



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**PERDELERDE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN
SOLAR ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güler BAYAR

Polimer Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Temmuz 2023

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**PERDELERDE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN
SOLAR ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Güler BAYAR
(21420591002)**

Polimer Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kenan YILDIRIM

Temmuz 2023

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 21420491002 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Güler BAYAR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “PERDELERDE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN SOLAR ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Kenan YILDIRIM**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mehmet KANIK**
Uludağ Üniversitesi

Dr. Öğr. Üye. Fatma Nur PARIN
Bursa Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi :
Savunma Tarihi : 11 Temmuz 2023



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Güler BAYAR

İmzası:

[Handwritten signature of Güler Bayar]



Sevgili Ruhum'a,

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimi ve tez yazma sürecinde her aşamada desteğini ve vaktini esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Kenan YILDIRIM'a,

Yüksek Lisans eğitimi ve tez çalışmam konusundaki maddi-manevi destekleri için, bir parçası olmaktan gurur duyduğum Küçükçalık Tekstil San. ve Tic. A.Ş.'ye, tüm bu süreçte firma dışı zaman planlamamı destekleyen yöneticim Üretim Direktörü Ahmet DÜNGEL'e, tez yazma sürecinde tecrübelerinden faydalandığım Ar-Ge Yönetmeni Aysun YENİCE'ye, numune üretimi hazırlık aşamasında İplik Üretim Müdürü Sezgin BOZLAK'a, dokuma sürecinde Ür-Ge Mühendisi Ramazan DALKIZ'a, çizimler için Jakar Desen Tasarımcısı Seda ÖZBEK'e, boyahane sürecinde BBT Ür-ge Sorumlusu Yasemin ÇETİN'e, beni her konuda asiste eden en büyük yardımcım Hayriye ÇINAR'a, yardımlarından dolayı kardeşim Fatma BARUT'a ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her koşulda destekleyen, daha fazlası için motive eden sevgili ailem ve dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2023

Güler BAYAR
(Tekstil Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Stor ve Screen Perdeler (Mekanizmalı Perdeler)	5
1.2 Diğer Perdeler (Pileli Perdeler)	8
1.3 Perdelerde Solar Özellik.....	9
1.3.1 Kavramlar.....	9
1.3.1.1 Genel kavramlar	9
1.3.1.2 Perdeler Güneş radyasyonunun (ışık) gelme açıları.....	11
1.3.1.3 Görüş ve Güneş özellikleri.....	12
1.3.1.4 Kullanılacak deney ve hesaplama yöntemleri.....	14
1.3.2 Ölçüm prensipleri.....	14
1.3.3 Ölçüm metotları	18
1.3.3.1 Tek ışık yollu metot	18
1.3.3.2 Çift ışık yollu metot	19
1.3.3.3 Perde açıklık katsayısının tayini.....	24
1.3.3.4 EN 410 standardına göre solar özelliklerin hesaplanması	24
1.4 Işık	36
1.5 Hipotez	40
2. MALZEME VE YÖNTEM	41
2.1 Malzeme	41
2.1.1 İplikler.....	41
2.1.2 Kumaşlar	43
2.1.3 Üretim makineleri	46
2.1.3.1 İplik üretim makineleri.....	46
2.1.3.2 Dokuma ve dokuma hazırlık makineleri	46
2.1.3.3 Terbiye makineleri	48
2.1.4 Test cihazları	50
2.1.4.1 UV/VIS/NIR cihazı.....	50
2.1.4.2 Birim alan ağırlığı ölçüm cihazı.....	51
2.1.4.3 Birim mesafedeki iplik sayısı (atkı çözgü)	51
2.1.4.4 Hava geçirgenliği ölçümü	52
2.2 Metot	52
2.2.1 Solar özelliklerin ölçümü ve hesaplanması.....	53

2.2.2 Açıklık oranının hesaplanması.....	53
2.2.3 Hava geçirgenliği ölçümü	53
2.2.4 Birim alan ağırlığı ölçümü	54
2.2.5 Birim mesafedeki iplik sayısı (atkı ve çözgü).....	54
3. BULGU VE TARTIŞMA	55
3.1 Işık Geçirgenlik Oranı (τ_v)	55
3.2 Işık Yansıtma Oranı (ρ_v)	58
3.3 Solar Geçirgenlik Oranı (τ_e).....	62
3.4 Solar Yansıtma Oranı (ρ_e)	64
3.5 Solar Absorbsiyon Oranı (α_e).....	66
3.6 UV Geçirgenlik Oranı (τ_{uv})	69
3.7 Açıklık Oranı (Openness Faktör) ve Hava Geçirgenliği.....	71
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR	79
EKLER.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	101

KISALTMALAR

µm	: Mikrometre
AlK(SO₄)₂	: Alüminyum potasyum sülfat
BaSO₄	: Baryum sülfat
Bİ-CO	: Bikomponent
cm	: Santimetre
CuSO₄	: Bakır (II) sülfat
Den	: Denye
eV	: Elektron-volt
FeSO₄	: Demir (II) sülfat
Hz	: Hertz
IR	: İnfrared (kızılötesi)
J	: Jolue
KCK	: Küçükçalık Tekstil Sanayii
KFS	: Küçükçalık Filament Sanayii
m	: Metre
mm	: Milimetre
NIR	: Near-infrared (yakın kızılötesi)
nm	: Nanometre
PBT	: Polibütlen teraftalat
PET	: Polietilen teraftalat
PTFE	: Politetrafloretilen
PVC	: Polivinil klorür
TiO₂	: Titanyum dioksit
UPF	: UV koruma faktörü
UV	: Ultraviyole
UVA	: Ultraviyole A
UVB	: Ultraviyole B
UVC	: Ultraviyole C
VIS	: Visible (Görünür) Işık
W	: Watt

SEMBOLLER

2δ	: Dedektörün görüş açısı
A	: Isı transferi alanı
A_s	: Solar absorpsiyon
c	: Işığın boşluktaki hızı
C_0	: Kumaş açıklık katsayısı
C_p	: Bakırın özgül ısısı
D_{65}	: Standart aydınlatıcı
D_D	: Difüzörün ışık yayılma alanının çapı
dif	: Dağınık (ışık)
dir	: Doğrusal (ışık)
$D\lambda$	: Işığının bağıl spektral dağılımı
e	: Güneş spektrumu için verilen güneş enerji karakteristiği
E	: Foton enerjisi
g	: Toplam solar enerji geçirgenliği
h	: Yarı küresel (ışık)
h	: Isı taşınım katsayısı
k	: Isı iletim katsayısı
M	: Bakır levha kütlesi
n	: Dik (ışık)
$\dot{Q}$	: Isı transfer hızı
q_e, q_i	: Perdenin dışarıya ve içeriye doğru ikincil ısı transfer faktörleri
r	: Difüzör ile lens arasındaki mesafe
R_a	: Renk oluşturma indeksi
R_s	: Solar yansıtma
$S\lambda$	: Güneş ışımasının bağıl spektral dağılımı / Spektral güç dağılımı
t	: Zaman
TF	: Isı geçiş faktörü
T_s	: Solar geçirgenlik
$U\lambda$	: Güneş ışımasının UV bölgede bağıl dağılımı
v	: D_{65} için görüş karakteristiği.

Λ	: Termal iletkenlik katsayısı
$V(\lambda)$	: Fotopik görme için spektral ışık verimi
$w(\lambda)$	: Spektral duyarlılık
α	: Absorbsiyon oranı
α_e	: Solar absorbsiyon oranı
ΔT	: Sıcaklık farkı
$\Delta \lambda$	: Dalga boyu aralığı
ε	: Yayınım katsayısı (emissivity)
$\theta, \gamma, \alpha_p, \alpha_s$	: Güneş radyasyonunun perdeye gelme açıları
λ	: Dalga boyu
ρ	: Yansıtma oranı
ρ_e	: Solar yansıtma oranı
ρ_v	: Işık yansıtma oranı
τ	: Geçirgenlik oranı
τ_e	: Solar geçirgenlik oranı
τ_{uv}	: UV geçirgenlik oranı
τ_v	: Işık geçirgenlik oranı
ϕ	: Işık akısı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Optik oranlara ait kısaltmalar.	13
Çizelge 1.2 : Aydınlatıcı D ₆₅ 'in normalleştirilmiş bağıl spektral dağılımı $D\lambda$ 'nın spektral ışık verimliliği $V(\lambda)$ ve dalga boyu ($\Delta\lambda$) ile çarpımı.	25
Çizelge 1.3 : Dalga boyu ile çarpılmış küresel solar radyasyonun normalleştirilmiş karşılaştırmalı spektral dağılımı.	26
Çizelge 1.4 : Dalga boyu aralığı ($\Delta\lambda$) ile çarpılan küresel solar radyasyonun UV kısmının normalleştirilmiş karşılaştırmalı spektral dağılımı.	27
Çizelge 1.5 : (380-780) nm dalga boyları için aydınlatıcı D ₆₅ 'in karşılaştırmalı spektral güç dağılımı.	36
Çizelge 1.6 : Elektromanyetik spektrum bölgelerine ait dalga boyu, frekans ve enerji aralıkları (Sankaran ve Ehsani, 2014)	38
Çizelge 2.1 : Kullanılan iplik çeşitleri ve özellikleri.	42
Çizelge 2.2 : Üretilen kumaş yapıları ve teknik özellikleri.	44

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Açıklık oranı (openness) görselleri (Superior Custom Shutters, 2023).	7
Şekil 1.2: Açık tarifleri.	12
Şekil 1.3 : Geçirilen ışımanın doğrusal veya dağınık bileşenleri.	13
Şekil 1.4 : Perdelerin solar özelliklerinin belirlenmesine yönelik süreç tarifleri.	14
Şekil 1.5 : Shimadzu UV-3600 spektrofotometre.....	16
Şekil 1.6 : Dedektör çeşitlerine örnekler.	16
Şekil 1.7 : Toplama küresi ve tampon.	17
Şekil 1.8 : Numune tutucular.	17
Şekil 1.9 : Farklı numune yerleşim konfigürasyonları.	19
Şekil 1.10 : Çift ışık demeti gönderen spektrofotometrenin şematik gösterimi.	20
Şekil 1.11 : Doğrusal-yarı küresel geçirgenlik oranı ölçüm işlemi.....	21
Şekil 1.12 : Doğrusal-yarı küresel yansıtma oranını ölçüm işlemi – Küre cidarına monte edilmiş numune.	21
Şekil 1.13 : Aynasal-karışık geçirgenlik oranına sahip numunelerde τ_{n-n} ölçümü. ...	22
Şekil 1.14 : Şeffaf camda güneş radyasyonunun dağılımı (Manasoğlu, 2022).	29
Şekil 1.15 : Solar enerjinin pencere ve perde sistemleri üzerindeki davranışı (Manasoğlu, 2022).	31
Şekil 1.16 : Radyan ısı geçişi ölçümü (Manasoğlu, 2022).	33
Şekil 1.17 : Termal iletkenliğin gösterimi.	35
Şekil 1.18 : Elektromanyetik dalga şematiği (<i>Dalgaların Fiziği</i> , 2022).	36
Şekil 1.19 : Nesneler ve elektromanyetik spektrum arasındaki olası etkileşimler: (a) İletim, (b) Kırılma, (c) Yayınım, (d) Soğurma, (e) Yayma, (f) Düzgün yansıma, (g) Dağınık yansıma (Manasoğlu, 2022).	37
Şekil 1.20 : Elektromanyetik spektrum (<i>Electric & Magnetic Fields</i> , 2023).....	38
Şekil 2.1 : Low Melt Bi-Co ipliğin mikroskop altında kesit görüntüsü ve bir filamentinin makro görseli.	43
Şekil 2.2 : Screen kumaş üretiminde kullanılan ipliklerin makro görüntüsü.	43
Şekil 2.3 : Kumaş doku (örgü) yapıları.	44
Şekil 2.4 : İplik büküm makinesi.	46
Şekil 2.5 : Numune çözgü makinesi çağlık sistemi.	47
Şekil 2.6 : Numune çözgü makinesi.	47
Şekil 2.7 : Dokuma makinesi.....	48
Şekil 2.8 : Montex ram makinesi.....	49
Şekil 2.9 : Junior levent boyama makinesi.	49
Şekil 2.10 : Ilsung ram makinesi.	50
Şekil 2.11 : Shimadzu UV-3600 spektrofotometre.	51
Şekil 2.12 : Dairesel numune kesme aleti ve hassas terazi.....	51
Şekil 2.13 : Lup sıklık sayma aparatı.....	51
Şekil 2.14 : Kumaş hava geçirgenliği ölçme cihazı.....	52
Şekil 3.1 : Işık Geçirgenlik Oranı (τ_v).	57

Şekil 3.2 : Işık Yansıtma Oranı (ρ_v).	61
Şekil 3.3 : Solar Geçirgenlik Oranı (τ_e).	63
Şekil 3.4 : Solar yansıtma oranı (ρ_e).	65
Şekil 3.5 : Solar absorpsiyon oranı (α_e).	68
Şekil 3.6 : UV geçirgenlik oranı (τ_{uv}).	70
Şekil 3.7 : Kumaşların hava geçirgenliği.	73
Şekil 3.8 : Kumaşların hava geçirgenliği ve açıklık oranı.	74
Şekil 3.9 : Açıklık oranı ve hava geçirgenliği korelasyon grafiği.	76
Şekil A.1 : K1B kumaşının spektrumu.	83
Şekil A.2 : K1G kumaşının spektrumu.	83
Şekil A.3 : K1S kumaşının spektrumu.	83
Şekil A.4 : K2B kumaşının spektrumu.	84
Şekil A.5 : K2G kumaşının spektrumu.	84
Şekil A.6 : K2S kumaşının spektrumu.	84
Şekil A.7 : K3B kumaşının spektrumu.	85
Şekil A.8 : K3G kumaşının spektrumu.	85
Şekil A.9 : K3S kumaşının spektrumu.	85
Şekil A.10 : K4B kumaşının spektrumu.	86
Şekil A.11 : K4G kumaşının spektrumu.	86
Şekil A.12 : K4S kumaşının spektrumu.	86
Şekil A.13 : K5B kumaşının spektrumu.	87
Şekil A.14 : K5G kumaşının spektrumu.	87
Şekil A.15 : K5S kumaşının spektrumu.	87
Şekil A.16 : K6B kumaşının spektrumu.	88
Şekil A.17 : K6G kumaşının spektrumu.	88
Şekil A.18 : K6S kumaşının spektrumu.	88
Şekil A.19 : K7B kumaşının spektrumu.	89
Şekil A.20 : K7G kumaşının spektrumu.	89
Şekil A.21 : K7S kumaşının spektrumu.	89
Şekil A.22 : K8B kumaşının spektrumu.	90
Şekil A.23 : K8G kumaşının spektrumu.	90
Şekil A.24 : K8S kumaşının spektrumu.	90
Şekil A.25 : K9B kumaşının spektrumu.	91
Şekil A.26 : K9G kumaşının spektrumu.	91
Şekil A.27 : K9S kumaşının spektrumu.	91
Şekil A.28 : K10B kumaşının spektrumu.	92
Şekil A.29 : K10G kumaşının spektrumu.	92
Şekil A.30 : K10S kumaşının spektrumu.	92
Şekil A.31 : K11B kumaşının spektrumu.	93
Şekil A.32 : K11G kumaşının spektrumu.	93
Şekil A.33 : K11S kumaşının spektrumu.	93
Şekil A.34 : K12B kumaşının spektrumu.	94
Şekil A.35 : K12G kumaşının spektrumu.	94
Şekil A.36 : K12S kumaşının spektrumu.	94
Şekil A.37 : K13B kumaşının spektrumu.	95
Şekil A.38 : K13G kumaşının spektrumu.	95
Şekil A.39 : K13S kumaşının spektrumu.	95
Şekil A.40 : K14B kumaşının spektrumu.	96
Şekil A.41 : K14G kumaşının spektrumu.	96

Şekil A.42 : K14S kumaşının spektrumu.	96
Şekil A.43 : K15B kumaşının spektrumu.	97
Şekil A.44 : K15G kumaşının spektrumu.	97
Şekil A.45 : K15S kumaşının spektrumu.	97
Şekil B.1 : K1-K2-K3-K4-K5 kumaşlarının görselleri.....	98
Şekil B.2 : K6-K7-K8-K9-K10 kumaşlarının görselleri.....	99
Şekil B.3 : K11-K12-K13-K14-K15 kumaşlarının görselleri.	100



PERDELERDE KUMAŞ ÖZELLİKLERİNİN SOLAR ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında; kumaş konstrüksiyon, renk ve iplik yapısal parametrelerinin kumaş perdelerin solar, UV, ışık geçirgenlik, yansıma ve absorpsiyon özellikleri ile hava geçirgenliği ve açıklık oranı üzerine etkisi incelenmiştir. Tez kapsamında bu parametrelerin solar özellikler üzerine etkisinin olup olmadığı ve olması halinde etki dereceleri tespit edilmiştir.

Özellikle kumaş konstrüksiyon, kumaşı oluşturan iplik parametreleri ile kumaş renginin solar ve açıklık oranı özellikleri üzerine etkisine yönelik akademik çalışmaların az olduğu görülmüş ve tez çalışması ile bu alandaki bilimsel veri eksikliğinin giderilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla numune üretim ön hazırlığı için benzer iplik doğrusal yoğunluğu ve filament sayısına sahip tekstüre parlak, tekstüre yarımata, tekstüre fullmat, hava tekstüre fullmat, FDY yarımata filament iplikler ve bu filament ipliklere en yakın iplik doğrusal yoğunluğuna sahip karde kesik elyaf iplik seçilmiştir. Seçilen bu 7 ipliğin BI-CO low melt iplik ile kaplaması sonucu oluşturulan kaplanmış iplikler kumaş numune üretimi için kullanılmıştır. Atkı ve çözgü olarak tekstüre parlak, tekstüre yarımata, tekstüre fullmat içerikli, kaplanmış ipliklerle (12x12), (16x16), (20x18) sıklıklarda, panama örgüsünde numune üretilmiştir. Tekstüre fullmat içerikli kaplanmış iplik, atkı ve çözgüde kullanılmak üzere 2/1 dimi, 3/1 dimi, bezayağı örgülerinde (12x12) sıklıkta diğer numune seti üretilmiştir. Hava tekstüre fullmat, FDY yarımata, karde kesik elyaf içerikli kaplanmış ipliklerle ise atkı ve çözgüde kullanılmak üzere panama örgüsünde (12x12) sıklıkta numune üretilmiştir. 15 farklı dokuma kumaş koyu, orta, açık olmak üzere 3 farklı renkte boyanmıştır.

Üretilen dokuma kumaşların solar özellikleri UV/VIS/NIR Cihazında ölçülerek kumaşların perde olarak kullanılması halinde ışık konfor karakterleri belirlenmiştir. Ayrıca tüm numunelerin açıklık oranları hesaplanmış, hava geçirgenlikleri, birim alan ağırlıkları, nihai iplik doğrusal yoğunlukları da ölçülmüştür.

Tüm solar özelliklerin ve hava geçirgenlik değerinin kumaş konstrüksiyon, iplik yapısı, renk parametrelerinden etkilendiği görülmüştür.

Solar, ışık ve UV geçirgenlik değerlerine en fazla atkı ve çözgü sıklığı etkilemiş olup aralarında ters orantı tespit edilmiştir. İkinci büyük etkiyi iplik matlık durumu göstermiş olup, geçirgenlik değerleri ile aralarında ters ilişki tespit edilmiştir. Sırasıyla renk, kumaş dokusu ve iplik yapısının etkileri daha düşük olmuştur.

Solar ve ışık yansıtma oranlarının ise kumaş renginden en yüksek seviyede etkilendiği, renk koyuldukça yansıtma oranlarının düştüğü görülmüştür. Yansıtma oranları üzerinde etkili diğer iki parametre sıklık ve iplik matlık durumu olup, aralarında doğru

orantı bulunmuştur. Kumaş dokusu ve iplik yapısının yansıtma oranları üzerine etkisinin düşük olduğu görülmüştür.

Solar absorbsiyon oranı ise en fazla renk parametresinden etkilenmiş olup renk koyuldukça absorbsiyon değerinin arttığı görülmüştür. Absorbsiyon oranı üzerinde etkili diğer iki parametre sıklık ve iplik matlık durumu olup, aralarında doğru orantı bulunmuştur. Kumaş dokusu ve iplik yapısının absorbsiyon oranı üzerine etkisinin düşük olduğu görülmüştür.

Ayrıca kumaşların açıklık oranları (openness faktör) hesaplanmış ve en fazla sıklık faktöründen, ters orantılı olarak etkilediği görülmüştür.

Numunelerin hava geçirgenlik ve açıklık oranı değerleri arasında yüksek seviyede korelasyon olduğu görülmüş ($r^2=0.99$) ve korelasyon denklemi $y=0,0122x^{0,9428}$ formülüyle oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Dokuma Kumaş, Screen Perde, Açıklık Oranı, Solar Özellik, EN410.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE FABRIC PROPERTIES ON THE SOLAR CHARACTERISTIC OF THE CURTAINS

SUMMARY

In this thesis study; yarn structure, fabric construction and color effects on the solar, UV, light transmittance, reflection and absorption properties, air permeability and openness factor of the fabrics were examined.

Within the scope of the thesis, the effect rate of these parameters on solar properties were determined.

Especially; it has been observed that, there are just a few academic studies on solar and openness factor properties related with the yarn and fabric parameters. So the thesis study is aimed to provide support on this subject.

For this purpose, , textured bright, textured semi-dull, textured fulldull, air-textured fulldull, FDY semi-dull filament yarns with similar yarn count and filament number, and staple fiber yarns with the similiar yarn linear density to these filament yarns were selected. The coated yarns formed as a result of coating these 6 selected yarn types with BI-CO low melt yarn were used for sample production.

Samples were produced with textured bright, textured semi-dull, textured fulldull coated yarns in panama weave as weft and warp (12x12), (16x16), (20x18) densities. The other sample set was woven with textured fulldull in 2/1 twill, 3/1 twill, plain weaves (12x12). Air textured fulldull, FDY semi-dull and staple fiber containing coated yarns were woven with density of (12x12) in panama weave to be used in warp and weft. 15 different woven fabrics are dyed in 3 different colors as dark, medium and light.

The solar properties of the woven fabrics were measured in the UV/VIS/NIR spectrophotometer device and the light comfort characteristics were determined as if the fabrics used as curtains. In addition, the opennes ratios of all samples were calculated, air permeability, mass per unit area, final yarn linear density were also measured. It has been observed that all solar properties and air permeability values are affected by fabric construction, yarn structure and color parameters.

Weft and warp density affected the solar, visual and UV transmittance values the most and an inverse ratio was found between them. The opacity of the yarn showed the greatest effect, and an inverse relationship between the permeability values was found. Respectively, the effects of color, fabric texture and yarn structure were less.

It has been observed that the solar and visual reflectance rates are affected by the fabric color at the highest level and the reflectance decrease as the color is darkened. The other two parameters that effective on reflectancewere density and yarn opacityand a direct proportion was found between them. It was observed that the effect of fabric texture and yarn structure on reflectivity was less.

The solar absorption -value was mostly affected by the color, and it was observed that the absorption value increased as the color darkened. Density and yarn opacity were the other two parameters that affect the absorption value, and a direct proportion was found between them. It was observed that the effect of fabric texture and yarn structure on the absorption rate was low.

In addition, the openness factor of the fabrics was calculated and it was seen that it was inversely affected by the density of the fabrics.

It was observed that there was a absolute correlation between the air permeability and openness ratio values of the samples ($r^2=99\%$) and the correlation equation was calculated with the formula $y=0.0122x^{0.9428}$.

Keywords: Woven fabric, Screen Curtain, Openness Factor, Solar Characteristics, EN410



1. GİRİŞ

Son yıllarda canlılar üzerinde ultraviyole radyasyonun olumsuz etkileri önem kazanmıştır. Ultraviyole ışınlarından korunmada etkili yöntemlerden biri tekstiller yoluyla sağlanan korunmadır (Akaydın ve diğ, 2009). Günümüzde hem giyim hem de ev tekstili alanında üretilen kumaşlara çeşitli kimyasal maddeler uygulanarak UV koruyucu özellik kazandırılabilen ve bazı liflerin mevcut UV koruma performansları artırılabilir. Evlerimizde hem görsel dekorasyon, hemde mahremiyet amaçlı kullanılan kumaş perdelerde solar, UV ve ışık özellikleri önemli hale gelmiştir. Bu özellikler hammadde üretimi sırasında olabileceği gibi, iplik üretim aşamasında ya da kumaş oluşturulduktan sonra bitim işlemleri ve kaplama teknikleri ile de sağlanabilmektedir. Perdenin kullanım amacı güneşin yoğun olduğu saatlerde içerinin gerektiğinden fazla güneş almasını engellemektir. Yapıldıkları kumaşın cinsine, teknik özelliklerine, ve kalınlığına göre isim alan perdeler aynı zamanda dışarıdan gelen hava akımını engelleme özelliği sayesinde enerji tasarrufu da sağlamaktadır. Mevsimlere ve bulunduğu coğrafyaya göre binalardaki enerji kayıplarının gerçekleştiği kritik noktalardan biri pencerelerdir. Kış mevsiminde pencerelerden gerçekleşen ısı kaybını, yaz mevsiminde ise soğutma için yapılan enerji harcamalarını azaltmaya yönelik perde uygulamaları mevcuttur (Cüce ve diğ, 2019). Ayrıca özellikle büyük camlı mekanlar, ev ofis tarzı çalışma alanları, yatak odaları gibi gün ışığının daha az ihtiyaç duyulduğu ortamlarda güneşin göz kamaştırıcı etkisi ve yansımalarından dolayı rahatsız edici durumlar perde sistemleri ile giderilmektedir. Tüm bu olumsuz etkilerin giderilmesi ticari anlamda yeni üretim ve ürün geliştirme alanlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kullanılan kumaş perdelerin UV koruma performansları, karartma oranları ve diğer teknik özellikleri, kullanılan hammaddenin mahiyetine, oluşturulan dokunun yapı ve morfolojisine bağlı olduğu kadar, ürünün boyahane ve terbiye aşamasında gördüğü işlemlere, ürün rengine bağlı olarak da değişmektedir.

Perdelerde istenen solar özellik, açıklık oranı, ve ısı iletim özellikleri ürün kataloglarında yer alması istenmektedir. Bu özelliklerin ölçümü EN 14500 metodunda

tanımlı UV-VIS-NIR cihazı ile yapılmaktadır. Cihaz geçirgenlik esasına göre çalışmakta olup yansıtma özelliğini ölçmek için EN 14500'de tanımlı olan yansıtıcı küre kullanılmaktadır. EN 14500 her ne kadar tek yöllü ve iki yöllü cihazları önerse de kullanım kolaylığı ve test tekrarlanabilirliği açısından çift yöllü spektrofotometrelerin kullanımı tercih edilmektedir. Bu çalışma kapsamında küre aksesuarı olan çift yöllü UV-VIS-NIR Shimadzu UV-3600 spektrofotometre kullanılmıştır.

Bilindiği gibi ışık bir yüzeye çarptığında 3 olay gerçekleşir. Absorblanır, (soğurma, emilim) yansır, ya da geçer. Bu durumların hepsi olabileceği gibi malzemeye bağlı olarak biri veya ikisi de gerçekleşebilir. Perdeler yarı opak bir malzeme olup güneş ışığının perdeye düşmesi halinde bu 3 olay da gerçekleşmektedir.

Güneş ışığı UV, görünür ve IR dalga boylarında ışık içermektedir. Dolayısıyla perde yüzeyine gelen güneş ışığının UV, görünür ve IR kısımlarının ne kadarının içeri geçtiği ve ne kadarının absorblandığının bilinmesi odanın konforu açısından önemlidir. Perdelerde genelde görünür bölgenin fazla geçmesi istenirken, IR bölgelerinin absorblanması istenir. Perde ne kadar görünür ışık geçirir ise o kadar iç ortamın aydınlanmasını sağlar. UV ışığını ne kadar keserse, gün ışığının zararlı etkisini o kadar azaltır. IR ışınlarını kesmesi durumunda iç ortamın güneş kaynaklı olarak solmasını engellemiş olur. Diğer jaluzi, panjur ve kepenklerde olduğu gibi kumaş perdelerde de perdelerin solar özellikleri ve açıklık oranı EN 14500 de tanımlanan cihaz ve metot ile ölçülmektedir. Hesaplaması ise EN 410 da tanımlı metoda göre yapılmaktadır. Bu alandaki terminoloji söz konusu 2 standartta tanımlanmış olup tez kapsamında kullanılacaktır.

Yıldırım ve diğ. (2018) nin yaptığı çalışmada iplik doğrusal yoğunluğu ve birim alan ağırlıkları farklı dokuma kumaşlar kullanılmıştır. Kumaşlarda doku yapıları aynı kalmakla beraber açıklık ve makro açıklık özelliği iplik doğrusal yoğunluğu ve birim alan ağırlıkları değişimiyle sağlanmıştır. Çalışmada UV-VIS-NIR Shimadzu UV-3600 cihazı kullanılmıştır. Işık, solar ve UV geçirgenlik, yansıtıcılık ve absorbsiyon parametreleri EN 410 standardına göre hesaplanmış, 282,5-2500 nm dalga boyu aralığında 5 nm çözünürlük baz alınarak değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma ve analizler sonucunda kumaşın ışık, solar ve UV özelliğinin kumaş boşluk oranından, dolayısıyla iplik doğrusal yoğunluğu ve birim alan ağırlığı parametrelerinden etkilendiği görülmüştür. Yıldırım ve diğ. (2018) nin yaptığı analizlerde solar ve ışık

yansıtması kumaş boşluk oranı ile ters, ışık, solar ve UV geçirgenlik ise doğru orantılı olarak değişmiştir. Solar absorbsiyon hariç, makro boşluk ile, boşluk oranının korelasyonu yaklaşık aynı olmuştur. Perdenin UV geçirgenlik, solar geçirgenlik, solar yansıtma ve ışık yansıtma özelliği ile kumaş doku yapısındaki boşluk oranı arasındaki korelasyonun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Işık geçirgenliği ve solar absorbsiyon ile boşluk oranı arasında ise kuvvetli bir korelasyonun olmadığı görülmüştür.

Soruç (2017) un yaptığı tez çalışmasında %100 poliester kumaşa rakleli kaplama tekniği ile akrilik bazlı kaplamalarla elde edilen yapıların solar ışıma karşısındaki davranışları incelenmiştir. Burada 5 farklı renk ve 5 farklı konsantrasyonda solüsyon kullanılmıştır. Farklı renklere sahip organik pigmentlerin, demir oksit pigmentlerin ve kıvıltötesi yansıtıcı özel pigmentlerin güneş ışınlarını yansıtma (solar reflektans), absorblama ve geçirme (transmitans) özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışma neticesinde incelenen renkler arasında sarı renk haricinde organik pigmentlere göre demir oksit pigmentler ve mavi renk haricinde de her iki gruba göre kıvıltötesi yansıtıcı pigmentler yüzeylerde ısınmaya sebep olan yakın IR ışınlarını daha yüksek oranda yansıttığı bulunmuştur. IR yansıtıcı pigmentlerin maliyetleri artırması nedeniyle, kaplama stor perdelik kumaş yapılarında kullanım için en azından bazı renklerde demir oksit pigmentlerin kullanılması bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

Merdan ve Acar (2009) ın %100 pamuklu kumaş kullanarak yaptığı çalışmada UV koruyucu katkıları %0 ve %3 katkı oranları bazında ve farklı uygulama süreçlerinde UV koruma üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Kumaşların 290-400 nm dalga boyu aralıklarında % geçirgenlik değerleri ölçülmüş, bu değerler yardımıyla UPF dereceleri hesaplanmış ve UV radyasyona karşı koruma kategorileri belirlenmiştir. Ayrıca kumaşların beyazlık derecesi, ΔE ölçümleri yapılmıştır. Boyanmış kumaşların haslık özellikleri de incelenmiştir. Çalışma sonucunda ağartılmış kumaşlardan geçen radyasyon miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Beyaz örneklerde en yüksek UPF derecesi, klasik yöntemle UV katkı uygulamasında elde edilmiştir. Ultrasonik yöntemle karşılaştırıldığında bu değer %60 daha fazla olduğu görülmüştür. Ultraviyole radyasyon koruma kategorisine göre malzemeye iyi bir koruma özelliği sağlanmıştır. Klasik ve ultrasonik yöntemdeki uygulamalarda UV katkının beyazlık derecesinin artışında olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir. Boyanmış örneklerde en yüksek UPF derecesi uygulama sonrası ayrı banyoda boyama ile elde edilmiştir. Toplam renk farklılığı (ΔE) kabul edilebilir değerler arasında kalmıştır. UV katkı

uygulaması kumaşların genellikle yıkama ve ter haslık özelliklerini değıştirmezen, boyamadan sonra UV katkı uygulanmış deney örneğinde bazik ter haslığında azalma belirlenmiştir. UV katkı kullanımının kumaşların ışıık haslııkları üzerinde olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir.

Yıldırım ve diğ. (2014) nin derleme çalışmasında doğal elyaf olarak pamuk, ipek ve yün liflerinin farklı doğal renklendirici maddeler ile boyanıp UV koruyuculuk derecesi ve antibakteriyel özelliklerinin incelendiğı pek çok çalışma incelenmiştir. Derleme kapsamındaki Hustvedt ve Crews (2005) nin çalışmasında tekstil materyalinin güneş ışınlarını bloke edici özellikleri boyama öncesi ve sonrası olarak değerlendirilmiş, boyanmış kumaşların boyanmamış kumaşlara göre daha çok UV koruma etkisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca boya konsantrasyonunun artması ile UV koruma etkisinin arttığı belirlenmiştir. Gupta (2002) nin pamuklu kumaşlar üzerine yaptığı çalışmada boyarmadde olarak doğal meşe mazısı kullanılmış ve boyanan pamuklu kumaşın hem iyi antibakteriyel etkinlik hem de uzun ömürlü UV koruması sağladığı belirlenmiştir. Aynı derleme içerisinde geçen ve Kore’de Kim (2007) nin yaptığı çalışmada yeşil çay ekstratı, doğal mordanlama maddesi olarak kitosan kullanılarak pamuklu kumaşlara boyama yapılmıştır. Kitosan mordanı eşliğinde boyanmış pamuklu kumaşın, mordansız olarak yeşil çay ekstraktıyla boyanmış kumaşa göre çok daha iyi boyama karakteristiğı ve yüksek UV koruma özelliğı sergilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca kitosan konsantrasyonunun artırılması ile boyama veriminin ve pamuklu malzemenin UV koruma özelliğinin artacağı belirlenmiştir. İbrahim ve diğ. (2010) nin Mısır’da 2010 yılında yaptığı çalışmada kök boya, curcuma, soğan ve kına boyları ile çeşitli mordanlar eşliğinde (demir sülfat, bakır klorür, zirkonyum oksiklorür, alüminyum klorür ve şap) emdirme yöntemiyle pamuklu örme (pike, interlok ve parasol) kumaşlar boyanmış ve boyanmış kumaşların UV koruma ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Metal tuzlarıyla mordanlama işlemine tabi tutulmuş pamuklu kumaşların UV koruma faktörü (UPF) ve renk verimi değerleri; zirkonyum oksiklorür ile $\geq$ bakır klorür ile $>$ çinko klorür ile $>$ alüminyum klorür ile işlem görmüş kumaşlar $>$ işlemsiz kumaşlar olarak sıralanmıştır. Ayrıca UPF değerlerinin kumaş ağırlığı ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Mordan kullanılmadan boyanmış kumaşların UPF değerleri boyarmaddeler bazında sırasıyla kök boya ile boyanmış UPF; 13, curcuma ile boyanmış UPF; 14, kına ile boyanmış UPF; 26 ve soğan ile boyanmış UPF; 38’dir. Zirkonyum klorür ile mordanlanmış ve

boyanmış pike kumaşların UPF değerleri ise boyarmaddeler bazında sırasıyla şu şekilde verilmiştir; kök boya UPF; 48, curcuma UPF; 42, kına UPF; 49 ve soğan UPF; >50'dir. Boyama ile elde edilen UV ve antimikrobiyal koruma özelliklerinin 20 yıkamadan sonra bile korunduğu yapılan çalışmadan tespit edilmiştir.

Doğal renkli olarak yetiştirilen pamuk elyafının klasik yöntemlerle üretilen beyaz pamuk elyafına göre UV korumasının daha iyi olduğu literatürde yer almaktadır. (Şenel ve diğ, 2021)

Mongkhorrattanasit ve diğ. (2011) nin yaptığı bir çalışmada okaliptüs yapraklarından elde edilen doğal bir boya, farklı koşullar altında pad-batch ve pad-dry teknikleri olmak üzere ipek bir kumaşa uygulanmıştır. Boya konsantrasyonunun artmasıyla birlikte ipek kumaş için UV koruma faktörü (UPF) değerlerinin iyileştiği görülmüştür. Ayrıca boyama sonrası $AlK(SO_4)_2$, $CuSO_4$, $FeSO_4$ mordanları kullanılarak da bu testler tekrarlanmış ve okaliptüs konsantrasyonunun fazla olduğu ve $FeSO_4$ mordanının kullanıldığı kumaşın UV emilim değerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Boyama sonrası mordan ile muamele edilen ipek kumaşların yıkama ve sürtünme halıkları iyi, ışığa karşı renk haslıkları ise orta düzeyde bulunmuştur. Sonuçlar, metal mordanlı okaliptüs yaprağı ekstraktından elde edilen doğal boyaların kumaş boyamada ve UV koruyucu ipek kumaş üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

1.1 Stor ve Screen Perdeler (Mekanizmalı Perdeler)

Perdeler yaşam alanlarımızın mahremiyetine katkı sağlamanın yanında ortamın konforunu iyileştirmek, görsel olarak ortamdaki eşyaları tamamlamak, mobilya ve dekora eşlik etmek amacıyla da kullanılırlar. Aynı zamanda güneş ışığını tutma özellikleri sayesinde bulunduğu ortamın ve tüm ev eşyalarının zararlı güneş ışığından korunması, solması ve yıpranması engellenir. Perdeler kullanım amacına göre çok farklı şekillerde sınıflandırılabilirler. Ancak burada özellikle uygulama alanındaki sunum şekline göre sınıflandırılacaktır.

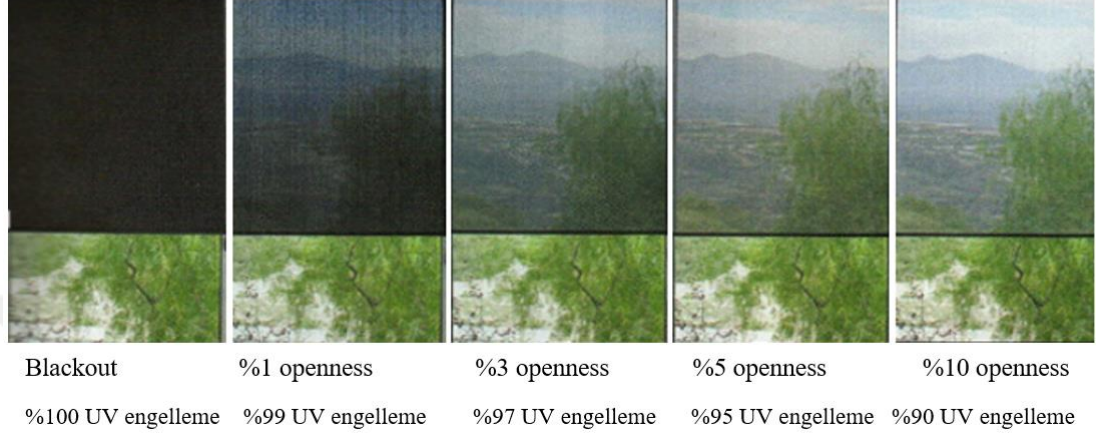
Mekanizmalı perdeler, zincirli, kranklı veya motorlu olarak akıllı otomasyon sistemleri ile senkronize çalışabilen metal veya plastik başlıklı perde tipleridir. Bu perde grubu iç ve dış mekân olarak çok geniş yelpazede üretilmekte olup kullanım amacı, kullanım alanı, uygulama şekli, malzeme, kumaş tipi, ışık geçirgenlik ve diğer

teknik özelliklerine göre farklı ticari isimlerle kullanıcıya sunulmaktadır. Stor, screen, zebra perde, zip stor, katlamalı perde, dikey perde, dekoratif panel, japon panel, projeksiyon perdesi, jaluzi, panjur gibi çeşitlerle karşımıza çıkmaktadır. Uygulama şekli, kumaş ve malzeme çeşitliliği, ürüne uygulanan bitim işlemleri, ürünün sağladığı özellikleri ve dolayısıyla kullanım alanını değiştirmektedir. Bazı ürün grupları dış mekân için daha uygunken bazı ürünler daha çok iç mekânda uygulama alanı bulmaktadır. İç mekânda kullanılan ürünlerin ana amaçları daha çok gün ışığını engellemesi ve karartma özelliğın sağlanmasıdır. Dış mekânda kullanılanların yağmur, rüzgâr, kar gibi hava şartlarına dayanıklı olması ve haşerelerden koruma sağlaması beklenir.

Son yıllarda modern mimarinin artması, ev ve yaşam alanlarının küçülmesi, özellikle iç mekânlarda minimalist dekorasyon tarzının ön plana çıkmasına neden olmuş, dolayısıyla stor ve screen ürünlerin kullanımı artmıştır. Stor ve screen kumaşlar günümüz çağdaş yaşamın temiz ve modern mimarisi ile tam olarak örtüşmektedir. Aynı zamanda yaşam alanlarımızda estetik, temiz görseller oluşturmakta ve mobilyaları zararlı UV radyasyonundan koruması dolayısıyla enerji tasarrufu sağlaması da beklenmektedir. Stor ürünlerin en önemli özelliği sert bir dokunuşa sahip olmalarıdır. Stor perde grubunda dekoratif amaçlı farklı üretim teknikleri ile oluşturulan ürünler, tül stor perde grubu olarak ramda sertleştirici apre verilerek tasarlanabilmektedir. Tül stor perdeler, ev için tasarlanmış ışık geçirgenlik oranı diğer stor perdelerle göre daha yüksek olup, screen perdelerle alternatif dekoratif perde çeşididir. Stor perde grubunda güneşlik özelliği için kullanılan ticari ürünler dışında, özel dokulu jakar ürünler, karartma özelliği çok daha yüksek olan kaplamalı blackout ve dimout versiyonları da talep görmektedir.

%95 ışık engelleyici özelliğe sahip dimout olarak adlandırılan stor perdelerin üretilmesi binder ile sertleşme özelliği kazandırılarak yapılır. %100 karartma (blackout) stor perdeler ise gün ışığını geçirmezler. Karatma özelliği bulunan storlar yatak odaları, bebek ve çocuk odaları, ev sinemaları, toplantı odaları ve konferans salonlarında kullanım alanı bulmaktadır. Burada kullanım yerine göre seçilecek ürünün açıklık oranı (openness faktörü) önem arz eder. Açıklık oranı düşük olan kumaş daha sıkı yapıda dokunur, güneşten gelen toplam ışımaya miktarını daha fazla engeller ve daha az görüş sağlar. Bu nedenle açıklık oranı düşük olan ürünler güneşten gelen IR ışınlarını da engellediğinden ısı geçişini daha fazla engeller ve daha az

görünür ışığı geçirdiğinden dış görüşü azaltır. Koyu renk screen perdeler gün boyu daha iyi dış görüş sağlarlar. Bunun nedeni beyaz rengin dağınık şekilde ışığı yansıtması sonucu oluşan görüntü kaybı olduğu bilinmektedir. Şekil 1.1’de açıklık oranına göre bazı screen perdelerin görselleri verilmiştir. (Superior Custom Shutters, 2023)



Şekil 1.1 : Açıklık oranı (openness) görselleri (Superior Custom Shutters, 2023).

Karatma perdelerde yaygın olarak kullanılan kaplama malzemesi akrilik esastır. Son dönemde artan çevreci yaklaşımlardan dolayı recycle ürünler önem kazanmıştır. Hâlihazırda akrilik polimerinin geri dönüşüm teknolojisinde çalışmalar devam etsede nihai sonuca ulaşamamasından dolayı %100 PET olarak üretilecek ürün grupları üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Screen perde, güneş ışığı kırıcı teknik bir kumaş olan, belirli ve özel bir geçirgenliğe sahip saydam görüntülü perdelerdir. Saydamlığı sayesinde dışarıyı görmeye engel olmaz. Dolayısıyla stor grubuna göre ışık geçiriciliğinin bir miktar olması beklenmektedir. Yani kullanım alanında yeterli doğal ışık olmasını ve aydınlatılmasını isterken, dış ortamın manzarasını görmek, iletişimi kesmemek, ancak dışardan gözlemlenildiğinde ise içerisinin mahremiyetinin de korunması beklenmektedir. Screen perde grubunda örtülü konumdayken, güneşin rahatsız edici ışınlarını filtre edebilmesinin yanı sıra, mekânın aydınlık kalması beklenir. Bu özelliği sayesinde elektrik ve aydınlatma ihtiyacının ortadan kalkmasına neden olacağından enerji tüketimini azaltır, sıcaklık dengesini koruyarak enerji tasarrufu sağlar. Genel olarak açık renkler daha termal performans sağlarken koyu renkler dışarıyı daha iyi gösterir. Ticari anlamdaki katalogların tamamında Ts, As, Rs, değerlerinin tablo olarak

sunulması bu perde grubunda çok önemlidir. Bu değerler sırasıyla güneş ışığının ne kadarının geçirildiği, absorblandığı ve yansıtıldığının göstergeleridir. Kataloglarda çoğu zaman Tv kodu ile görünür ışığın geçirilme oranı da bulunur. Tez kapsamında referans alınan standartlarda ve kullanılan formüllerde geçen bu değerlere eş olarak aynı sıra ile τ_e , α_e , ρ_e , τ_v kısaltmaları kullanılacaktır.

Screen perdeler, televizyon veya bilgisayar ekranına güneş ışınlarının yansımalarını en aza indirir. Bu yüzden çoğunlukla iş yerlerinde tercih edilmektedirler. Sağladığı çok özel kullanım özellikleri yanında ortamda şık bir görüntü yakalanmasına da yardımcı olmaktadır. Screen perdeler farklı açıklık oranlarına sahiptir. Perdelerde açıklık katsayısı (openness factor) kumaş yapısındaki ışığın geçebildiği alanın toplam kumaş alanına oranıdır. Açıklık katsayısı ölçümü için iki farklı metot kullanılmakta olup aralarında bir korelasyon bulunmamaktadır. Tekniğin birinde mikroskop kullanılarak ışık geçen alanlar belirlenip toplam alana oranlanması ile açıklık katsayısı hesaplanır. Diğerinde ise EN14500 standardında tanımlanan cihaz kullanılarak açıklık katsayısı, görünür ışık geçirgenlik özelliğinden ölçülür ve hesaplanır (EN 14500, 2008). Ülkemizdeki uygulamalarda %5 açıklık oranı tercih edilmektedir. Nispeten daha az ışık geçişi sağlayan %3 lük kumaşlarda yaygındır. Açıklık yüzdesi dışında kumaşlar farklı içeriklere (kompozisyon) sahip olabilir. PVC/PET ile PVC/fiberglas(cam elyafı) en çok kullanılan iki kombinasyondur. Cam elyafı sağladığı ekstra özelliklerden dolayı dış mekânda ve yüksek sıcaklık farkı oluşan iklimlerde kullanım açısından avantaj sağlamaktadır. Ancak son yıllarda PVC'nin insan sağlığına dezavantajından dolayı PET/PET tarzı erime dereceleri farklı iki polimer ile yapılan yeni versiyonları gündeme gelmiştir. Yeni nesil %100 PET bu ürünler formaldehit, fitalat ve kurşun içermemesi, NFPA701 yangın geciktirici özellik kazanabilmesi sebepleri ile askeriye, resmi kurum ve otel grubundaki standartları daha kolay karşılamaktadır. Bu tezde de bu yeni dönem teknik ile üretilen ipliklerden oluşan screen kumaşları değerlendirilecektir.

1.2 Diğer Perdeler (Pileli Perdeler)

Günümüzde özellikle mekanizma dışındaki perdeler pileli perde olarak ev tekstili grubunda dekorasyon amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kullanılan kumaşların çeşitlilikleri moda ve trendlere göre değişmekte ve duruma göre perde modeli, kumaş çeşitliliği ve özelliklerine göre isim alabilmektedirler. Pileli perde grubunda bulunan

ürünler fon perde, tül perde, briz perde, kruvaze perde, japon perde gibi isimlendirilmektedir. Bu perde grubunda üretim tekniği, desen, konstrüksiyon, renk, ve perde modelleri ile çok fazla alternatif oluşturulabilmektedir. Oluşan ürünlerin talep görme oranları coğrafi bölge ve ülkeye göre değişmekle birlikte global trendlere ve moda ya bağılı olarak da eğilim göstermektedir.

1.3 Perdelerde Solar Özellik

Perdelerin solar özellikleri EN 14500 güneşlikler ve panjurlar için ısı konfor ve görüş konforuna yönelik deney ve hesaplamaları standart metodunda tanımlanan metotlarda yer alan cihaz kullanılarak ölçülmektedir. Solar özelliklerinin hesaplanması ise EN 410 binalardaki camların aydınlık ve solar özelliklerinin belirlenmesi standart metoduna göre yapılmaktadır. Ayrıca ölçüm yapılmaksızın EN 13363 standart metoduna göre solar özellikler hesaplanabilmektedir. EN 14500 metodunda spektral ve integral metodu olarak iki metot tanımlanmıştır. İntegral metot standartlaştırılmış aydınlatıcılar ile yapılırken, spektral metot belirlenmiş dalga boyu aralığındaki ölçümle yapılır. Tez kapsamında da kullanılacak olan spektral metot kapsamında çalışılan çift ışık yollu spektrofotometre cihazı en yaygın kullanılan cihaz ve yöntemdir. Perdelerin solar özelliklerinin belirlenmesinde ise en yaygın kullanılan hem ölçüm hem de hesaplama içeren EN 410 standardı olup tez kapsamında bu standarda göre çalışma yürütülecektir.

1.3.1 Kavramlar

1.3.1.1 Genel kavramlar

Perdelerin solar özelliklerine yönelik kullanılan kavramlar EN 14500'de tanımlanmıştır. Söz konusu kavramlar;

Yansıma: Işımanın, monokromatik bileşenlerin frekansında değişim meydana gelmeksizin bir yüzey veya ortam tarafından geri döndürülmesi işlemidir. Bu tarif ile birlikte alt işlemlere ait tariflerde şu şekildedir.

- *Aynasal (direkt veya normal) yansıma:* Geometrik optik kurallarına göre ışık dağılması olmadan yansıma.
- *Dağınık (diffuse) yansıma:* Makroskopik ölçekte aynasal yansımanın olmadığı ışık saçılması şeklindeki yansıma.

- *Doğrusal-yarı küresel (direct-hemispherical) yansıma*: Kısmen aynasal, kısmen dağınık yansımadır. Doğrusal yarı küresel yansıma, dağınık yansıma ile aynasal yansımanın toplamıdır.

- *İzotropik dağınık yansıma*: Yansıtılan ışımının üç boyutlu dağılımının, ışımının yansıtıldığı yarı küre içinde ışınım veya aydınlatmanın bütün doğrultularda aynı olduğu dağınık yansımadır.

Geçirme: Işımanın, monokromatik bileşenlerinin frekansında değişim meydana gelmeksizin bir ortamdan geçmesi işlemidir. Yukarıdaki tariflerle birlikte, alt işlemlere ait tarifler aşağıda verilmiştir.

- *Doğrusal (direct-direct) geçirme*: Geometrik optik kurallarına göre ışık dağılması veya yeniden yönlendirmesi olmadan geçirme.

- *Dağınık (diffuse) geçirme*: Makroskopik ölçekte doğrusal geçirmenin olmadığı, ışık saçılmasına bağlı geçirme.

- *Doğrusal-yarı küresel (karişik veya toplam) geçirme*: Kısmen doğrusal, kısmen dağınık geçirme. Doğrusal-yarı küresel geçirme, dağınık geçirme ile doğrusal geçirmenin toplamıdır.

- *İzotropik dağınık geçirme*: Geçirilen ışımının üç boyutlu (uzaysal) dağılımının ışımının geçirildiği yarı küre içinde ışınım veya aydınlatmanın bütün doğrultularda aynı olduğu dağınık geçirme.

Absorbsiyon (soğurma): Işıma enerjisinin, maddeyle etkileşim sonucu farklı bir enerji biçimine (ısı gibi) dönüşmesi işlemi.

Yansıtma oranı (ρ): Yansıtılmış ışık akısının gelen ışık akısına oranıdır. Alt karakteristiklerin tarifi aşağıdaki gibidir.

- *Doğrusal-doğrusal yansıtma oranı*: Aynasal olarak yansıtılmış akının, gelen doğrusal akıya oranı.

- *Doğrusal-dağınık yansıtma oranı*: Dağınık yansıtılan akının, gelen doğrusal akıya oranı.

- *Doğrusal-yarı küresel (veya toplam) yansıtma oranı*: Yansıtılan toplam akının, gelen doğrusal akıya oranı.

- *Dağınık-yarı küresel yansıtma oranı*: Yansıtılan toplam akının, gelen ideal dağınık akıya oranı. İdeal dağınık ışıma, ışığın veya aydınlatıcının yarı kürenin bütünündeki gelen ışımaya eşit olma durumudur.

Geçirgenlik oranı (τ): Geçen akının, gelen akıya oranı. Alt karakteristiklerin tarifi aşağıda verilmiştir.

- *Doğrusal-doğrusal geçirgenlik oranı*: Doğrudan geçen akının, gelen doğrusal akıya oranı.

- *Doğrusal-dağınık geçirgenlik oranı*: Dağınık geçen akının, gelen doğrusal akıya oranı.

- *Doğrusal-yarı küresel geçirgenlik oranı*: Geçen toplam akının, gelen doğrusal akıya oranı.

- *Dağınık-yarı küresel geçirgenlik oranı*: Geçen toplam akının, gelen ideal dağınık akıya oranı.

Absorblama oranı (α): Soğurulan akının, gelen akıya oranı.

1.3.1.2 Perdelere Güneş radyasyonunun (ışık) gelme açıları

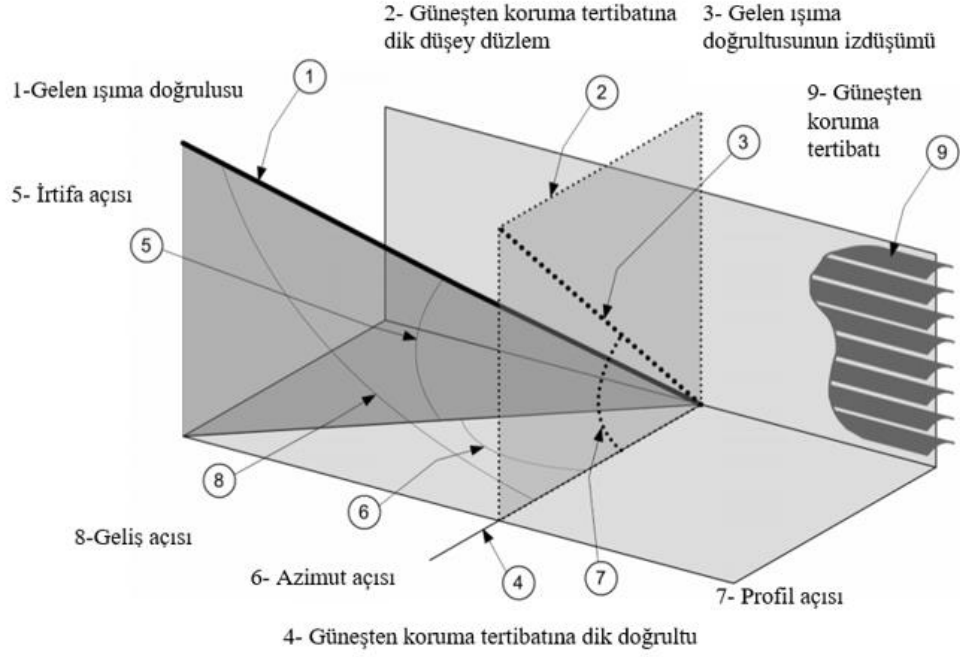
Aşağıdaki açıların tamamı, perde konumuna göre sabit bir koordinat sistemi içinde tarif edilmiştir.

Geliş açısı (θ) : Perde düzlemine dik doğrultu ile gelen ışıma doğrultusu arasındaki açı.

İrtifa açısı (α_s) : Dikey olarak konumlanmış perde yüzeyine gelen ışık izdüşümünün açısıdır (Şekil 1.3'ye bakınız).

Azimet açısı (γ) : Dikey olarak konumlanmış perde yüzeyine gelen ışık izdüşümünün perde yüzeyine dik gelme açısıdır (Şekil 1.3'ye bakınız). Perde ile izdüşüm düzlemi kesişimi yataydır.

Profil açısı (α_p): İrtifa açısının, dikkate alınan cepheye dik düşey düzlem üzerindeki izdüşümü (Şekil 1.2'ye bakınız). Profil açısı $\text{tg}(\alpha_p) = \text{tg}(\theta) / \cos(\gamma)$ bağlantısı ile hesaplanır.



Şekil 1.2: Açılar ve açı tarifleri.

1.3.1.3 Görüş ve Güneş özellikleri

τ (geçirgenlik oranı), ρ (yansıtma oranı), α (absorbsiyon oranı) optik faktörleri görünür veya solar özellikleri ile gelen ışık, geçen veya yansıyan ışık geometrileri bazında değerlendirilmektedir.

• Görünür veya solar özellikleri

(e) : EN 410'a göre, toplam güneş spektrumu [300 nm ila 2500 nm dalga boyları (λ)] için verilen güneş enerji karakteristikleri,

(v) : EN 410'a göre, insan gözü hassasiyeti [380 nm ila 780 nm dalga boyları (λ)] ile ağırlıklı ortalaması alınmış standart aydınlatıcı D₆₅ için verilen görüş karakteristikleri.

• Işıma geometrisi

Gelen ışıma geometrisi ile geçen veya yansıyan ışıma geometrisini gösterir (Şekil 1.3'e bakınız).

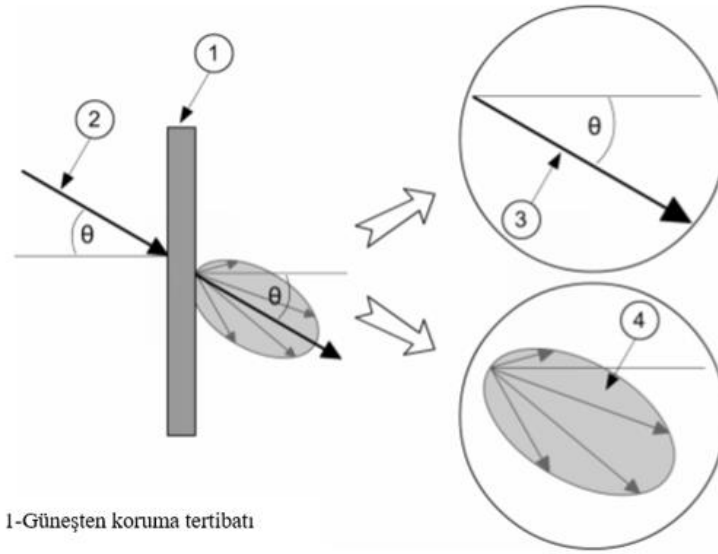
Işıma geometrisinde kullanılan kısaltmalar aşağıdaki gibidir.

θ : Doğrusal (sabit ancak, rastgele doğrultu θ),

θ_n : Dik veya dike yakın açı. Işımanın yansıması durumunda gelen ışık açısı $\theta=0$ veya $\theta \leq 8^\circ$ olmalıdır.

h : Yarı küresel (numune düzleminin arkasındaki kürenin yarı boşluğu),

dif : Dağınık



1-Güneşten koruma tertibatı

2-Gelen doğrusal ışık veya güneş ışığı ışıması

3-Işık veya güneş ışığı ışımasının geçirilen doğrusal bileşeni

4-Işık veya güneş ışığı ışımasının geçirilen dağınık bileşeni

Şekil 1.3 : Geçirilen ışımanın doğrusal veya dağınık bileşenleri.

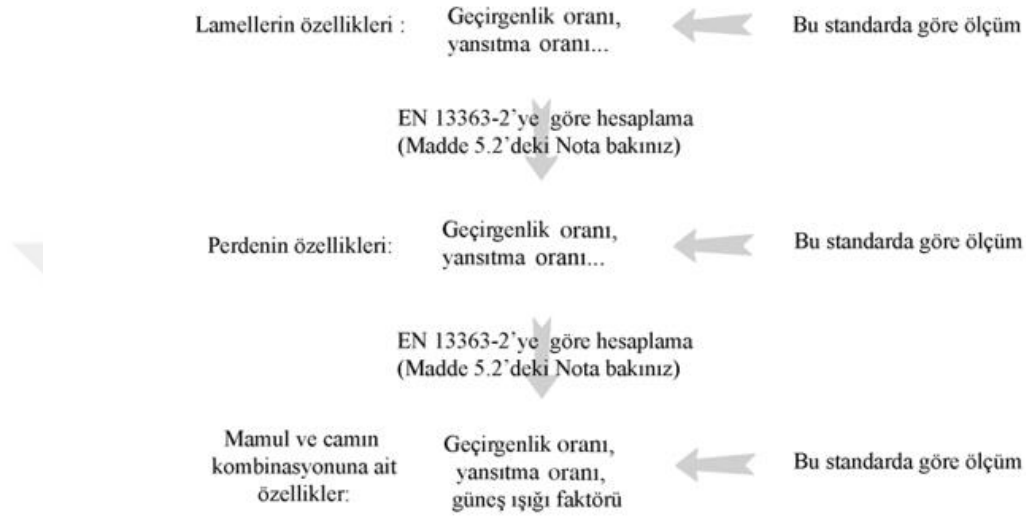
Optik oranlara ait kısaltmalar ve açıklamaları Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 : Optik oranlara ait kısaltmalar.

$\tau_{e, n-n}$	Dik-dik solar geçirgenlik oranı,
$\tau_{v, n-n}$	Dik-dik ışık geçirgenlik oranı,
$\tau_{v, n-dif}$	Dik-dağınık ışık geçirgenlik oranı,
$\tau_{v, n-h}$	Dik-yarı küresel ışık geçirgenlik oranı,
$\tau_{v, dir-h}$	Doğrusal-yarı küresel ışık geçirgenlik oranı,
$\tau_{e, n-h}$	Dik-yarı küresel solar geçirgenlik oranı,
$\tau_{e, dir-h}$	Doğrusal-yarı küresel solar geçirgenlik oranı,
$\rho_{v, n-h}$	Dik-yarı küresel ışık yansıtma oranı,
$\rho_{v, dir-h}$	Doğrusal-yarı küresel ışık yansıtma oranı,
$\rho_{e, n-h}$	Dik-yarı küresel solar yansıtma oranı,
$\rho_{e, dir-h}$	Doğrusal-yarı küresel solar yansıtma oranı,
$\tau_{v, dif-h}$	Dağınık-yarı küresel ışık geçirgenlik oranı,

1.3.1.4 Kullanılacak deney ve hesaplama yöntemleri

Perdelerin güneşe karşı koruma özellikleri EN 14500 standardında belirlenmiş ve ölçüm yöntemleri tarif edilmiştir. Güneşten koruma ekipmanlarının kompozit bir yapı olması halinde her bir bileşenin ölçümleri ayrı ayrı yapıp EN 13363-1 veya EN 13363-2'ye göre hesaplanarak kompozit yapının solar koruma özellikleri tespit edilmektedir. Bu durumdaki iş akış diyagramı Şekil 1.4'de verilmiştir.



Şekil 1.4 : Perdelerin solar özelliklerinin belirlenmesine yönelik süreç tarifleri.

1.3.2 Ölçüm prensipleri

EN 14500'e göre 2 farklı ölçüm metodu vardır. Bunlar spektral metot ve integral metodlardır. Malzemenin optik özellikleri ile ilişkili herhangi bir karakteristik, belirtilen aydınlatıcı ile geniş bant şartlarında yani integral veya tanımlanan λ dalga boyları için spektral olarak tayin edilmelidir. Spektral metottaki ilgili spektral karakteristik dik-yarı küresel spektral geçirgenlik oranı $\tau_{e, n-h}(\lambda)$ gibi, dalga boyunun fonksiyonu olarak ölçülür. Spektral ölçümler, ışık kaynağı olarak monokromatik ışık veya geniş spektrumlu ışık ile dedektör olarak spektrometre kullanılarak yapılır. Numunenin spektral karakteristiğinin bilindiği durumda, integral karakteristik EN 410'da verilen formüller kullanılarak hesaplanabilir. Integral metottaki ilgili ağırlıklı ortalama karakteristik, standart spektral güç dağılımı $S(\lambda)$ ve gereken bağıl ağırlıklı ortalama alma fonksiyonu olan geniş bantlı dedektör kullanılarak doğrudan ölçülür.

Solar özelliklerin geniş bant ölçümlerinde dik-yarı küresel güneş ışığı geçirgenlik oranı $(\tau_{e, n-h})$ dedektör sisteminin güneş ışığı dalga boyu aralığı boyunca tepkisi düz

olmalı ve gelen ışımanın spektral güç dağılımı $S(\lambda)$, EN 410 da belirtilen güneş spektrumuna karşılık gelmelidir. Işık karakteristiklerinin geniş bant ölçümlerinde dik-yarı küresel ışık geçirgenlik oranı ($\tau_{v, n-h}$) dedektörün hassasiyeti, insan gözünün fotopik spektral hassasiyetine $V(\lambda)$ karşılık gelmeli ve ışık kaynağının spektral güç dağılımı $S_{D65}(\lambda)$ (Çizelge 1.6) standart aydınlatıcı D_{65} 'e (EN 410'a göre) karşılık gelmelidir. Işık karakteristiklerinin geniş bant ölçümlerinde standart solar spektrum sağlayabilen spektral güç dağılımı $S(\lambda)$ olan ışık kaynağı ve spektral duyarlılığı $w(\lambda)$, $S(\lambda)w(\lambda)=S_{D65}(\lambda)V(\lambda)$ dedektör kullanılarak da yapılabilir. $\tau_v/\tau_e >1,5$ olan solar kontrol camı ile temiz cam arasındaki farkın % 4'den küçük olması halinde geniş bantlı ışık dedektör sisteminin doğruluğu belirlenmiş olur. Bu ölçümler kalibre edilmiş %2'lik doğruluğa sahip spektrodymetre ile yapılır.

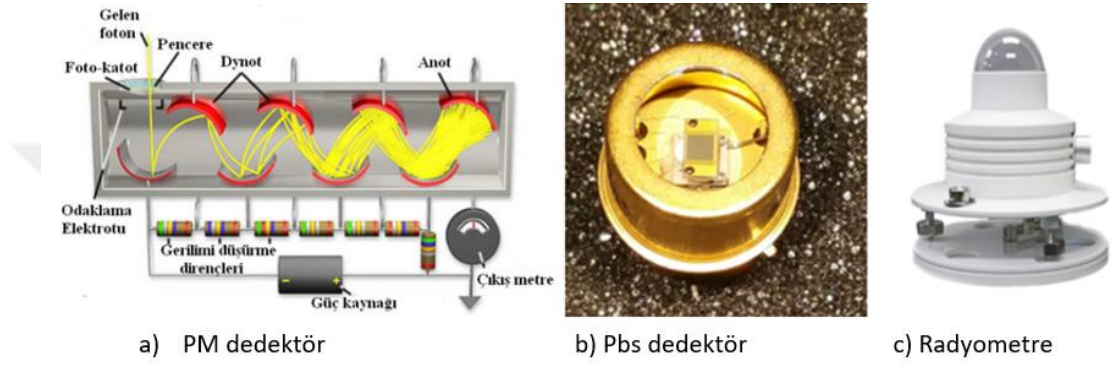
Ölçüm yapılan cihaz; ışıma yapan kısım, dedekte eden kısım, numune yerleştirme platformu olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Işıma üniteleri olarak tek ve çift ışık yollu cihazlar kullanılmaktadır. Her iki farklı ışıma tipine göre EN 14500 farklı metotlar tanımlamıştır.

Malzemelerin solar özelliklerinin ölçümünde polarizasyon önemli bir faktördür. Dik gelmeyen ışık durumunda Güneş ışığına karşı koruma tertibatlarının veya malzemelerin özellikleri, gelen ışık demetinin polarizasyon durumuna bağlıdır. Doğrusal ölçümler yalnızca kaynaktan, optik kayma veya odaklamadan (varsa) kaynaklanan hiçbir polarizasyonun olmama ve dedektörün polarizasyon hassasiyeti bulunmaması durumlarında, polarize olmamış ışık kaynağı kullanılarak yapılabilir. Dolayısıyla, ışık geliş açısı dik olmayan ölçümlerde, genel olarak, sırasıyla ışık geliş düzlemine dik düzlemde ve ışık geliş düzlemine paralel düzlemde tamamen doğrusal polarize olmuş gelen ışıma ile iki ayrı ölçüm yapılmalıdır. Daha sonra, polarize olmamış ışıma için özelliğin değeri, iki ölçüm sonucunun aritmetik ortalaması alınarak hesaplanır. Yansıtılan veya geçirilen ışıma, gelen ışıma polarize olmamış olsa bile, genellikle kısmen polarizedir. Lambadan yayılan ışıma da genellikle kısmen polarizedir. Toplama küresi içine giren ışık demeti, küre içinde birçok yansıma sebebiyle depolarize olur.

Dedektör olarak fotometreler, radyometreler, spektrodymetreler ve spektrofotometreler kullanılır (Şekil 1.5 ve Şekil 1.6).



Şekil 1.5 : Shimadzu UV-3600 spektrofotometre.



Şekil 1.6 : Dedektör çeşitlerine örnekler.

Bütün dedektör tiplerinde, yeterli doğrusallık ve düşük sıcaklığa bağımlılık hususunda gerekli itina gösterilmelidir. Yeterli bir ısınma süresinin geçmesi beklenmelidir. Işığa duyarlı alan üzerine gelen ışık demetinin konumuna bağlı hassasiyete sahip olarak, detektörden kaynaklanan hatalar olabilir. Perdelerin solar özelliklerinin ölçümü, geçen ışık ve reflekte olan ışık bazında yapıldığından numune yerleştirme platformunun küre numune tutucu olması gerekmektedir.

Toplama küresi (Ulbricht küresi), iç yüzeyinin tamamı ışığı dağıtıcı beyaz yansıtıcı olan içi boş küredir (Şekil 1.7). Bu optik cihaz, numuneden yansıtılan veya geçirilen akıyı toplamak ve numuneye tam bir yarı küreden izotropik ışığa göndermek için kullanılır. Dedektörler içi boş küre içine konumlandırılmıştır. Işık akısının bu dedektörlere gelmesi için kürede açıklıklar oluşturulmuştur. Bu açık kısımlara referans ve numune yerleşimine olanak sağlayacak numune tutucu aparatlar yerleştirilmektedir. Farklı numune durumlarına göre (katı, sıvı, toz) farklı numune tutucular kullanılmaktadır. (Şekil 1.8). Sıvılar için quartz kuvetler, tozlar için toz sıkıştırma aparatları, katılar için ise numune sıkıştırma aparatları kullanılmaktadır.

Küre içerisindeki dedektörler; doğrusal-yarı küresel yansıtma ve geçirgenlik oranları ile dağınık yansıtma ve geçirgenlik oranlarını ölçerler. Doğrusal-doğrusal ışık bileşenleri ise bu ölçümlerden birisi diğerinden çıkartılmak suretiyle hesaplanabilir.



Şekil 1.7 : Toplama küresi ve tampon.



a) Katı numune tutucu

b) Sıvı numune tutucu

c) Toz numune tutucu

Şekil 1.8 : Numune tutucular.

Kalın yarı şeffaf numunelerde geçen veya yansıyan ışığın ölçülmesi durumunda ışığın numune yan yüzeyinde geçme veya yansımaya uğrama olasılığı nedeniyle ölçümde özel güvenlik önlemleri alınmalıdır. Toplama küreleri parlak malzemelerin ölçümüne uygun değildir. Küre içi kaplamasının yansıtma oranı ne kadar büyük olursa, dedektörlerin hassasiyeti de o kadar yüksek olur. Bu hassasiyeti sağlanmasına yönelik olarak küre kaplaması olarak $BaSO_4$ veya sıkıştırılmış düşük yoğunluklu sinterlenmiş PTFE malzemeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Toplama kürelerinin gerisindeki ana fikir, küre cidarı iç yüzeyinin doğrusal olmayan aydınlatmasının veya ışımasının,

deney numunesinden veya referans numuneden geçen veya yansıyan akıya orantılı olduğu kabulüdür. Bu kabul, üzerinde açıklıklar olmayan, kusursuz izotropik dağınık yansıtma yapan küreler için doğrudur. Kürenin doğrudan ışıma yapan bölümlerinin aydınlatması veya ışıması, akıyla orantılı değildir. Dolayısıyla kürenin açık yerlerinin küre iç cidarı kaplama malzemesiyle yüzey oluşturulmuş tampon (Şekil 1.8) malzemelerle donatılması gereklidir. Küre cidarı $BaSO_4$ ile kaplanmış ise bu tampon yüzeylerde $BaSO_4$ ile kaplanmalıdır. Tampon malzemelerin tüm yüzeyinin bu malzeme ile kaplamasına gerek yoktur. Sadece açıklığa denk gelen kısmın kaplanması yeterli olacaktır. Bu sayede numune ve referans yerleştirme yerleri ışık geçişine izin verirken diğer açıklıklar kapatıldığından küre açıksız hale gelmiş olur. Kürenin dış yüzeyi yansıyan ışıkların yan etkisini sönmölemek için siyah boyalı olmalıdır. Küre içindeki tüm dedektörlerin ilave bir tampon ile donatılmış olması gerekir. Bu sayede numune veya referans açıklıkları ile dedektörler arasında bir perde oluşturulmuş olur. Dedektörlere numune veya referanstan gelen doğrusal ışıklar ulaşmazken sadece küre yüzeyinden dağınık olarak yansıyan ışınlar ulaşır. Referanstan gelen ışığın dedektöre ulaşması iki farklı yolla yapılabilir. Bunlardan birisi dağınık yansımadır ve bu reflektansı 0,85-1 arasında olan sinterlenmiş PTFE kaplama ile yapılır. Diğer aynasal yansımadır ki bu reflektansı 0,85-1 arasında olan aynalar ile yapılır.

1.3.3 Ölçüm metotları

Geçirgenlik oranı ve yansıtma oranı spektral ölçümler sonucu elde edilmiş ise, Güneş ışığı ve ışık oranları, EN 410'da tarif edilen işleme göre hesaplanır.

Geçirgenlik oranı ve yansıtma oranı geniş bant ölçümler sonucu elde edilmiş ise, bu ölçümler doğrudan güneş ışığı ve ışık oranlarını verir. Bu oranları belirleyen unsurlar, ışık kaynağı spektrumu ve sistemin (küre ve dedektör) spektral tepkisidir.

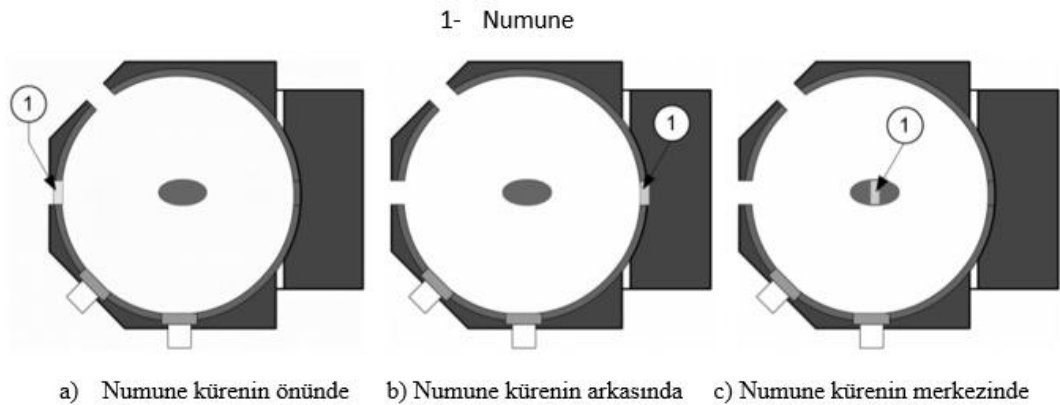
1.3.3.1 Tek ışık yollu metot

Tek ışık yollu cihazlarda numune değişimli yöntem uygulanır. Bu yöntemde deney numunesi ve referans numune, birisi diğerinden sonra gelecek şekilde aynı küre yuvası üzerinde ölçüme tabi tutulur. Sonuç olarak, küre içine bakan yüzeyleri farklı yansıtma oranı özellikleri gösteren iki numunede, küre cidarının ortalama yansıtma oranı değeri, deney numunesiyle yapılan ölçümde ve referans numuneyle yapılan ölçümde değişiklik gösterir. Bu metot kullanım zorluğu ve analizinin uzun sürmesinden dolayı

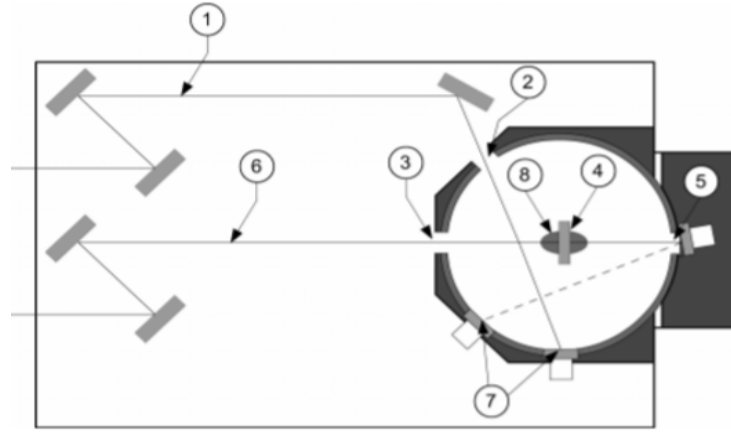
yaygın uygulanmamaktadır. Ticari olarak kullanılan cihazlar iki ışık yollu cihazlar olup analizler bu cihazlarla yapılmaktadır.

1.3.3.2 Çift ışık yollu metot

Doğrusal-yarı küresel ölçümler için, çift ışık yollu spektrofotometrede toplama küresi şekli ve açıklık yerleri Şekil 1.10’da gösterilmiştir. Bu metot bazında çalışmada tek ışık yollu cihazların aksine referans ve örnekten geçen ışıklar aynı anda dedektöre ulaşır. Bu yöntemde numune ön pencereye, küre içine veya arka pencereye yerleştirilebilir (Şekil 1.9). Çalışmamızda küre içine numune yerleştirme şeklinde çalışan cihaz kullanılmadığından buna yönelik açıklamalar verilmemiştir. Dedektörler küre içine ve tam orta noktasına yerleştirilmiştir. En az iki dedektör kullanılır. Dedektörden biri küre tabanına, diğeri küre tavanına yerleştirilir. Işık geçirgenliğinin ölçülmesi durumunda numune 3 nolu açıklığa yerleştirilir. Referanstan gelen ışık yeri, 2 nolu yuva daima açıktır. Bu durumda 5 ve 7 nolu açıklıklar tampon ile kapatılmalıdır. Referanstan gelen ışık 7 nolu tampon yüzeyinden dağınık yansıyarak dedektöre ulaşır. Numuneden gelen ışık ise 5 nolu tampon yüzeyinden dağınık yansıyarak dedektöre ulaşır. Hem referans açıklıktan gelen hem de 3 nolu açıklıktaki numuneden gelen doğrusal ışık dedektöre ulaşmadan tamponlara ulaşır. Işık yansıtmasının ölçülmesi durumunda 7 nolu açıklık kapatılmalı, 5 nolu açıklığa numune yerleştirilmelidir. Numuneden geçen ışık ile referanstan geçen ışığın aynı akıya sahip olmaması nedeni ile ölçümden önce cihazda baseline alınmalıdır. Bu sayede referans hattından gelen ışık ile numune hattından gelen ışık akıları birbirine benzer hale getirilir.



Şekil 1.9 : Farklı numune yerleşim konfigürasyonları.



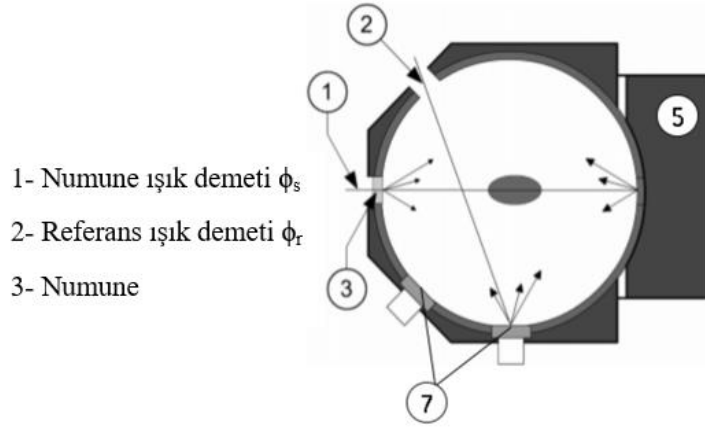
- 1- Referans ışık demeti ϕ_r
- 2- 2 Nolu yuva
- 3- 3 Nolu yuva
- 4- 4 Nolu destek
- 5- 5 Nolu yuva
- 6- Numune ışık demeti ϕ_s
- 7- Referans yuva
- 8- Dedektör (kürenin en alçak ya da en yüksek noktasında)

Şekil 1.10 : Çift ışık demeti gönderen spektrofotometrenin şematik gösterimi.

Doğrusal–yarı küresel geçirgenlik ölçümü için numune yerleşimi ve küre açıklık yerlerinin kapatılması Şekil 1.11 gibi yapılmalıdır. Bu konfigürasyondaki çalışmada numune 3 nolu açıklığa yerleştirilir. Numuneye doğrusal gelen ışık numuneden geçerken hem dağılmaya uğrayarak dedektöre ulaşır hem de numune içerisinden doğrusal geçerek 5 nolu tampon yüzeyine çarparak dağınık formda dedektöre gelir. Referans ışık ise açıklıktan doğrusal olarak gelerek 7 nolu tampon yüzeyine çarpıp yansiyarak dağınık formda dedektöre ulaşır. Numuneden gelen ışık akısı ($\tau_{dir-h} \phi_s$) referanstan gelen ışık akısına (ϕ_r) oranlanarak Denklem 1.1’de gösterildiği gibi numunenin ışık geçirgenlik oranı doğrusal-yarı küresel (τ_{dir-h}) olarak ölçülür.

$$\tau_{dir-h} = \frac{\tau_{dir-h} \phi_s}{\phi_r} \quad (1.1)$$

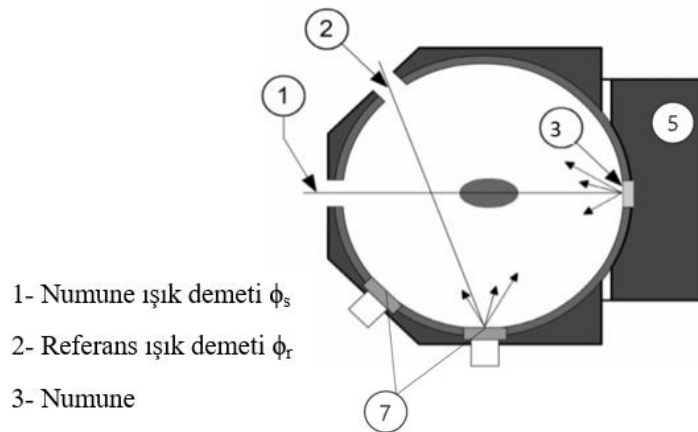
Doğrusal-dağınık geçirgenlik ($\tau_{dir-dif}$) sadece 5 nolu yuvanın açık olması farklılığı dışında, doğrusal-yarı küresel geçirgenlik konfigürasyonu ile aynı tayin edilir. Bu tip çalışmada numune içinden geçen dağınık ışık dedektöre ulaşırken, numune içinden geçen doğrusal ışık 5 nolu açıklıktan dışarı çıkacağından küre içindeki dedektörler tarafından ölçülmez.



Şekil 1.11 : Doğrusal–yarı küresel geçirgenlik oranı ölçüm işlemi.

Doğrusal-yarı küresel yansıtma ($\rho_{\text{dir-h}}$) ölçümü için numune yerleşimi ve küre açıklık yerlerinin kapatılması Şekil 1.12’deki gibi yapılmalıdır. Bu konfigürasyondaki çalışmada numune 5 nolu açıklığa yerleştirilir. 3 nolu açıklık numuneye ışığın gelmesi için açık bırakılır. 3 nolu açıklıktan numuneye doğrusal gelen ışık numuneden dağınık yansiyarak dedektöre gelir. 2 nolu açıklıktan gelen referans ışık ise 7 nolu açıklıktaki tampon yüzeyden dağınık yansiyarak dedektöre ulaşır. Numuneden yansıyan ışık akısı ($\rho_{s, \text{dir-h}} \phi_s$) referanstan yansıyan ışık akısına (ϕ_r) oranlanarak Denklem 1.2’ deki gibi numunenin ışık yansıtma oranı doğrusal-yarı küresel ($\rho_{s, \text{dir-h}}$) olarak ölçülür.

$$\rho_{s, \text{dir-h}} = \frac{\rho_{s, \text{dir-h}} \phi_s}{\phi_r} \quad (1.2)$$



Şekil 1.12 : Doğrusal-yarı küresel yansıtma oranını ölçüm işlemi – Küre cidarına monte edilmiş numune.

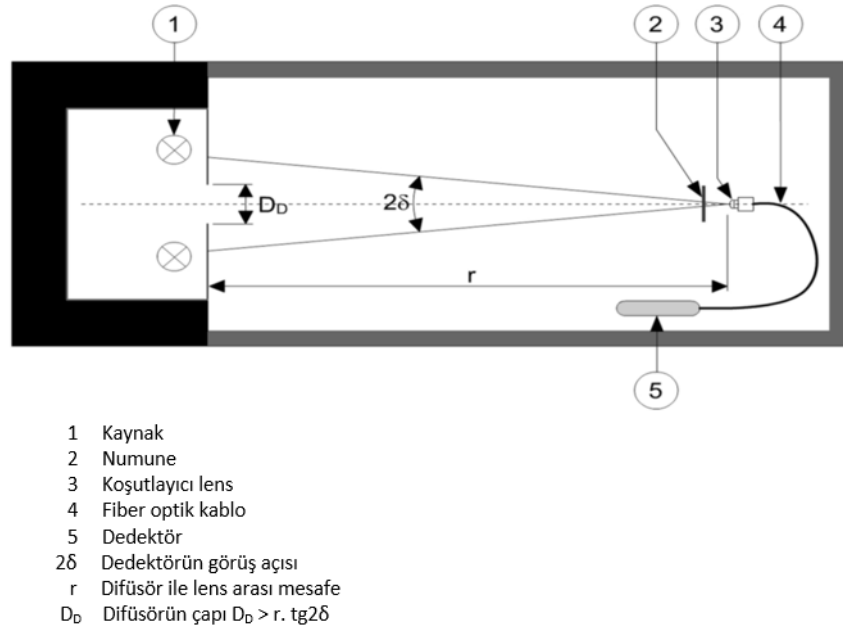
Dik-yarı küresel geçirgenlik oranı (τ_{n-h}) ve dik-yarı küresel solar yansıtma oranı (ρ_{n-h}), doğrusal-yarı küresel geçirgenlik oranı (τ_{dir-h}) ve doğrusal-yarı küresel yansıtma oranı (ρ_{dir-h}) ölçümü için tarif edilen işlemlere göre tayin edilmelidir. Geçirgenlik oranı ölçümü durumunda ışık demetinin geliş açısı $\theta = 0$, yansıtma oranı ölçümü durumunda ise ışık demetinin geliş açısı $\theta \leq 8^\circ$ olmalıdır.

Aynasal veya karışık geçirgenliğe sahip numunelerin dik-dik solar geçirgenlik oranı (τ_{n-n}) Şekil 1.13’de gösterilen düzenek kullanılarak ölçülebilir.

1 nolu ışık kaynağı ışık yayma alanı boyunca düzgün ışığa veya aydınlatma yapan difüzöre ve önceden belirlenmiş spektral güç dağıtımına sahip olmalıdır.

5 nolu dedektör $2\delta = 10^\circ$ olan bir ışığa ölçebilmelidir.

Difüzörün ışık yayılma alanının çapı D_D ; $D_D > r \cdot \tan 2\delta$ bağıntısını sağlamalıdır. Burada 2δ ; dedektörün görüş açısı, r ise difüzör ile lens arasındaki mesafedir. Numune doğrudan dedektörün önüne, ışık demetine dik doğrultuda konumlanmalıdır.



Şekil 1.13 : Aynasal-karışık geçirgenlik oranına sahip numunelerde τ_{n-n} ölçümü.

Dik-dik geçirgenlik oranı (τ_{n-n}) ölçümünde; ϕ_x (dedektör önünde numune varken ışık akısı), ϕ_n (dedektör önünde numune yokken ışık akısı), ϕ_0 (dedektör, kaynak alanı içinde kalmayacak şekilde düşey eksen etrafında yaklaşık 4δ açıyla döndürüldüğünde numunenin akısı) şeklinde tanımlanabilir. Değerleri ölçülür ve Denklem 1.3’de yerine konularak dik-dik geçirgenlik oranı (τ_{n-n}) hesaplanır. Dik-dik geçirgenlik oranı Şekil

1.13’de verilen ölçüm sistemi kullanılmadan da tespit edilebilmektedir. Bu tespit dik-dağınık ışık geçirgenlik oranı ($\tau_{v, n-dif}$) değerinin Denklem 1.4 kullanılarak hesaplama yoluyla yapılır. Denklem 1.4’deki dik-yarıküresel geçirgenlik spektrofotometrede ölçülür. Dik-yarı küresel geçirgenlik ölçümü doğrusal-yarı küresel geçirgenlik ölçüm konfigürasyonuna göre yapılır. Dik-yarı küresel geçirgenlik ölçümünde 5 nolu göz kapalı tutulurken dik-dağınık geçirgenlik için 5 nolu göz açık tutulmalıdır.

$$\tau_{n-n} = \frac{\phi_x - \phi_0}{\phi_n - \phi_0} \quad (1.3)$$

$$\tau_{n-n} = \tau_{n-h} - \tau_{n-dif} \quad (1.4)$$

Dağınık-yarı küresel geçirgenlik oranı (τ_{dif-h}) ölçümü, doğrusal-yarıküresel geçirgenlik oranı (τ_{dir-h}) gibidir. Benzer cihaz konfigürasyonunda yapılır. Tek farkı radyasyon kaynağının dağınık ışık üretmesidir. Işık kaynağı dağınık ışık verdiğinde doğrusal-yarıküresel ölçüm modunda dağınık-yarıküresel geçirgenlik oranı ölçülür. Birçok kumaş için (τ_{dir-h}) sadece ışık geliş açısına bağlıdır. Bunun anlamı, ışık geliş açısının sabit olduğu durumda perde kumaşının gelen ışıma göre bağlı yönelişi değiştiğinde (τ_{dir-h})’nin değişmediğidir. Dağınık-yarı küresel geçirgenlik ölçümü spektrofotometrelerin doğrusal ışık vermesinden dolayı zordur. Bu nedenle bu tipte numunelerde (τ_{dir-h}) değeri Denklem 1.5 ile hesaplanabilir.

$$\tau_{dif-h} = \sum_{k=0}^6 a_k - \tau_{dir-h} \quad (15k) \quad (1.5)$$

Burada;

$$a_0 = 0,0170 \quad a_4 = 0,2241$$

$$a_1 = 0,1294 \quad a_5 = 0,1294$$

$$a_2 = 0,2241 \quad a_7 = 0,0170$$

$$a_3 = 0,2588$$

Açıya bağlı geçirgenlik verisinin bulunmaması sebebiyle Denklem 1.5’e göre hesaplama yapılması mümkün olmadığında perde kumaşları için yaklaşık sonuç veren Denklem 1.6 kullanılarak dağınık-yarı küresel geçirgenlik oranı (τ_{dif-h}) hesaplanır.

$$\tau_{dif-h} \cong 0,73835 \tau_{n-n} - 0,89050 \tau_{n-dif} \quad (1.6)$$

1.3.3.3 Perde açıklık katsayısının tayini

Mat malzemeden yapılmış perde kumaşları için perde açıklık katsayısı EN 13363-2'deki formül kullanılarak hesaplanan solar faktör ve açıklık katsayısı arasında ilişki mevcuttur. Bu ilişki perdenin içinden hava geçişine imkan veren perde açıklıkları ve perdelerin IR geçirgenliğiyle alakalıdır.

Açıklık katsayısı kumaşın boşluk alanının kumaşın toplam alanına oranıdır. Ayrıca açıklık katsayısı Denklem 1.7 ile hesaplanabilmektedir.

$$C_0 = \tau_{v, n-n} \text{ (Dik-dik ışık geçirgenlik oranı)} \quad (1.7)$$

Sadece rengi farklı olan aynı kumaşlar için perde açıklık katsayısının renkten bağımsız olduğu kabul edilebilir. Perde açıklık katsayısı değeri, en koyu perde kumaşı için ölçülmelidir.

1.3.3.4 EN 410 standardına göre solar özelliklerin hesaplanması

Gelen elektromanyetik radyasyonun yarı paralel ve normale yakın olması durumunda (EN 410, 1977) perdelerin solar özellikleri Çizelge 1.2'de verilen D_{65} aydınlatıcısının radyasyon dağılımı, (Çizelge 1.3)'deki solar radyasyon ve (Çizelge 1.4)'deki ultraviyole radyasyon kullanılarak belirlenir.

Perdelerin solar özellikleri şunlardır:

- 300-2500 nm dalga boyu aralığında spektral geçirgenlik $\tau(\lambda)$ ve spektral yansıtma oranı $\rho(\lambda)$
- D_{65} aydınlatıcısı durumunda ışık geçirgenlik oranı (τ_v) ve ışık yansıtma oranı (ρ_v)
- Solar geçirgenlik oranı (τ_e) ve solar yansıtma oranı (ρ_e)
- Toplam solar enerji geçirgenliği (solar faktör-g)
- UV geçirgenlik oranı τ_{uv} ,
- Genel renk oluşturma indeksi R_a

Çizelge 1.2 : Aydınlatıcı D₆₅'in normalleştirilmiş bağıl spektral dağılımı D_λ'nın spektral ışık verimliliği V(λ) ve dalga boyu (Δλ) ile çarpımı.

λ nm	D _λ V(λ)Δλ	λ nm	D _λ V(λ)Δλ
380	0,000000	580	0,078994
390	0,000005	590	0,063306
400	0,000030	600	0,053542
410	0,000103	610	0,042491
420	0,000352	620	0,031502
430	0,000948	630	0,020812
440	0,002274	640	0,013810
450	0,004192	650	0,008070
460	0,006663	660	0,004612
470	0,009850	670	0,002485
480	0,015189	680	0,001255
490	0,021336	690	0,000536
500	0,033491	700	0,000276
510	0,051393	710	0,000146
520	0,070523	720	0,000057
530	0,087990	730	0,000035
540	0,094427	740	0,000021
550	0,098077	750	0,000008
560	0,094306	760	0,000001
570	0,086891	770	0,000000
		780	0,000000

Çizelge 1.3 : Dalga boyu ile çarpılmış küresel solar radyasyonun normalleştirilmiş karşılaştırmalı spektral dağılımı.

λ nm	$S_{\lambda}\Delta\lambda^1$	λ nm	$S_{\lambda}\Delta\lambda^1$
300	0,0005	1000	0,0329
320	0,0069	1050	0,0306
340	0,0122	1100	0,0185
360	0,0145	1150	0,0136
380	0,0177	1200	0,0210
400	0,0235	1250	0,0211
420	0,0268	1300	0,0166
440	0,0294	1350	0,0042
460	0,0343	1400	0,0010
480	0,0339	1450	0,0044
500	0,0326	1500	0,0095
520	0,0318	1550	0,0123
540	0,0321	1600	0,0110
560	0,0312	1650	0,0106
580	0,0294	1700	0,0093
600	0,0289	1750	0,0068
620	0,0289	1800	0,0024
640	0,0280	1850	0,0005
660	0,0273	1900	0,0002
680	0,0246	1950	0,0012
700	0,0237	2000	0,0030
720	0,0220	2050	0,0037
740	0,0230	2100	0,0057
760	0,0199	2200	0,0066
780	0,0211	2300	0,0060
800	0,0330	2400	0,0041
850	0,0453	2500	0,0006
900	0,0381		
950	0,0220		

- ¹⁾ Solar radyasyonun göreceli (relative) spektral dağılımı (doğrusal ve dağınık) şu şartlar altında hesaplanmıştır: hava kütlesi 0 1, atmosferdeki su oranı = 1,42 cm, ozon içeriği: 0,34 cm, (standart basınç ve sıcaklıkta) yeryüzünün albedosu= 0,2 aerosol bitişinin spectral optic derinliği ($\lambda=500\text{nm}$) = 0,1 (*Solar Spectral Irradiance*, 1989).

Çizelge 1.4 : Dalga boyu aralığı ($\Delta\lambda$) ile çarpılan küresel solar radyasyonun UV kısmının normalleştirilmiş karşılaştırılmalı spektral dağılımı.

λ nm	$U_\lambda\Delta\lambda$
282,5	0,0000
287,5	0,0000
292,5	0,0000
297,5	0,0008
302,5	0,0046
307,5	0,0137
312,5	0,0275
317,5	0,0412
322,5	0,0559
327,5	0,0657
332,5	0,0706
337,5	0,0726
342,5	0,0745
347,5	0,0760
352,5	0,0770
357,5	0,0790
362,5	0,0804
367,5	0,0834
372,5	0,0863
377,5	0,0907

• *Işık geçirgenlik Oranı*

Perdenin ışık geçirgenliği τ_v Denklem 1.8 kullanılarak hesaplanır.

$$\tau_v = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda \tau(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda} \quad (1.8)$$

Burada;

D_λ aydınlatıcı D_{65} ' in bağıl spektral dağılımıdır.

$\tau(\lambda)$ perdenin spektral geçirgenliğidir.

$V(\lambda)$ spektral ışık verimliliğidir.

$\Delta\lambda$ ise dalga boyu aralığıdır.

10 nm'lik dalga boyu aralıkları için $D_\lambda V(\lambda) \Delta(\lambda)$ değerlerini Çizelge 1.2'de görülmektedir. Bu çizelge $\sum D_\lambda V(\lambda) \Delta(\lambda) = 1$ olacak şekilde hazırlanmıştır. Çoklu perde olması durumunda, bunların spektral geçirgenlikleri, aynı bileşenlerin spektral geçirgenliklerinden ve yansımalarından Denklem 1.9 kullanılarak hesaplanır.

$$\tau(\lambda) = \frac{\tau_1(\lambda)\tau_2(\lambda)}{1-\rho'_1(\lambda)\rho_2(\lambda)} \quad (1.9)$$

Burada;

$\tau_1(\lambda)$ dış perdenin spektral geçirgenlik oranıdır.

$\tau_2(\lambda)$ iç perdenin spektral geçirgenlik oranıdır.

$\rho'_1(\lambda)$ gelen radyasyona zıt yönde ölçülen dış perdenin spektral yansıtma oranıdır.

$\rho_2(\lambda)$ iç perdenin spektral yansıtma oranıdır ve gelen radyasyon yönünde ölçülür.

• *Işık yansıtma oranı*

Perdenin ışık yansıtma oranı ρ_v Denklem 1.10 kullanılarak hesaplanır.

$$\rho_v = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda \rho(\lambda) V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_\lambda V(\lambda) \Delta\lambda} \quad (1.10)$$

D_λ , $V(\lambda)$, $\Delta\lambda$ değerleri Denklem 1.8 de açıklandığı gibidir.

$\rho(\lambda)$ perdenin spektral yansıtma oranıdır.

Çoklu perdenin olması durumunda, spektral yansıtma oranı tek tek bileşenlerin spektral geçirgenliklerinden ve spektral yansımalarından Denklem 1.11'deki gibi hesaplanır.

$$\rho(\lambda) = \rho_1(\lambda) + \frac{\tau_1^2(\lambda)\rho_2(\lambda)}{1-\rho'_1(\lambda)\rho_2(\lambda)} \quad (1.11)$$

$\tau_1(\lambda)$, $\rho_2(\lambda)$, $\rho'_1(\lambda)$ Denklem 1.9'de açıklandığı gibidir.

$\rho_1(\lambda)$ ise gelen radyasyon yönünde ölçülen dış perdenin spektral yansıtma oranıdır.

• *Solar geçirgenlik oranı*

Toplam solar enerji geçirgenliği (g), doğrudan solar geçirgenlik oranı (τ_e) ve perdenin içeriye doğru ikincil ısı transfer faktörü (q_i) verileri Denklem 1.12'de kullanılarak hesaplanır. Perdenin ikincil ısı transfer faktörü, perdenin konveksiyon yoluyla ısı transferinden ve uzun dalga boylu IR radyasyonunun perde tarafından absorblanması ve sonrasında radyasyonun ısıya dönüştürülmesinden dolayı oluşan ısıdan kaynaklanır.

$$g = \tau_e + q_i \quad (1.12)$$

Güneşten gelen solar radyasyon akısı geçirilen kısım $\tau_e \phi_e$, yansıyan kısım $\rho_e \phi_e$, soğurulan kısım $\alpha_e \phi_e$ olmak üzere Şekil-1.14 farklı duruma uğrar.

Burada; τ_e solar geçirgenlik oranı, ρ_e solar yansıtma oranı, ve α_e solar absorpsiyon oranıdır.

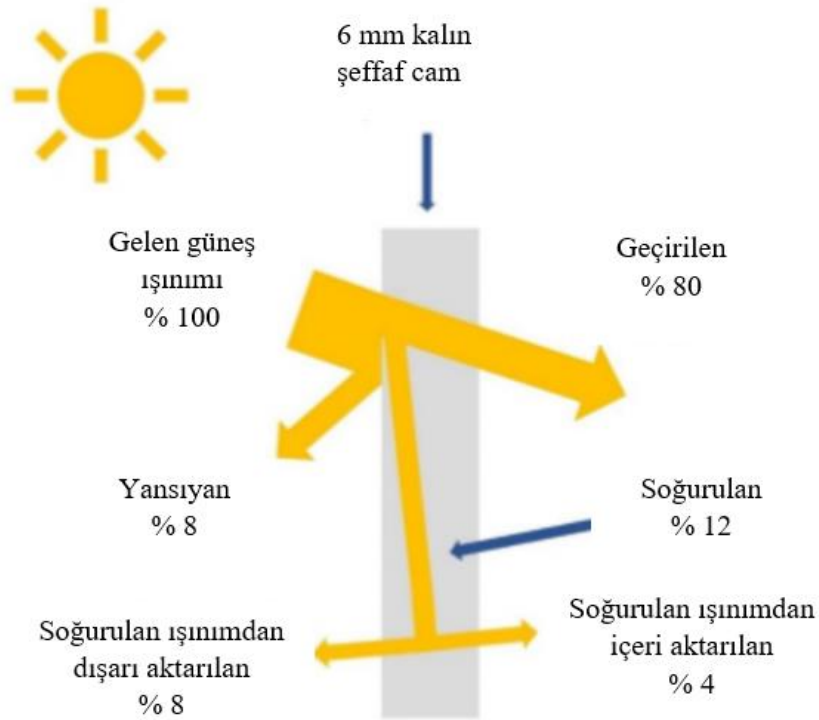
Bu 3 özellik arasındaki ilişki Denklem 1.13’ de görüldüğü gibidir.

$$\tau_e + \rho_e + \alpha_e = 1 \text{ veya } 100 (\% \text{ olması durumunda}) \quad (1.13)$$

Soğurulan kısım daha sonra sırayla içeriye ve dışarıya aktarılan enerji olan $q_i \phi_e$ ve $q_e \phi_e$ olmak üzere Denklem 1.14’de görüldüğü gibi ikiye ayrılır.

$$\alpha_e = q_i + q_e \quad (1.14)$$

q_i perdenin içeriye doğru ikincil ısı transfer faktörü, q_e ise perdenin dışarıya doğru ikincil ısı transfer faktörüdür.



Şekil 1.14 : Şeffaf camda güneş radyasyonunun dağılımı (Manasoğlu, 2022).

Perdenin solar geçirgenlik oranı (τ_e) Denklem 1.15 kullanılarak hesaplanır.

$$\tau_e = \frac{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \tau(\lambda) \Delta \lambda}{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \Delta \lambda} \quad (1.15)$$

S_λ ; solar ışıının spektral dağılımıdır.

τ_λ ; perdenin spektral geçirgenliğidir.

$\Delta\lambda$; dalga boyu aralığıdır.

Çoklu perde olması durumunda spektral geçirgenlik oranı Denklem 1.9'e göre hesaplanır. Solar ışıının bağıl spektral dağılımı (*Solar Spectral Irradiance*, 1989) belirtilen solar ışıının geçirgenliğinin hesaplamasında kullanılır. Buna karşılık gelen S_λ , $\Delta\lambda$ değerleri Çizelge 1.3'de verilmiştir ve bu çizelge $\sum S_\lambda \Delta\lambda = 1$ kabulüyle hesaplanmıştır.

Gerçek durumların aksine basitleştirmek için her zaman güneş ışıının spektral dağılımının (Çizelge 1.3) atmosferik koşullara (örneğin toz, kir, nem içeriği) bağlı olmadığı ve gelen güneş ışıının paralel bir ışıın olarak cama çarptığı varsayılır. Bu nedenle oluşan hatalar çok küçüktür.

- *Solar yansıtma oranı*

Perdenin solar yansıtma oranı (ρ_e) Denklem 1.16'daki gibi hesaplanır.

$$\rho_e = \frac{\sum_{\lambda=300\text{ nm}}^{2500\text{ nm}} S_\lambda \rho(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=300\text{ nm}}^{2500\text{ nm}} S_\lambda \Delta\lambda} \quad (1.16)$$

S_λ , $\Delta\lambda$, $\rho(\lambda)$ değerleri sırasıyla Denklem 1.15, Denklem 1.8 ve Denklem 1.10'da açıklandığı gibidir.

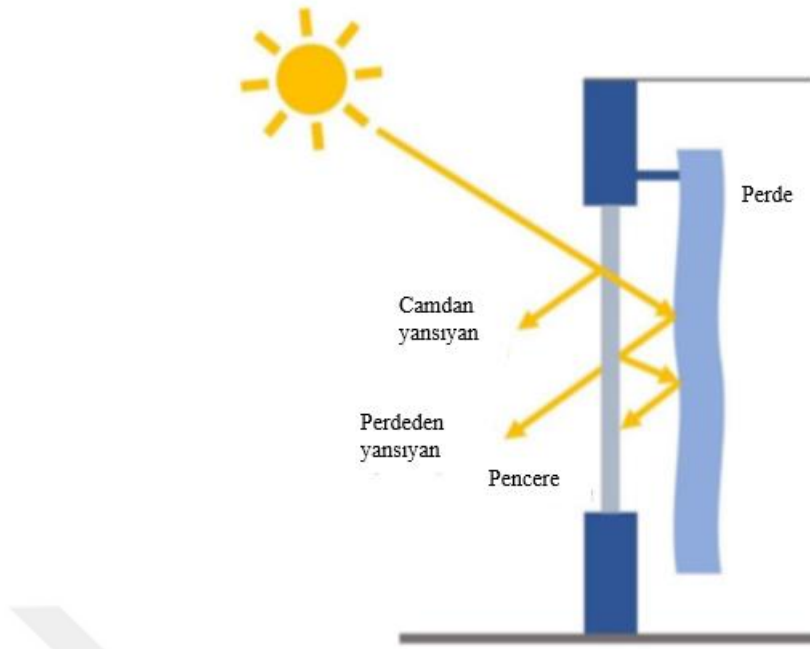
Çoklu perdenin spektral yansıtma oranı $\rho(\lambda)$ ise Denklem 1.11'e göre hesaplanır.

- *Solar absorpsiyon oranı*

(α_e) Denklem 1.13 ile hesaplanır.

- *İçeriye doğru ikincil ısı transfer faktörü*

EN 410 standardı pencerelere yönelik olarak hazırlandığından ısı transferini dışarıdan içeriye ve içeriden dışarıya pencereden geçmesi durumu öngörülmüştür. Bu kabul ile formüller oluşturulmuştur. Dolayısıyla ısı transferi denklemlerinin perdeye uygulanması olanak dahilinde olmadığı görüşüne varılmıştır. Perde ile cam arasında hava boşluğu olduğundan camdan geçen ısıının perdeden içeriye geçişinin nasıl olacağına yönelik farklı metotlar kullanılmaktadır. Güneş ışıını camdan geçtikten sonra perdeye temas ettiğinde farklı durumlar ortaya gelmektedir (Şekil 1.15).



Şekil 1.15 : Solar enerjinin pencere ve perde sistemleri üzerindeki davranışı (Manasoğlu, 2022).

Camdan geçen ısı transferi için EN 410 standardı kullanılmaktadır. İçeriye doğru ikincil ısı transfer faktörünün hesaplanması için ρ_1 ; camın dışarıya doğru, h_e ; içeriye doğru, h_i ; ısı transfer katsayısına ihtiyaç vardır. Bu değerleri esas olarak camın konumuna, rüzgar hızına, iç ve dış sıcaklıklara ve camın yüzeylerinin (iç taraf ve dış taraftaki yüzey) sıcaklıklarına bağlıdır. EN 410 standardında bu şartlar standartlaştırılmış ve genel kurallar şu şekilde belirlenmiştir.

- Camın pozisyonu: Dikey
- Camın iç yüzeyi: Doğal konveksiyon opsiyonlu yayınım
- Camın dış yüzeyi: Rüzgâr hızı: 4 m/s, yayınım katsayısı: 0,837
- Hava boşluğu: Hareketsiz.

Bu koşullar altında, ortalama h_e , h_i için standart değerler elde edilir.

$$h_e = 23 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$$

$$h_i = 3,6 + \frac{4,4 \epsilon_i}{0,837} \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$$

Burada ϵ_i yüzeyin ısı yama özelliği olan (emissivity) yayınım katsayısıdır. Bu değer; $0 \leq \epsilon \leq 1$ aralığında değişir ve yüzeyin siyah cisme nazaran enerji yama etkinliğini göstermektedir. Siyah cisim için ise ϵ_i değeri 1'dir. Yayınım oranı değerleri

yüzeyin yapısına, büyük oranda bağlıdır (Çengel & Ghajar, 2015). Soda-kireç camı ve boraksilat camı için bu değer $\epsilon_i = 0,837$ ve $h_i = 8 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ dir. Düzeltilmiş emisyon EN 673 ya da prEN12898'e göre hesaplanmalı ve ölçülmelidir.

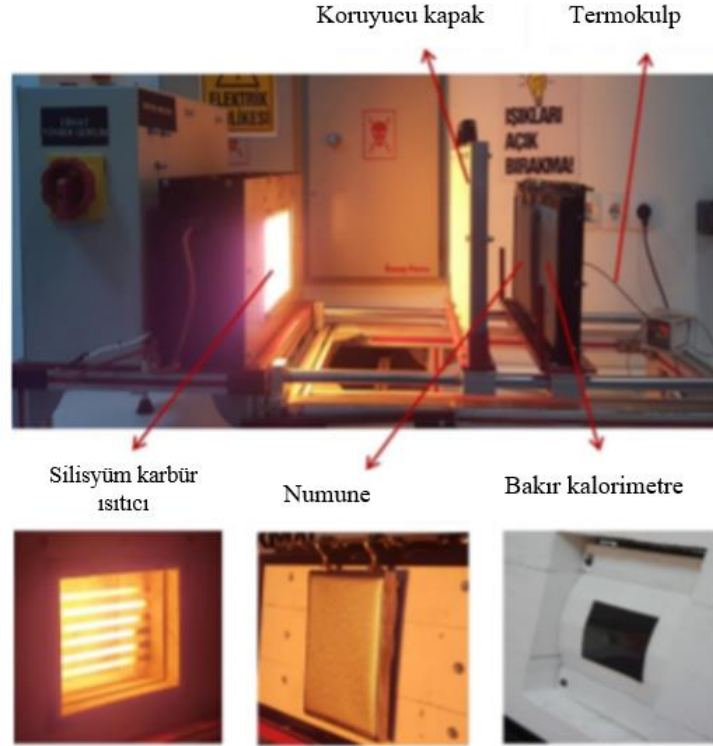
Perdelerdeki ısı iletim durumunun incelendiği (Manasoğlu, 2022) doktora tezinde iletimle (kontakt) ısı transferi prensibine dayanan ısı iletim katsayısı testlerine ilave olarak, özellikle perdelik kullanıma yönelik numunelerde radyan ısı geçişinin değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür. Çalışma kapsamında Prof. Dr. Kenan Yıldırım tarafından tasarlanan ve Haşimoğlu Mamatlar Makine tarafından Şekil 1.16'de görülen cihaz geliştirilmiştir. EN ISO 6942 standardına göre çalışan cihaz radyan ısı transferini ölçerek, ısı geçiş faktörü (TF %) ve kumaştan geçen ısı akısı yoğunluğunu (Q_c , kW/m²) belirlenmiştir. Bu iki parametre test başlangıç sıcaklığına göre $12 \pm 0,1$ ve $24 \pm 0,2$ °C artışlar için gereken sürelerin (t_{12} ve t_{24}) ölçülmesi ve kaydedilmesi ile hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında geçen ısı akısı yoğunluğu Q_c , Denklem 1.17'deki formüle göre belirlenmiştir.

$$Q_c = \frac{M \cdot C_p \cdot 12}{A(t_{24} - t_{12})} \quad (1.17)$$

Burada M; bakır levhanın kütlesi (22×10^{-3} kg), C_p ; bakırın özgül ısısı ($0,385 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$), $12/(t_{24} - t_{12})$; 12°C ile 24°C sıcaklık artışı arasındaki bölgede kalorimetre sıcaklığının ortalama artış hızı ($^\circ\text{C/s}$), A; bakır levhanın alanı ($25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$) olarak ifade edilmektedir. Yapılan çalışmada ısı geçiş faktörü TF (Q_0) başlangıç ısı akısının (Q_0 , kW/m²) seviyesine göre Denklem 1.18 ile hesaplanmıştır.

$$TF(Q_0) = \frac{Q_c}{Q_0} \quad (1.18)$$

Başlangıç ısı akısı yoğunluğu (Q_0) standartta düşük seviye olarak ifade edilen 5 kW/m^2 olarak seçilmiştir. Gerekli ısı akısı, silisyum karbür ısıtıcı çubuklar ile sağlanmış ve numuneler çerçeve şeklinde bir numune tutucuya yerleştirilerek radyan ısıya maruz bırakılmıştır. Manuel olarak kullanılan bir koruyucu kapak (ısı kalkanı) yardımı ile kontrol edilmiş ve kalorimetredeki $12 \pm 0,1$ ve $24 \pm 0,2$ °C sıcaklık artışları için geçen süreler kaydedilmiştir. Gerekli veriler girilerek yukarıdaki denklemlere göre hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 1.16 : Radyan ısı geçişi ölçümü (Manasoğlu, 2022).

Perdelerin radyan ısı iletim katsayısının bu metot ile ölçülmesi ile perdelerin ısıl konforu tespit edilebilmektedir. EN 410 da ısıl konforu hesaplanan cama ilave olarak söz konusu metoda göre ölçülen kumaşın ısıl konfor değerleri eklenerek toplam ikincil ısı transfer faktörü EN 673 hesaplanabilir.

- *Tek cam*

Tek camın ikincil ısı transfer faktörü q_i Denklem 1.19 deki gibi hesaplanır.

$$q_i = \alpha_e \frac{h_i}{h_e + h_i} \quad (1.19)$$

α_e doğrudan solar absorpsiyondur.

h_e ve h_i sırasıyla dışarıya ve içeriye doğrudan ısı transfer katsayılarıdır.

- *Çift cam*

Çift cam ikincil ısı transfer faktörü q_i Denklem 1.20 kullanılarak hesaplanır.

$$q_i = \frac{\frac{\alpha_{e1} + \alpha_{e2} + \alpha_{e2}}{h_e} \frac{\lambda}{1 + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{\lambda}}}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{\lambda}} \quad (1.20)$$

Burada h_e ve h_i Denklem 1.19’da açıklandığı gibidir.

α_{e1} çift camın dıştaki cam absorpsiyon oranıdır.

α_{e2} çift camın içteki cam absorpsiyon oranıdır.

Λ ise dış yüzey ile en iç yüzey arasındaki termal iletkenliktir. (Şekil 1.17)

α_{e1} ve α_{e2} verileri Denklem 1.21 ve Denklem 1.22 ile hesaplanır.

$$\alpha_{e1} = \frac{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \left[\alpha_1 + \frac{\alpha_1(\lambda) \tau_1(\lambda) \rho_2(\lambda)}{1 - \rho_1(\lambda) \rho_2(\lambda)} \right] \Delta \lambda}{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \Delta \lambda} \quad (1.21)$$

$$\alpha_{e2} = \frac{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \left[\frac{\alpha_2(\lambda) \tau_1(\lambda)}{1 - \rho_1(\lambda) \rho_2(\lambda)} \right] \Delta \lambda}{\sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \Delta \lambda} \quad (1.22)$$

$$\alpha_1(\lambda) = 1 - \tau_1(\lambda) - \rho_1(\lambda) \quad (1.23)$$

$\alpha_1(\lambda)$ dış camın spektral solar absorpsiyon oranı olup, gelen ışınla aynı doğrultuda ve Denklem 1.23 formülüne göre hesaplanır.

$\alpha'_1(\lambda)$ dış camın spektral solar absorpsiyon oranı olup, gelen ışığın tersi doğrultusunda ve Denklem 1.24 formülü ile hesaplanır.

$$\alpha'_1(\lambda) = 1 - \tau_1(\lambda) - \rho'_1(\lambda) \quad (1.24)$$

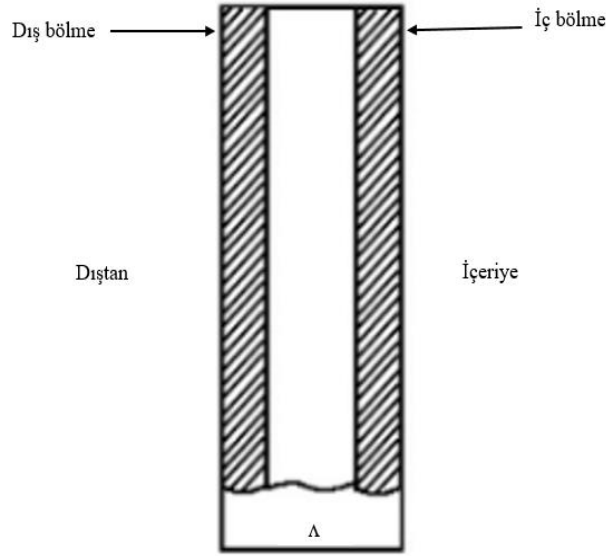
$\alpha_2(\lambda)$ iç camın spektral solar absorpsiyon oranı olup, gelen ışınla aynı doğrultuda ve Denklem 1.25 formülüne göre hesaplanır.

$$\alpha_2(\lambda) = 1 - \tau_2(\lambda) - \rho_2(\lambda) \quad (1.25)$$

S_{λ} , τ_{λ} , $\Delta \lambda$ ise Denklem 1.15'de açıklandığı gibidir.

$\tau_1(\lambda)$, $\rho_2(\lambda)$, $\rho'_1(\lambda)$ Denklem 1.9'de açıklandığı gibidir.

Termal iletkenlik (Λ) mümkün olduğunda EN673'e hesaplama yöntemiyle veya EN674, EN675 veya prEN1008'e göre ölçü yöntemiyle hesaplanır.



Şekil 1.17 : Termal iletkenliğin gösterimi.

- *UV geçirgenlik*

Güneşten gelen radyasyon UVB aralığında (280 nm- 315 nm)'ye ve UVA aralığında (315 nm -380 nm) UV ışın bışenlerini içerir. Güneş ışıınının UV kısmı için standart bağıl spektral dağılım olan U_{λ} Çizelge 1.4'de verilmiştir. Bu çizelgede UV bölge için 5 nm'lik dalga boyu aralığında $U_{\lambda}\Delta\lambda$ değerleri verilmiştir. Tablo toplam UV aralığı $\Sigma U_{\lambda}\Delta\lambda = 1$ olacak şekilde bağıl değerlere göre hazırlanmıştır.

UV geçirgenliği Denklem 1.26'de verildiği gibi hesaplanır.

$$\tau_{uv} = \frac{\sum_{\lambda=280 \text{ nm}}^{380 \text{ nm}} U_{\lambda} \tau(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=280 \text{ nm}}^{380 \text{ nm}} U_{\lambda} \Delta\lambda} \quad 1.26$$

$\tau(\lambda)$ perdenin spektral geçirgenliğidir.

U_{λ} Güneş radyasyonunun UV kısmının dağılımıdır.

$\Delta\lambda$ ise dalga boyu aralığıdır.

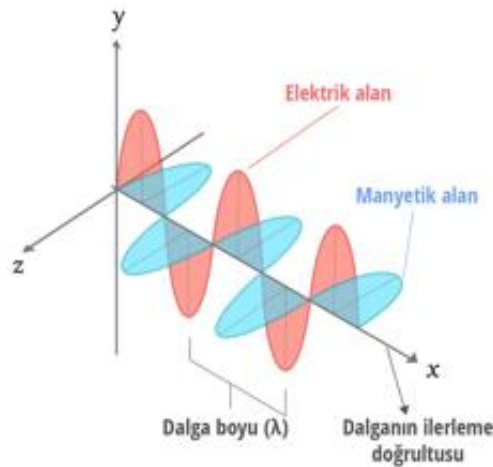
Eger camın UV geçirgenliği ile ilgili açıklamalar yapılacaksa çoğu durumda güneş ışıınının içerdiği toplam UV ışıınının geçirgenliği olan τ_{uv} 'yi vermek yeterlidir. Sadece özel durumlarda UVA ve UVB'ye ait aralıkların geçirgenlikleri ayrı ayrı hesaplanabilir.

Çizelge 1.5 : (380-780) nm dalga boyları için aydınlatıcı D65'in karşılaştırmalı spektral güç dağılımı.

λ nm	Spektral akı ($d\phi_e/\phi\lambda$) $\Delta\lambda$	λ nm	Spektral akı ($d\phi_e/\phi\lambda$) $\Delta\lambda$
380	50,0	580	95,8
390	54,6	590	88,7
400	82,8	600	90,0
410	91,5	610	89,6
420	93,4	620	87,7
430	86,7	630	83,3
440	104,9	640	83,7
450	117,0	650	80,0
460	117,8	660	80,2
470	114,9	670	82,3
480	115,9	680	78,3
490	108,8	690	69,7
500	109,4	700	71,6
510	107,8	710	74,3
520	104,8	720	61,6
530	107,7	730	69,9
540	104,4	740	75,1
550	104,0	750	63,6
560	100,0	760	46,4
570	96,3	770	66,8
		780	63,4

1.4 Işık

Elektromanyetik radyasyon, belirli elektriksel ve manyetik özellikleri olan, yüklü parçacıklar tarafından salınan ve absorblanan bir enerji formudur. (Şekil 1.18).



Şekil 1.18 : Elektromanyetik dalga şematiği (*Dalgaların Fiziği*, 2022).

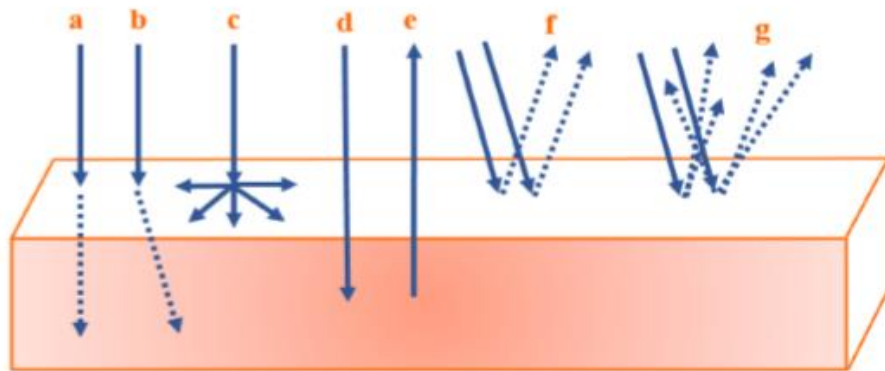
Elektromanyetik radyasyona karşılık gelen dalga boyu aralığı, “elektromanyetik spektrum” olarak adlandırılır ve üç temel faktör tarafından tanımlanır. Bunlar frekans (f), dalga boyu (λ) ve foton enerjisidir (E). Frekans, birim zamandaki (saniye) dalga döngüsü sayısı olarak ifade edilmektedir. Dalga boyu tekrarlanan birimler arasındaki mesafe olup, dalganın iki tepe noktası arasındaki mesafe olarak da tanımlanabilir. (Sankaran & Ehsani, 2014). Bu üç faktörün aralarındaki ilişki Denklem 1.27 ve Denklem 1.29 ile ifade edilmektedir. Dalga boyu, dalganın frekansı ile ters orantılı iken, foton enerjisi, frekans ile doğru orantılıdır.

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (1.27)$$

$$f = \frac{E}{h} \quad (1.28)$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (1.29)$$

Burada; c, ışığın boşluktaki hızı (299,792,458 m/s), h ise Planck sabitidir ($6,62606957 \times 10^{-34}$ J.s). Elektromanyetik radyasyonun, farklı spektroskopik teknik ve malzemelerle etkileşimleri farklı olmaktadır. Yaygın olarak kullanılan etkileşimler Şekil 1.19’da verilmiştir. Bunlar; elektromanyetik radyasyonun nesne tarafından absorblanması, nesnenin elektromanyetik radyasyonların geçişine izin verdiği iletim durumu, radyasyonun bir veya daha fazla yönde geri döndüğü yansıma durumu ve nesnenin enerji durumundaki geçişlerden kaynaklı elektromanyetik radyasyon yaydığı emisyon durumu olarak sıralanabilir. (Sankaran & Ehsani, 2014)



Şekil 1.19 : Nesneler ve elektromanyetik spektrum arasındaki olası etkileşimler: (a) İletim, (b) Kırılma, (c) Yayınım, (d) Soğurma, (e) Yayma, (f) Düzgün yansıma, (g) Dağınık yansıma (Manasoğlu, 2022).

Elektromanyetik spektrum Şekil 1.20’de görüldüğü gibi çok uzun dalgaboylarına sahip radyo dalgalarından başlayarak, dalga boyunun giderek kısaldığı mikrodalga, kızılötesi (IR), görünür ışık(VL), morötesi-ultraviyole (UV), x-ışınları ve çok daha kısa dalgaboyuna sahip gamma ışınları biçiminde sıralanmaktadır. (*Tour of the Electromagnetic Spectrum*, 2023). Spektrum bölümlerinin herhangi biri arasında kesin olarak kabul edilen sınırlar olmayıp daha ziyade bir gökkuşağındaki bantlar gibi birbirlerinin içinde kaybolarak örtüşme eğilimindedirler. Her frekans ve dalga boyunun radyasyonu, kendisini sınırlayan iki bölgenin özelliklerinin karışımı gibidir. (*The Electromagnetic Spectrum*, 2023)



Şekil 1.20 : Elektromanyetik spektrum (*Electric & Magnetic Fields*, 2023).

Spektrumun temel bölgeleri için, elektromanyetik radyasyonun davranışını belirleyen frekans, dalga boyu ve foton enerjisi aralıkları Çizelge 1.6’da verilmiştir.

Çizelge 1.6 : Elektromanyetik spektrum bölgelerine ait dalga boyu, frekans ve enerji aralıkları (Sankaran ve Ehsani, 2014)

Spektrum bölgesi	Dalga boyu (m)	Frekans (Hz)	Enerji (eV)
Gama ışınları	$< 10^{-11}$	$> 3 \times 10^{19}$	$> 12 \times 10^8$
X ışınları	$10^{-9} - 10^{-11}$	$3 \times 10^{17} - 3 \times 10^{19}$	12×10^4
Ultraviyole	$4 \times 10^{-7} - 10^{-9}$	$7,5 \times 10^{14} - 3 \times 10^{17}$	12×10^2
Görünür bölge (mavi)	4×10^{-7}	$7,5 \times 10^{14}$	3,1
Görünür bölge (mavi)	7×10^{-7}	$4,3 \times 10^{14}$	1,8
İnfrared bölge	$1 \times 10^{-5} - 7 \times 10^{-7}$	$3 \times 10^{12} - 4,3 \times 10^{14}$	0,12
Mikrodalga	$0,01 - 1 \times 10^{-5}$	$3 \times 10^9 - 3 \times 10^{12}$	$1,2 \times 10^{-4}$
Radyo dalgaları	$> 0,01$	$< 3 \times 10^9$	$> 1,2 \times 10^{-8}$

İyonlaştırıcı radyasyon olarak sınıflandırılan ve sahip olduğu yüksek enerji nedeniyle kimyasal reaksiyonlara neden olabilen Gama ışınları, X ışınları ve yüksek ultraviyole ışınları canlı yaşamı için tehlikelidir. Görünür ışık ve daha düşük frekanslı dalgalar, bu tarz etkilere neden olmadıkları için iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak adlandırılır ve genellikle zararsız olarak algılanmaktadır (*The Electromagnetic Spectrum*, 2023). Güneş, elektromanyetik spektrumdaki tüm dalga boylarından ışın yaymaktadır (Gies ve diğ., 2004). Ancak bunlardan sadece üç ana bileşeni Dünya'ya ulaşır. Bunlar ultraviyole (UV) radyasyonu, görünür ışık (VL), ve infrared-kızılötesi (IR) radyasyondur (Gabrijelčić ve diğ., 2009). UV ışını yaşam için yararlı olmakla birlikte (D vitamini sentezi), dozu yükseldiğinde insanlarda güneş yanıkları, alerjiler, cilt yaşlanması ve kanseri veya katarakt gibi zararlı etkiler ortaya çıkarmaktadır (F. Yıldırım ve diğ., 2014). Ultraviyole radyasyon, elektromanyetik spektrumun görünür ışık aralığının kısa dalga boylu mor bölümünden, X ışınlarına kadar uzanan kısmıdır. Ultraviyole (UV) radyasyonu insan gözüyle algılanamaz, ancak belirli malzemelerin üzerine düştüğünde floresan ışık saçmasına, yani görünür ışık gibi daha düşük enerjili elektromanyetik radyasyon yaymasına neden olabilir. Ultraviyole radyasyonun dalga boylarının biyolojik malzemelerle etkileşimine dayanarak üç bölüm belirlenmiştir. Bunlar; siyah ışık olarak da adlandırılan UVA (400-315 nm), radyasyonun organizmalar üzerindeki en iyi bilinen etkilerinden sorumlu olan UVB (315-280 nm) ve Dünya yüzeyine ulaşmayan UVC (280-100 nm) bölümleridir (*Ultraviolet Radiation*, 2023).

Öğle güneşinden gelen karasal radyasyonun UV bileşeni yaklaşık %95 UVA ve %5 UVB içerir; UVC ve UVB'nin çoğu, stratosferik ozon tabakası tarafından emilerek uzaklaştırılır (Gies ve diğ., 2004). Araştırmalar, UVB radyasyonunun okyanus yüzeyine nüfuz ettiğinde, 30 metre derinliğe kadar deniz planktonları için öldürücü olabileceğini göstermiştir (*Ultraviolet Radiation*, 2023). Son yıllarda ozon tabakasının incilmesi nedeniyle bu olumsuz etkilerin artması öngörülerek UV ışınlarına karşı giysi, evtekstili ve dış mekân malzemelerinde korucuyu amaçlı daha fazla çalışma yapılmaktadır (Gabrijelčić ve diğ., 2009). Ayrıca gelişen teknoloji nedeniyle günümüzde tek UV kaynağı sadece Güneş olarak kalmayıp, birçok yapay kaynakların ortaya çıktığı görülmektedir. Bu nedenle UV koruyuculuğun sağlanması her geçen gün tekstil sektöründe daha da önem kazanmaktadır. Koruyuculuğun etkisi tek bir parametreden ziyade birçok faktörün kombinasyonuna bağlı olmaktadır. Tekstil lifi,

tekstil malzemesinin yapı parametreleri, malzemenin veya liflerin rengi, nem içeriği, yapının elastikiyeti, kumaşın UV emici malzemelerle son işlemleri ve muamelesi dahil olmak üzere belirli mekanik parametreler de etkili olmaktadır (K. Yıldırım ve diğ., 2018).

Perdelerin solar özelliklerinin tespitine yönelik yapılmış akademik çalışmalar çok düşük seviyede kalmıştır. Bu boşluğın doldurulması için bu tez çalışması yapılmıştır. Özellikle kumaş ve kumaşı oluşturan iplik parametrelerinin, kumaş renginin solar ve açıklık oranı özellikleri üzerine etkisine yönelik akademik çalışmalara yönelik literatür verilerinin az olduğu görölmüştür. Litaratürdeki çalışmaların genelde kumaşların UV koruyuculuk özelliğinin araştırmasına yönelik olduğu görölmüştür.

1.5 Hipotez

Kumaş konstrüksiyon, renk ve iplik yapısal parametrelerinin kumaş perdelerin solar, UV, ışık geçirgenlik, yansıma ve absorsiyon özellikleri üzerine etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu tez kapsamında bu parametrelerin solar özellikler üzerine etkisinin olup olmadığı ve olması halinde etki dereceleri tespit edilecektir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1 Malzeme

Tez çalışması kapsamında dokuma kumaşlar üretilip, üretilen bu kumaşların solar özellikleri ölçülerek kumaşların perde olarak kullanılması halinde ışık konfor karakterleri belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında ‘2.1 Malzeme’ başlığı altında anlatılan malzemeler, ‘2.2 Metot’ başlığı altındaki metotlar dahilinde kullanılarak proje yürütülmüştür.

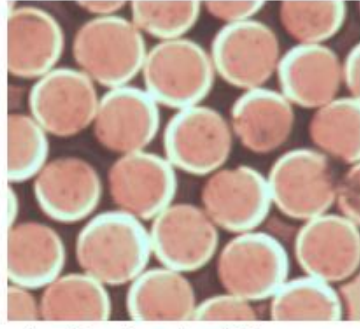
2.1.1 İplikler

Bu tez çalışmasında Küçükçalık Filament Sanayi (KFS-Sakarya) iplik üretim tesislerinde üretilen 5 adet filament ve Göl İplik firmasından satın alınan 1 adet kesik elyaf olmak üzere toplam 6 adet ana iplik kullanılmıştır. Çizelge 2.1’de verilen bu ana iplikler Küçükçalık Tekstil (KCK-İnegöl) iplik üretim tesislerinde 75/24 Den Core Sheath FDY Ymat Low Melt BI-CO Ekru kodlu iplikle 600 t/m S bükümlü olarak büküm makinesinde sarılmıştır. Ana ipliklerden tekstüre olarak kullanılan iplikler kendi içinde fullmat, yarımata ve parlak olarak 3 farklı tipte, FDY iplik yarımata, hava tekstüre iplik ise fullmat özelliktedir.

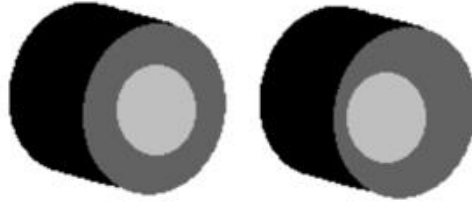
Kullanılan low melt iplik bikomponent tekniği ile KFS iplik üretim tesislerinde üretilmiş olup PET ve PBT polimerlerinin bileşiminden oluşmaktadır. İpliğin iç kısmı (core) PET, dış kısmı (sheath) ise Low Melt özellikli PBT’dir. Bu özel ipliğin mikroskop altındaki kesit görüntüsü Şekil 2.1a’da ve bir filamentinin makro boyuttaki yapısı Şekil 2.1b’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Kullanılan iplik çeşitleri ve özellikleri.

İplik No	Core iplik kodu	Kaplanmış iplik kodu	İplik yapısı	İplik doğrusal yoğunluğu (Denye)
1	600/192 Den Round Pr Pes Tekstüre Soft IMG Ekru	750/216 Den Karışık Kesit Pr Tex Pes / Eriyen Bıco Kordone 600 t/m Ekru	Bi-komponent iplik: 600 Denye/192 filamentli yuvarlak kesitli parlak soft puntalı tekstüre filament poliester (PET) iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarım bi-komponent filament iplik.	710
2	600/192 Den Round Ymat Pes Tekstüre Soft IMG Ekru	750/216 Den Karışık Kesit Ymat Tex Pes / Eriyen Bıco Kordone 600 t/m Ekru	Bi-komponent iplik: 600 Denye/192 filamentli yuvarlak kesitli yarım soft puntalı tekstüre filament poliester (PET) iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarım bi-komponent filament iplik	751
3	600/288 Den Round Fmat Pes Tekstüre Soft IMG Ekru	750/312 Den Karışık Kesit Fmat Tex Pes / Eriyen Bıco Kordone 600 t/m Ekru	Bi-komponent iplik: 600 Denye/288 filamentli yuvarlak kesitli fullmat soft puntalı tekstüre filament poliester (PET) iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarım bi-komponent filament iplik	765
4	600/192 Den Round FMat Pes Hava Tekstüre Ekru	750/216 Den Karışık Kesit Fmat Hava Tex Pes / Eriyen Bıco Kordone 600 t/m Ekru	Bi-komponent iplik: 600 Denye/192 filamentli yuvarlak kesitli fullmat hava tekstüre poliester (PET) iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarım bi-komponent filament iplik	800
5	Ne10/1 Ring Karde Kesik Elyaf 500t/m Ekru	600/25 Den Karışık Kesit Ymat Kes Pes / Eriyen Bıco Kordone 600 t/m Ekru	Bi-komponent iplik: Ne 10/1 karde kesik elyaf poliester (PET) iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarım bi-komponent filament iplik	624
6	600/192 Den Round Ymat Pes FDY Ekru	675/216 Den Karışık Kesit Ymat FDY Pes / Eriyen Bıco Kordone 600 t/m Ekru	Bi-komponent iplik: 600 Denye/192 filamentli yuvarlak kesitli yarım FDY filament poliester (PET) iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarım bi-komponent filament iplik	711



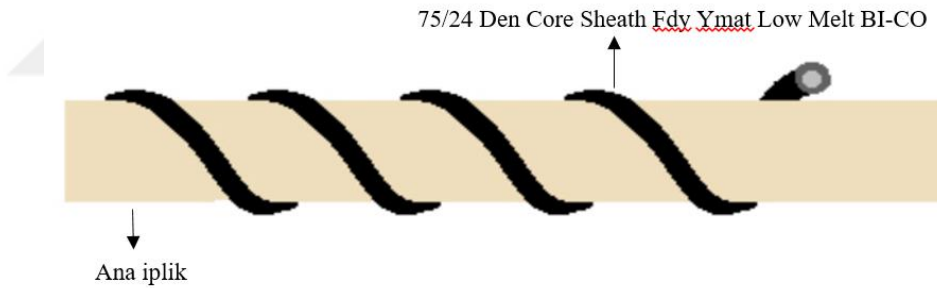
a-) Mikroskop altındaki görüntüsü



b-) Core sheath filament makro görüntüsü

Şekil 2.1 : Low Melt Bi-Co ipliğin mikroskop altında kesit görüntüsü ve bir filamentinin makro görseli.

Tüm ana iplikler 75/24 Den Core Sheath FDY Ymat Low Melt BI-CO Ekru iplik ile sarılmıştır (Şekil 2.2). Bu sayede ısıtma işlem sürecinde screen perde kumaşlarda ipliğin low melt kabuk kısmı eriyerek iplikleri birbirine yapıştırmakta ve gerekli olan rijitliği temin etmektedir. Perdeler bu hali ile esnek kompozit bir yapıya dönüşmektedir.

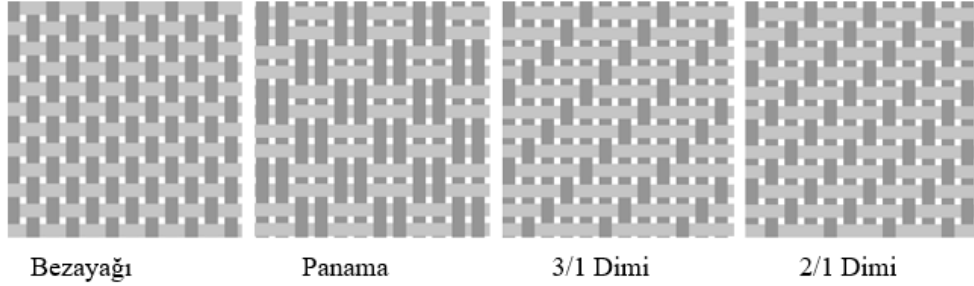


Şekil 2.2 : Screen kumaş üretiminde kullanılan ipliklerin makro görüntüsü.

2.1.2 Kumaşlar

Tez kapsamında üretilen kumaş özellikleri Çizelge 2.2’de verilmiştir. Tekstüre iplik grubundan oluşturulan (1, 2, 3 nolu iplikler) 3 farklı çözgü ve atkı sıklığında (12x12), (16x16), (20x18) sıklıklarda screen basic örgüsünde (panama) kurgulanmıştır (K1-K2-K3-K4-K5-K6-K7-K8-K9). Burada değişken olarak parlak, yarım mat ve fullmat iplik yapısının incelenmesi düşünülmüştür. Core ipliği tekstüre fullmat olan iplik kullanılarak (3 nolu iplik) atkı ve çözgü sıklıkları (12x12) olmak üzere 2/1 dimi, 3/1 dimi ve bezayağı, olmak üzere Şekil 2.3’de görülen doku yapısı ile 3 farklı kumaş üretilmiştir (K10-K11-K12). Burada örgü ve bağlantı yapısı etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Hava tekstüre, kesik elyaf, FDY olmak üzere farklı iplik yapılarının

solar özellik üzerine etkisinin incelenmesine yönelik (12x12) sıklıkta ve panama doku yapısında kumaşlar üretilmiştir (K13-K14-K15). Üretilen 15 numune 3 farklı renge boyanarak (siyah, beyaz, gri) toplam 45 ürün üretilmiştir (Çizelge 2.2).



Şekil 2.3 : Kumaş doku (örgü) yapıları.

Çizelge 2.2 : Üretilen kumaş yapıları ve teknik özellikleri.

Numune No	Renk	Doku sıklığı (adet/cm)	Mamul kumaş doku sıklığı (adet/cm)	Doku yapısı	Atkı ve çözgü iplikleri	Mamul kumaştaki iplik doğrusal yoğunluğu (denye)	Ham kumaş birim alan ağırlığı (g/m ²)	Mamul kumaş birim alan ağırlığı (g/m ²)
K1-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	195	191
K1-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	195	191
K1-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	195	191
K2-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	218	205
K2-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	218	205
K2-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	218	205
K3-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	218	216
K3-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	218	216
K3-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	218	216
K4-B	Beyaz	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	263	261
K4-G	Gri	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	263	261
K4-S	Siyah	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	263	261
K5-B	Beyaz	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	298	297
K5-G	Gri	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	298	297
K5-S	Siyah	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	298	297
K6-B	Beyaz	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	302	300
K6-G	Gri	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	302	300
K6-S	Siyah	Atkı:16, Çözgü:16	Atkı:17, Çözgü:17	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	302	300

Çizelge 2.2 (devam) : Üretilen kumaş yapıları ve teknik özellikleri.

Numune No	Renk	Doku sıklığı (adet/cm)	Mamul kumaş doku sıklığı (adet/cm)	Doku yapısı	Atkı ve çözgü iplikleri	Mamul kumaştaki iplik doğrusal yoğunluğu (denye)	Ham kumaş birim alan ağırlığı (g/m2)	Mamul kumaş birim alan ağırlığı (g/m2)
K7-B	Beyaz	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	318	310
K7-G	Gri	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	318	310
K7-S	Siyah	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	1 nolu iplik (Çizelge 2.1)	693	318	310
K8-B	Beyaz	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	345	334
K8-G	Gri	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	345	334
K8-S	Siyah	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	2 nolu iplik (Çizelge 2.1)	751	345	334
K9-B	Beyaz	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	375	357
K9-G	Gri	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	375	357
K9-S	Siyah	Atkı:18, Çözgü:20	Atkı:19, Çözgü:21	Panama	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	375	357
K10-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:12	2/1 Dimi	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	224	215
K10-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:12	2/1 Dimi	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	224	215
K10-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:12	2/1 Dimi	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	224	215
K11-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:12	3/1 Dimi	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	224	215
K11-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:12	3/1 Dimi	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	224	215
K11-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:12	3/1 Dimi	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	224	215
K12-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:13	Bezayagı	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	222	217
K12-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:13	Bezayagı	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	222	217
K12-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:13, Çözgü:13	Bezayagı	3 nolu iplik (Çizelge 2.1)	765	222	217
K13-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	4 nolu iplik (Çizelge 2.1)	801	227	221
K13-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	4 nolu iplik (Çizelge 2.1)	801	227	221
K13-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	4 nolu iplik (Çizelge 2.1)	801	227	221
K14-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	5 nolu iplik (Çizelge 2.1)	624	178	174
K14-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	5 nolu iplik (Çizelge 2.1)	624	178	174
K14-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:12	Panama	5 nolu iplik (Çizelge 2.1)	624	178	174
K15-B	Beyaz	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:13	Panama	6 nolu iplik (Çizelge 2.1)	711	201	207
K15-G	Gri	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:13	Panama	6 nolu iplik (Çizelge 2.1)	711	201	207
K15-S	Siyah	Atkı:12, Çözgü:12	Atkı:12, Çözgü:13	Panama	6 nolu iplik (Çizelge 2.1)	711	201	207

2.1.3 Üretim makineleri

2.1.3.1 İplik üretim makineleri

Tekstüre ipliklerin tamamı ve FDY iplik KFS iplik üretim tesisinde hazırlanmıştır. 600 denye hava tekstüre ise KCK iplik üretim tesislerinde üretilmiştir. Kesik elyaf iplik ise dışarıdan tedarik edilen satınalma bir iplikdir. Tüm ana(core) ipliklerin low melt iplik ile sarım işlemi ERP-GC240N (İtalya / 1992 model) modifiye edilmiş büküm makinesinde yapılmıştır (Şekil 2.4). İplikler üretim sonrasında 85 °C’de 30 dk çift çevrim fikse edilmiştir.

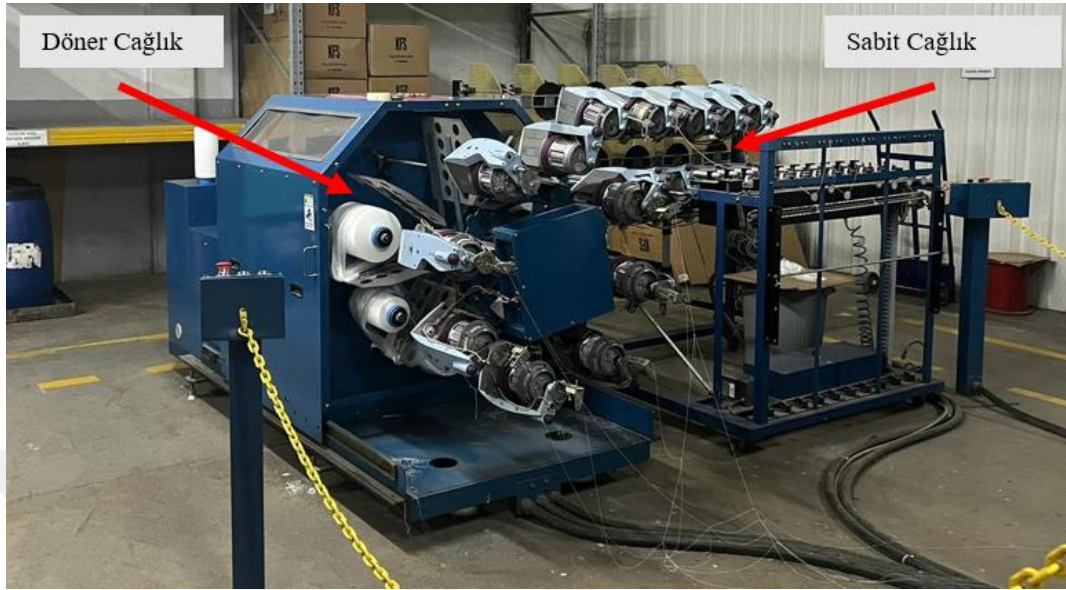


Şekil 2.4 : İplik büküm makinesi.

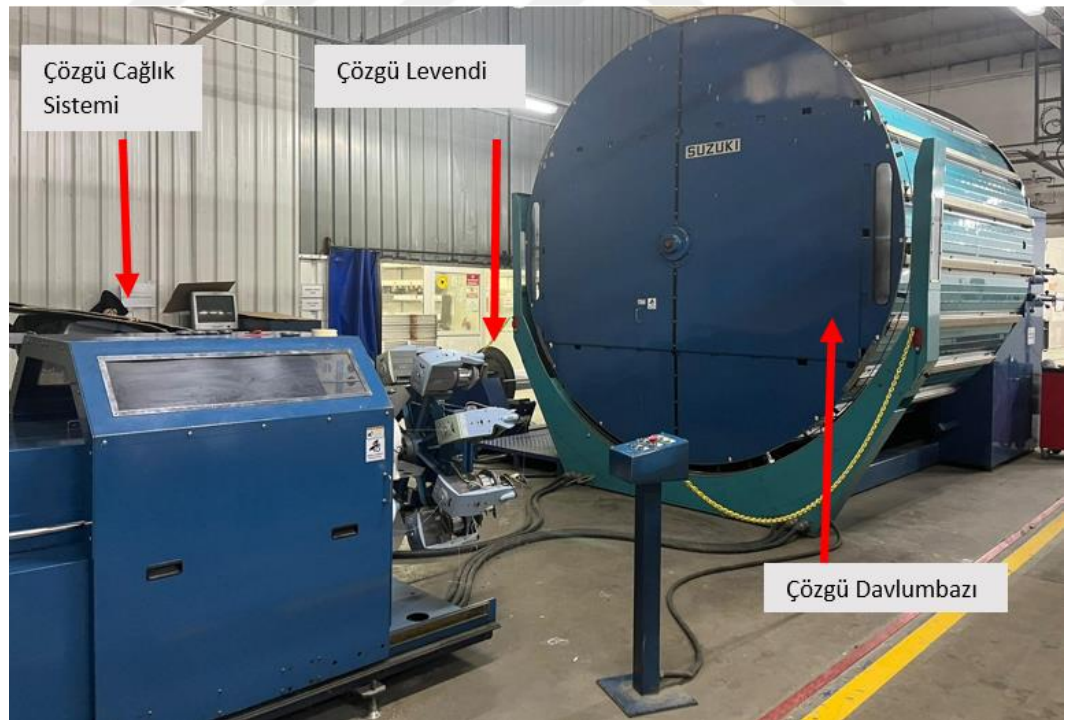
2.1.3.2 Dokuma ve dokuma hazırlık makineleri

Dokuma aşamasına geçilebilmesi için önce dokuma ön hazırlık işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Başlangıçta ipliklerin belirlenen tel sayısında çözgü programının yapılması sağlanmıştır. Tüm çözgüler kurgulanan çözgü sıklığına uygun tel sayısında ve 153 cm tarak eninde Şekil 2.6’da görülen Suzuki Warper Marka (Japon - Nas / 2004 model) numune çözgü makinesinde hazırlanmıştır. Numune çözgü makinesi Şekil 2.5’de görüldüğü gibi döner ve sabit çamlık olmak üzere iki çözgü çamlık sistemi ile çözgü davlumbazını beslemektedir. Davlumbaz çevresi 10 mt olup üzerine sarılan

Çözgü iplikleri daha sonra çözgü levendine aktarılmakta ve böylece tahar adımına geçilebilmektedir.



Şekil 2.5 : Numune özgü makinesi ağlık sistemi.



Şekil 2.6 : Numune özgü makinesi.

Numune özgü makinesinde çözgü leventine alınan çözgü iplikleri, çalışacak olan örgü tipine uygun çerçeve sayısı kurgulanarak tahar programına alınmıştır. Özellikle

screen kumaşlarda kullanılan iplikler hassas ve sarımlı olduğu için makine taharı yerine el taharı ile daha kontrollü olarak hazırlık aşamasından geçmektedir.

Taharı yapılan çözümler takım olarak Vamateks Leonardo Silver esnek kancalı (Şekil 2.7) dar endeki makineye alınmış ve dokumaları yapılmıştır. Çalışma kapsamında iplik çeşidi, kumaş doku yapısı, kumaş doku sıklığı birbirinden farklı toplam 15 çeşit kumaş üretilmiştir.



Şekil 2.7 : Dokuma makinesi.

2.1.3.3 Terbiye makineleri

Üretilen 15 farklı kumaş üçer eşit parçaya ayrılarak boya-bitim işlemleri yapılmak üzere gruplandırılmıştır. Her bir kumaş çeşidinden içeren bu gruplar beyaz, gri ve siyah renklerine boyanmıştır. Boyama levent boyama tekniği ile yapılmıştır.

Siyah ve gri renk boyanacak olan kumaş grupları 8 kameralı, maksimum çalışma eni 320 cm olan Monforts Montex-5000 (Almanya / 2001) Ram makinesinde (Şekil 2.8) enleri sabitlenmek üzere 120°C de 20 m/dk hızla ısıfiksaj işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 2.8 : Montex ram makinesi.

Ardından kumaş grupları Şekil 2.9’de görülen Krantz - 500 Joniour (Almanya / 2002) Levent boyama makinesinde 130°C’de 4 saat süreyle uygun boyarmadde reçeteleri ile boyanmıştır.



Şekil 2.9 : Juniour levent boyama makinesi.

Boyama sonrasında kumaşlar Şekil 2.10’da verilen 10 kameralı, maksimum çalışma eni 180 cm olan İlsung Sun Super (Güney Kore / 1997) Ram Makinesinde 190°C’de 20 m/dk hızla kurutulmuştur. Bu esnada kumaşın yapısında bulunan Low Melt iplik eriyerek kumaş yapısının sert screen yapısına uygun hale gelmesini sağlamıştır. Beyaz renkli kumaşlar ise aradaki levent boyama işlemine tabi tutulmamışlardır.



Şekil 2.10 : İlsung ram makinesi.

2.1.4 Test cihazları

2.1.4.1 UV/VIS/NIR cihazı

Kumaşların solar özelliklerini ölçmek için EN 410:1997 standardına göre çalışan (Shimadzu, Japonya) firmasına ait UV-3600 model spektrofotometre (Şekil 2.11) kullanılmıştır. Bu cihaz bir adet toplama küresi ve bu küre içerisine konumlandırılmış UV ve görünür bölgede PMT (photomultiplier tube), yakın kızılötesi bölgede soğutmalı PbS dedektörü olmak üzere iki adet dedektör içerir. Toplama küresinin (70 mm iç çap) iç yüzeyi sıkıştırılmış düşük yoğunluklu sinterlenmiş PTFE malzemesi ile kaplıdır. Kullanılan tamponların yüzeyleri BaSO₄ ile kaplıdır. Küre ve tampon resimleri Şekil 1.8’de verilmiştir.



Şekil 2.11 : Shimadzu UV-3600 spektrofotometre.

2.1.4.2 Birim alan ağırlığı ölçüm cihazı

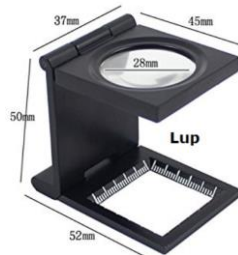
Bu ölçüm için SDL Atlas (İngiltere) firmasına ait (M236A model) dairesel numune kesme aleti ve Precisa marka (İsviçre), 0,001 g hassasiyetli hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : Dairesel numune kesme aleti ve hassas terazi.

2.1.4.3 Birim mesafedeki iplik sayısı (atkı çözgü)

Şekil 2.13 'de verilen Loyka marka lup kullanılarak ölçülmüştür.



Şekil 2.13 : Lup sıklık sayma aparatı.

2.1.4.4 Hava geçirgenliği ölçümü

Tüm kumaşların hava geçirgenlikleri BUTEKOM’da Şekil 2-14’de verilen SDL Atlas marka cihaz (İngiltere) kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2.14 : Kumaş hava geçirgenliği ölçme cihazı.

2.2 Metot

İplik büküm makinesinde Çizelge 2.1’de belirtilen ana (core) iplikler, 75/24 Den Core Sheath FDY Ymat Low Melt BI-CO Ekru iplik ile katlanarak yine Çizelge 2.1’de verilen katlı iplikler oluşturulmuştur. Her bir iplik iç kısmında semi kristalin yapıdaki PET iplik ve bu iplik üzerine kaplanmış 75 Denye/24 filamentli core (semi-kristalin PET)/sheath (semi-kristalin low melt PBT) FDY yarımata bi-komponent filament iplik iplikten üretilmiştir. Çizelge 2.1’de tabloda görüldüğü gibi farklı konstrüksiyonlarda iplik üretilmiştir. Farklılıklar iplik filament matlık durumu, filament morfolojik yapısı, kesik elyaf veya filament olma durumu olarak belirlenmiştir. Üretilen iplikler 2.1.3 deki dokuma makineleri kullanılarak kumaşa dönüştürülmüştür. Kumaşlar 3 farklı atkı ve çözgü sıklığında, 4 farklı doku yapısında dokunmuş ve 3 farklı boyama reçetesi ile renklendirilmiştir (Çizelge 2.2). Üretilen kumaşların solar özelliklerinin belirlenmesine yönelik ışık geçirgenlik ve yansıtma özellikleri ölçülmüştür. Işık geçirgenliği ile hava geçirgenliğinin arasında ilişkinin olup olmamasına yönelik karşılaştırma yapmak için hava geçirgenlik ölçümleri de yapılmıştır. Solar özellik

üzerine etkisinin belirlenmesi için nihai kumaştan birim mesafedeki iplik sayısı (sıklık) ve birim alan ağırlığı da ölçülmüştür.

2.2.1 Solar özelliklerin ölçümü ve hesaplanması

Solar özelliklerin ölçümünün metodu ‘1.3.3.2 Çift ışık yollu metot’ başlığı altında anlatılmıştır. Analize başlamadan önce 1 nm tarama aralığında base-line alınmıştır. Bu sayede referans ve numuneden geçen ışık akıları eşitlenmiştir. Analiz 280-2500 nm dalga boyu aralığında 5 nm tarama hızı seçilerek gerçekleştirilmiştir. Her numune için doğrusal-yarıküresel geçirgenlik (τ_{dir-h}), dik-dağınık geçirgenlik (τ_{n-dif}) ve doğrusal-yarıküresel yansıtma (ρ_{dir-h}) ölçümleri yapılmış, elde edilen sonuçlar Prof. Dr. Kenan Yıldırım’ın EN 410 standardına göre excel bazlı geliştirdiği program ile ortalama verilere dönüştürülmüştür.

2.2.2 Açıklık oranının hesaplanması

Kumaşın açıklık oranı kumaşın boşluk alanının toplam alana oranıdır (EN 14500, 2008). Bu oran mikroskop altında boşluk alanlarının ölçülmesi ve toplam kumaş alanına oranlanması ile bulunabilir. Ticari olarak genelde bu yöntem uygulanmaktadır. Ancak mikroskop yönteminde görünür ışığın geçebileceği tüm açıklık yerleri tespit edilemediğinden ölçümler arası tekrarlanabilirlik ve kumaşın gerçek açıklık alanının belirlenmesi güçleşmektedir. Dolayısıyla mikroskop yöntemi ile ölçülen açıklık oranı görsel olarak doğru olsa bile ışık geçirgenliği bazında büyük hatalar içermektedir. Bu nedenle ışık geçirgenliği bazındaki açıklık oranının tespiti yine ışık kullanılarak yapılması gerekmektedir. Bu prensibe göre açıklık oranının hesaplanması giriş bölümünün 1.3.3.3 başlığı altında anlatılan Denklem 1.7 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu formülün kullanılabilmesi için UV-VIS-NIR cihazında solar özelliklerinin belirlenmesine yönelik ölçüm konfigürasyonundan farklı birer konfigürasyon kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Bu konfigürasyonda ölçümler küredeki 5 nolu açıklık hem açık hemde kapalı iken yapılarak Denklem 1.4’e göre hesaplanır.

2.2.3 Hava geçirgenliği ölçümü

TS 391 EN ISO 9237-1999 standardına göre 20 cm² test alanı, 100 Pa basınç farkında ölçümler yapılmıştır. Ölçümler sadece beyaz renk kumaşlar üzerinden yapılmıştır. Her bir numune için 10 adet ölçüm yapılmıştır.

2.2.4 Birim alan ağırlığı ölçümü

EN 12127 standardına göre ölçümler yapılmıştır. 100 cm² lik dairesel numuneler kesme aleti ile kesilerek hassas terazide gram cinsinden tartılmıştır. Denklem 2.1'deki formüle göre hesaplama yapılmıştır. Ölçümler sadece beyaz renk kumaşlar üzerinden yapılmıştır. Her bir numune için 3 adet ölçüm yapılmıştır. Burada 100 cm² alan (A), m₆ ölçülen numunenin ağırlığıdır.

$$\text{Birim alan ağırlığı } \left(\frac{\text{gr}}{\text{m}^2} \right) = \frac{m_6}{A} * 1000 \quad (2.1)$$

2.2.5 Birim mesafedeki iplik sayısı (atkı ve çözgü)

Birim mesafedeki iplik sayısı EN 1049-2 standart metoduna göre hem atkı hemde çözgü ipliği için lup kullanılarak 1 cm mesafeden sayılmıştır.

3. BULGU VE TARTIŞMA

3.1 Işık Geçirgenlik Oranı (τ_v)

Tüm kumaşların ışık geçirgenlik oranlarına (τ_v) ait grafik Şekil 3.1’de ve spektrumları ekte verilmiştir (Ek A).

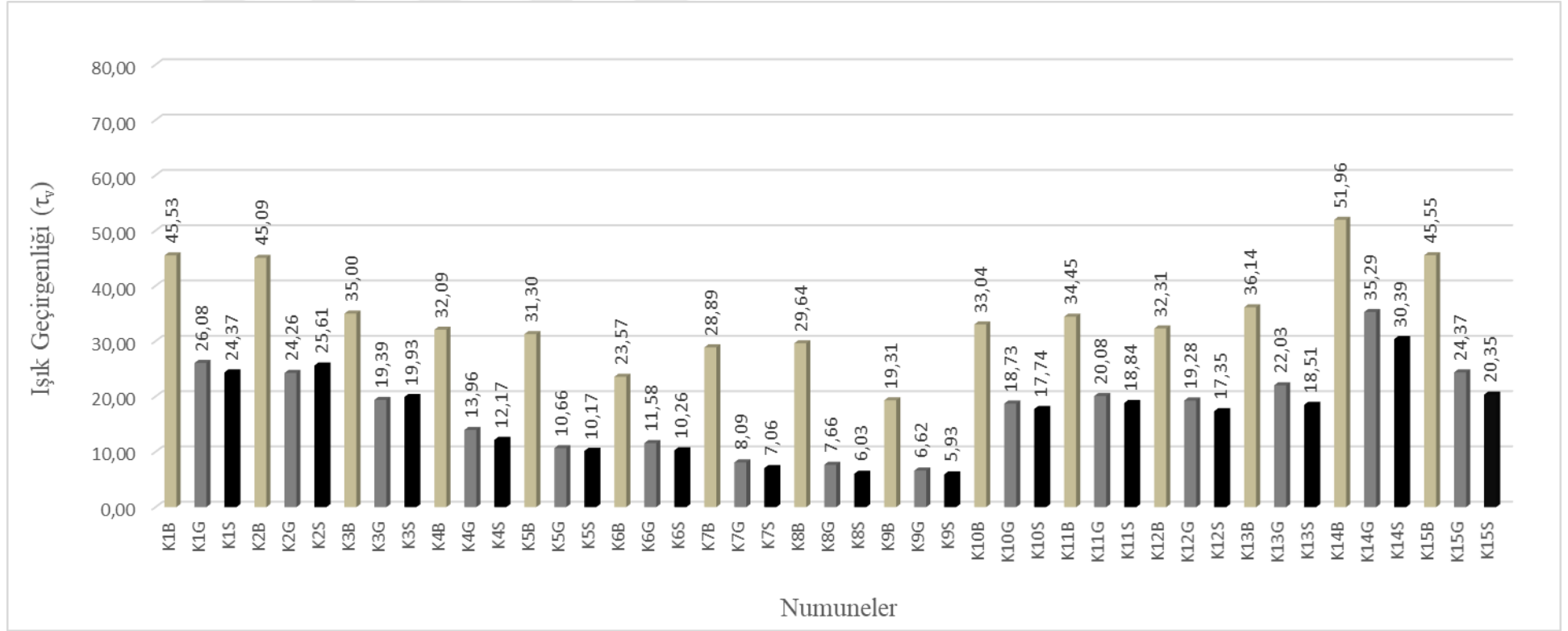
Şekil 3.1 incelendiğinde K2 ve K3 kodlu numuneler hariç, K1-K12 arasındaki tüm numunelerde en yüksek ışık geçirgenliği beyaz numunelerde görülürken, en düşük ışık geçirgenliği siyah renkli numunelerde görülmüştür. Gri renkli numunelerin ışık geçirgenliği ise bu iki değer arasında kalmıştır. K2 ve K3 kodlu numunelerde siyah renkli numunelerin gri renkli numunelerden daha fazla ışık geçirgenliği gösterdiği görülmüştür. Söz konusu bu kumaşlar en düşük sıklıkta üretilmiş kumaşlardır. Aynı durum (16x16) ve (20x18) sıklıkta görülmez iken düşük sıklıkta bu durumun oluşmasının görünür bölgedeki ışığın seyrek dokulu kumaşlardan geçerken lif yapısındaki TiO_2 ile etkileşime girmesinin neden olduğu düşünülmektedir. Bu etkileşimde iplik yapısındaki hacimlilikte önemli rol oynamaktadır. Benzer durum solar geçirgenlik ve UV geçirgenlikte de oluşmuştur. Elektromagnetik radyasyonun tüm dalga boylarında geçirgenlik değerinin siyah kumaşta fazla olduğu görülmüştür. İplik yapısının değiştirildiği K13 - K14 - K15 kodlu numunelerde benzer eğilim oluşmuş olup siyah renkli numuneler en az ışık geçirgenliği sağlarken, beyaz renkli numuneler en fazla ışık geçirgenliği sağlamıştır.

Numunelerin üretimde kullanılan iplik yapılarının değişmesiyle kumaşların ışık geçirgenlik karakteristiğinin değiştiği görülmektedir. Tüm numuneler bazında (K1-K9) farklı doku sıklıklarında bile parlak iplikten üretilmiş kumaşların ışık geçirgenliği en fazla olurken, iplik matlık değeri arttıkça ışık geçirgenliği azalmıştır.

Doku yapısının değişmesi ile kumaşların geçirgenlik davranışının değiştiği görülmektedir. K10, K11, K12 kumaşları ile aynı sıklık ve iplik konstrüksiyonundaki K3 kodlu kumaş değerleri karşılaştırıldığında panama doku yapısının daha yüksek oranda ışık geçirdiği, en az ışık geçirgenliğine ise bezayağı doku yapısının neden olduğu görülmektedir. 3/1 dimi yapısındaki kumaş panama doku yapısındaki kumaş ile

benzer, ancak 2/1 di mi doku yapısındaki kumaşt an daha fazla ışık geçirmektedir. Kumaşt a atlama sayısı arttıkça geçirgenliğin arttığı görölmüştür. Işık geçirgenliğinin doku yapısındaki atlama sayısına bağıllığı kumaş örtme faktörü ile ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Kumaş örtme faktörünün artması ışık geçirgenliğini azaltmaktadır (Nathan ve John, 2011).

İplik yapısı değıştiğinde kumaşların ışık geçirgenlik karakteristiğinin değıştiğı görölmektedir. Fullmat iplik hava tekstüre tekniğıyle tekstüre edildiğinde ışık geçirgenliğinin arttığı görölmüştür. Bu ipliklerle üretilen K3 ve K13 kodlu kumaşlarda artış açık tonlu renklerde devam ederken koyu tonlarda düştüğü görölmüştür. Hava tekstüre iplik yüzeyinin düzensiz olması nedeni ile ışık yansıtıcılık karakterinin değışmesinden dolayı ışığı dağıtarak yansıtması sonucu beyaz ve açık tonlarda daha fazla ışığı geçirmesine neden olurken, siyah renkte absorbsiyondan dolayı daha düşük ışık geçirgenliğine neden olmuştur. Işık yansıtmasındaki değışimde bu yorumu kuvvetlendirmektedir. K15 kodlu FDY yarım at iplikten hazırlanan kumaşın aynı kumaş parametrelerine sahip olan K2 kodlu tektüre yarım at iplikten oluş an kumaşa göre ışık geçirgenliğinin beyaz ve gri renkte arttığı görölmektedir. Buna karşın siyah renkte düşme eğilimi göstermiştir. Bu duruma ise FDY iplikten oluş an dokudaki hacimliliğin az olması, buna bağıllı olarak da iplik içindeki ışığın dağınık yansımasının artmasının nedeni olduğu düşünölmektedir. Numunenin siyah rengine ise siyah rengin ışığı absorblama karakterinden dolayı dağınık yansımanın tekstüre ipliğe göre daha az olması nedeniyle ışık geçirgenliğinin düştüğü düşünölmektedir. Kesik elyaf ile üretilmiş K14 kodlu kumaş iplik yapısındaki büyük farklılıktan dolayı diğ er numunelerden farklı davranış sergilemiştir. En yüksek ışık geçirgenliği bu tip kumaşlarda görölmüştür. Tüm renkler bazında da aynı durum oluşmuştur. Benzer birim alan ağırlığına sahip olmasına rağmen K1 kodlu kumaşa göre ışık geçirgenliği çok yüksek düzeyde kalmıştır. Bunun nedeninin ise iplik yapısındaki boşluklardan ışığın geçmesi olduğu düşünölmektedir (Dubrovski ve Golob, 2009).



Şekil 3.1 : İşık Geçirgenlik Oranı (τ_v).

3.2 Işık Yansıtma Oranı (ρ_v)

Tüm kumaşların ışık yansıtma oranları (ρ_v) grafik olarak Şekil 3.2’de ve spektrumları ekte verilmiştir (Ek A).

Şekil 3.2 incelendiğinde tüm numunelerde en yüksek ışık yansıtma oranı beyaz numunelerde görülürken, en düşük ışık yansıtması siyah renkli numunelerde görülmüştür. Gri renkli numunelerin ışık yansıtması ise bu iki değer arasında kalmıştır. Renk kaynaklı olarak ışık yansıtma farkının bu kadar yüksek değişime uğraması rengin bu parametre için en önemli özellik olduğunu göstermektedir.

Numunelerin üretimde kullanılan iplik yapılarının değişmesiyle kumaşların ışık yansıtma karakteristiğinin değiştiği görülmektedir. K1 ve K6 arasındaki kumaşlarda beyaz renkte ışık yansıtma karakteristiğinin fullmat, yarım mat ve parlak sıralamasıyla düştüğü görülmektedir. Parlak yüzeylerin ışığı daha az dağıtarak yansıtmasından dolayı doğrusal yansıma daha fazla olmaktadır. Bilindiği gibi ışığı dağıtarak yansıtan yüzeyler mat görülürken, dik ve doğrusal yansıtan yüzeyler parlak görülmektedir (Isaac Newton, 2001). Bu ise yapının daha parlak görünmesine neden olmaktadır. Ölçüm metodunda ışık yansıtma parametresi büyük oranda dağınık yansıyan ışınların ve düşük miktarda doğrusal yansıyan ışıkların ölçümü ile hesaplandığından parlak yüzey oluşturan parlak ipliklerden oluşan kumaşların yansıtıcılığı mat ipliklerden oluşan kumaşlara göre düşük çıkmıştır. Bu görüşü kumaşların açıklık oranı verileri desteklemektedir ki; açıklık oranı sadece doğrusal yansıyan ışıkların ölçümü ile hesaplanmaktadır. Parlak ipliklerden üretilmiş K1 kodlu kumaşın, mat ipliklerden üretilmiş K3 kodlu kumaşa göre daha yüksek açıklık oranına sahip olduğu görülmektedir. Aynı sıklık ve konstrüksiyona sahip olmasına rağmen parlak kumaşın açıklık oranının yüksek hesaplanması doğrusal yansıyan ışık miktarı ile alakalıdır.

Ancak gri renkte (12x12) sıklıktaki kumaşlarda (K1-K2-K3); fullmat, parlak ve yarım mat şeklinde ışık yansıtması düşerken, (16x16) sıklık kumaşlarda (K4-K5-K6); parlak, fullmat, yarım mat şeklinde düşüş görülmektedir. K7-K8-K9 kodlu (20x18) sıklık kumaşlarda parlak, yarım mat, fullmat şeklinde düşüş göstermiştir. Bu değişim düşük miktarlarda olup, boyama sürecinde kumaşlarda atkı çözgü yer değiştirmesiyle oluşan yapısal değişim kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu görüşü K7-K8-K9 daki sonuçlar desteklemektedir. Gri renk yüzeyin yansıtıcılık karakterini değiştirip, ışığın daha fazla

dağınık yansıtmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle en yüksek sıklıktaki yansıcılık parlak, yarımata, fullmat olarak düşmüştür.

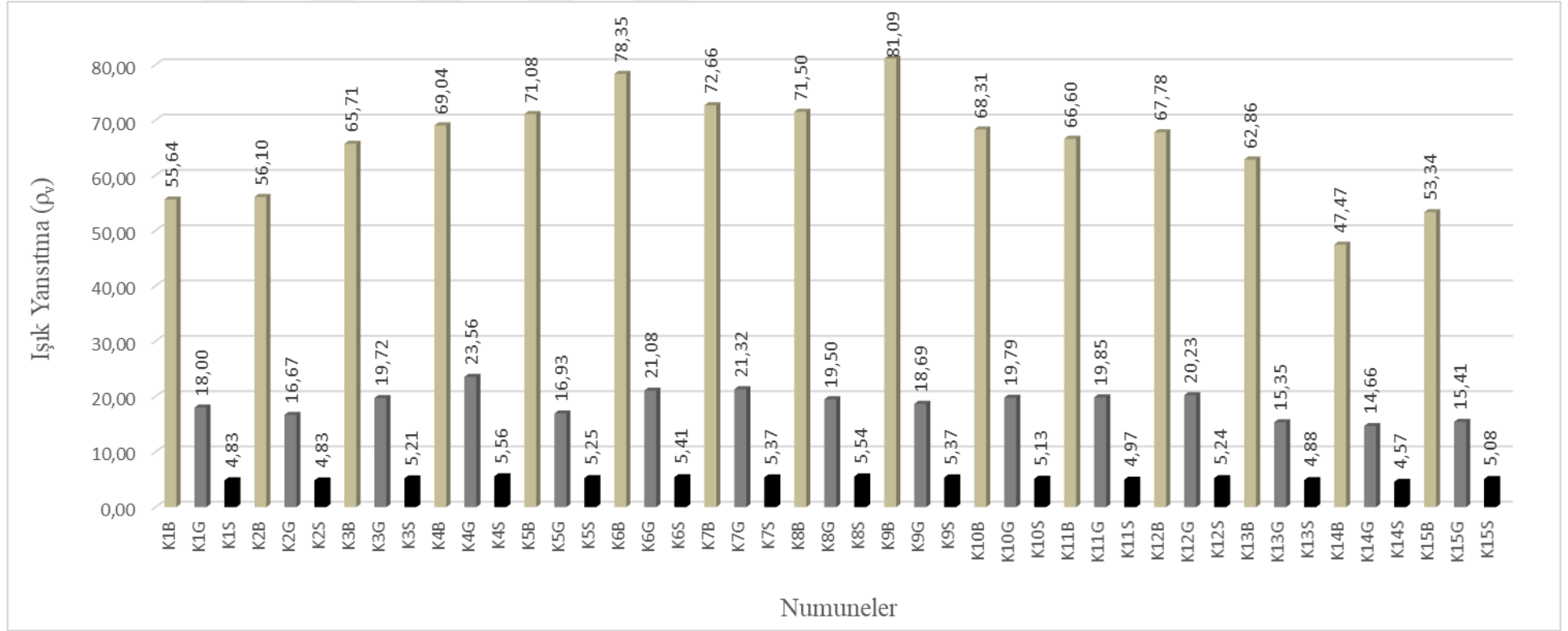
Siyah renkte K1-K9 arasındaki tüm numunelerde tüm sıklık parametresi bazında parlak, yarımata, fullmat numunelerin benzer ışık yansıtma davranışı sergilediği görülmüştür. Bunun nedeni siyah rengin yüzey parlaklığını azaltıcı etki göstermesi nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Siyah renk ışığı yüksek oranda absorbladığı için numunelerin yansıtıcılık oranı çok düşük seviyede kalmıştır. Bu düşük seviyedeki fark ise ölçümde tespit edilememiştir. Sıklık arttıkça düşük miktarda da olsa ışık yansıtma oranının arttığı ancak bu artışın önemli bir miktar olmadığı görülmüştür.

Doku yapısının değişmesi ile kumaşların ışık yansıtma davranışının düşük seviyede değiştiği görülmektedir. K10, K11, K12 kumaşlar ile aynı sıklık ve iplik konstruksiyondaki K3 kodlu fullmat tekstüre iplik ile oluşturulan kumaş değerleri karşılaştırıldığında beyaz renkli kumaşlarda 2/1 dimi, bezayağı, 3/1 dimi, panama sıralaması ile yansıtma değerinin düştüğü görülmektedir. Gri renkte ise bezayağı, 3/1 dimi, 2/1 dimi, panama şeklinde düştüğü görülmüştür. Siyah renkte ise bezayağı, panama, 2/1 dimi, 3/1 dimi sıralaması ile düştüğü görülmüştür. Birim alan ağırlıkları arasında belirgin bir fark olmaması ve kumaş örtme faktörü bazında benzer yapılar olduğundan aralarındaki küçük farklara rağmen yansıtma karakterlerinin benzer olduğu düşünülmektedir. Bezayağı yapı diğer yapılara göre daha fazla bağlantı noktası içerdiğinden ışığı daha fazla dağınık yansıtmaktadır. Bu nedenle dağınık yansıyan ışığın dedekte edilmesi şeklinde ölçüm yapan metot gereği ışık yansıtıcılığı en yüksek değeri bu doku yapısı ve bu doku yapısına en yakın 2/1 dimi doku yapısı vermiştir.

İplik yapısı değiştiğinde de kumaşların ışık yansıtma karakteristiğinin değiştiği görülmektedir. Fullmat iplik hava tekstüre tekniğiyle tekstüre edildiğinde ışık yansıtıcılığının düştüğü görülmüştür. (K3B – K13B kodlu kumaşlar) Hava tekstüre iplik yüzeyinin düzensiz olması nedeni ile ışık yansıtıcılık karakterinin değiştiği ve dağıtarak yansıtmasından dolayı beyaz ve açık tonlarda daha fazla ışığı yansıtmasına neden olurken, siyah renkte absorpsiyondan dolayı daha düşük ışık yansıtmasına neden olmuştur. Işık yansıtmasındaki değişimde bu yorumu kuvvetlendirmektedir. İpliğin FDY yarımata olarak kullanıldığı K15 kodlu kumaşın aynı kumaş parametrelerine sahip olan K2 kodlu tektüre yarımata iplikten oluşan kumaşa göre ışık yansıtmasının düştüğü görülmektedir. Bu durum gri ve beyaz renkte benzer olmasına karşın siyah renkte artma eğilimi göstermiştir. FDY iplikten oluşan dokudaki

hacimliliğin az olması buna bağılı olarak da iplik içindeki ışığın dağınık yansımasının artmasının neden olduğu düşünölmektedir. Siyah renk durumunda bu rengin ışığı absorblama karakterinden dolayı dağınık yansımanın tekstüre ipliğe göre daha az olması nedeniyle ışık yansıtma oranının düştüğü düşünölmektedir. Kesik elyaf ile üretilmiş numuneler iplik yapısındaki büyük farklılıklardan dolayı diğerk numunelerden farklı davranışlar sergilemiştir. En düşük ışık yansıtması bu tip kumaşlarda görölmüşür. Tüm renkler bazında da aynı durum oluşmuştur. Benzer birim alan ağırlığına sahip olmasına rağmen K1 kodlu kumaşa göre ışık yansıtma oranı düşük düzeyde kalmıştır. Bunun nedeninin ise iplik yapısındaki boşluklardan geçen ışığın fazla olmasından dolayı yansıyan ışık miktarının düşük olmasıdır.



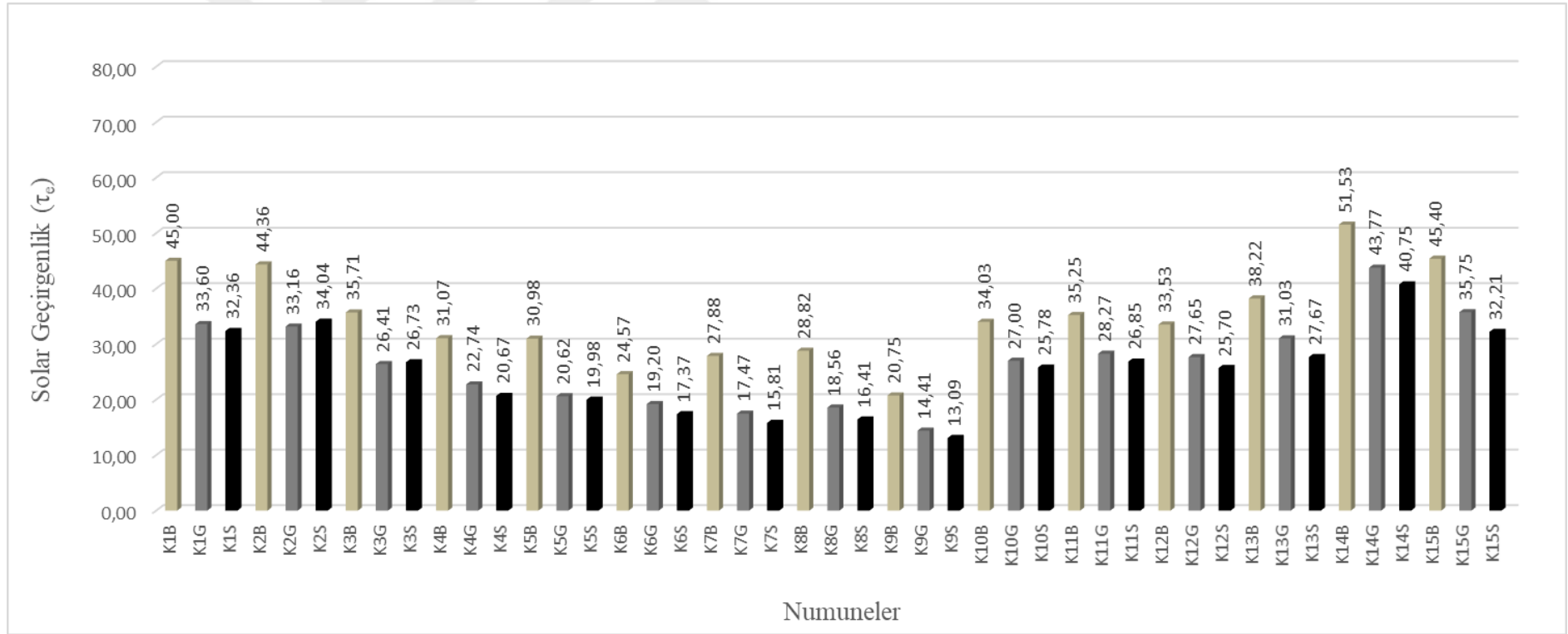


Şekil 3.2 : Işık Yansıtma Oranı (ρ_v).

3.3 Solar Geçirgenlik Oranı (τ_e)

Tüm kumaşların solar geçirgenlik oranları (τ_e) grafik olarak Şekil 3.3’de ve spektrumları ekte verilmiştir (Ek A).

Kumaşların solar geçirgenlik oranı davranışı ile ışık geçirgenlik oranı davranışları birbirine paralellik göstermektedir (Şekil 3.3, Şekil 3.1). 3.1 Işık Geçirgenlik Oranı (τ_v) başlığı altında anlatılan tüm yorumlar solar geçirgenlik oranı içinde geçerlidir. Renkli numunelerde solar geçirgenlik değerlerinin ışık geçirgenlik oranından daha fazla olması tek farktır. Beyaz renkli numunelerde ise benzer değerlerde ışık geçirgenliği oluşmuştur. Solar geçirgenliğin renkli numunelerde daha fazla olması elektromanyetik radyasyon spektrumunda kızılötesi ışınlarıda içermesinden dolayı olduğu düşünülmüştür.

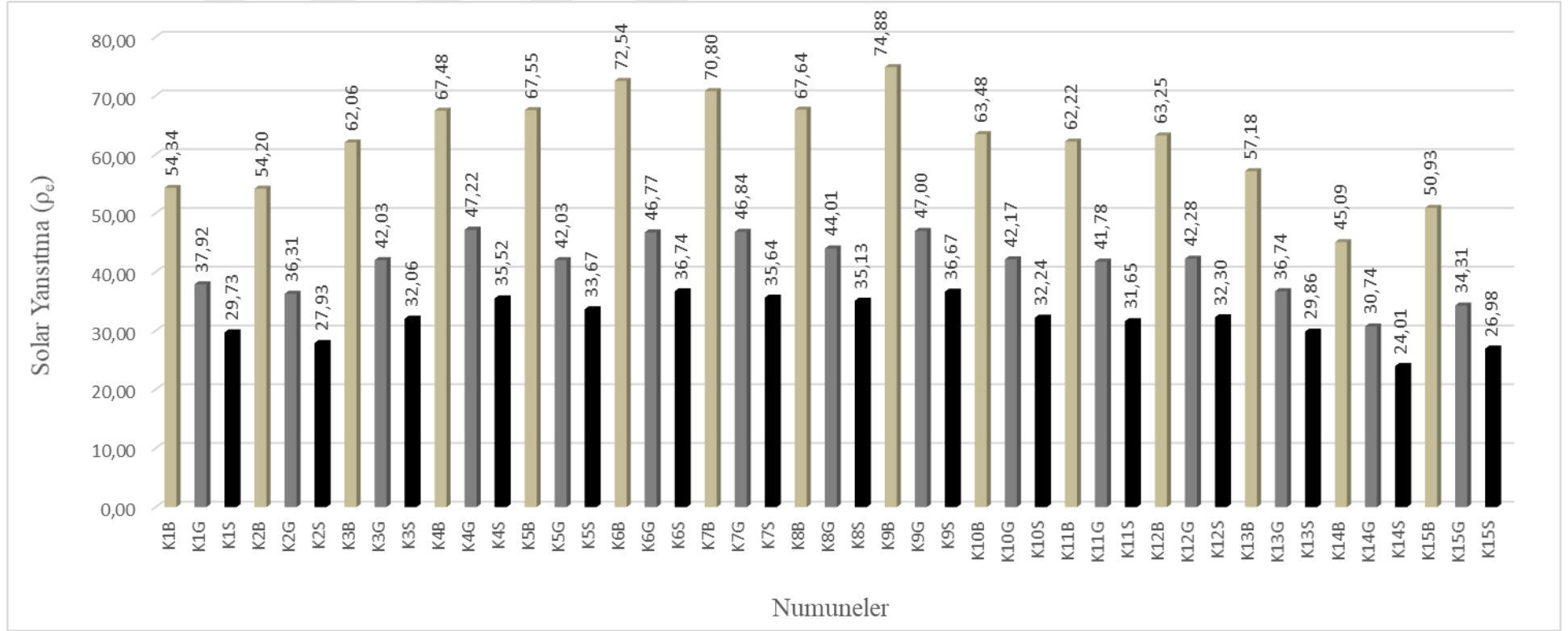


Şekil 3.3 : Solar Geçirgenlik Oranı (τ_e).

3.4 Solar Yansıtma Oranı (ρ_e)

Tüm kumaşların solar yansıtma oranları (ρ_e) grafik olarak Şekil 3.4’de ve spektrumları ekte verilmiştir (Ek A).

Kumaşların solar yansıtma davranışı ile ışık yansıtma oranı davranışları birbirine paralellik göstermektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.2). 3.2 Işık Yansıtma Oranı (ρ_v) başlığı altında anlatılan tüm yorumlar solar yansıtma oranı içinde geçerlidir. Renkli numunelerde solar yansıtma değerlerinin ışık yansıtma oranından daha fazla olmasına karşın beyaz numunelerde solar yansıtma değerlerinin ışık yansıtma oranından daha düşük olduğu görülmüştür. Solar yansıtma ölçümünde kullanılan elektromanyetik radyasyon spektrumunda kızıl ötesi ışınları da bulunmaktadır. Beyaz yüzeylerin elektromanyetik radyasyonu yansıtma eğiliminde olması ve solar yansıtma oranı ölçümünde spektrum aralığının genişlemesi nedeniyle değerlerin yüksek çıktığı düşünülmektedir.



Şekil 3.4 : Solar yansıtma oranı (ρ_e).

3.5 Solar Absorbsiyon Oranı (α_e)

Tüm kumaşların solar absorbsiyon oranları (α_e) grafik olarak Şekil 3.5’de ve spektrumları ekte verilmiştir (Ek A).

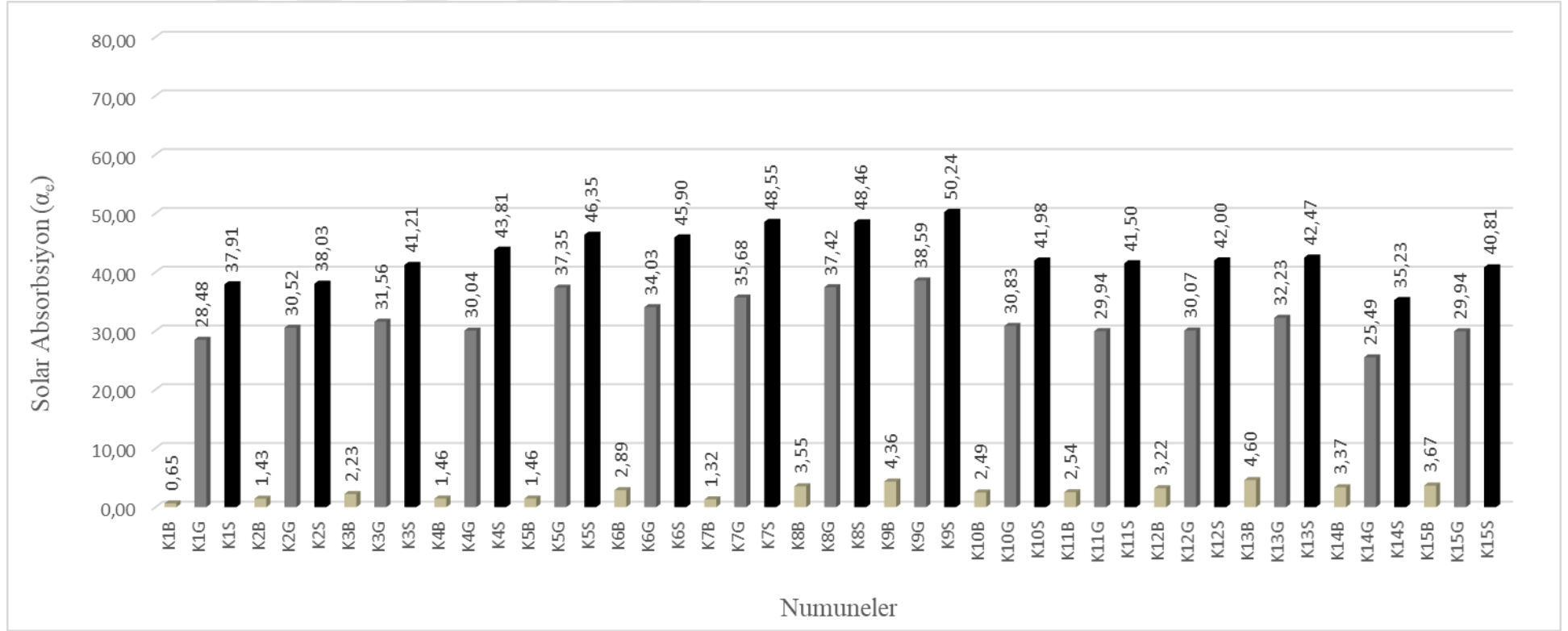
Şekil 3.5 incelendiğinde tüm numunelerde en yüksek solar absorbsiyon oranı siyah renkli numunelerde, en düşük değer ise beyaz renkli numunelerde görülmüştür. Gri renkli numunelerin solar absorbsiyon oranı ise bu iki değer arasında kalmıştır. Siyah rengin elektromanyetik radyasyon absorbsiyonu yüksek olmasından dolayı en yüksek absorbsiyon bu numunelerde oluşmuştur. Beyaz yüzeyler elektromanyetik radyasyonu yansıtma eğiliminde olduğundan absorbsiyonları düşük olmuştur.

En düşük (K1-K2-K3) ve en yüksek (K9-K10-K11) sıklığa sahip kumaşlarda solar absorbsiyon değerleri renkler bazında değerlendirildiğinde en yüksek solar absorbsiyon oranı fullmat tekstüre iplikle yapılan numunelerde olmuştur. En düşük absorbsiyon değeri ise parlak tekstüre iplikle yapılan numunelerde gerçekleşmiştir. Yarım mat tekstüre ile yapılan numuneler bu iki değer arasında kalmıştır. Absorbsiyon oran değeri, geçirgenlik ve yansıtma oranlarının toplamının 100 den çıkartılarak hesaplanır. Yansıtma ve geçirgenlikteki değişim absorbsiyon oranına etki etmektedir. (16x16) sıklıkta üretilen numuneler için beyaz renkte parlak ve yarım mat ipliklerle yapılan numuneler eşit ve düşük oran sağlarken fullmat tekstüre ipliklerden üretilen numunelerin solar absorbsiyon oranı daha yüksek olmuştur. Gri ve siyah renklerde ise parlak ipliklerle yapılan numunelerde en düşük, yarım mat ipliklerle yapılan numunelerde en yüksek absorbsiyon değerleri oluşmuştur. Fullmat ipliklerle üretilen numunelerin absorbsiyon değeri ise bu iki değer arasında kalmıştır.

Doku yapısının değişmesi ile kumaşların absorbsiyon davranışının değiştiği görülmektedir K10, K11, K12 kumaşları ile aynı sıklık ve iplik konstrüksiyonundaki K3 kodlu kumaş değerleri karşılaştırıldığında beyaz ve siyah renklerde panama örgülü K3 kodlu kumaş en düşük, bezayağı örgülü K12 kodlu kumaş en yüksek solar absorbsiyon oranı değeri göstermiştir. Ancak bu iki renkte beyaz renkte 3/1 dimi ikinci sırada yüksek değer gösterirken, siyah renkte 2/1 dimi ikinci sırada yüksek değer göstermiştir. Gri renkte ise bu sıralama düşükten yükseğe doğru 3/1 dimi, bezayağı, 2/1 dimi, panama seklinde sıralanmıştır.

İplik yapısı değiştiğinde kumaşların ışık absorbsiyon özelliğinin değiştiği grlmektedir. Fullmat iplik hava tekstüre tekniğiyle tekstüre edildiğinde solar absorbsiyon oranının tüm renklerde arttığı grlmştr. (K3B – K13B kodlu kumaşlar). İpliğin FDY yarımata olması durumunda (K15 kodlu kumaş) aynı kumaş parametrelerine sahip olan K2 kodlu tektüre yarımata iplikten oluşan kumaşa göre solar absorbsiyon oranı beyaz ve siyah renkte arttığı grlmektedir. Buna karşın gri renkte düşme eğilimi göstermiştir. Kesik elyaf ile üretilmiş numunelerde de renk bazında benzer eğilim görülmüş olup, en düşük absorbsiyon beyaz renkte, en yüksek absorbsiyon değeri ise siyah renkte grlmştr. Kesik elyaftan üretilen numunenin her bir rengine aynı sıklık ve birim alan ağırlığındaki diğer kumaşlara göre daha düşük solar absorbsiyon özelliğine sahip olduğu grlmştr.





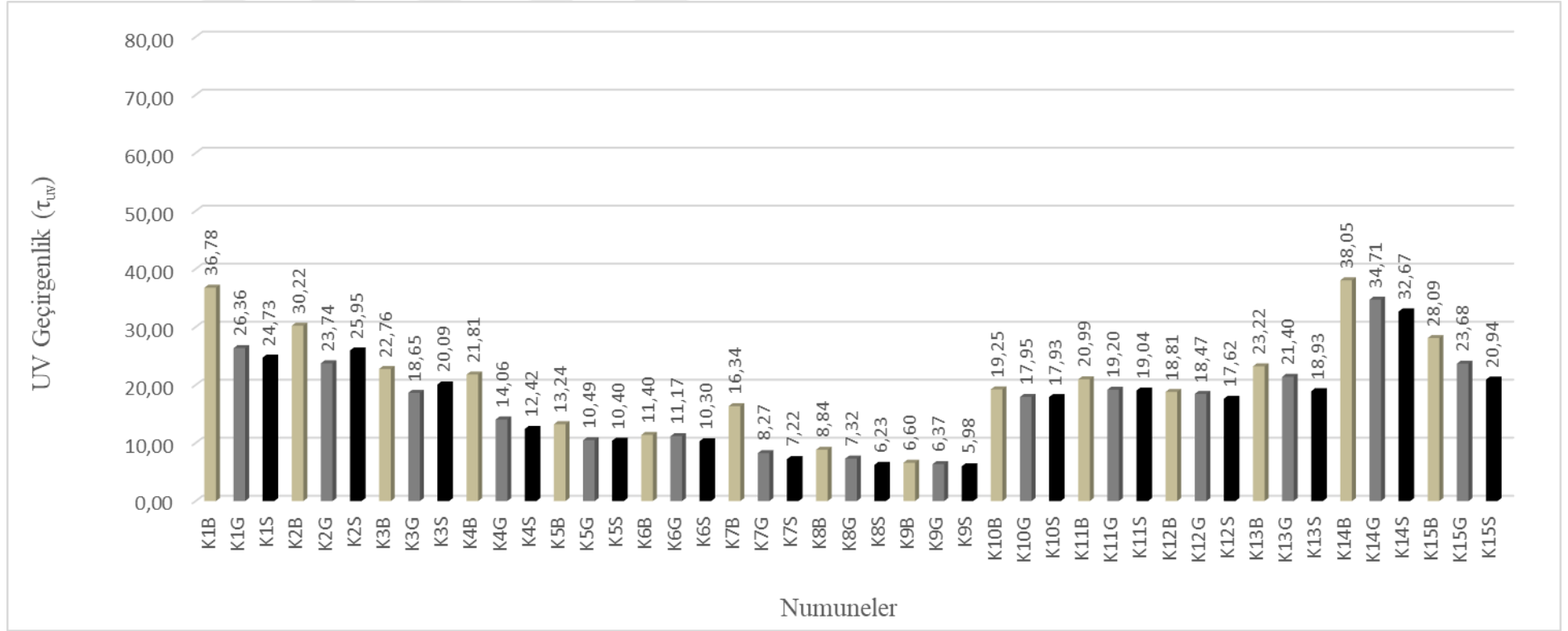
Şekil 3.5 : Solar absorbsiyon oranı (α_e).

3.6 UV Geçirgenlik Oranı (τ_{uv})

Tüm kumaşların UV geçirgenlik oranları (τ_{uv}) grafik olarak Şekil 3.6'da ve spektrumları ekte verilmiştir (Ek A).

Kumaşların UV geçirgenlik oranı davranışı ile ışık geçirgenlik oranı davranışları birbirine benzerlik göstermektedir (Şekil 3.3, Şekil 3.1). 3.1 Işık Geçirgenlik Oranı (τ_v) başlığı altında anlatılan tüm yorumlar UV geçirgenlik oranı içinde geçerlidir. Renkli numunelerde UV geçirgenlik oranı değerleri ile ışık geçirgenlik oranı değerleri birbirine çok yakındır. Beyaz renkli numunelerde ise UV geçirgenlik davranışı ışık geçirgenlik davranışı ile aynı olmasına rağmen değer olarak daha düşük çıkmıştır.

'3.1 Işık Geçirgenlik Oranı (τ_v)' başlığı altında da bahsedildiği gibi kumaş sıklıkları, doku özellikleri, birim alan ağırlığı, kumaş kalınlığı, kumaş örtme faktörü, kumaş açıklık oranı, elyafın fizikokimyasal özellikleri kumaşların UV, görünür ve solar bölgedeki ışık geçirme özelliğini etkileyen ve bu nedenle UV koruma performansını değiştiren temel parametreler olduğu literatürde yer almaktadır (Wilson ve Parisi, 2007). Ayrıca tekstil kumaşlarında UV geçirgenliğinin büyük bir kısmının iplikler arasındaki boşluklardan oluşmasından dolayı kumaş açıklık oranı ile UV geçirgenlik arasında doğrusal bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalarda mevcuttur (Stanford ve diğ., 1995). Bu bağlamda tez kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.



Şekil 3.6 : UV geçirgenlik oranı (τ_{uv}).

3.7 Açıklık Oranı (Openness Faktör) ve Hava Geçirgenliği

Numunelerin hava geçirgenlik değerleri Şekil 3.7’de, hava geçirgenliği ve açıklık oranı verileri birlikte ise Şekil 3.8’de grafik olarak verilmiştir.

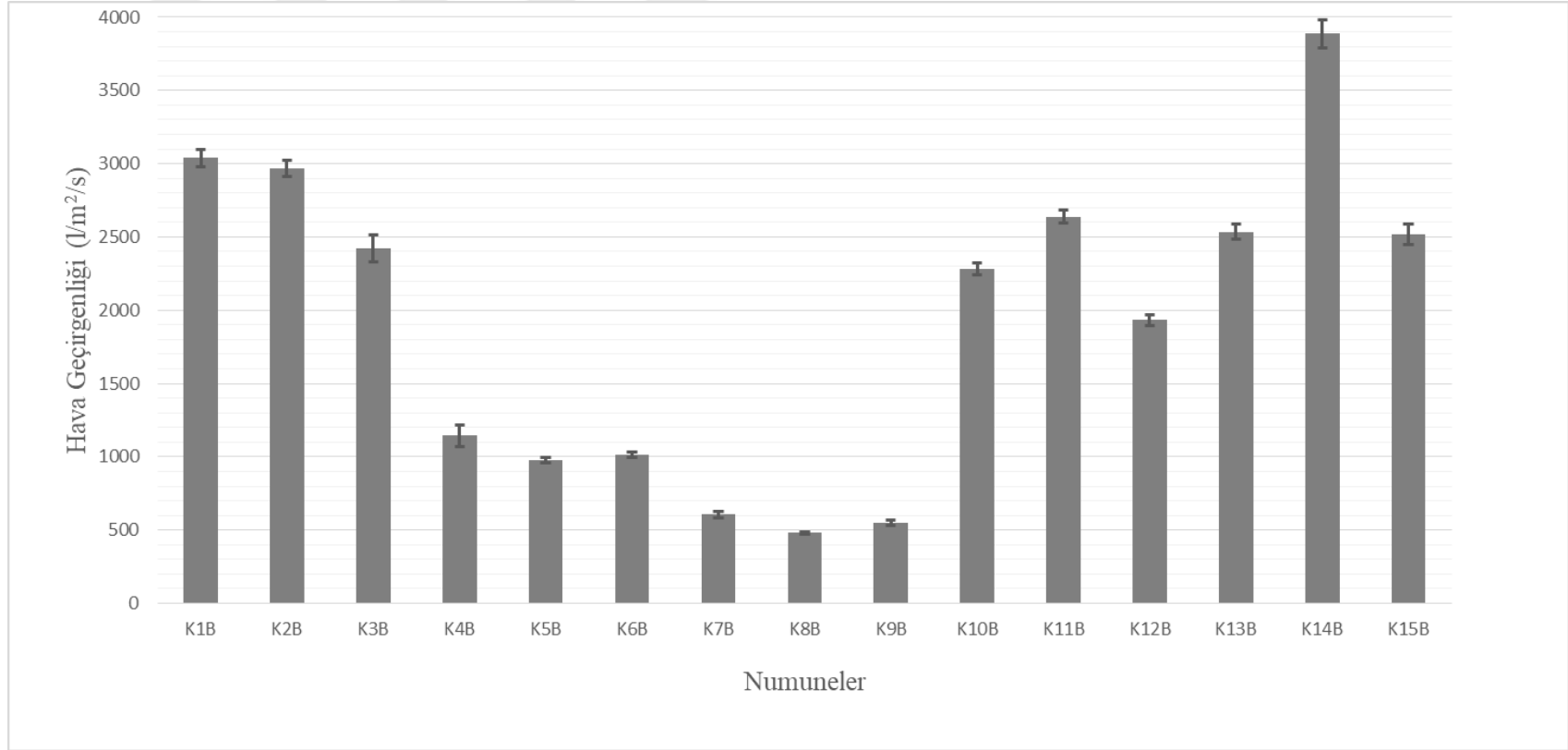
Şekil 3.7 incelendiğinde iplik parlaklık ve matlık durumunun (12x12) sıklık kumaşlarda (K1-K2-K3) hava geçirgenlik oranını değiştirdiği, fullmat ipliklerin parlak ipliklere göre daha düşük hava geçirgenliği davranışı sergilediği görülmüştür. Yarimat tekstüre ipliklerle yapılan kumaş değerleri ise bu iki değer arasında kalmıştır. (16x16) ve (20x18) sıklık üretilen kumaşlarda ise (K4 – K9 arasındaki kumaşlar) sıklık bazında numuneler kendi içinde değerlendirildiğinde en yüksek değer parlak ipliklerle yapılan numunelerde, en düşük değer ise yarimat ipliklerle yapılan numunelerde çıkmıştır. Fullmat ipliklerle yapılan numuneler ise bu iki değer arasında kalmıştır. Sıklık değerleri aynı olan ürünlerin birim alan ağırlıklarının benzer olduğu gözönüne alındığında bu duruma TiO₂ miktarının etki ettiği düşünülmektedir.

Hava tekstüre fullmat iplikle yapılan numune ve tekstüre fullmat iplikle yapılan numune (K13-K3) verileri karşılaştırıldığında değerlerin benzer, ancak hava tekstüre fullmat iplik değerlerinin az bir miktar yüksek olduğu görülmüştür. Bu duruma hava tekstüre ipliğin yapısında bulundurduğu boşlukların neden olduğu düşünülmektedir. FDY yarimat iplikle yapılan numune ve tekstüre yarimat iplikle yapılan numune (K15-K2) verileri karşılaştırıldığında FDY yarimat iplikle yapılan kumaşın değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Kesik elyaf ile üretilen numune (K14) ise aynı sıklık ve doku yapısındaki diğer numunelere göre (K1-K2-K3-K13-K15) en yüksek hava geçirgenliği ve açıklık oranına sahiptir. Buna, ipliğin sahip olduğu ekstra hava boşluğu içermesinin sebep olduğu düşünülmektedir.

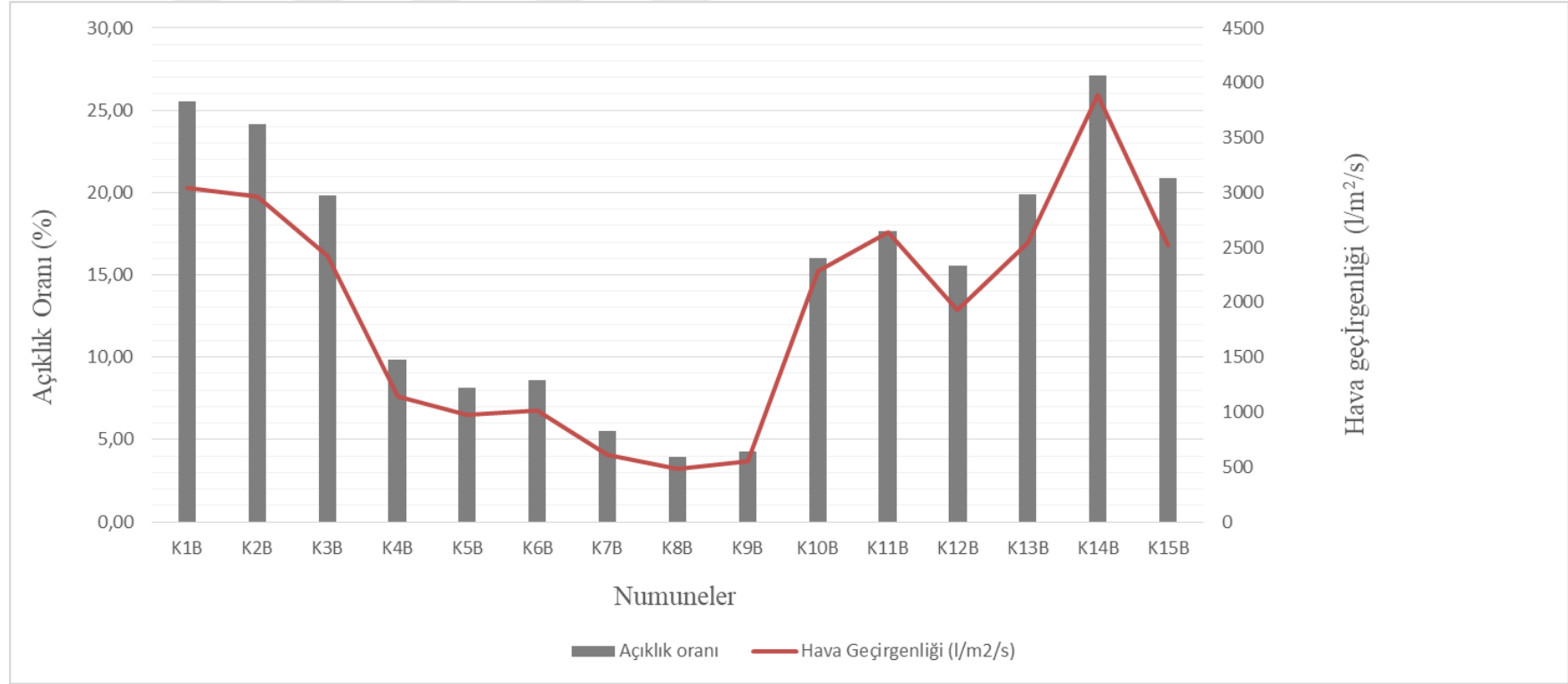
Numunelerin açıklık oranı (openness faktör) ve hava geçirgenlik değeri incelendiğinde atkı ve çözgü sıklığı arttıkça hava geçirgenlik ve açıklık oranının düştüğü görülmüştür (Şekil 3.8).

Ayrıca doku tipi değiştiğinde hava geçirgenlik ve açıklık oranının değiştiği; panama doku yapısında en yüksek değere ulaşırken bezayağı doku yapısında en düşük değeri aldığı görülmüştür. 2/1 dimi doku yapısında ise değerlerin 3/1 dimi doku yapısına göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum atlama sayısı arttıkça ipliklerin örtücülüğünün arttığını göstermektedir.

Stankovic ve diğ., (2009) nin yaptığı çalışmada da hava geçirgenliği ile UV geçirgenlik arasında doğrusal bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Hava geçirgenliği ve UV geçirgenliği kumaşın açık alanları boyunca aktarıldığı için tüylülük faktörünün UV iletimini hava iletiminden daha fazla etkilediği bu çalışmada belirtilmiştir. İpliğin tüylülüğü, iplik yüzeyinden çıkıntı yapan liflerden kaynaklanır. Kumaştaki tüylülük, kumaş gözeneklerini kapatarak UV ışık geçişini engellerken hava geçirgenliği için, hava akışı bu çıkıntılı lifleri bükebilir, böylece lifler hava akışını daha az engeller. Dolayısıyla çalışmamızda filament iplikler kullanıldığından iplik tüylülüğü olmayıp hava geçirgenliği ile açıklık oranı arasında doğrusal bir ilişki oluşmuştur (Şekil 3.9) Kesik elyaf iplikten üretilen kumaşlarda ise bu ilişki tüylülük etkisinden dolayı değişmiştir. Şekil 3.9'deki grafiğin son iki noktasındaki eğimin genel grafik eğiminden farklı olması tüylülüğün etkisini göstermiştir. Yüksek sıklıkta (20x18) da tekstüre filament ipliklerin sıkışabilirlik özelliğinden dolayı hava geçirgenliği ile açıklık oranı arasındaki doğrusal ilişki bozulmuştur.



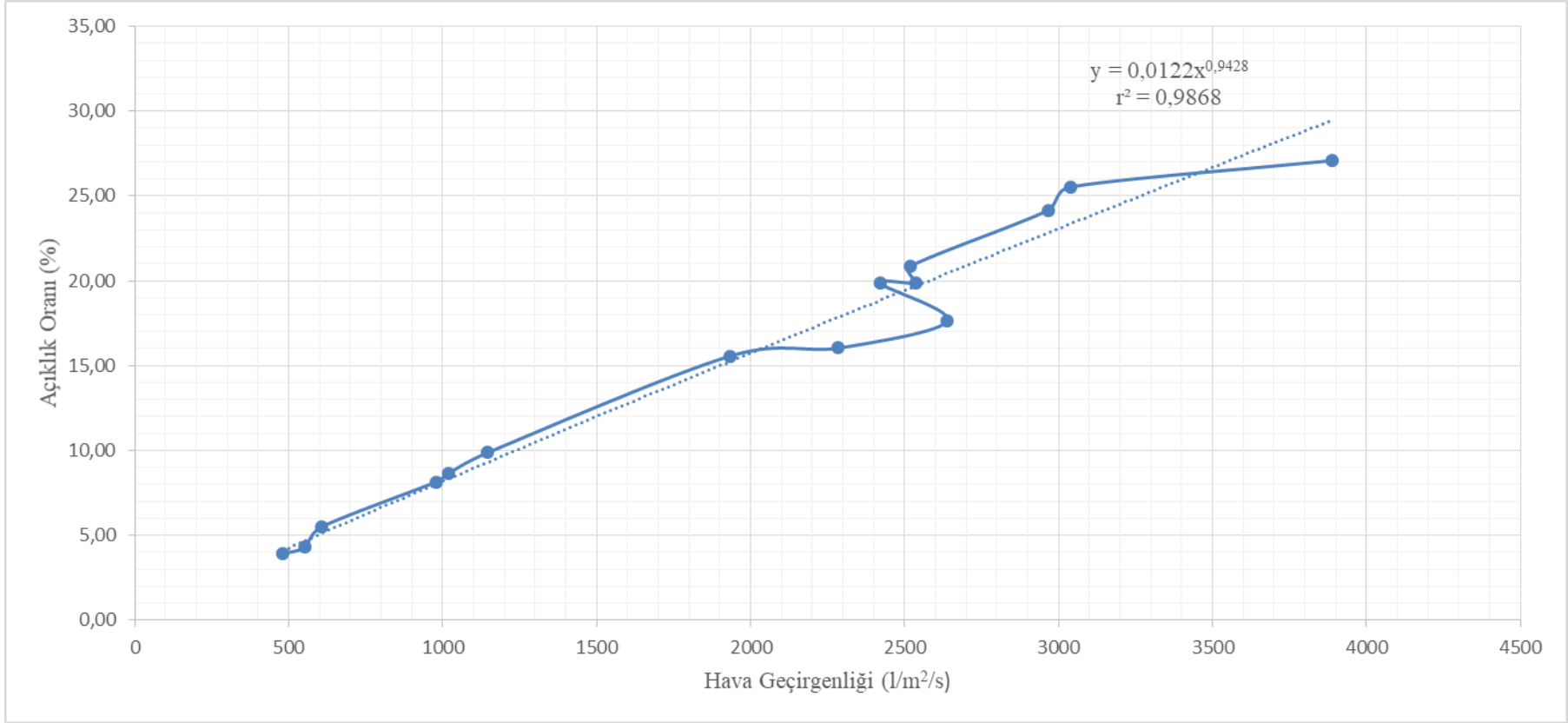
Şekil 3.7 : Kumaşların hava geçirgenliği.



Şekil 3.8 : Kumaşların hava geçirgenliği ve açıklık oranı.

Şekil 3.8’de de görüldüğü gibi tüm numunelerde hava geçirgenliği ve açıklık oranının aynı şekilde değişime uğramış olması nedeniyle aralarında bir korelasyon olduğu görülmüş ve korelasyon analizi yapılmıştır (Şekil 3.9). Analizin sonucunda numunelerin hava geçirgenlik ve açıklık oranı değerleri arasında yüksek seviyede korelasyon olduğu görülmüş ($r^2=0.99$) ve korelasyon denklemi $y=0,0122x^{0,9428}$ formülüyle oluşturulmuştur. Bunun açıklık oranı hesaplanmadan hava geçirgenlik ölçümüyle kumaşların açıklık oranının hesaplanmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.





Şekil 3.9 : Açıklık oranı ve hava geçirgenliği korelasyon grafiği.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma ve değerlendirmeler sonucunda kumaş konstrüksiyon, renk ve iplik yapısal parametrelerinin kumaş perdelerin solar geçirgenlik, UV geçirgenlik, ışık geçirgenlik, solar yansıtma, ışık yansıtma, ve solar absorsiyon özellikleri üzerine farklı miktarlarda etkisinin olduğu görülmüştür.

45 farklı numune üzerindeki test sonuçlarında ürünlerin solar geçirgenlik oranı, ışık geçirgenlik oranı, UV geçirgenlik oranı davranışlarının benzer eğilimler gösterdiği görülmüştür. Işık, solar ve UV geçirgenlik davranışını tez kapsamında incelenen tüm parametreler etkilese de, en büyük etkiyi, atkı ve çözgü sıklık değişimi dolayısıyla kumaş birim alan ağırlığı veya açıklık oranının gösterdiği tespit edilmiştir. Atkı ve çözgü sıklıkları ile geçirgenlik oranları ters, kumaş açıklık oranı ile tüm geçirgenlik oranlarının doğru orantılı olduğu görülmüştür. Işık, solar ve UV geçirgenlik davranışını ikinci derecede ise iplik matlık durumunun yani içerdiği TiO_2 miktarının etki ettiği görülmüştür. TiO_2 miktarının geçirgenliği düşürdüğü tespit edilmiştir. Renginde ipliğin parlaklık-matlık durumu kadar etkili üçüncü faktör olduğu görülmüştür. Özellikle ışık geçirgenlik oranında renk faktörü çok etkili olmaktadır. Renkler koyuldukça tüm geçirgenlik oranı değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Kumaş doku yapısı ve iplik yapısının geçirgenlik oranları üzerinde etkisi düşük görülmüştür. Ancak iplik bağlantı noktasının artması ile geçirgenlik değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Hava tekstüre ve kesik elyaf gibi ipliğin daha fazla hacimlendirildiği işlemlerde geçirgenlik değerleri artmıştır. FDY gibi iplik yüzeyinin düzgünleştiği ve hacmin azaldığı durumda ise solar geçirgenlik ve ışık geçirgenliği artarken UV geçirgenlik değerinin düştüğü görülmüştür.

Yapılan 45 farklı numune üzerindeki test sonuçları değerlendirildiğinde ürünlerin solar yansıtma oranı davranışları ile ışık yansıtma oranı davranışlarının benzer eğilimler gösterdiği görülmüştür. Işık ve solar yansıtma davranışlarını tez kapsamında incelenen tüm parametreler etkilese de, en büyük etkiyi renk parametresinin yaptığı görülmüştür. Renkler koyuldukça kumaşın solar ve ışık yansıtma oranlarının düştüğü görülmüştür. Rengin yansıtma davranışları üzerine etkisi özellikle ışık yansıtma oranında çok

fazladır. Renk faktöründen sonra yansıtma oranlarını en çok etkileyen parametreler sırasıyla atkı, çözgü sıklık değişimi dolayısıyla kumaş birim alan ağırlığı veya açıklık oranı ve ipliklerin matlık parlaklık durumudur. İpliğin matlık değeri ve açıklık oranı değeri ile yansıtma oranları doğru orantılıdır. Kumaş yansıtma oranları bu iki parametre arttıkça artmaktadır. Kumaş dokusu ve iplik yapısının yansıtma oranları üzerinde etkisi düşük görülmüştür. Ancak iplik bağlantı noktasının artması ile yansıtıcılık değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Hava tekstüre ve kesik elyaf gibi ipliğin daha fazla hacimlendirildiği işlemler ile fdy gibi iplik yüzeyinin düzgünleştiği ve hacmin azaldığı üç durumda da ışık ve solar yansıtma oranı değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Numunelerin solar absorbsiyon oranı değerlerine en büyük etkiyi renk parametresinin yaptığı görülmüştür. Renkler koyuldukça absorbsiyon değerleri artmıştır. Atkı, çözgü sıklık değişimi dolayısıyla kumaş birim alan ağırlığı veya açıklık oranının solar absorbsiyona etkisiyle ipliklerin matlık ve parlaklık durumunun etkisi birbirine yakındır. İpliğin matlık değeri ve kumaş sıklık değeri arttıkça absorbsiyon oranı artmaktadır, dolayısıyla aralarında doğru orantı bulunmaktadır. Kumaş doku yapısı ve iplik yapısının absorbsiyon oranları üzerinde etkisi düşük görülmüştür. Hava tekstüre gibi ipliğin daha fazla hacimlendirildiği durum ile fdy gibi iplik yüzeyinin düzgünleştiği ve hacmin azaldığı durumlarda da absorbsiyon değerlerinin arttığı görülmüştür.

Tez kapsamında incelenen numunelerin hava geçirgenlik ve açıklık oranı değerleri arasında yüksek seviyede korelasyon olduğu görülmüş görülmüş ($r^2=0.99$) ve korelasyon denklemi $y=0,0122x^{0,9428}$ formülüyle oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

- Akaydın, M., İkiz, Y., ve Seyrek Kurban, N. (2009). Pamuklu örme kumaşlarda UV ışınlarının geçirgenliğinin ölçümü değerlendirilmesi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 19(3), 212–217. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/218106>.
- Çengel, Y., ve Ghajar, A. (2015). *Isı ve Kütle Transferi Esaslar ve Uygulamalar* (4. baskı). Palme Yayınevi.
- Concepts in Digital Imaging Technology. Erişim: 12 Ocak 2023, <https://micro.magnet.fsu.edu/primer/digitalimaging/concepts/photomultipliers.html>.
- Cuce, E., Besir, A., Guclu, T., ve Cuce, P. M. (2019). Enerji verimli binalar için sürdürülebilir ve çevre dostu pencere ve cam teknolojileri: Son gelişmeler ve uygulamalar. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 24(3), 503–522. <https://doi.org/10.17482/uumfd.562173>.
- Dalgaların Fiziği. Erişim: 10 Mart 2022, <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/dalgalarin-fizigi>.
- Electric ve Magnetic Fields. Erişim: 13 Ocak 2023, <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/emf/index.cfm>
- EN 14500 (2008) *Blinds and shutters - Thermal and visual comfort - Test and calculation methods* (DIN EN 14500:2008-08).
- EN 410 (1997) *Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing* (prEN 410: 1997).
- Gabrijelčić, H., Urbas, R., Sluga, F., ve Dimitrovski, K. (2009). Influence of fabric constructional parameters and thread colour on UV radiation protection. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 17(1), 46–54.
- Gies, P., Roy, C., ve Udelhofen, P. (2004). Solar and ultraviolet radiation. İçinde *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: C. 100 D* (ss. 21–54). https://doi.org/10.1007/978-94-017-0511-0_3.
- Gupta, D. (2002). *UV Protection Properties of Natural Dyes, International Conference on "Emerging Trends in textiles"*.
- Hustvedt, G., ve Crews, P. C. (2005). The ultraviolet protection factor of naturally-pigmented cotton. *Journal of Cotton Science*, 9(1), 47–55.
- İbrahim, N.A., El-Gamar, A.R., Gouda, M., Mahrİbrahim, N.A., El-Gamar, A.R., Gouda, M., Mahrous, F. (2010). A New Approach for Natural Dyeing and Functional Finishing of Cotton Cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 82, 1205–1211.

- Infrared Materials.** Erişim: 12 Ocak 2023, <https://infraredmaterials.com/2-watt-cooled-pbs-detectors/>.
- Isaac Newton.** (1704). *Optik Sir Isaac Newton* (Evren İşbilen, Çev.) İstanbul.
- Kim, S. H.** (2006). Dyeing Characteristics and UV Protection Property of Green Tea Dyed Cotton Fabrics. *Fibers and Polymers*, 7(3), 255–261.
- Management, P. F.** Erişim: 10 Aralık 2021, www.mermet.com.au.
- Manasoğlu, G.** (2022). *Kaplamalı perdelik kumaş yapılarında termal yalıtım ve solar yansıtma özelliklerinin geliştirilmesi* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Merdan, N., ve Acar, K.** (2009). Tekstilde UV absorban madde uygulamaları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Güz 2009/2(16), 1–12.
- Mongkhlorattanasit, R., Kryřtůfek, J., Wiener, J., ve Viková, M.** (2011). UV protection properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract. *Journal of the Textile Institute*, 102(3), 272–279. <https://doi.org/10.1080/00405001003722369>.
- Nathan AK, John LW, M. R.** (2011). A method for determining the effective longwave radiative properties of pleated draperies. *HVAC&R*, 17, 660–669.
- Polona Dobnik Dubrovski, ve Golob, D.** (2009). Effects of Woven Fabric Construction and Color on Ultraviolet Protection. *Textile Research Journal*, 79(4), 351–359. <https://doi.org/10.1177/0040517508090490>.
- Sankaran, S., ve Ehsani, R.** (2014). Introduction to the Electromagnetic Spectrum. *Imaging with Electromagnetic Spectrum* (ss. 1–15). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-54888-8_1.
- şenel, G., Yüksel, M. F., ve Atav, R.** (2021). Doğal renkli pamuk genel özellikleri ve tekstil alanında yapılan önceki çalışmalar. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 33(1), 283–293. <https://doi.org/10.35234/fumbd.809499>.
- Solarlight.** Erişim: 20 Ocak 2023, <https://solarlight.com/product/uvb-biometer-model-501-radiometer/>.
- Soruç, S.** (2017). *Kızılötesi (IR) ışınları yansıtan kaplamalı kumaş yapılarının geliştirilmesi* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Stanford, D. G., Georgouras, K. E., ve Pailthorpe, M. T.** (1995). The effect of laundering on the sun protection afforded by a summer weight garment. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 5(1), 28–30. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.1995.tb00430.x>.
- Stankovic, S. B., Popovic, D., Poparic, G. B., ve Bizjak, M.** (2009). Ultraviolet protection factor of gray-state plain cotton knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 79(11), 1034–1042. <https://doi.org/10.1177/0040517508102016>.

- Superior Custom Shutters.** Erişim : 10 Mart 2023, <https://www.superiorcustomshutters.com/blinds-shades-system/solar-shades>
- The Electromagnetic Spectrum.** Erişim: 8 Mart 2023, <https://espectro.org.br/en/content/electromagnetic-spectrum>.
- Tour of the Electromagnetic Spectrum.** Erişim: 15 Mart 2023, https://science.nasa.gov/ems/01_intro.
- Ultraviolet Radiation.** Erişim: 10 Nisan 2023, <https://www.britannica.com/science/ultraviolet-radiation>.
- Wilson, C. A., ve Parisi, A. V.** (2006). Protection from solar erythema ultraviolet radiation – simulated wear and laboratory testing. *Textile Research Journal*, 76(3), 216–225. <https://doi.org/10.1177/0040517506060907>.
- Yıldırım, F. F., Sevgisunar, H. G., Yavaş, A., Avinc, O., ve Çelik, A.** (2014). UV Korumada ekolojik çözümler. *Tekstil ve Mühendis*, 21(96), 37–51. <https://doi.org/10.7216/130075992014219605>.
- Yıldırım, K., Kanber, A., Karahan, M., ve Karahan, N.** (2018). The solar properties of fabrics produced using different weft yarns. *Textile Research Journal*, 88(13), 1543–1558. <https://doi.org/10.1177/0040517517712095>.

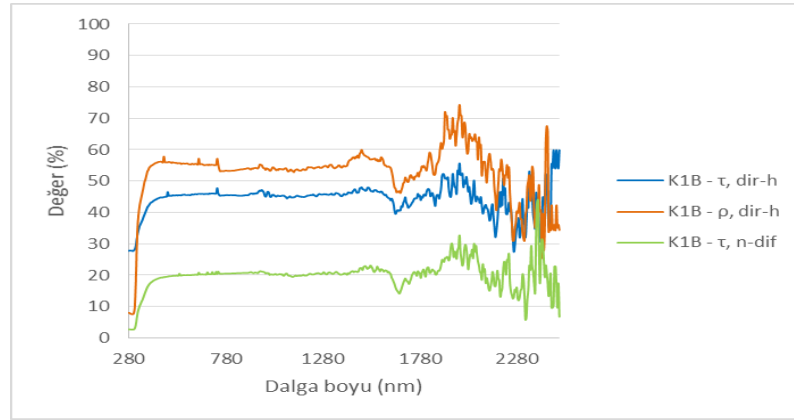
EKLER

EK A: Numune kumaşların spektrum grafikleri.

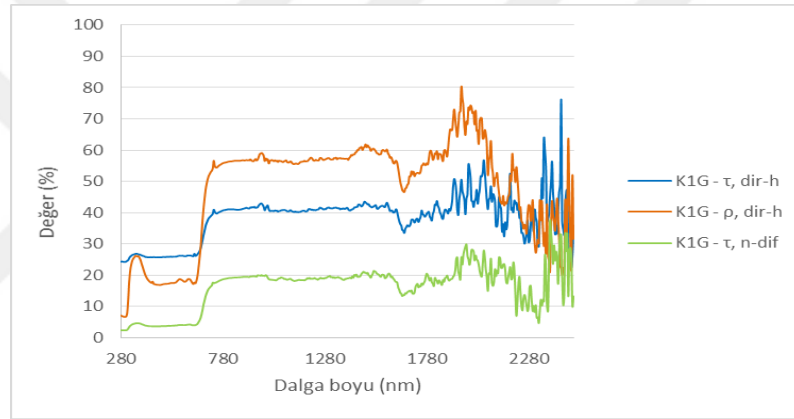
EK B: Numune kumaşların görsel fotoğrafları.



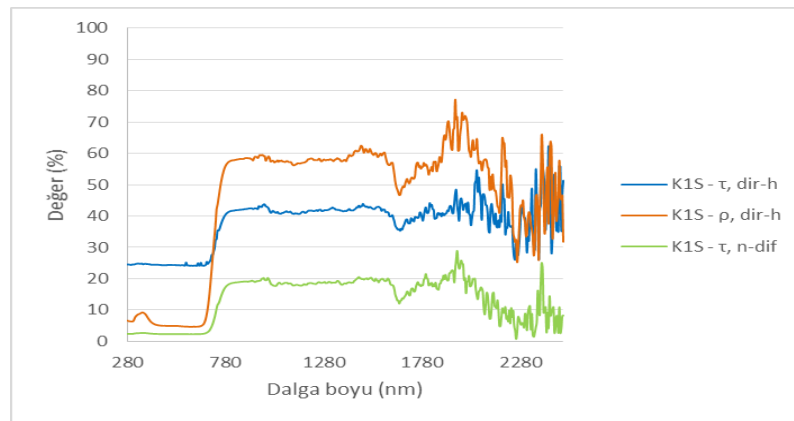
EK A



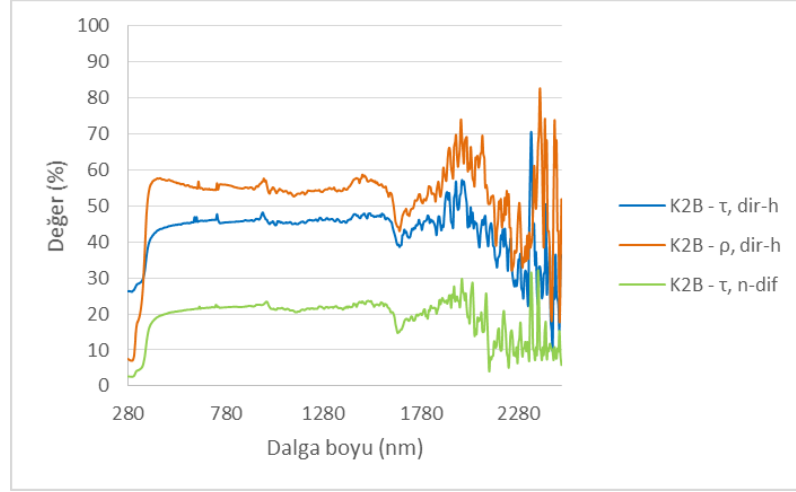
Şekil A.1 : K1B kumaşının spektrumu.



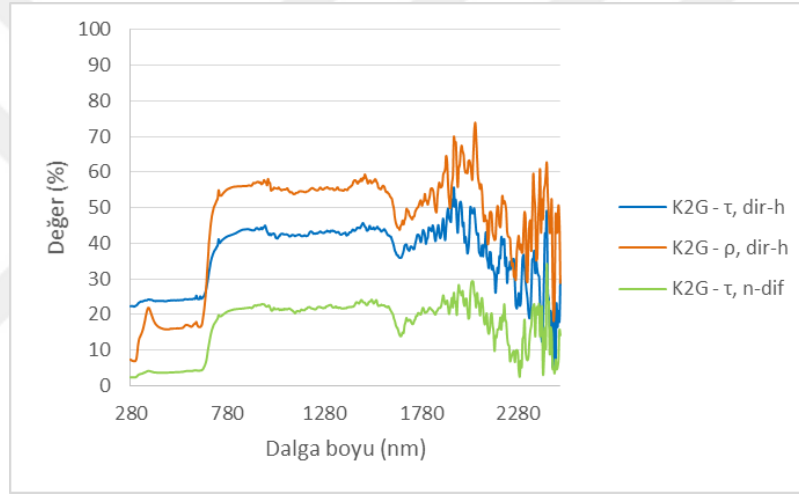
Şekil A.2 : K1G kumaşının spektrumu.



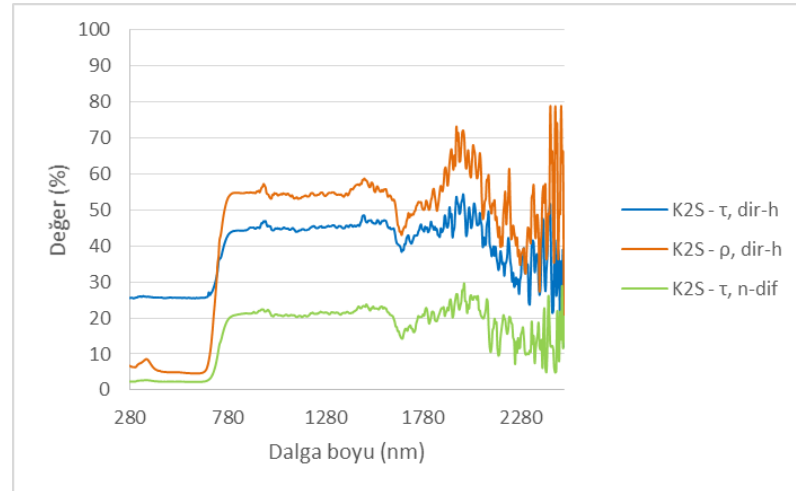
Şekil A.3 : K1S kumaşının spektrumu.



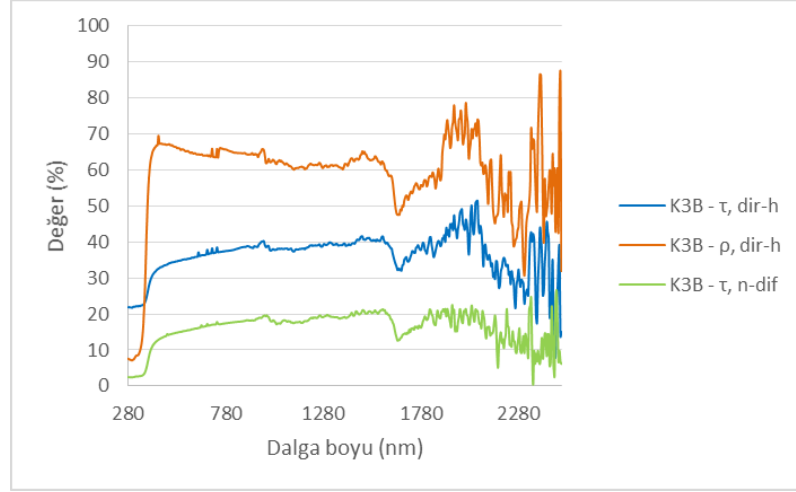
Şekil A.4 : K2B kumaşının spektrumu.



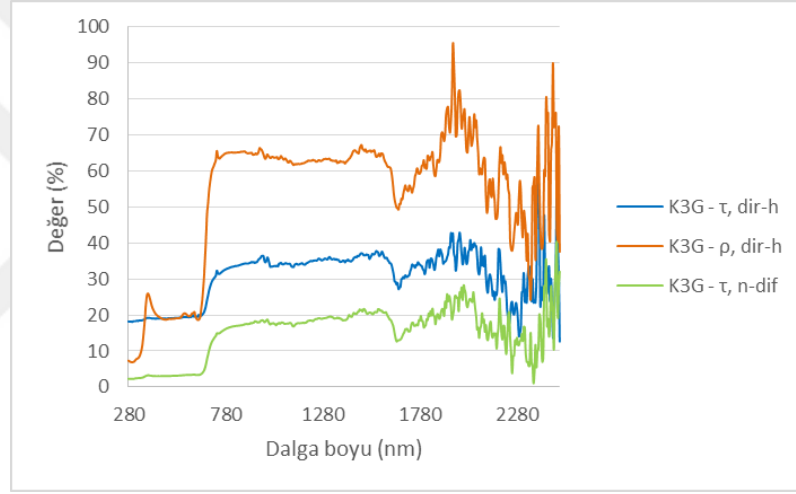
Şekil A.5 : K2G kumaşının spektrumu.



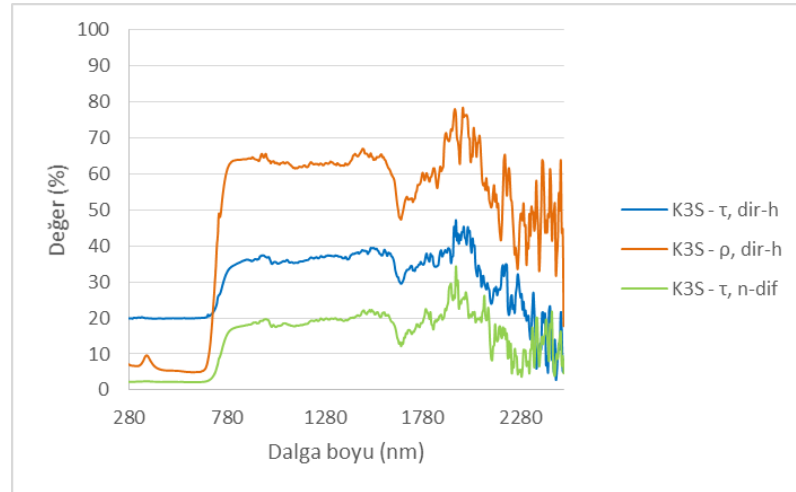
Şekil A.6 : K2S kumaşının spektrumu.



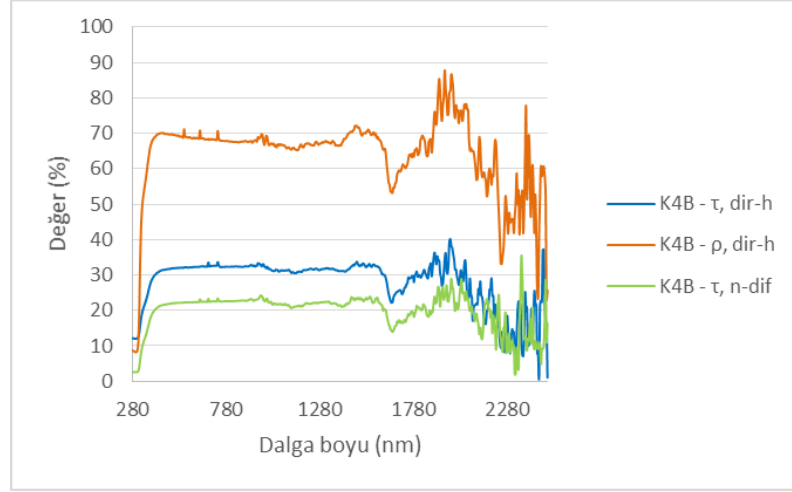
Şekil A.7 : K3B kumaşının spektrumu.



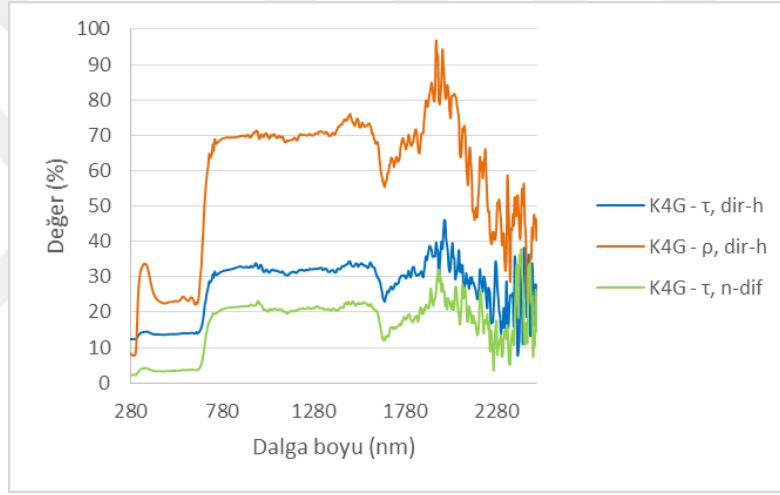
Şekil A.8 : K3G kumaşının spektrumu.



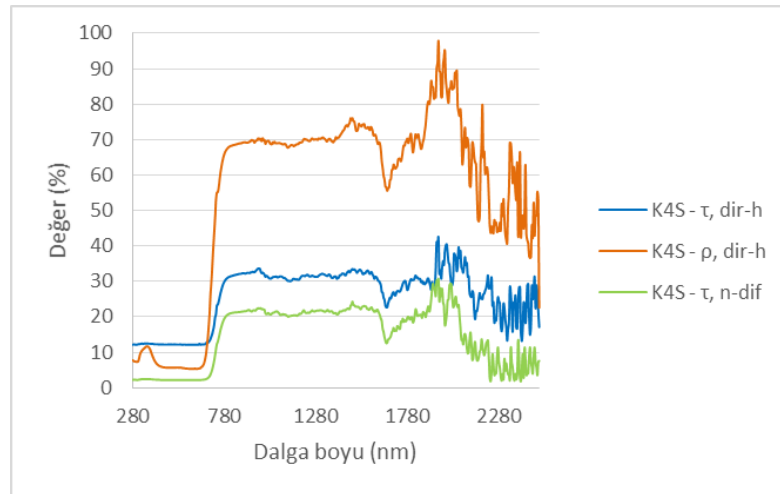
Şekil A.9 : K3S kumaşının spektrumu.



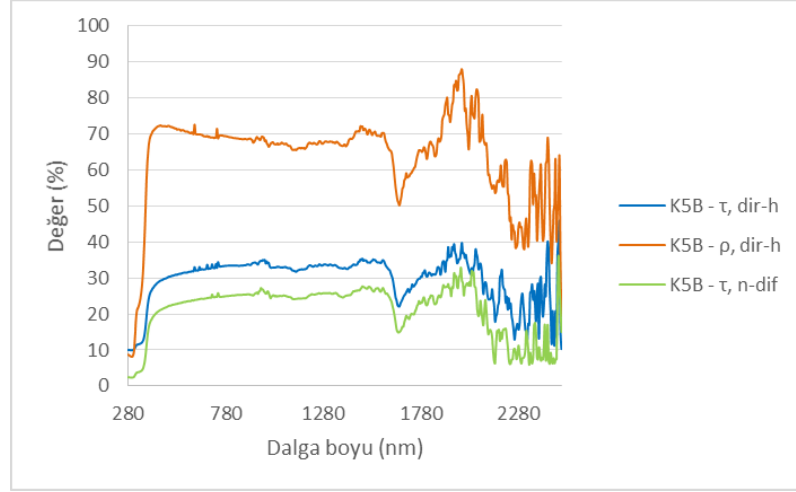
Şekil A.10 : K4B kumaşının spektrumu.



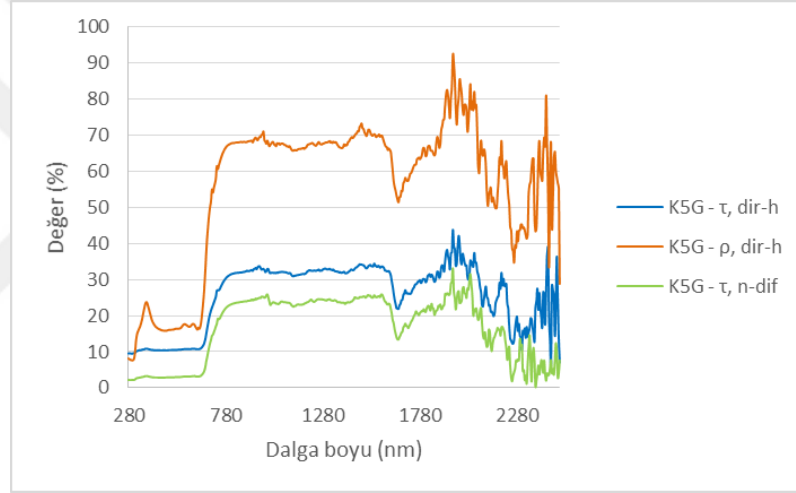
Şekil A.11: K4G kumaşının spektrumu.



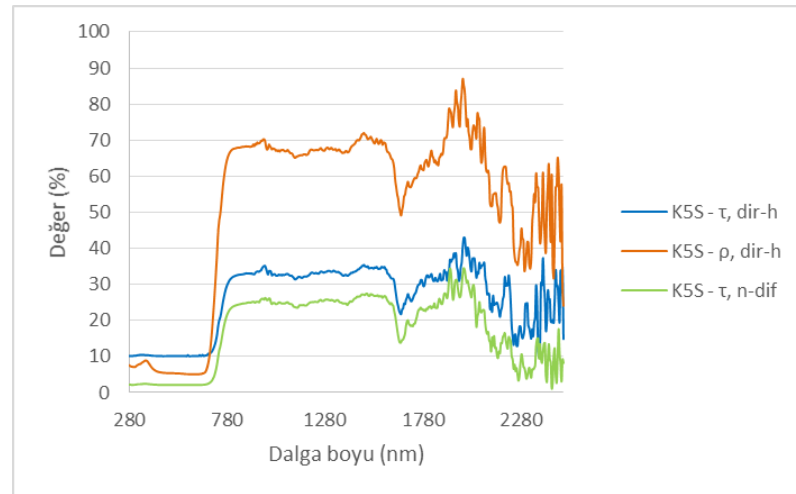
Şekil A.12 : K4S kumaşının spektrumu.



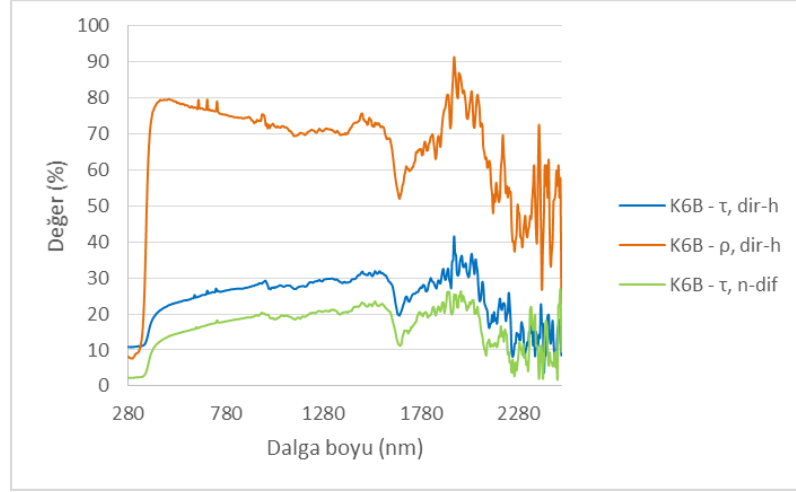
Şekil A.13 : K5B kumaşının spektrumu.



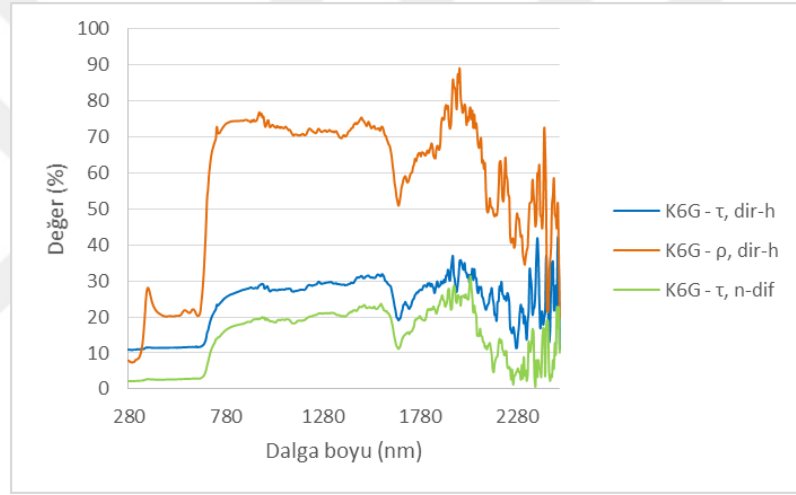
Şekil A.14: K5G kumaşının spektrumu.



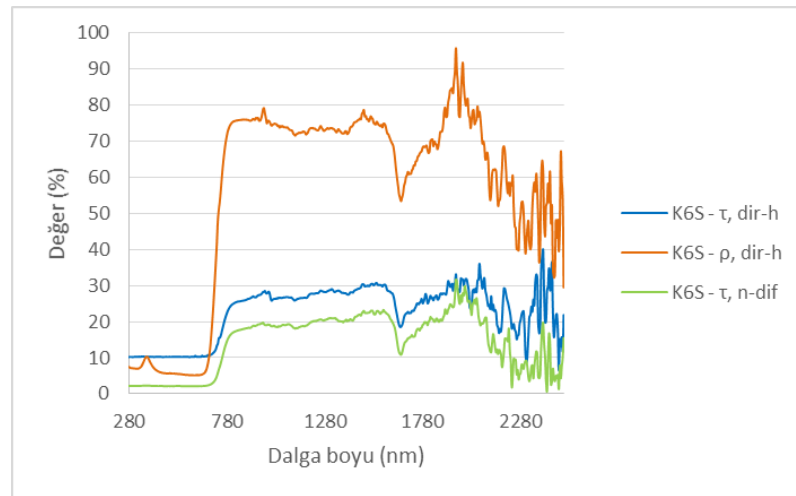
Şekil A.15 : K5S kumaşının spektrumu.



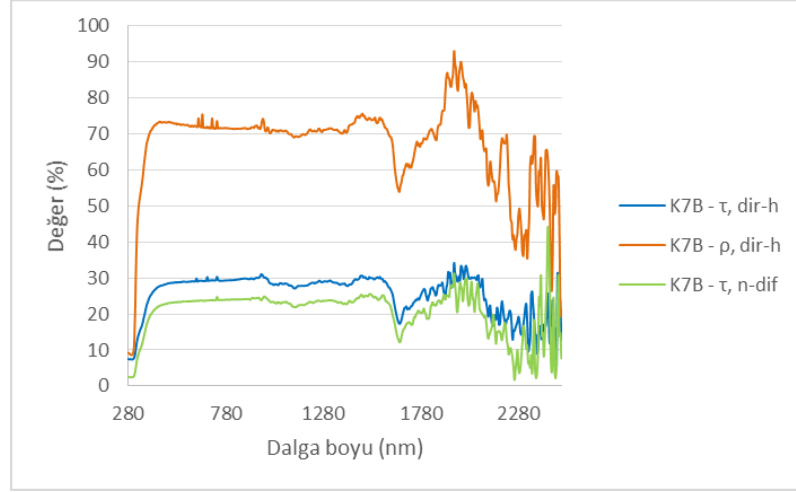
Şekil A.16 : K6B kumaşının spektrumu.



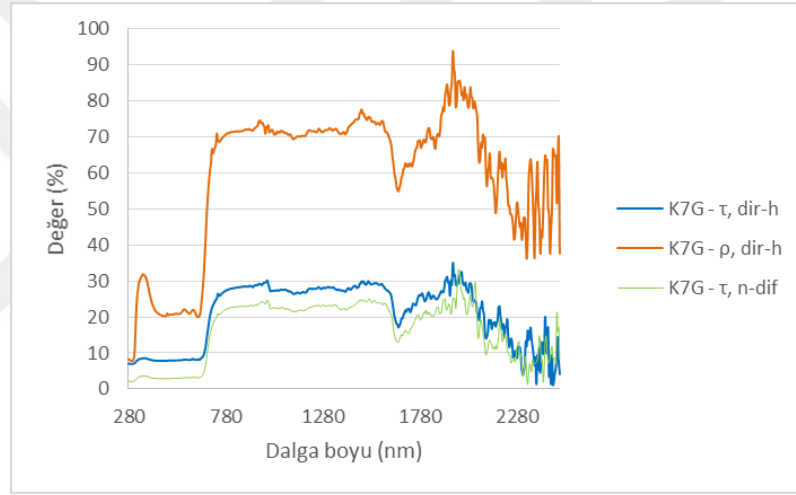
Şekil A.17 : K6G kumaşının spektrumu.



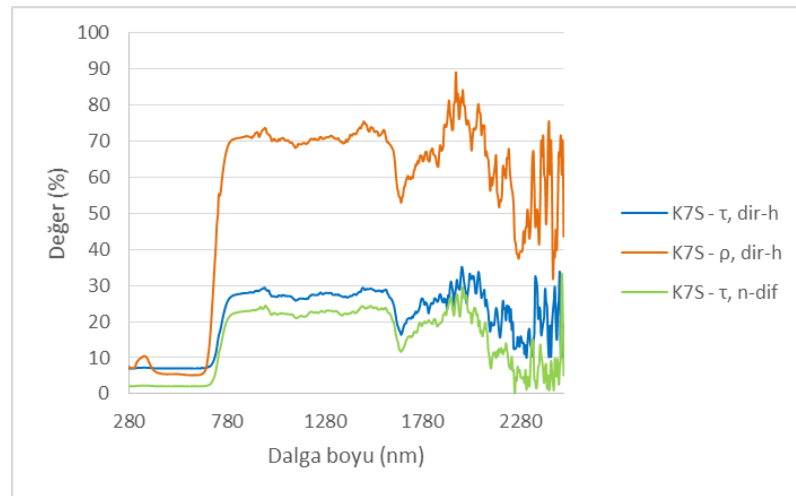
Şekil A.18 : K6S kumaşının spektrumu.



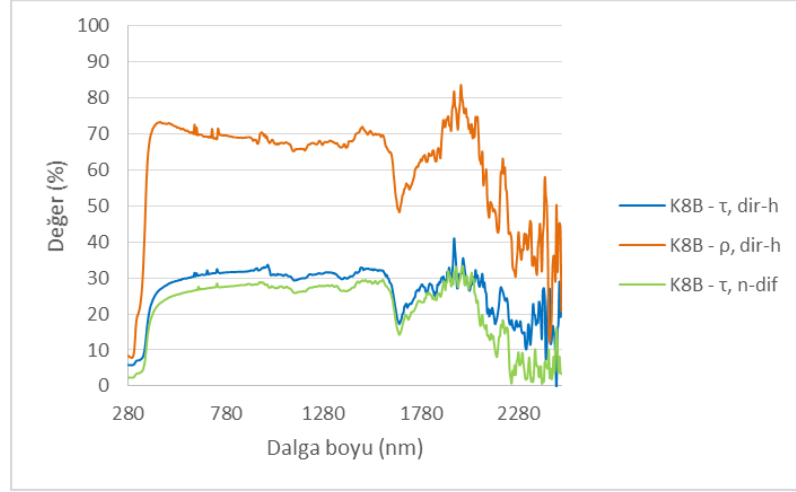
Şekil A.19 : K7B kumaşının spektrumu.



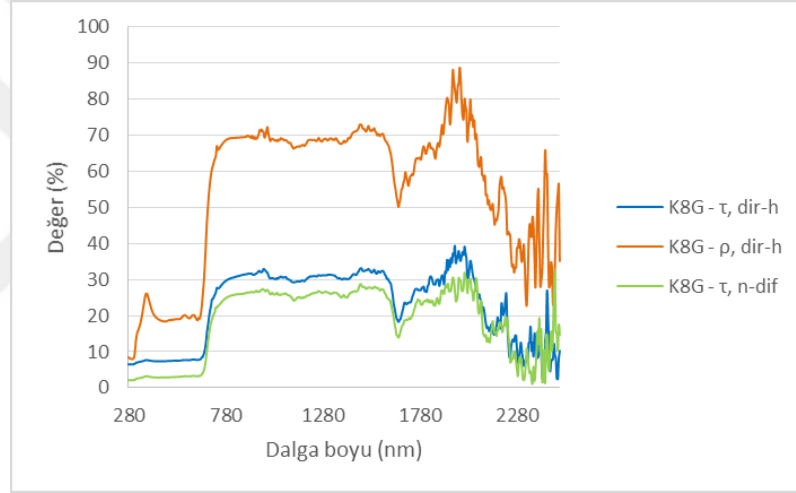
Şekil A.20 : K7G kumaşının spektrumu.



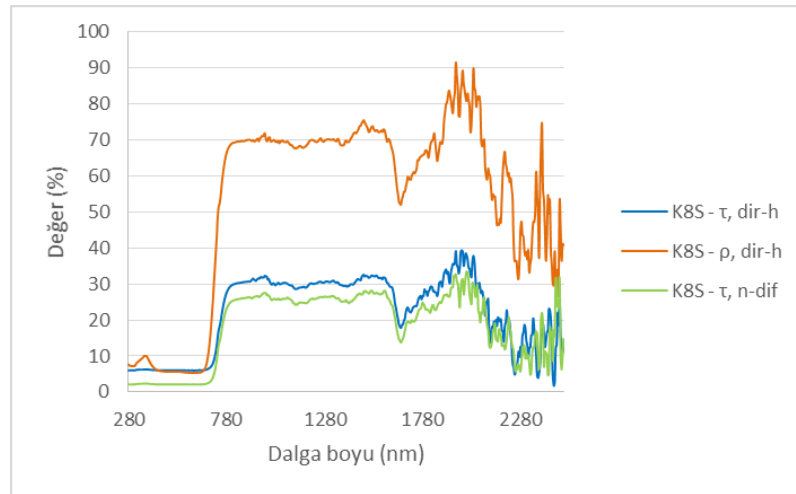
Şekil A.21 : K7S kumaşının spektrumu.



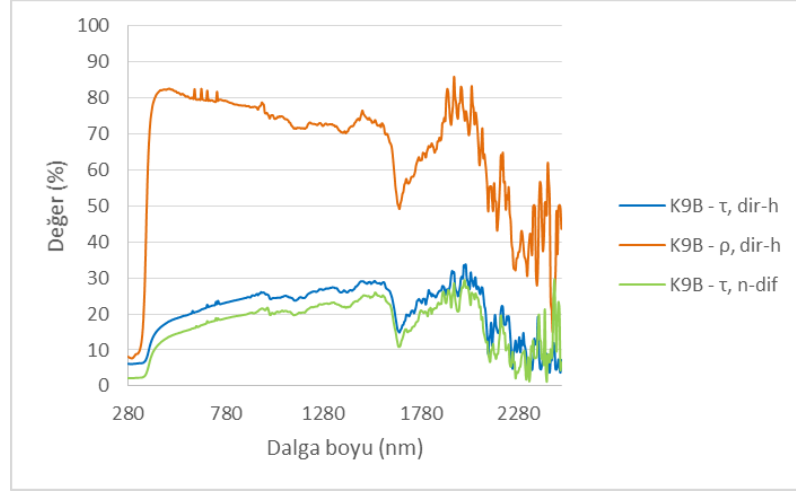
Şekil A.22 : K8B kumaşının spektrumu.



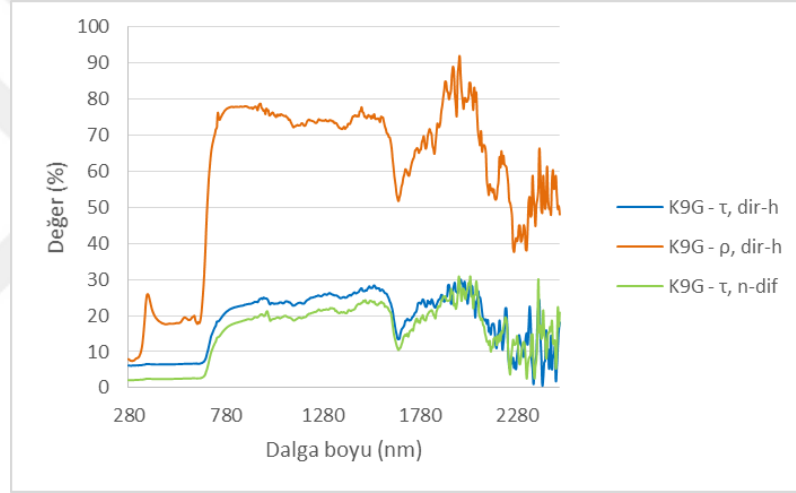
Şekil A.23 : K8G kumaşının spektrumu.



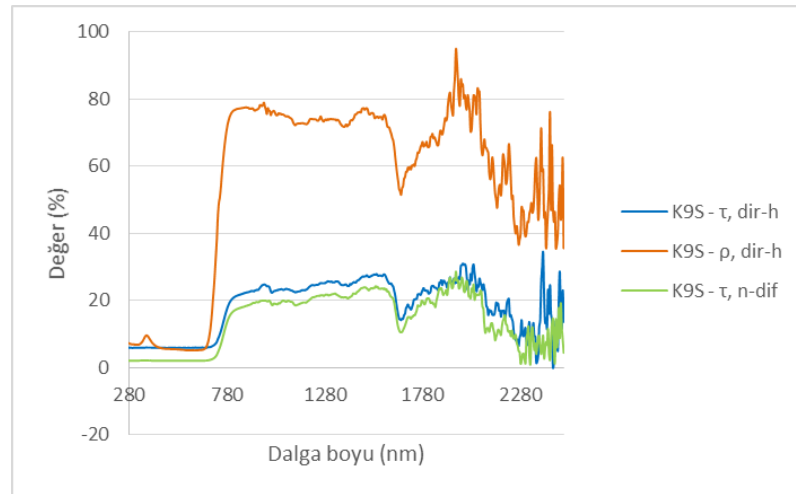
Şekil A.24 : K8S kumaşının spektrumu.



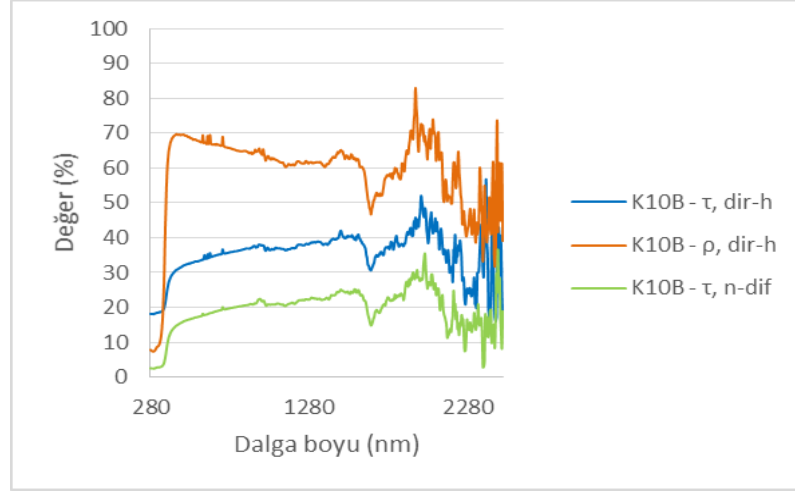
Şekil A.25 : K9B kumaşının spektrumu.



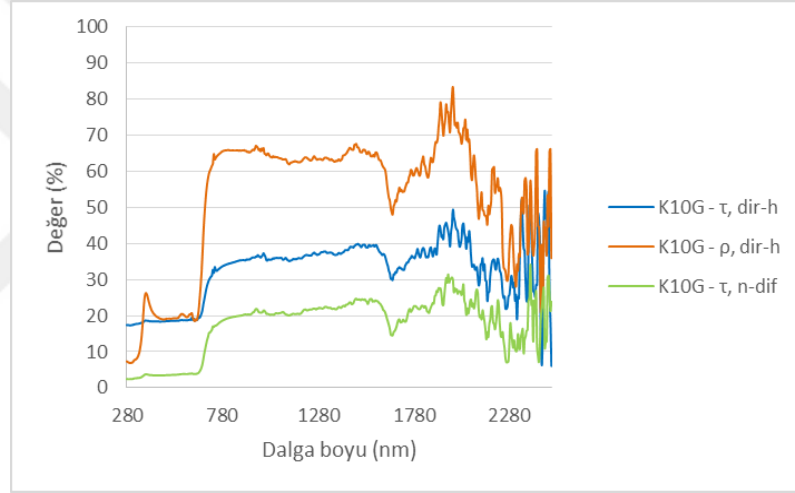
Şekil A.26 : K9G kumaşının spektrumu.



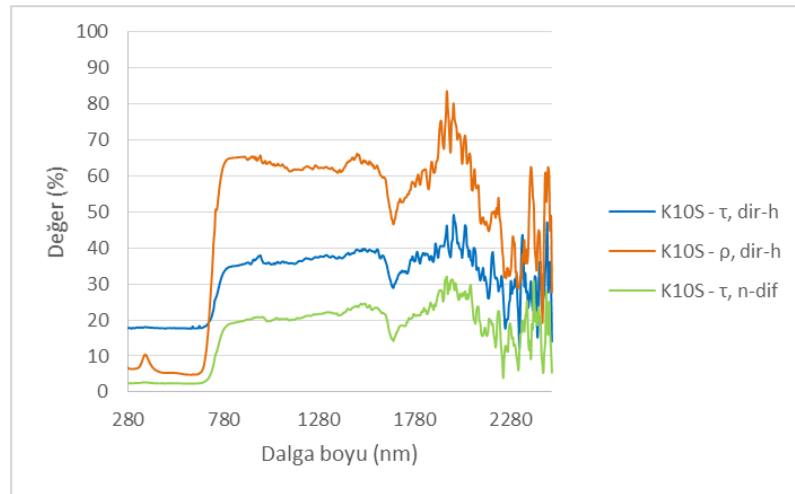
Şekil A.27 : K9S kumaşının spektrumu.



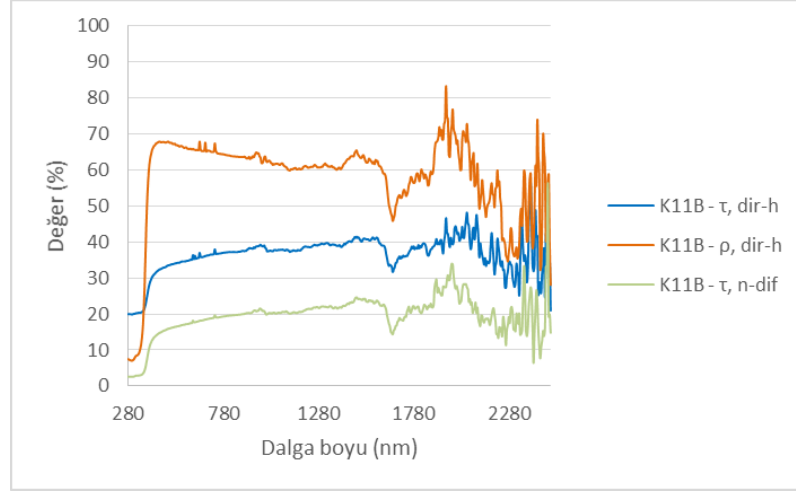
Şekil A.28 : K10B kumaşının spektrumu.



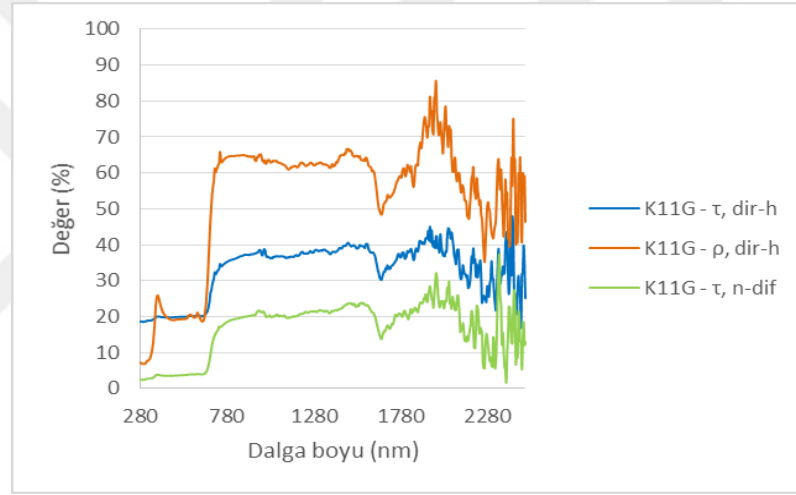
Şekil A.29 : K10G kumaşının spektrumu.



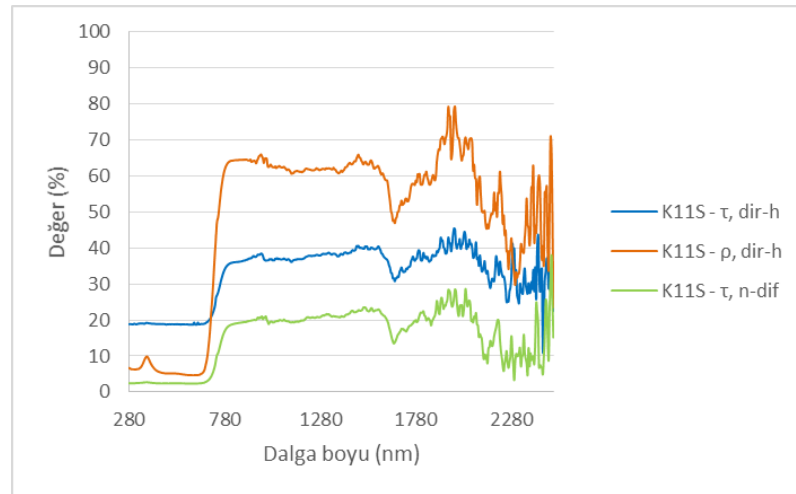
Şekil A.30 : K10S kumaşının spektrumu.



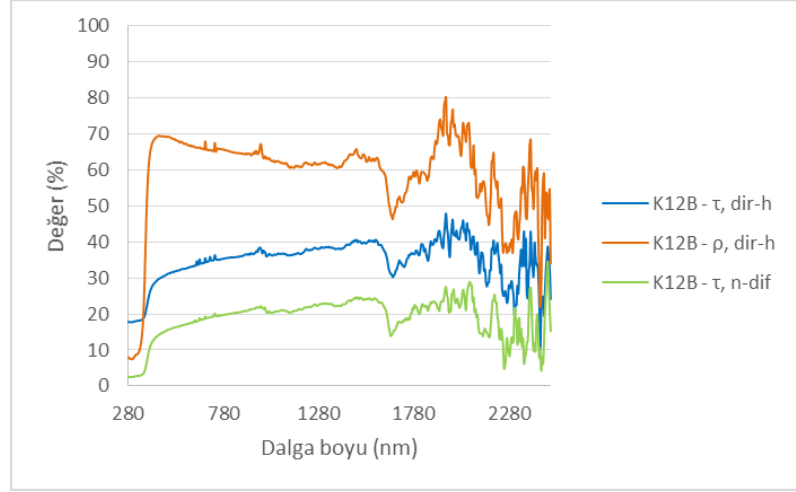
Şekil A.31 : K11B kumaşının spektrumu.



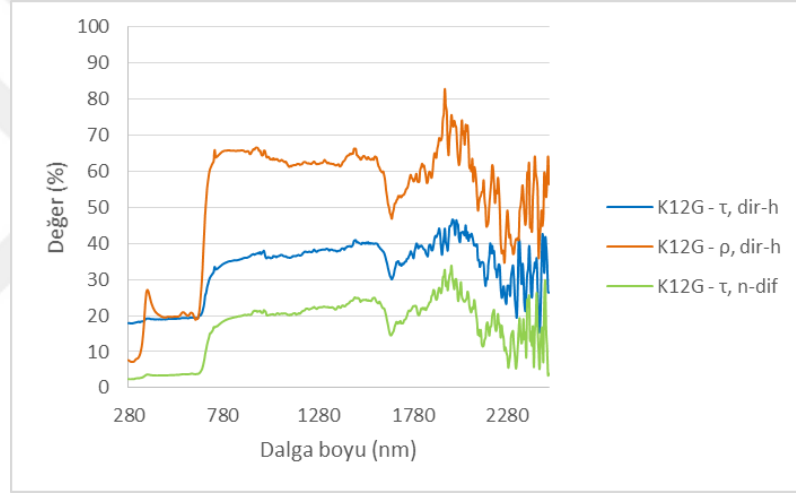
Şekil A.32 : K11G kumaşının spektrumu.



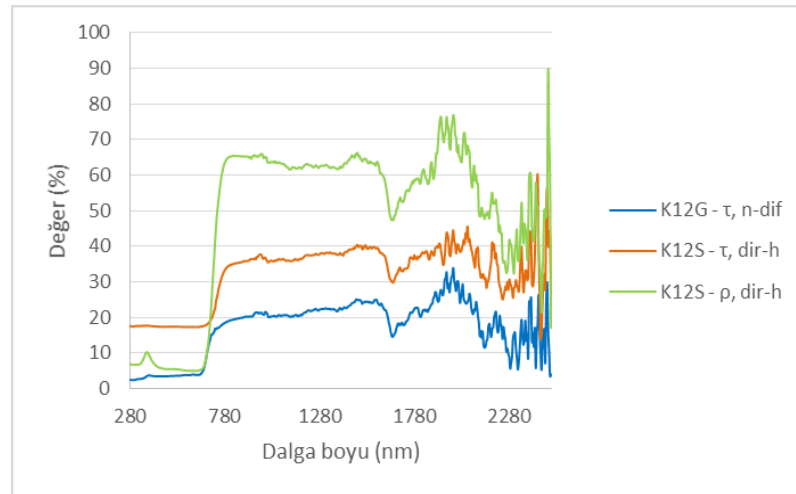
Şekil A.33 : K11S kumaşının spektrumu.



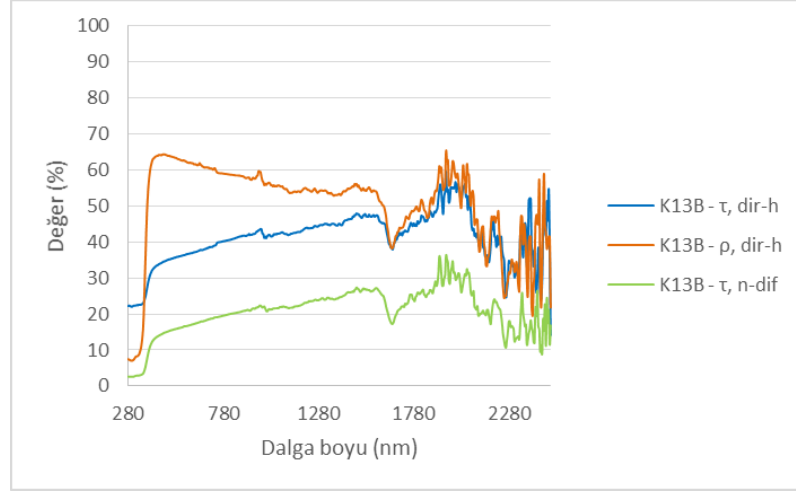
Şekil A.34 : K12B kumaşının spektrumu.



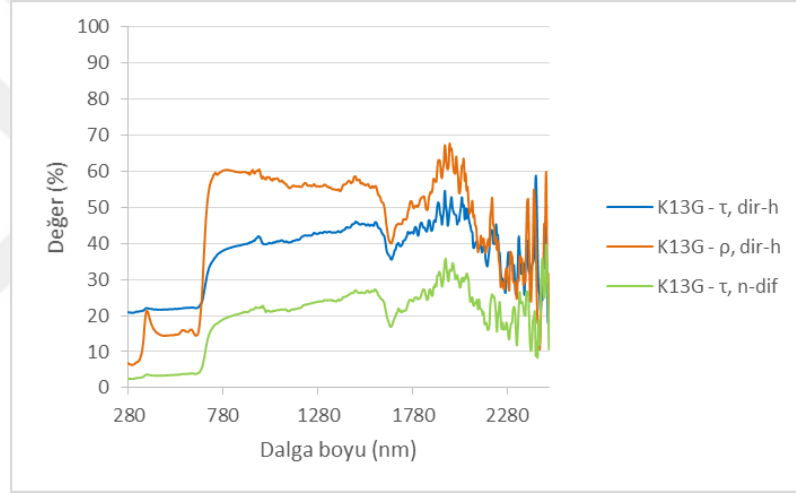
Şekil A.35 : K12G kumaşının spektrumu.



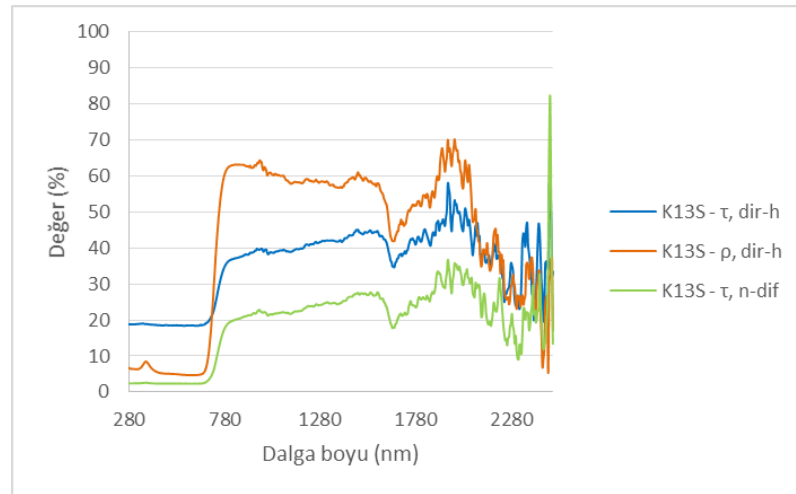
Şekil A.36 : K12S kumaşının spektrumu.



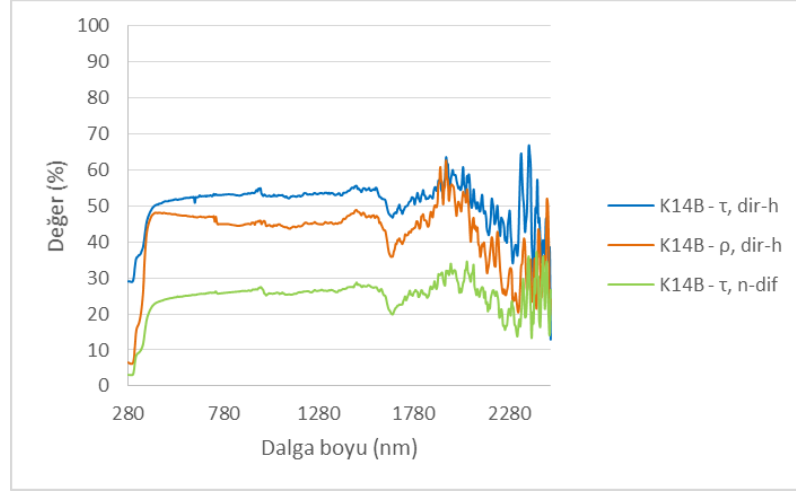
Şekil A.36 : K13B kumaşının spektrumu.



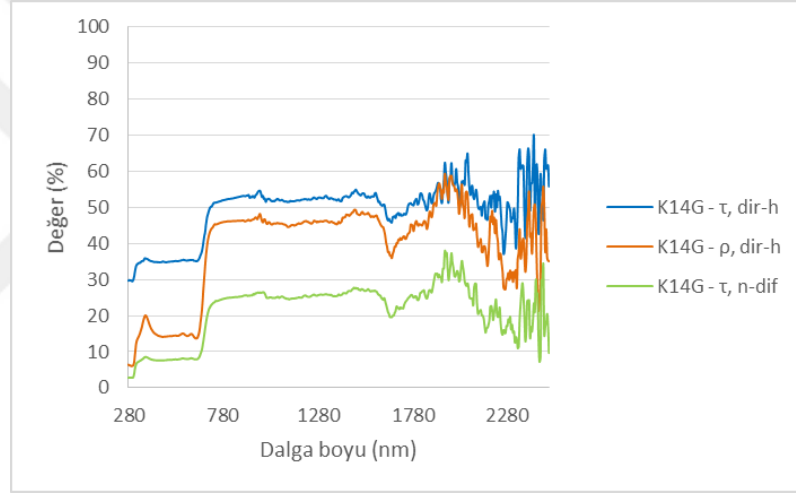
Şekil A.37 : K13G kumaşının spektrumu.



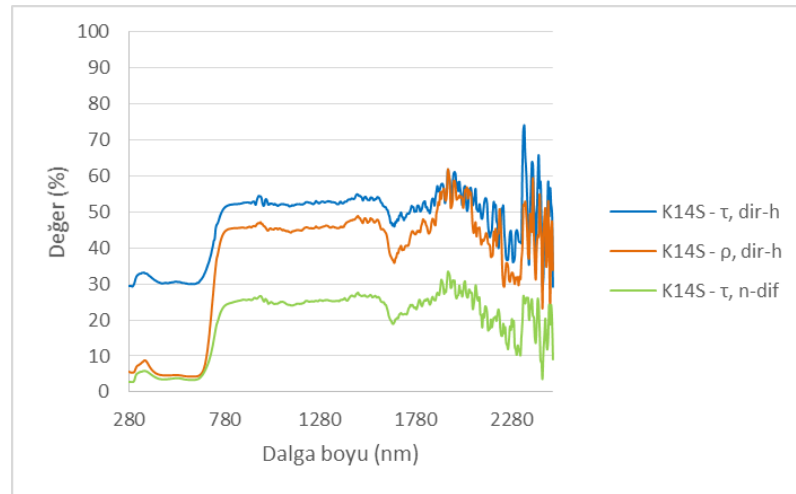
Şekil A.38 : K13S kumaşının spektrumu.



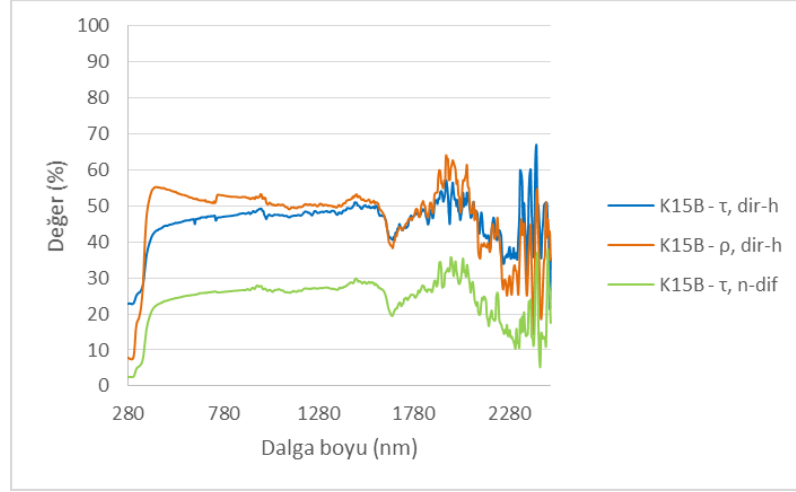
Şekil A.39 : K14B kumaşının spektrumu.



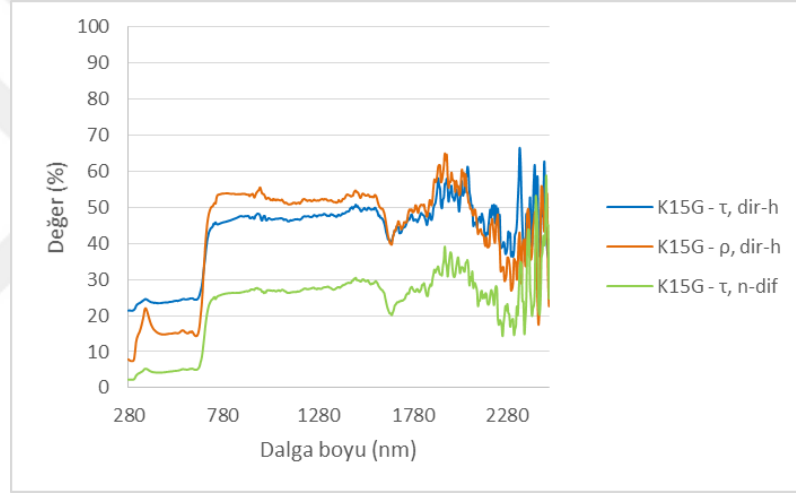
Şekil A.40 : K14G kumaşının spektrumu.



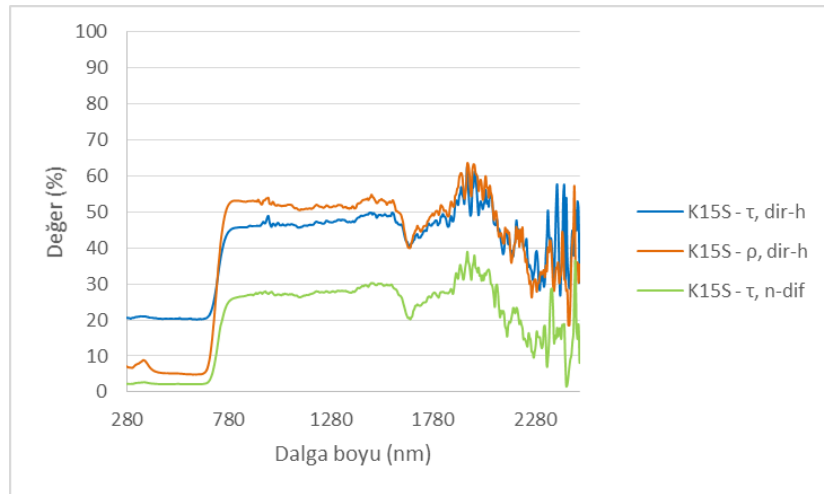
Şekil A.41 : K14S kumaşının spektrumu.



Şekil A.42 : K15B kumaşının spektrumu.

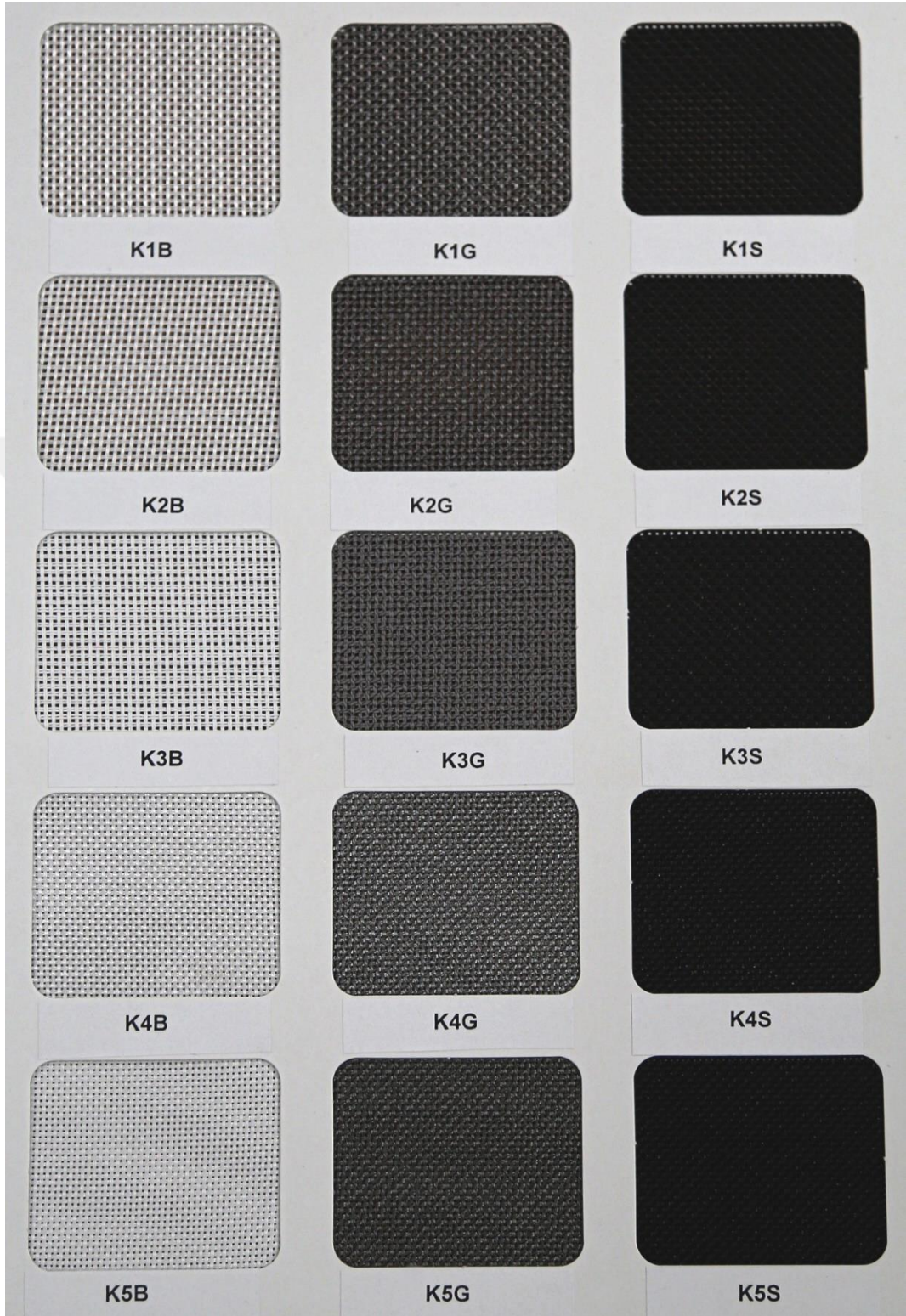


Şekil A.43 : K15G kumaşının spektrumu.

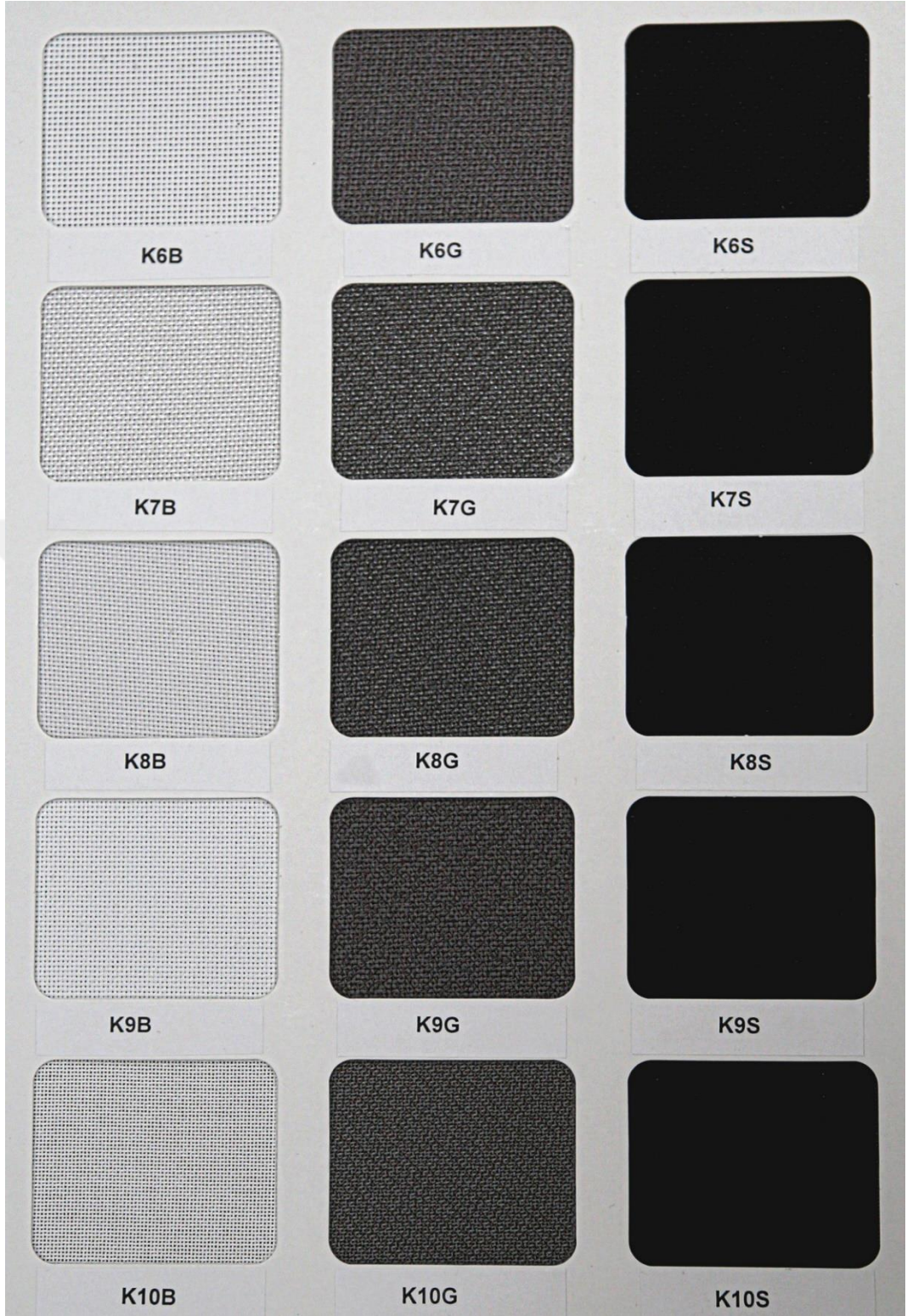


Şekil A.44 : K15S kumaşının spektrumu.

EK B



Şekil B.1 : K1-K2-K3-K4-K5 kumaşlarının görselleri.

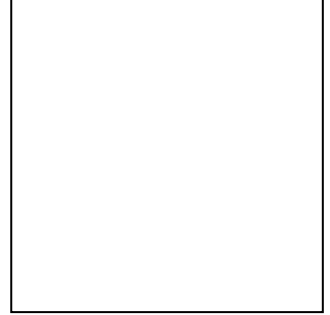


Şekil B.2 : K6-K7-K8-K9-K10 kumaşlarının görselleri.



Şekil B.3 : K11-K12-K13-K14-K15 kumaşlarının görselleri.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Güler BAYAR

Doğum Tarihi ve Yeri :

E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2001, Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Küçükçalık Tekstil San. ve Tic. A.Ş. / Ürün Geliştirme Yöneticisi (... - 2015)
- Dersiyon Tekstil A.Ş. / Ürün Geliştirme Müdürü (2015-2013)
- Burkey Tekstil A.Ş. / Ürün Geliştirme Müdürü (2013-2004)
- Zorlu Holding Korteks Dokuma A.Ş. / Ürün Geliştirme Mühendisi (2004-2002)