
	Drimaren Blue HF-RL	3-4	4

Çizelgedeki sonuçlardan UV absorblayıcı kullanımının ışık haslığını yarım puan daha yukarı taşıdığı görülmüştür.

4.5. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Kumaşların GKF Değerleri

Bu çalışmayı yaptığımız ön işlem görmüş boyanmamış pamuklu kumaşın ortalama GKF değeri 4.38 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçtan yola çıkarak kumaşın gözenekliliği hesaplanırsa 22.83 değeri elde edilir. Çizelgelerde UV absorblayıcı uygulanmamış ve uygulanmış, boyalı pamuklu kumaşların GKF değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Boyanmış Kumaşların GKF Değerleri

Konsantrasyon	Boyarmadde	GKF Değeri	
		Rayosan C Uygulanmamış	Rayosan C Uygulanmış
%0,02	Drimaren Orange HF-2GL	5.31	10.57
	Drimaren Red HF-6BL	5.11	10.55
	Drimaren Blue FHF-RL	6.04	11.67
%0,1	Drimaren Orange HF-2GL	7.22	12.14
	Drimaren Red HF-6BL	7.32	12.76
	Drimaren Blue FHF-RL	10.38	16.32

Kumaşlara UV absorblayıcı uygulamanın GKF değerini arttırdığı gözlenmektedir. Konsantrasyondaki artışın GKF değerinde artışa neden olduğuda gözlenmektedir.

Çizelge 4.7. UV Absorblayıcı Kimyasal Uygulanmamış ve Uygulanmış Siyah Kumaşın GKF Değeri

Konsantrasyon	Boyarmadde	GKF Değeri	
		Rayosan C Uygulanmamış	Rayosan C Uygulanmış
%6	Drimaren Black CL-S	56.13	62.73

Rengin ve renk derinliğindeki artışın GKF değerini arttırdığı, UV absorblayıcı kimyasalın koyu renkte GKF değerini çok arttırmadığı gözlenmektedir.

5. TARTIŞMA

Reaktif boyarmaddeler ile boyanmış kumaşlara UV absorblayıcı uygulanması sonucu olabilecek etkilerin araştırıldığı bu çalışmada UV absorblayıcı kimyasalı boyama işleminden sonra uygulanmıştır. UV absorblayıcı kimyasalın boyama işleminden sonra uygulamasının nedeni iki şekilde açıklanabilir;

1-Kullandığımız boyarmadde sınıfı ile UV absorblayıcı kimyasalın farklı yapıda ve reaktivitededir. Deneysel çalışmada kullanılan boyarmaddelerimiz TFP sınıfında yer almaktadır. UV absorblayıcı kimyasalı ise FCP sınıfı boyarmaddeler ile aynı kimyasal yapıyı taşımaktadır.

2-UV absorblayıcı kimyasalın boya işleminden sonra uygulanmasının, üretici firmanın verdiği bilgilere göre, renk derinliği ile ilgili değişimleri etkileyeceğinin belirtilmesidir.

Yapılan uygulamalar sonucunda UV absorblayıcı uygulanmamış ve uygulanmış boyalı kumaşların renk farklılıkları ve renk koordinatları arasında çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir.

Kumaşların yıkama haslıkları incelendiğinde haslıklarda UV absorblayıcı uygulaması sonrasında haslıklarda bir değişim olmamıştır. Burada haslık değerlerinin iyi olmasında kullanılan boyarmadde sınıfının ve boyarmadde konsantrasyonlarının düşük olmasının da etkisi söz konusudur.

Işık haslığı sonuçlarında UV absorblayıcı uygulanmış kumaşlarda ışık haslığı değerlerinin UV absorblayıcı uygulanmamış kumaşlara göre yarım puan daha iyi olduğu gözlenmiştir. Bu iyileşmeyi şöyle açıklanabilir. UV absorblayıcı kimyasallar renksiz reaktif boyarmaddelerdir ve ışınları tutma kapasiteleri yüksektir. Lifte hem UV absorblayıcı hem de boyarmadde vardır. Dolayısıyla lifte bulunan UV absorblayıcı boyarmaddenin ışıktan etkilenmesini geciktirmiş ve ışık haslığının yarım puanda olsa iyileşmesini sağlamıştır.

Güneş Koruma Faktörleri (GKF) değerleri incelendiğinde sadece ön işlem yapılmış kumaşa göre boyama yapılmış kumaşların GKF değerlerinin biraz daha yüksek olduğu gözlenmiştir. UV absorblayıcı kimyasal uygulanmış kumaşların GKF değerlerine bakıldığında değerlerdeki artış fark edilmektedir. Fakat UV absorblayıcı kimyasal uygulanmış kumaşlar arasında sadece Drimaren Blue HF-RL boyası ile

%0,1 konsantrasyonda boyanmış kumaş GKF değerlendirme standardında iyi koruma sağlayan sınıfa girmektedir. Diğer kumaşlar orta koruma sağlayan sınıfa girmektedir. Siyah renge boyanmış kumaşın değerlerini incelediğimizde rengin ve renk koyuluğunun GKF değerini olumlu yönde etkilediğini ve UV absorblayıcı kimyasalın GKF değerinin artışına fazla bir etki etmediğini görmekteyiz.

GKF değerini etkileyen diğer bir faktör olan kumaş gözenekliliğinde bu değerleri etkilediği unutulmamalıdır. Çalışma yaptığımız ön işlemleri yapılmış kumaşın gözenekliliği yüksektir ve GKF değerini olumsuz olarak etkilemektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar yaz mevsiminde kullanılan pamuklu kumaşlarda UV absorblayıcı kimyasal kullanımının renk değişimi ve yıkama haslıklarında negatif etkisi olmadığını, ışık haslığında ise azda olsa iyileşme sağladığını, kumaşın gözenekliliğine ve renk derinliğine bağlı olarak GKF değerini arttırdığını göstermiştir.

KAYNAKLAR

ANONİM 1997 Labsphere Inc. Technical Note ‘SPF Analysis of Textile’ 1997 ABD syf.14-15-16-17

BECERİR, B. 1998. ‘Renk Ölçüm Cihazlarının Temel Özellikleri.’Tekstil Terbiye ve Teknik Dergisi, Eylül 1998, Bursa syf.58-63

BECERİR, B. 1998. ‘Tekstil Materyallerinde UV Absorblayıcıların Kullanımı.’ Tekstil Terbiye ve Teknik Dergisi Haziran 1998, Bursa

APEL, H., ‘UV/VIS Spectrophotometric Measurment of UV Protection’ Melliaand English 7-8/1997, s. E113

BÖHRINGER, B., SCHINDLING, G., SCHÖN, U., HANKE, D., HOFFMAN, K., ALTMAYER, P., KLOTZ, ‘UV Protection By Textiles’ M., Melliaand English 7/8 1997, s.E115-118

FÖSSEL, M., GASSAN, U., KÖKSEL, B., SCHUIERER, M., TERRIER, B., ‘Practical Experience With Solartex Products in Finishing of Sun Protection Fabrics’ Melliaand English 7/8 1997, E111

REINERT, G., FUSO, F., HILFIKER, R., SCHMIDT, E., Textile Chemist and Colorist, Vol. 29(12), December 1997, s.36-43

PALACIN, F., ‘Textile Finish Protects Against UV Radiation’ Melliaand English 7-8/1997, s.E113-115

PALUSZKIEWICZ, J., CZAJKOWSKI, W., KAZMIERSKA, M., STOLARSKI, R., ‘Reactive Dyes for Cellulose Fibres Including UV Absorbers’ Fibres&Textiles in Eastern Europe, April/June 2005, Vol.13, No.2

CZAJKOWSKI, W., PALUSZKIEWICZ, J., STOLARSKI, R., KAZMIERSKA, M., GRZESIAK, E., ‘Synthesis of Reactive UV Absorbers, Derivatives of Monochlorotriazine, for Improvment in Protecting Properties of Cellulose Fabrics’ Dyes and Pigments 71 (2006), 224-230

PAYDAK, M., ‘Dispers Boyama Reçetelerinin İşlem Koşullarına Olan Renk Hassasiyetlerinin Araştırılması’ Yüksek Lisans Tezi 2006, Bursa

MOURA, J.C., OLIVERA-CAMPOS, A.M., GRIFFITHS, J., ‘The Effect of Additives on the Photostability of Dyed Polymers’, Dyes and Pigments, Vol.33, No.3, pp. 173-196, 1997

ÖZCAN, Y., ‘Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği’ Fatih Yayınevi, 1978

ROTH, A., ‘Bamboo Technical Guidance, Pretreatment and Dyeing’ Clariant A.G., 2006

TEŞEKKÜR

Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başlamamda desteğini esirgemeyen Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Halil Rıfat ALPAY'a teşekkür ederim.

Bu tezi hazırlamamda ve bitirmemde bana yardımcı olan, yüksek lisans eğitimim sırasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. M.Abdülhalik İSKENDER'e ve danışmanım Doç.Dr.Behçet BECERİR'e teşekkür ederim.

İş kariyerimi edinmemde ve yüksek lisans eğitimini tamamlamamda büyük desteği olan Sayın Eren SÖZAL'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılmasında bana yardım eden Clariant(TÜRKİYE) A.Ş. Laboratuvarı çalışanları Hülya Özel, Müge Özel, Özgül Öztaş, Günce Bilgi, Övgü Sıpçık ve Esra Saatçi teşekkür ederim.

İyi bir eğitim alarak yetişmemi sağlayan, bu günlere gelmemde hakkını ödeyemeyeceğim emeğe sahip olan aileme teşekkür ederim.

Hem çalışma hayatı, hem de yüksek lisans eğitimini bir arada sürdürmemde beni destekleyen eşime teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1978 Yılında Bursa’da doğdu. İlköğretimini Bursa Özel İnal Ertekin Ana ve İlkokulu’nda, orta öğrenimini Bursa Anadolu Lisesi’nde yaptı. Liseyi Bursa Anadolu Lisesi’nde bitirdi. 1997 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Fen ve Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü’nde lisans eğitime başladı. 2001 yılında lisans eğitimi tamamladı. 2004 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda lisans üstü eğitime başladı. Halen Clariant (Türkiye) Boya ve Kimyevi Maddeler San. Tic. A.Ş. firmasının Bursa Bölge Temsilciliği’nde çalışmaktadır.