

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**GÜNEŞ IŞIĞI YANSITICI KAPLAMA
ALTERNATİFLERİ ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA: SERİN KAPLAMALAR**

Özlem SAATCI KABADAYI

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Canan VARLIKLI

Güneş Enerjisi Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 625.05.04

Sunuş Tarihi : 17.02.2014

Bornova – İZMİR

2014

Özlem SAATCI KABADAYI tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Güneş Işığı Yansıtıcı Kaplama Alternatifleri Üzerine Bir Araştırma: Serin Kaplamalar” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 17.02.2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:**İmza**

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Canan VARLIKLI

Raportör Üye : Yrd.Doç.Dr. Koray ÜLGEN

Üye : Prof.Dr.Zafer AYVAZ

EGE UNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi / Doktora Tezi olarak sunduğum “Güneş Işığı Yansıtıcı Kaplama Alternatifleri Üzerine Bir Araştırma: Serin Kaplama” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif hakları ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

..../..../2014

İmzası

Adı-Soyadı

ÖZET

GÜNEŞ IŞIĞI YANSITICI KAPLAMA

ALTERNATİFLERİ ÜZERİNE

BİR ARAŞTIRMA: SERİN KAPLAMALAR

SAATCI KABADAYI, Özlem

Yüksek Lisans Tezi, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Canan VARLIKLİ

Şubat 2014, 64 sayfa

Bu çalışmada amaç Kentsel Isı Adası Etkisini (KIAE) azaltmak adına ısı yansıtma ve ısı yayma performansı yüksek boyalar hazırlamaktır.

İnceleme 5 farklı renkte (kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve siyah) yapılmıştır. Hem standart pigment (piyasada kullanılan pigmentler) hem de “cool pigment” olarak geçen serin pigmentler kullanılarak hazırlanan akrilik boyalar ile bu boyalara ilave edilen cornflake ve silverdolar olarak adlandırılan ve sırasıyla, patlamış mısır ve bozuk para şekilsel görünümüne sahip iki farklı tipte alüminyum pigment ilaveleri yapılan boyalarla uygulama yapılarak paneller hazırlanmıştır. Bu paneller Flüoresans UV lamba altında yaşlandırılmıştır. Yaşlandırma öncesi ve sonrası olmak üzere morötesi-görünür-kızılötesi ışık spektroskopisi (UV-VIS-NIR), Toplam Güneşsel Yansıtma (Total Solar Reflectance-TSR) değerleri, yüzey sıcaklık ve renk değerleri ile boyaların karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kullanılan pigmentlerin farklı renklerde ısıyı yüzeyden yansıtabilme, yüzey sıcaklığı ve renk değerlerine olan etkileri incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Serin çatı, serin pigment, serin kaplamalar, cornflake, silverdolar, TSR, KIAE.

ABSTRACT

SUN-REFLECTIVE COATING

ON ALTERNATIVES RESEARCH : COOL COATING

SAATCI KABADAYI, Özlem

MSc in Solar Energy

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Canan VARLIKLI

February 2014, 64 pages

The aim of this thesis is to prepare high performance thermal reflectance and thermal emission paints to reduce Urban Heat Island Effect (UHI).

Acrylic paint is used in this experiment and made by 5 different color which are red, yellow, blue, green and black. Those colors are prepared by conventional pigments and cool pigments. The study is also done by aluminium pigments which are called as flake and silverdolar, added to both conventional and cool pigments. After that prepared panels are aged under fluorescenced UV lamp. Before and after aging, the ultraviolet-visible-infrared light spectroscopy (UV-VIS-NIR), Total Solar Reflectance (TSR), values of surface temperature and color values of the dyes are carried out characterization. In different colored panels; reflection of heating from the surface, the surface temperature and the impact on color values are examined.

Keywords: Cool roof, cool pigment, cool coating, cornflake, silverdolar, TSR, UHI.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım sırasında bilgilerimi, manevi desteğini ve özellikle sabrını benden esirgemeyen beni süreç boyunca sürekli motive eden saygıdeğer hocam Doç. Dr. Canan VARLIKLİ'ya sonsuz teşekkür ederim.

Beni hayatım boyunca sürekli destekleyen, zor anlarımda tüm pozitifliği ile beni motive eden, anlayışını, sevgisini benden hiç esirgemeyen canım annem Füsun SAATCI'ye, aramızda şu an kilometreler olsa da uzak diyarlardan beni sürekli destekleyen biricik kardeşim Can SAATCI'ye, şu an yanımda olmasa da benim bugünlere gelmemi sağlayan canım babam Yavuz SAATCI'ye çok teşekkür ederim. İlk tanıştığımız günden beri en iyi dostum, hayat arkadaşım, her konuda en büyük destekçim, enerji kaynağım Kutluay KABADAYI'ya sonsuz teşekkür ederim.

Laboratuar çalışmaları sırasında bana destek olan DYO Boya çalışma arkadaşım Serkan ASRAV'a ve bana çalışırken yüksek lisans yapmamda destek olan amirim Ahmet KAPLAN'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜRLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Serin Malzemelerin Tanımlanması.....	3
1.1.1. Toplam güneşsel yansıtma (TSR) ve toplam güneşsel yansıma indisi (SRI)	3
1.2. Serin Malzemeler ile İlgili Araştırmalar.....	4
1.2.1. Serin çatı malzemeler	i4
1.2.2. Serin çatı malzemelerinin ısı performanslar	6
1.2.3. Serin çatı malzemelerinin yararları.....	7
1.3. Serin Kaldırım Malzemeleri	8
1.3.1. Serin kaldırım malzemelerinin özellikleri ve yararları	8
2. DENEYSEL KISIM	10
2.1. Cihazlar	10
2.2. Kullanılan Kimyasal Malzemeler	11
2.3. Yaş Boyanın Hazırlanması	13
2.4. Boyanın Uygulanarak Panellerin Kaplanması.....	15
3. TARTIŞMA.....	19

İÇİNDEKİLER (devamı)**Sayfa**

3.1. Yansıtma Grafiklerinin ve Toplam Güneşsel Yansıtma	
İndis Değerlerinin İncelenmesi	19
3.2. Panel Renk Değişimleri	24
3.3. Panellerin Yüzey Sıcaklık Değerlerinin Ölçülmesi	25
4. SONUÇ	33
KAYNAKLAR DİZİNİ	37
ÖZGEÇMİŞ	42
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Kentsel ve kırsal bölgeler arasındaki ısı farkı (Heat Island Group'dan 2013)	1
2.1. ASTM G173'de Dünyaya gelen solar spektrum (ASTM-G173)	10
2.2. Kullanılan alüminyumların mikroskop altındaki görüntüleri a) Cornflake (STAPA 888 NL), b) Silverdolar (STAPA Metallux 3580) 12	12
2.3. Sarı boyaya katkılanırılan farklı ağırlık %'lerindeki silverdolar alüminyum ile elde edilen kaplamaların dalga boyuna göre değişen % yansıtma değerleri	14
2.4. Boyanın içine farklı %'ler de ilave edilen silverdolar alüminyumun mikroskop altındaki görüntüsü (75mm X 50 mm'lik bir alanı 50 defa büyütölmüş halidir).....	15
2.5. Kırmızı, astarlı ve astarsız panellerin UV-VIS-NIR' da yansıtma Eğrileri	17
2.6. Yeşil, astarlı ve astarsız panellerin UV-VIS-NIR' da yansıtma eğrileri	17
2.7. Kırmızı, astarlı ve astarsız panellerin mikroskop altındaki görüntüsü	18
2.8. Yeşil, astarlı ve astarsız panellerin mikroskop altındaki görüntüsü	18
3.1. a) Standart pigment ve b) Serin pigment ile hazırlanmış panellerin UV öncesi ve sonrası TSR kıyaslanması	21
3.2. a) Cornflake alüminyum ilave edilmiş standart pigment ile ve b) Cornflake alüminyum ilave edilmiş serin pigment ile hazırlanmış panellerin UV öncesi ve sonrası TSR kıyaslanması	21
3.3. a) Silverdolar alüminyum ilave edilmiş standart pigment ile ve b) Silverdolar alüminyum ilave edilmiş serin pigment ile hazırlanmış panellerin UV öncesi ve sonrası TSR kıyaslanması	21
3.4. Sarı renge ait UV öncesi yansıtma grafiği	22
3.5. Sarı renge ait UV sonrası yansıtma grafiği	22
3.6. Mavi renge ait UV öncesi yansıtma grafiği	23
3.7. Mavi renge ait UV sonrası yansıtma grafiği	23
3.8. Standart panelde UV öncesi ve sonrası panelin alt-üst sıcaklık farkları .	30

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.9. Serin panelde UV öncesi ve sonrası panelin alt-üst sıcaklık farkları	30
3.10. Cornflake alüminyum ilave edilmiş standart pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları	31
3.11. Cornflake alüminyum ilave edilmiş serin pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları	31
3.12. Silverdolar alüminyum ilave edilmiş standart pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları	32
3.13. Silverdolar alüminyum ilave edilmiş serin pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları	32

TABLolar DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Genel olarak kullanılan çatı malzemelerinin güneşsel yansıtma, kızılötesi ışıma ve güneşsel yansıtma indisi değerleri (Santamouris'den 2011)	5
1.2. Genel olarak kullanılan kaldırım malzemelerinin güneşsel yansıtma değerleri (Santamouris'den 2001 ve Stathopoulou'den 2009).....	9
2.1. Çalışmada kullanılan pigmentlerin renk indisleri	12
2.2. Sarı boyaya katkılanırılan farklı ağırlık %'lerindeki silverdolar alüminyum ile elde edilen kaplamaların Toplam Güneşsel Yansıtma (TSR) değerleri	14
3.1. UV Öncesi panellerin TSR değerleri	20
3.2. UV Sonrası panellerin TSR değerleri	20
3.3. UV öncesi ve sonrasında panellerin renk farkları	24
3.4. UV öncesi panellerin alt ve üst sıcaklık değerleri	26
3.5. UV sonrası panellerin alt ve üst sıcaklık değerleri	28
4.1. Çalışmada kullanılan pigmentlerin fiyatları (fiyat /kilo)	34
4.2. Çalışmada kullanılan alüminyumların fiyatları (fiyat /kilo)	34
4.3. Çalışmada incelenen boyaların fiyatları (fiyat /kilo)	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
e	Yüksek kızılötesi yayılım
T _{black}	Siyah malzemenin yüzey sıcaklığı
T _{white}	Beyaz malzemenin yüzey sıcaklığı, °C
T _{surface}	Malzemenin yüzey sıcaklığı, °C
L*	CIE renk haritasında rengin siyahlık – beyazlık eksenindeki yeri
a*	CIE renk haritasında rengin kırmızı – yeşil eksenindeki yeri
b*	CIE renk haritasında rengin sarı – mavi eksenindeki yeri
dE	Toplam renk farkı
dL	Siyah - beyaz renk farkı
da	Kırmızı - yeşil renk farkı
db	Sarı – mavi renk farkı
ΔT	Sıcaklık farkı, °C

Kısaltmalar

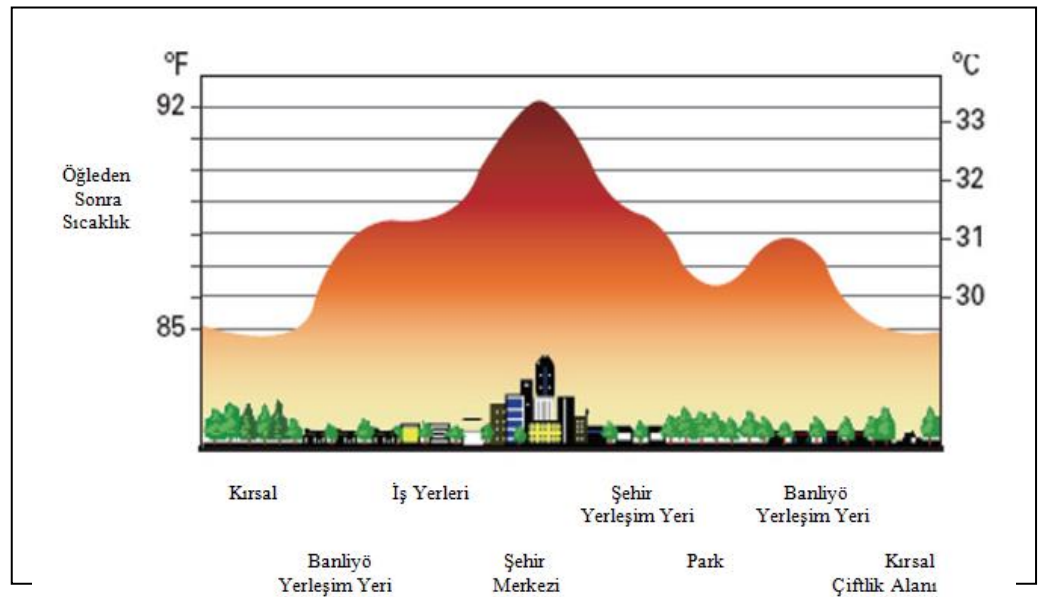
Al	Alüminyum
BD	Aydınlık/Karanlık objektif
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
KIAE	Kentsel Isı Adası Etkisi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
TSR	Toplam Güneşsel Yansıtma
SRI	Güneşsel Yansıtma Indisi
ASTM	Amerikan Malzeme ve Test Standartları
SR	Yüksek güneşsel yansıtma
N.A	Sayısal Açıklık; mikroskop lensinde ışık toplama kapasitesinin sayısal ifadesi.

1. GİRİŞ

Bugün dünyadaki insan nüfusunun yaklaşık yarısı kentlerde yaşamaktadır. 2030 yılına kadar dünya genelinde kentsel nüfusun %70 artması beklenmektedir. Dolayısı ile kentleşmenin çevre üzerindeki olumsuz etkileri her geçen gün artmaktadır. Ormanların yok edilmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, toprak kalitesinin düşmesi ile çölleşme ve küresel ısınmanın artması, kentleşmenin de etki ettiği başlıca çevresel olumsuzluklardır (Sánchez-Rodríguez ve ark. 2005). Şehirleşme ile birlikte gelen başlıca problemlerden biri de şehirlerdeki ısınmadır. Şehirler kırsal bölgelere göre daha çok ısınmaktadır (Oke, 1973). Özellikle yaz aylarında kentlerde, güneşten gelen ışınım, ısıyı bünyesinde uzun süre tutabilen maddelerden yapılmış binalar tarafından emilir. Gece hava ısısı düştüğünde bu binalar tarafından soğurulmuş ısı, şehri ısıtmaya devam eder. Kentsel bölgelerin kırsal bölgelere göre sıcaklıklarının binaların çokluğu nedeni ile fazla olmasına Kentsel Isı Adası Etkisi, KIAE (Urban Heat Island Effect) denir. Şehirdeki sıcaklıklar kırsal bölgelere göre ortalama 1–3°C derece daha yüksek olmaktadır. Bu fark meteorolojik duruma göre (serin ve bulutlu bir kış gecesi için) 10°C'ye kadar çıkabilir (Oke, 1981). Şekil 1.1'de kentsel ve kırsal bölgeler arasındaki ortalama ısı farkı değişimi görülmektedir (Heat Island Group, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2013).



Şekil 1.1. Kentsel ve kırsal bölgeler arasındaki ısı farkı (Heat Island Group'dan 2013).

KIAE nedeni ile günlük enerji kullanımı ve kirlilik artar, havanın kalitesi bozulur ve sıcaklık artışı bazı hastalıkları tetikleyebilir (Hassid ve ark., 2000; Santamouris ve ark., 2001; Cartalis ve ark., 2001; Santamouris ve ark., 2007a,b; Stathopoulos ve ark., 2008). Şehirlerdeki ısının artmasında binaların dış cephelerinde kullanılan malzemeler ve kentin şehirleşme şekli önemli rol oynar. Kullanılan malzemeler güneş ışığını ve kızılötesi ışığı emer ve daha sonra bu enerjiyi atmosfere iletme ve yayma yolu ile vererek havanın sıcaklığını artırır. Bu nedenle binalarda kullanılan malzemelerin yapısı ve teknik özelliği KIAE'nin azaltılmasında önem kazanmaktadır. Bu malzemelerin optik ve ısı karakterlerini anlamak için bir çok çalışma gerçekleştirilmiştir (Yap, 1975; Berg and Quinn, 1978; Gustavsson and Bogren, 1991; Taha ve ark., 1992; Asaeda ve ark., 1996; Doulos ve ark., 2001; Niachou ve ark., 2008; Santamouris ve ark., 1999; Chen ve ark., 2009; White ve ark., 2010, Rossi ve ark., 2014; Borbora ve ark., 2014).

Bir yüzeyden yansıyan güneş radyasyonunun gelen güneş radyasyonuna oranına albedo denir. Şehirlerdeki bina yapılarının düzensiz olmasından şehirlerdeki albedo kırsal alanlara göre oldukça düşüktür. Cantat (1989) çalışmasında Paris'deki albedo'un Paris çevresindeki kırsal alana göre %16 daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

KIAE etkisini azaltmak için kullanılan serin malzemelerin güneşsel yansıtımalarının yüksek olması, şehirdeki albedo'yu yükseltmekte, binaların dış cephelerinin yüzey sıcaklıklarını düşürmektedir (Akbari ve ark., 2009; Santamouris ve ark., 2008). Bu çalışmada da amaç, bu konu ile ilgili yapılan birçok çalışmada olduğu gibi, KIAE etkisini azaltmak adına ısı yansıtma ve ısı yayma performansı yüksek boyalar hazırlamaktır. Ayrıca serin malzemelerdeki en önemli problem olan yaşlanma sonrası ısı yansıtma ve ısı yayma performanslarındaki düşüş bu çalışmada hazırlanan boyalar için incelenmiştir.

5 farklı renkte (kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve siyah) hem standart pigment (piyasada kullanılan pigmentler) hem de "cool pigment" olarak geçen serin pigmentler kullanılarak boyalar hazırlanmıştır. Bu boyalara ayrıca cornflake ve silverdolar olarak adlandırılan ve sırasıyla, patlamış mısır ve bozuk para şekilsel görünümüne sahip iki farklı tipte alüminyum pigment ilaveleri yapılmıştır. Bu boyalar ile uygulama yapılarak paneller hazırlanmıştır. Bu paneller Floresans UV lamba altında 300 saat (DYO uygulamalarına göre yaklaşık 3 yıla denk

gelmektedir) yaşlandırılmıştır. Yaşlandırma öncesi ve sonrası olmak üzere morötesi-görünür-kızılötesi ışık spektroskopisi (UV-VIS-NIR), Toplam Güneşsel Yansıtma İndis (Total Solar Reflectance-TSR) değerleri, yüzey sıcaklık ve renk değerleri ile boyaların karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Kullanılan pigmentlerin farklı renklerde ısıyı yüzeyden yansıtabilme, yüzey sıcaklığı ve renk değerlerine olan etkileri incelenmiştir.

1.1. Serin Malzemelerin Tanımlanması

Yansıtma özellikleri yüksek, çevreyle dost, düşük enerji gereksimi sağlayarak enerji verimliliğini arttıran, yüzeyin ve atmosferin sıcaklığını azaltan malzemelerdir.

Serin malzemeler iki şekilde karakterize edilir;

(a) Yüksek güneşsel yansıtma (Solar Reflectance, SR) . Solar yansıtma, malzeme yüzeyinin solar yama yapabilme kapasitesi ile ölçülür. Ölçüm Aralığı 0 ile 1'dir (ya da 0-100%).

(b) Yüksek kızılötesi yayılım (Infrared Emittance, e). Kızılötesi ışıma, yüzey tarafından emilmiş ısının yine yüzey tarafından serbest bırakılma kapasitesi ile ölçülür. Ölçüm Aralığı 0 ile 1'dir.

Bu iki özellik yüzeyin sıcaklığını etkiler (Bretz and Akbari, 1997).

Eğer yüzeyin güneşsel yansıtması ve kızılötesi ışıması yüksek ise, yüzey sıcaklığı düşük "SR" ve "e" yapan yüzeye göre daha az ısınmaktadır.

1.1.1. Toplam güneşsel yansıtma (TSR) ve toplam güneşsel yansıma indisi (SRI)

Toplam Güneşsel Yansıtma değeri malzemelerin güneş ısını yansıtma miktarını tanımlamaktadır. Yüzey, güneşten gelen ısıyı ne kadar çok yansıtırsa o kadar az ısınır ve yüzey sıcaklığı düşük olur. TSR hesaplama, Perkin Elmer UV-VIS-NIR Spektrophotometre ile ASTM G173 "Standart Tables for Reference Solar Spectral Irradiances : Direct Normal and Hemispherical on 37 degree Tilted Surfaces" standartına göre yapılmaktadır. TSR değeri 0 ile 100 aralığında % olarak kullanılmaktadır. SRI, güneşsel yansıma ve kızılötesi ışıma değerleri ile

hesaplanmaktadır. SRI hesaplama, ASTM E1980-02 “Standart Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces” göre yapılmaktadır. SRI değeri ölçülürken standart siyah (yansıtması %5 ve kızılötesi ışıması %90) ve standart beyaz (yansıtması %80 ve kızılötesi ışıması %90) değerleri kullanılır. SRI değeri 0 değerindeki standart siyah (ısı yansıtma 0.05, ısı yayma 0.90) ve 100 değerindeki standart beyaz (ısı yansıtma 0.80, ısı yayma 0.90) aralığında tanımlanır. Örnek vermek gerekirse güneşli bir günde siyah boyalı bir çatının ısı 50 °C artarken aynı çatının beyaz renkli olan kısmı (beyaz renk güneş ışınlarını daha çok yansıttığı için) 8 °C artar. Bu iki rengin yansıtma farkını tanımlamak için SRI değeri ya da TSR değeri kullanılabilir (http://energy.lbl.gov/coolroof/ref_01.htm).

1.2. Serin Malzemeler ile İlgili Araştırmalar

Serin malzemeler kullanım yerine göre iki kategoriye ayrılır. Bir kullanım yeri çatılar diğer kullanım yeri ise yollar ve kaldırımlardır.

1.2.1. Serin çatı malzemeleri

İki tip çatı çeşidi vardır. Bunlardan biri düşük eğimli olarak geçen yatay yüzey ile yaptığı açı 9.5°’den küçük olan düz çatılar diğeri ise dik eğimli olarak geçen ve yatay yüzey ile yaptığı açı 9.5°’den büyük olan çatılardır. Genelde düz çatı olanlar endüstride, ofislerde, evlerde kullanılırken dik çatılar ticari binalarda kullanılmaktadır. Serin çatı malzemeleri ile ilgili yapılan araştırmalarda genelde yatay çatılara odaklanılmaktadır. Fakat yatay çatılarda kullanılan serin malzemeler dik çatılarda da kullanılabilir.

Çatı malzemeleri olarak genelde tek kat membran, modifiye edilmiş katran, kaplama, metal malzemeleri kullanılmaktadır. Çatı malzemelerinin güneşsel yansıtma ve kızılötesi ışıma değerleri ile ilgili bir çok çalışma yapılmış ve malzemelerin SRI değerleri hesaplanmıştır. Bulunan değerlerin hepsi özet olarak Tablo 1.1’de görülmektedir (Santamouris ve ark., 2011).

Tablo 1.1. Genel olarak kullanılan çatı malzemelerinin güneşsel yansıtma, kızılötesi ışıma ve güneşsel yansıtma indisi değerleri (Santamouris’den 2011).

Malzeme	Güneşsel Yansıtma	Kızılötesi ışıma	Güneşsel Yansıtma İndisi (SRI)
Kaplama			
Beyaz	0.70-0.85	0.80-0.90	84 - 113
Alüminyum	0.20-0.65	0.25-0.65	(-25) - 72
Standart siyah	0.04-0.05	0.80-0.90	(-7) - 0
Serin Siyah	0.20-0.29	0.80-0.90	14 - 31
Standart koyu renk kaplama	0.04-0.20	0.80-0.90	(-7) - 19
Serin koyu renk kaplama	0.25-0.4	0.80-0.90	21 - 45
Bitümlü Kiremit			
Beyaz Bitümlü Kiremit	0.20-0.30	0.80-0.90	15 - 28
Siyah Bitümlü Kiremit	0.04	0.80-0.90	(-7) - 1
Koyu renkli standart bitümlü kiremit	0.05-0.10	0.80-0.90	(-6) - 6
Koyu renkli serin bitümlü kiremit	0.18-0.34	0.80-0.90	11 - 37
Kiremit			
Kiremit rengi seramik kiremit	0.25-0.40	0.85-0.90	23 - 45
Beyaz kil kiremit	0.60-0.75	0.85-0.90	71 - 93
Beyaz beton kiremit	0.60-0.75	0.85-0.90	71 - 93
Gri beton kiremit	0.18-0.25	0.85-0.90	14 - 25
Koyu renkli beton kiremit	0.04-0.40	0.85-0.90	(-4) - 45
Koyu serin renkli beton kiremit	0.40-0.60	0.85-0.90	43 - 72
Membran			
Beyaz membran	0.65-0.85	0.80-0.90	76 - 107
Siyah membran	0.04-0.05	0.80-0.90	(-7) - 0
Metal Çatı			
Boyanmamış metal çatı	0.20-0.60	0.05-0.35	(-48) - 53
Beyaza boyanmış metal çatı	0.60-0.75	0.80-0.90	69 - 93
Koyu renk standart renge boyanmış	0.05-0.10	0.80-0.90	(-6) - 6
Koyu renk serin renge boyanmış	0.25-0.70	0.80-0.90	21 - 86
Katmanlı Çatı (Build-up Roof)			
Asfalt katmanlı çatı	0.04	0.85-0.90	(-4) - (-1)
Koyu beton katmanlı çatı	0.08-0.20	0.80-0.90	(-2) - 19
Beyaz beton katmanlı çatı	0.30-0.50	0.80-0.90	27 - 58
Beyaz katmanlı çatı	0.75-0.85	0.80-0.90	93 - 113
Modifiye edilmiş Bitümlü Çatı			
Mineral yüzeyli modifiye bitümlü çatı	0.10-0.20	0.85-0.95	4 - 21
Beyaz mineral yüzeyli modifiye bitümlü çatı	0.60-0.75	0.85-0.95	71 - 94

Düz, siyah asfalt yüzeyde ilk yansıtmanın yüzey siyah olduğunda 0.04, yüzey beyaz ile kaplandığında ise 0.80 olduğu Levinson ve ark., 2005a,b çalışmasında gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada tek kat membran bir çatıda ilk yansıtma, renk siyah olduğunda 0.04, renk gri olduğunda 0.20 ve beyaz

olduğunda ise 0.80 olduğu görülmektedir. İlk yansıtmanın beyaz renkte en fazla olduğu görülmektedir. Yine Levinson ve ark., 2007a ve 2010c yüzeye tek kat (sonkat) ve çift kat (astar üzerine sonkat) kaplama yaparak yüzeylerin yansıtmasını incelemiş ve astar ve sonkat boyanın kalınlık değerlerinin yansıtmayı etkilediği raporlanmıştır. Astar ve sonkat uygulanmış bir yüzey ile sadece sonkat uygulanmış yüzey kıyaslanmış ve astar kullanımının yüzeyde yansıtmayı arttırdığı görülmüştür.

Bir diğer çalışmada Synnefa ve ark., 2006'ın siyah kaplamaya cornflake tipi alüminyum ilavesi yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada cornflake tipi alüminyum ilavesi ile siyah rengin güneşsel yansıtmasının 0.5'in üzerinde arttığı görülmektedir. Synnefa ve ark., 2006'ın çalışmasında alüminyumun olumlu etkisi görülmektedir.

1.2.2. Serin çatı malzemelerinin ısı performansları

Yüzeyin sıcaklığını etkileyen faktörlerden biri yüzeyin ısı yansıtma kapasitesi değeri ise kızılötesi ışıma yapabilirliğidir.

Gün boyunca yüzeyin ısı performansını etkilen en önemli faktör ısı yansıtma kapasitesidir. Kızılötesi ışımının etkisi ısı yansıtmanın etkisi ile kıyaslandığında gündüz düşük kalmaktadır. Gündüz, yüzey ısısını en çok ısı yansıtma etkilemektedir. Fakat durum gece değişmekte ve gece yüzeyin sıcaklığını etkilen en önemli faktör yüzey tarafından emilen ısının dışarı verilmesi, yayılması yani kızılötesi ışıma kapasitesidir (Synnefa ve ark., 2006).

Yüzeyin ısı performansı ile ilgili bir çok çalışma yapılmıştır (Synnefa ve ark., 2006; Konopacki ve ark., 1998; Parker and Sherwin, 1998; Simpson and McPherson, 1997; Taha ve ark., 1992; Miller ve ark., 2004). Bu çalışmalarda düşük ısı yansıtma ve yüksek kızılötesi ışıma kapasitesi olan yüzeyin (örneğin; siyah kaplama yapılmış bir yüzey, siyah beton) sıcaklığı 75-80°C'den fazla, yüksek ısı yansıtma ve düşük kızılötesi ışıma kapasitesi olan yüzeyin (örneğin; boyanmamış metal yüzey, alüminyum kaplama) sıcaklığı 60-75°C'den ve yüksek ısı yansıtma ve yüksek kızılötesi ışıma kapasitesi olan yüzeyin (örneğin; serin beyaz kaplama yapılmış bir yüzey) sıcaklığı ortalama 45°C görülmektedir. Serin kaplamaların serin malzemelere göre (örneğin; beyaz mermer, beyaz mozayik)

daha iyi ısı performansına sahip oldukları (Synnefa ve ark., 2006) çalışmasında gösterilmiştir. Bir başka çalışmada (Synnefa ve ark., 2007) ise 10 farklı renkte serin pigment kullanılarak yapılan kaplamalar ile o renklerin standart, piyasada kullanılan pigmentleri ile yapılan kaplamalar karşılaştırılarak Ağustos ve Aralık arasındaki zaman diliminde yüzeyde gösterdikleri ısı performansları incelenmiştir. Yaz süresince, serin ve standart kaplamalar arasındaki maksimum sıcaklık farkı 10.2°C olarak görülmekteyken kış süresince bu maksimum ısı fark 1°C'den daha aşağıya düşmektedir. (Levinson ve ark. , 2007b) ise çalışmasında 6 farklı renk kullanmıştır. Serin pigment ile standart pigment kullanılarak yapılan kaplamaların ısı performanslarını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak serin kaplamanın yüzey sıcaklığının standart kaplamaya göre 5-14°C düştüğü (Levinson ve ark., 2007b) çalışmasında görülmektedir.

1.2.3. Serin çatı malzemelerinin yararları

Binalarda serin çatı malzemelerinin kullanılması ile binaları soğutmak için kullanılan enerji azalmaktadır. Bununla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. (Haberl ve Cho, 2004)'un 27 makaleyi inceleyerek oluşturdukları gözden geçirmede serin malzemeler kullanılan binaları soğutmak için harcanan enerjiden %2 ile %44 arasında, ortalama %20 tasarruf sağlandığı belirtilmektedir. (Akbari ve ark., 2005) ise yaygın olarak kullanılan koyu renkli çatılar ile serin pigment kullanılarak kaplanmış olan çatılar arasında binayı soğutmak için harcanan enerji tasarrufunun yaklaşık olarak ılık havalarda 250 kWh/yıl, sıcak havalarda 1000 kWh/yıl'dan fazla olduğunu hesaplamıştır.

Serin malzemelerin bir diğer önemli özelliği de diğer standart malzemelere göre daha uzun ömürlü olmasıdır. Bunun en önemli sebebi bu malzemelerin yüzeylerinin standart malzemelere göre daha az ısınmasıdır. Sıcaklık, malzemeler de kimyasal bir reaksiyon gerçekleştirerek yapılarının bozunmasını hızlandırmaktadır. Gece ve gündüz malzemedeki sıcaklık değişimi standartta daha fazla olurken serin malzemelerde daha az olmaktadır. Dolayısı ile malzeme yorgunluğu serin malzemelerde daha az oluşur. Bununla ilgili Synnefa ve ark.,2012, çalışmasında standart, koyu renkli çatı malzemesinin yazın gece-

gündüz sıcaklık farkının 25°C'ye çıktığı fakat serin malzemede bu sıcaklık farkının 8°C olduğu sonucunu bulmuştur.

1.3. Serin Kaldırım Malzemeleri

Kaldırımlar (yollar ve park yerleri) şehrin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu yüzeyler güneşten gelen ışınları bünyelerine alıp bu enerjiyi dışarıya yayarlar. Dolayısı ile kaldırımlarda kullanılan malzemeler KIAE'ı arttırarak etkiler.

1.3.1 Serin kaldırım malzemelerinin özellikleri ve yararları

Genel olarak kullanılan kaldırım malzemeleri dayanıklı beton ve asfalt'dır. Kullanımı çok olmasa da diğer kullanılan malzemeler ise taş, kauçuk, mermer, çakıl taşı gibi malzemelerdir.

Kaldırım malzemelerinin güneşsel yansıtma değerleri özet olarak Tablo 1.2'de görülmektedir (Santamouris, 2001; Stathopoulou ve ark., 2009).

Tablo 1.2. Genel olarak kullanılan kaldırım malzemelerinin güneşsel yansıtma değerleri ((Santamouris ve ark.,2001) ve (Stathopoulou ve ark., 2009)).

Malzeme	Güneşsel Yansıtma
Siyah standart asfalt	0.04 - 0.06
Yaşlandırılmış standart asfalt	0.09 - 0.18
Üstü beyaz ile kaplanmış asfalt	0.30 - 0.45
Serin renkli ince kaplama yapılmış asfalt	0.27 - 0.55
Gri beton levha	0.12 - 0.20
Beyaz beton levha	0.60 - 0.77
Serin renkli pigmentler kullanılmış seramik (gri, yeşil, bej)	0.61 - 0.68
Serin renkli pigmentler kullanılmış beton blok (kırmızı, sarı, gri)	0.45 - 0.49
Fotokatalitik beyaz renkli seramik	0.77

Beyaz mermer	0.65 - 0.75
Koyu renkli mermer	0.2 - 0.4
Kırmızı kauçuk karo	0.07 - 0.10
Koyu renkli granit	0.08 - 0.12

Asfalt ve beton kaldırımlardaki güneşsel yansıtmayı arttırmak için bazı metotlar geliştirilmiştir. Asfalt'ın içine beyaz ya da açık renkli çakıl, beyaz taş vs. ya da pigment ilavesi asfaltın güneşsel yansıtmasını arttırmaktadır. Amerika'da asfaltın güneşsel yansıtmasını arttırmak için iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi asfaltın üzerine ince bir kat beton uygulamak diğeri ise asfalt bağlayıcısının üzerine cips şeklinde taş ilave etmektir. Beton kaldırımların yansıtmasını düşürmek için açık renk bağlayıcı, çakıllı kum ve kum kullanılabilir (Bretz ve ark., 1997, Ting ve ark., 2001).

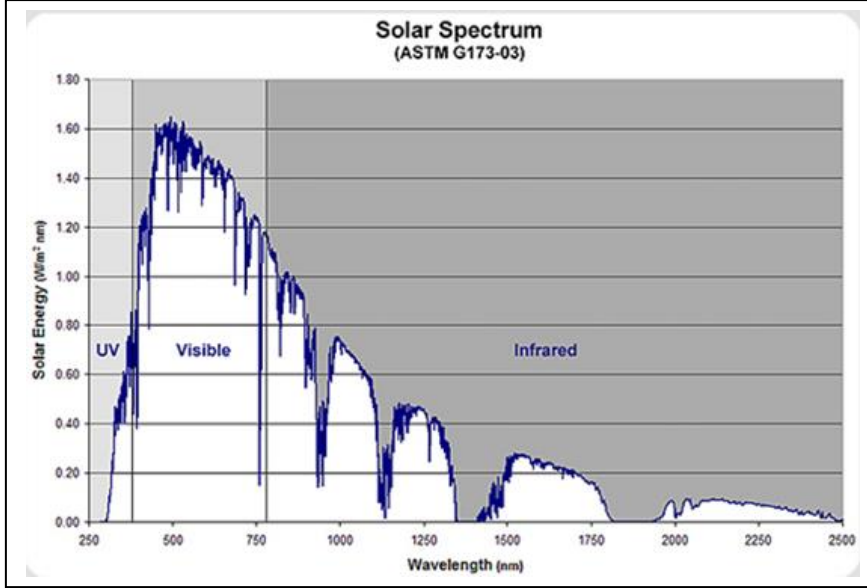
Serin kaldırımlarda güneşsel yansıtmanın yüksek olması sebebi ile kaldırımlar güneş altında standart kullanılan kaldırımlara göre serin kalmakta ve böylece havaya verdikleri sıcaklık az olduğu için havayı fazla ısıtmamaktadır. Tıpkı serin çatı malzemelerinde olduğu gibi düşük hava sıcaklığı serinlemek için talep edilen enerjiyi azaltmaktadır.

2. DENEYSEL KISIM

2.1 Cihazlar

Yansıtma grafikleri ve toplam güneşsel yansıtma indis değerleri UV/VIS/NIR Spektrofotometresi (Lambda 950 ve 150 mm'lik küre) kullanılarak ASTM G173-Standart Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surfaces) metoduna göre elde edilmiştir. Bu metotta malzemelerin kendi performanslarını görmek ya da birbirlerine göre performansını karşılaştırmak için referans standart güneş spektral dağılımı değerleri tablo halinde bulunmaktadır. Tabloda, 280 nm'den 4000 nm'ye kadar her dalga boyunda güneşin atmosfer dışındaki (Güneş ile Dünya arasında) direk normal ısınım ve yarı küresel (yani, doğrudan ışın artı dağınık gökyüzü) ısınım değerleri bulunmaktadır. Malzemelerin yutuculuğu, yansıtma ve güneş enerjisi

geçirgenliği güneş ışınımları referans alınarak ölçülmektedir. Şekil 2.1’de Dünyaya gelen güneş enerjisi spektrumu, UV-VIS-NIR dalga boyu aralıklarına bölünmüş olarak verilmiştir.



Şekil 2.1. ASTM G173’de Dünyaya gelen güneş enerjisi spektrum (ASTM-G173).

Panellerin renk değerleri SMARTSCAN Spektrofotometresi (Model MA60, 45/0 geometri) kullanılarak ASTM D 2244-89 (calculation of color differences from instrumentally measured color coordinates) metoduna göre ölçülmüştür. Bu metotta CIE - L, *a, *b renk haritası kullanılmaktadır. L, a, b koordinatları kullanılarak herhangi bir rengi üç boyutlu olarak tarif etmek mümkündür. L* değeri, rengin siyahlık – beyazlık eksenindeki yerini, a* değeri, rengin kırmızı – yeşil eksenindeki yerini, b* değeri ise sarı – mavi eksenindeki yerini göstermektedir. Toplam renk farkı ise (dE), L*, a*, b*’nin kare toplamalarının karekökü olarak elde edilmektedir.

Yüzey sıcaklık değerleri 250 W infrared lamba kullanılarak, panel ile lamba arası 20 cm. olacak şekilde klimatize edilmiş ortamda (20°C±2 ve 50-55% bağıl nem) panelin hem üstünden hem de altından her 15 dakikada bir termokap ile ölçüm alınmıştır (Synnefa et al., 2007).

Panellerin yaşlandırılması UV-Con Cihazı (Atlas UV test cihazı), Flüoresans UV lamba (Model:UVB-313-EL) ile yapılmıştır. Bu ışıktaki parlama

0.63 W/cm², basınç 860-1060 mbar'dır. Cihazın çalışması ise 8 saat 60±2 °C UVB ve 4 saat 40±2 °C ışısız nem (nem; iletkenliği 6-7 µS olan deiyonize su ile sağlanmaktadır)'dir. Bu şekilde paneller cihazda 300 saat tutularak yaşlandırılmıştır. 300 saat yaklaşık 3 yılı simüle etmektedir (Dyo Boya fabrikası uygulamalarına göre).

Panellerin yüzey incelemeleri için Olympus firmasının BX 60 modeli floresans mikroskobu kullanılmıştır. Bu mikroskopta Olympus'un MPlan 50x/0.75 BD objektifi kullanılmıştır.

2.2 Kullanılan Kimyasal Malzemeler

Kaplama yapılmış yüzeyin gün ışığını maksimum yansıtması ile yüzeyin ısınmasını en aza indirmeyi amaçlayan bu çalışmada akrilik boya kullanılmıştır. İnceleme 5 farklı renk üzerinde yapılmıştır. Boyalarda kullanılan 5 farklı renk için (kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve siyah) hem standart pigment (piyasada kullanılan pigmentler) hem de "cool pigment" olarak geçen serin pigmentler kullanılmıştır. Tablo 2.1'de kullanılan pigmentlerin renk indisleri verilmiştir.

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılan pigmentlerin renk indisleri.

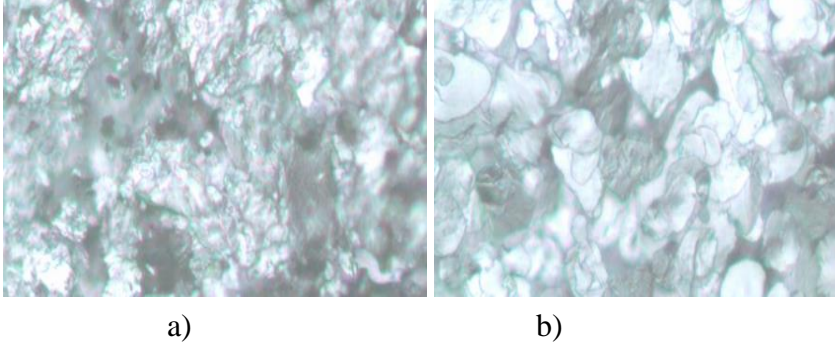
PIGMENTLER	Standart Pigment	Cool (Serin) Pigment
	Color Index No	Color Index No
KIRMIZI	Red 104	Red 101
SARI	Yellow 42	Brown 24
MAVİ	Blue 28	Blue 36
YEŞİL	Green 17	Green 26
SİYAH	Pbk 7	Pigment Brown 29

Kullanılan pigmentler Basf, Ferro, Bayferrox ve Orion Carbons firmalarından tedarik edilmiştir. Standart ve serin pigment kullanılarak yapılan boyalara ayrıca alüminyum pigment ilavesi yapılarak da incelemeler yapılmıştır.

Hazırlanan boyalara ağrılıka %5 oranında cornflake ve silverdolar olmak üzere iki farklı tipte alüminyum pigment ilave edilmiştir. Her iki alüminyumda Eckart firmasından tedarik edilmiştir.

Silverdolar non-leafing alüminyum pigment olarak STAPA Metallux 3580 (d₅₀¹: yaklaşık 13 µm), Cornflake non-leafing alüminyum pigment olarak ise

STAPA 888 NL (d50: yaklaşık 18 μm) kullanılmıştır. Her iki alüminyumda orta büyüklükte alüminyumlardır. Kullanılan alüminyumların Olympus BX-60 Mikroskopunda 50X / 0.75 n.a.'daki görüntüleri Şekil 2.2'de görülmektedir. 75mm X 50 mm'lik bir alanı 50 defa büyüterek görüntülenmektedir.



Şekil 2.2. Kullanılan alüminyumların mikroskop altındaki görüntüleri a) Cornflake (STAPA 888 NL), b) Silverdolar (STAPA Metallux 3580).

2.3 Yaş Boyanın Hazırlanması

İlk önce pigmentler, akrilik reçine (Cycotec firmasından temin edilen Macrynal SM 510 ticari isimli reçine), ve ıslatıcı ile ezilerek pigment pasta haline getirilmiş ve daha sonra bu pastalar baz boya ile karıştırılmıştır.

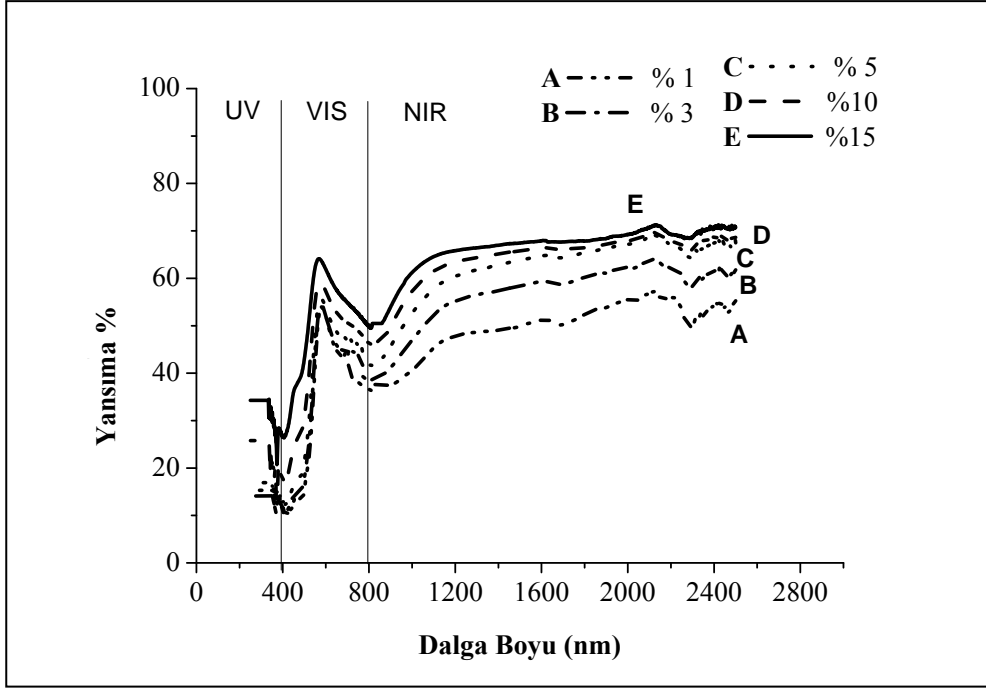
Pigment pasta; Reçine, ıslatıcı, pigment, çökme önleyici katkı, çözen kullanılarak hazırlanmıştır. Reçine olarak cycotec firmasından temin edilen Macrynal SM 510, ıslatıcı olarak Borchers firmasından temin edilen Borchigen 1251, çözen olarak ise ksilen, solvessol 100 ve metoksipropil asetat karışımı kullanılmıştır. Kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve siyah renk için pigment olarak hem standart pigment (piyasada kullanılan pigmentler) hem de serin pigmentler kullanılmıştır.

Baz boya; akrilik reçine, çözen (ksilen, butil asetat, metoksi propil asetat ve de butil glikol asetat) ve boyanın yüzeyde yayılmasını kolaylaştıracak katkı maddesinden oluşmaktadır. Her renkteki boyayı; %30 renge ait pigment pasta ve %70 baz boya oluşturmaktadır.

Bu hazırlanan boyaların bir kısmına ağırlıkça %5 oranında cornflake ve silverdolar olmak üzere iki farklı tipte alüminyum pigment ilave edilmiş ve bu alüminyum ilaveli boyalar ile de her renk için 6 farklı panel olmak üzere toplam

30 adet kaplama yapılarak inceleme yapılmıştır. Bu inceleme öncesinde boyaya ilave edilen %5 oranındaki alüminyum miktarına boyaya farklı oranlarda alüminyum ilave edilerek yapılan inceleme sonucu ile karar verilmiştir. Bunun için çalışmada kullanılan sarı boyaya ağırlıkça %1, %3, %5, %10 ve %15 oranlarında alüminyum katılarak UV-VIS-NIR'daki yansıtma eğrilerine bakılmıştır. Boyanın içindeki alüminyum miktarı arttıkça NIR bölgedeki yansıtmanın (reflektans) arttığı Şekil 2.3'de, Toplam Güneşsel Yansıtma (Total Solar Reflectance (TSR)) değerlerinin arttığı ise Tablo 2.2'de görülmektedir. Fakat yaş boyada %5 ilavenin üzerine çıkıldıkça alüminyumların çöktüğü gözlenmiştir. Şekil 2.4'de de boyanın içine farklı %'ler de ilave edilen silverdolar alüminyumun mikroskop altındaki görüntüleri yer almaktadır.

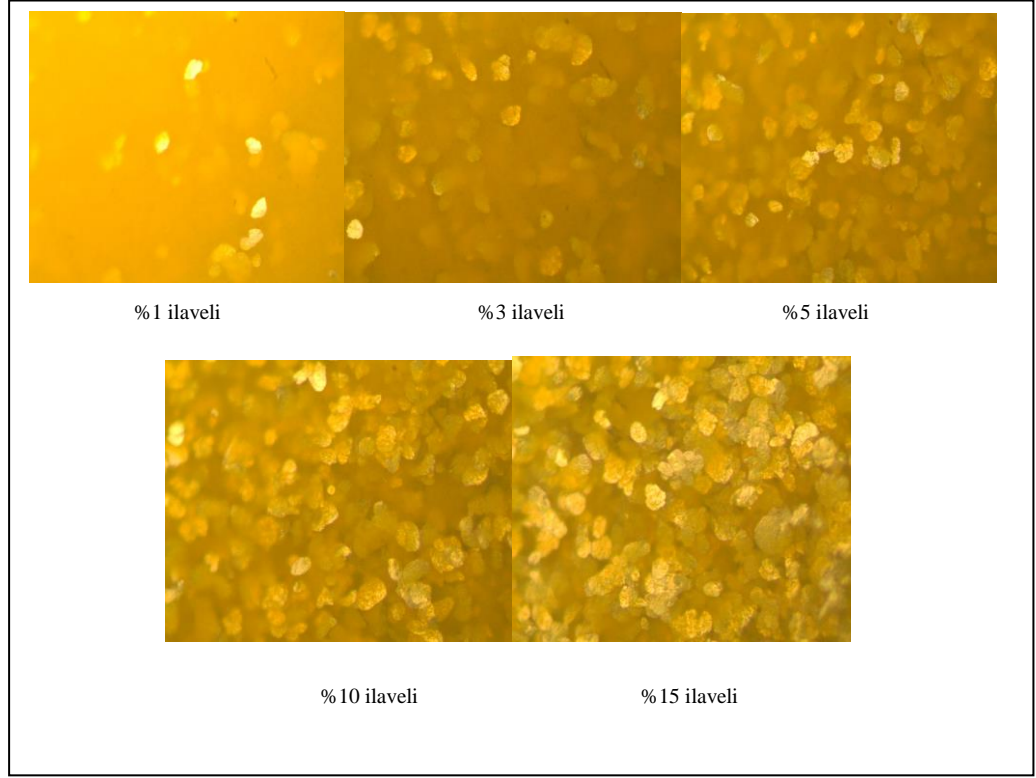
¹ d50: Parçacık dağılımının %50'sinin parçacık büyüklüğünü belirtmektedir.



Şekil 2.3. Sarı boyaya katkılanırılan farklı ağırlık %'lerindeki silverdolar alüminyum ile elde edilen kaplamaların dalga boyuna göre değişen % yansıtma değerleri.

Tablo 2.2. Sarı boyaya katkılanırılan farklı ağırlık %'lerindeki silverdolar alüminyum ile elde edilen kaplamaların yaşlandırma öncesi Toplam Güneşsel Yansıtma (TSR) değerleri.

% Al	%1	%3	%5	%10	%15
TSR	27.4	29.8	32.4	35.1	38.1



Şekil 2.4. Boyanın içine farklı %'ler de ilave edilen silverdolar alüminyumun mikroskop altındaki görüntüsü (75mm X 50 mm'lik bir alanı 50 defa büyütülmüş halidir).

Yaş boya, etüvde 45°C'de 4 hafta bekletilmiştir (Dyo boya uygulamalarına göre bu süre yaklaşık 1 yıllık raf ömrüne karşılık gelmektedir). Bu süre sonunda %10 ve %15'lik ilavelerin yaş numunelerinin sert çöktüğü, alüminyumların boyada karıştırılmayacak halde boyanın dibinde kaldığı görülmüştür. Bu nedenler ile en uygun değer gözükken %5 alüminyum ilavesi ile incelemelerin yapılmasına karar verilmiştir.

2.4. Boyanın Uygulanarak Panellerin Kaplanması

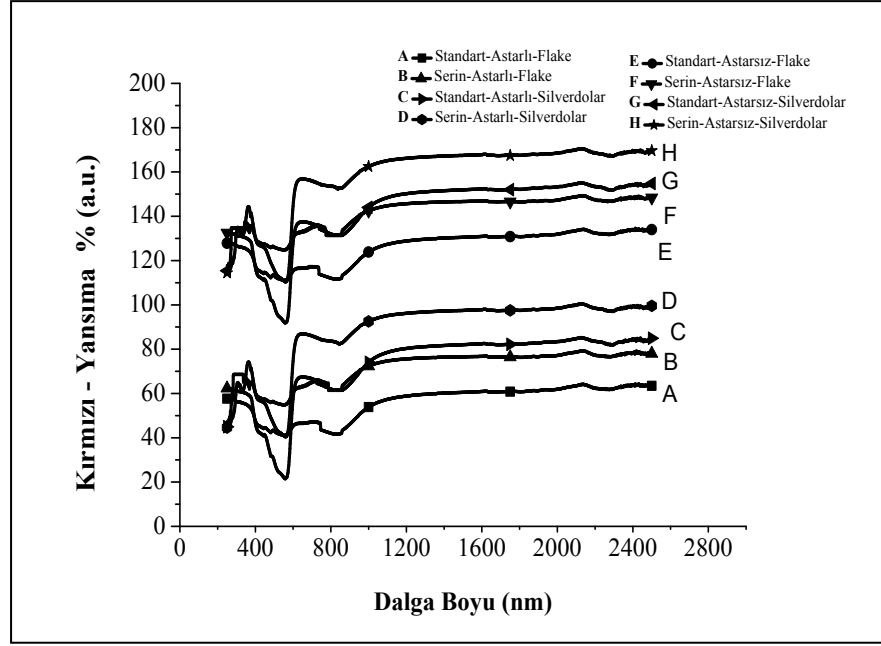
Hazırlanan boyalar hacimce 2/1 oranında tiner/sertleştirici ile karıştırılmış ve 16-18 sn. uygulama viskozitesinde 15*8 cm'lik astarsız saç panellere kuru filmde 40-45 mikron olacak şekilde spreyleme yöntemi ile uygulanmıştır. Burada kullanılan tiner; bütül asetat ve metoksipropil asetat karışımıdır. Sertleştirici ise Bayer firmasına ait "Desmodur N 100" ticari isimli kimyasaldır. Uygulama yapılan paneller 10 dakika klimatize edilmiş ortamda (20°C±2 ve 50-55% bağıl nem) bekletildikten sonra (Flash-off² verildikten sonra) 30 dakika 80 °C'lik fırında kürlendirilmiştir.

Tüm boyalar uygulama yapılmadan önce, (Levinson ve ark., 2010c) çalışmasından yola çıkarak, bu çalışmada incelenecek boyaların astarlı panellerde mi yoksa astarsız panellerde mi uygulanarak incelenmesine karar verilmiştir. Bu nedenle saç panellere hem 40 µm astar üzerine 40 µm son kat uygulayarak hem de sadece 40 µm son kat uygulayarak birbirlerine zıt renk yönlerinde olan kırmızı ve yeşil renklerde UV-VIS-NIR’da yansıtma, reflektans değerlerine bakılmıştır.

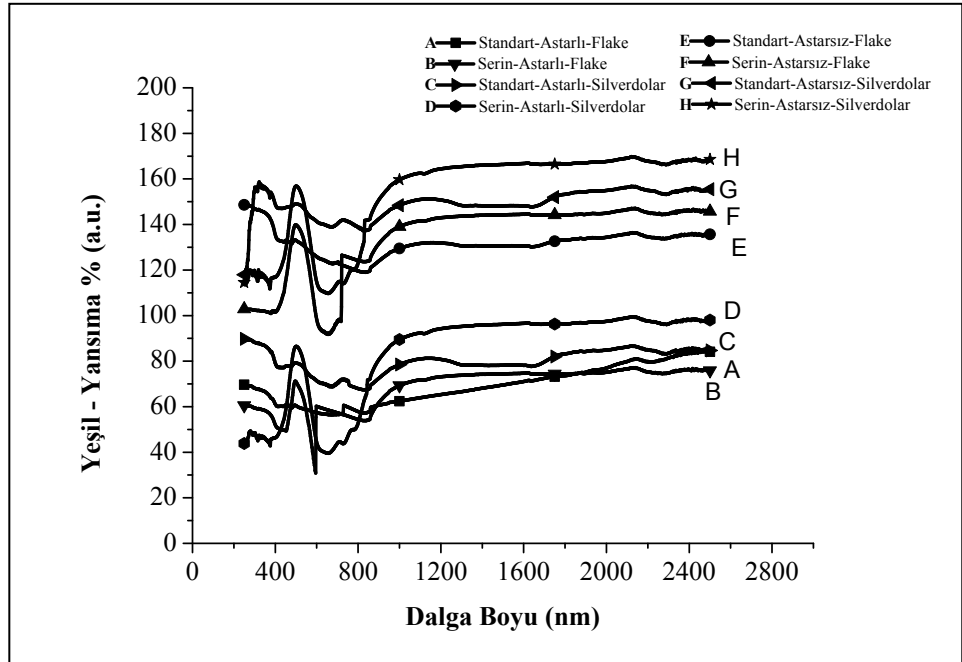
(Levinson ve ark., 2010c) çalışmasında kullanılan astar ile bu çalışmada kullanılan beyaz astar aynı titan tipindedir (Dupont TiPure R-960) ve reçine içindeki pigmentasyon oranları aynıdır (%30). Fakat sonkatta kullanılan ağırlıkça renkli pigment miktarı, (Levinson ve ark., 2010c)’un çalışmasında %3’ken bu çalışmada incelenen kırmızı ve yeşil renk için %7.5’dir. Sonkattaki bu pigmentasyon farkı nedeni ile bulunan sonuç Levinson ve ark. (2010c)’dan farklı çıkmış ve astarlı panel ile astarsız panel UV-VIS-NIR spektrofotometre’de aynı yansıtma eğrisini vermiştir. (Levinson ve ark., 2010c)’ın sonkat da kullandığı %3 pigmentasyon miktarının üzerine çıkıldıkça boyanın örtücülüğü artmakta ve altta bulunan astar, sonkat boyaya parlaklık sağlayamamaktadır.

Yapılan incelemelerde astarlı ve astarsız panellerin yansıtma değerlerinin yaklaşık aynı olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 2.5 ve Şekil 2.6). Ayrıca Şekil 2.7 ve Şekil 2.8 de verilen resimlerde de astarlı ve astarsız panellerin mikroskop altındaki görüntüleri görülmektedir. Hem astarlı hem de astarsız paneller kıyaslandığında alüminyumların duruşlarının, paneldeki dağılımlarının benzer olduğu görülmektedir. Bu nedenler ile yapılan çalışmalarda astarsız paneller kullanılmıştır.

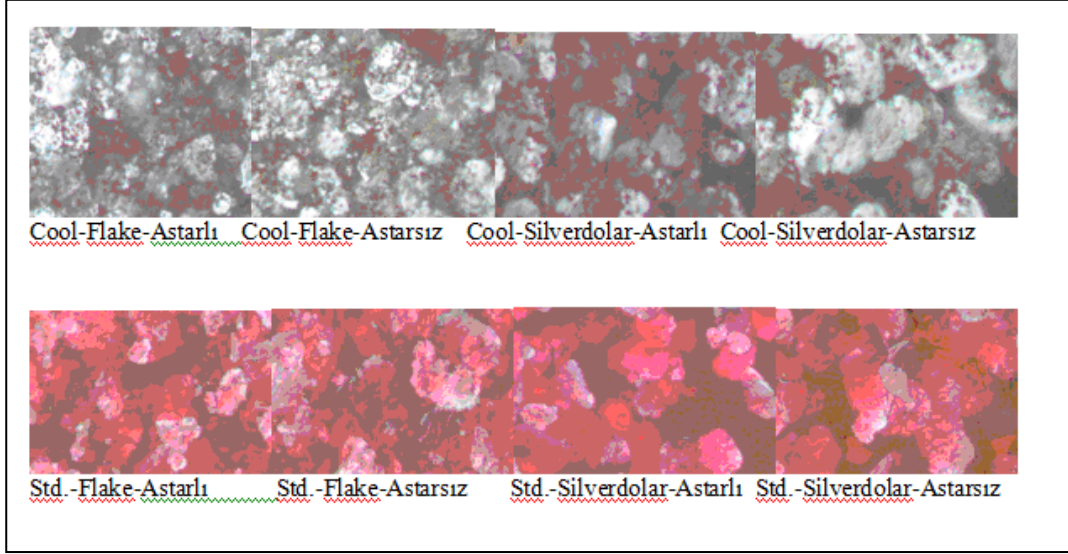
² Flash-off : Fırından önce atmosferde belirli bir süre bekleterek film tabakası içindeki uçucu kısımların bir kısmının atılmasıdır. Bu yapılmadığı ve paneller direk fırına atıldığı takdirde boyadaki çözgen çıkışı çok hızlı olacağı için boya filmde istenmeyen, homojen olmayan bir yüzey oluşur.



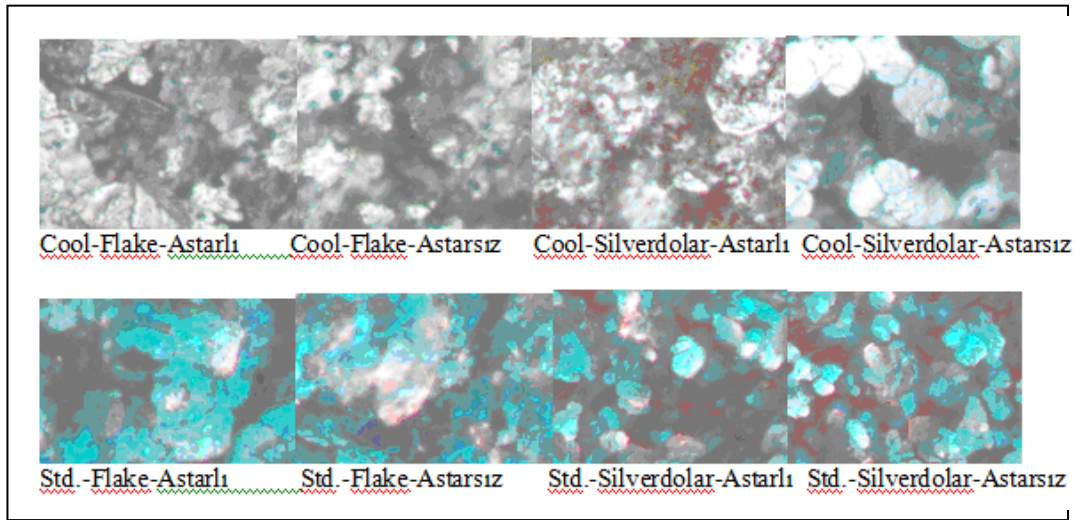
Şekil 2.5. Kırmızı, astarlı ve astarsız panellerin UV-VIS-NIR’ da yansıtma eğrileri.



Şekil 2.6. Yeşil, astarlı ve astarsız panellerin UV-VIS-NIR’ da yansıtma eğrileri.



Şekil 2.7. Kırmızı, astarlı ve astarsız panellerin mikroskop altındaki görüntüsü.



Şekil 2.8. Yeşil, astarlı ve astarsız panellerin mikroskop altındaki görüntüsü.

3. TARTIŞMA

3.1. Yansıtma Grafiklerinin ve Toplam Güneşsel Yansıtma İndis Değerlerinin İncelenmesi

Uygulama yapılmış panellerin yaşlandırma (Ultraviyole; UV) öncesi ve yaşlandırma sonrası Toplam Güneşsel Yansıtma İndis değerleri Tablo 3.1 ve 3.2’de verilmiştir.

UV Öncesi referans paneller incelediğinde tüm renkler için serin pigment ile hazırlanan panellerin standart pigmente göre daha fazla güneş ısını yansıttığı görülmektedir (Synnefa ve ark., 2007). İncelenen renklerde güneş ışığını en çok yansıtan rengin hem standart hem de serin pigment ile hazırlanmış panellerde kırmızı renk olduğu görülmektedir. Standart ve serin pigment ile hazırlanan paneller arasındaki farka bakıldığında en yüksek farkın siyah renkte olduğu ve standardına göre en yüksek yansıtmayı siyah serin pigment ile hazırlanan panelin yaptığı görülmektedir.

UV öncesi tüm renkler için cornflake alüminyum ve silverdolar alüminyum ilavesi yapılmış serin pigment ve standart pigment panellerinde de serin pigmentli alüminyumlu panellerin, standart pigmentli alüminyum panellerine göre daha fazla güneş ısını yansıttığı görülmektedir (Synnefa ve ark., 2006; Berdahl and Bretz, 1997). Alüminyum ilavesi yapılmış serin pigment ve standart pigment ile hazırlanan panellerin arasındaki farka bakıldığında en fazla yansıtma indis farkının siyah renkte olduğu görülmektedir.

Tüm renklerde güneş ısını yansıtma miktarı en fazla silverdolar alüminyum ilaveli serin pigment ile hazırlanmış panellerde elde edilmiştir.

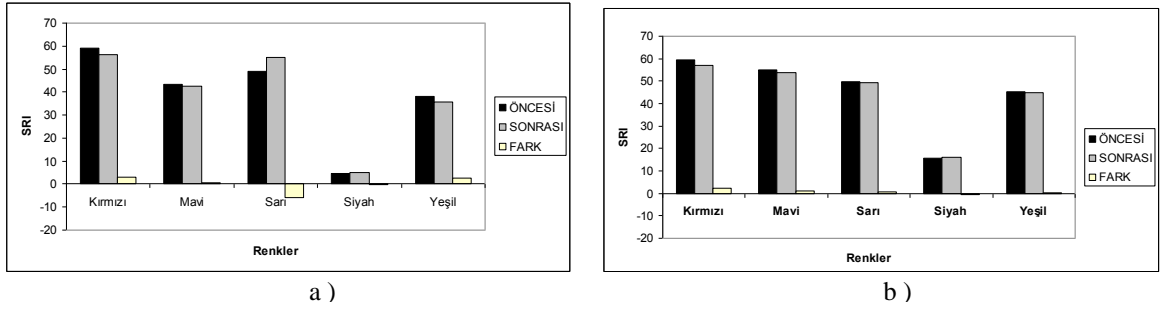
Tablo 3.1. UV Öncesi panellerin TSR değerleri.

UV ÖNCESİ	Referans Paneller		Cornflake Alüminyum Pigment İlaveli		Silverdolar Alüminyum Pigment İlaveli	
	Serin	Standart	Serin	Standart	Derin	Standart
Kırmızı	59.5	59.2	62.3	54.1	65.2	55.1
Mavi	55.1	43.2	70.3	68.2	70.9	69.4
Sarı	49.8	49.2	60.2	51.3	61.1	52.5
Siyah	15.5	4.74	69.3	8.61	70.5	20.7
Yeşil	45.1	38	63.9	62.7	65.5	63.6

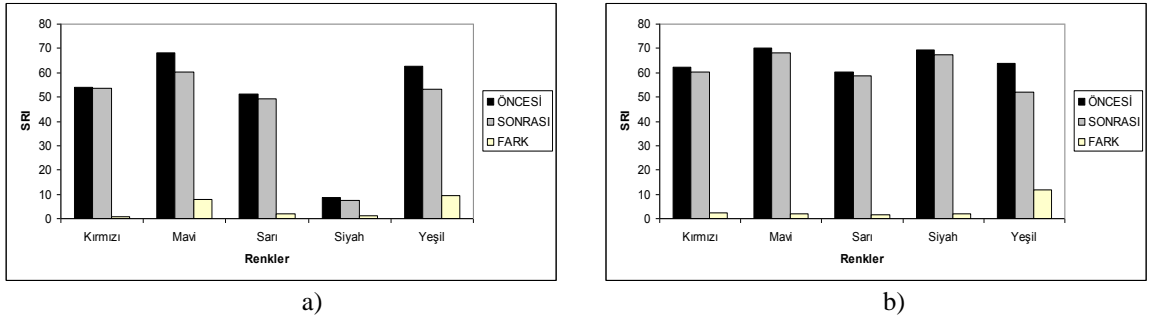
Tablo 3.2. UV Sonrası panellerin TSR değerleri.

UV SONRASI	Referans Paneller		Cornflake Alüminyum Pigment İlaveli		Silverdolar Alüminyum Pigment İlaveli	
	Serin	Standart	Serin	Standart	Serin	Standart
Kırmızı	57.2	56.2	60.1	53.5	63.8	54.3
Mavi	53.9	42.6	68.3	60.4	67.9	61.5
Sarı	49.2	55.1	58.7	49.4	60.3	50.8
Siyah	16.1	4.9	67.2	7.4	65.1	18.7
Yeşil	44.7	35.5	51.9	53.3	58.7	62.4

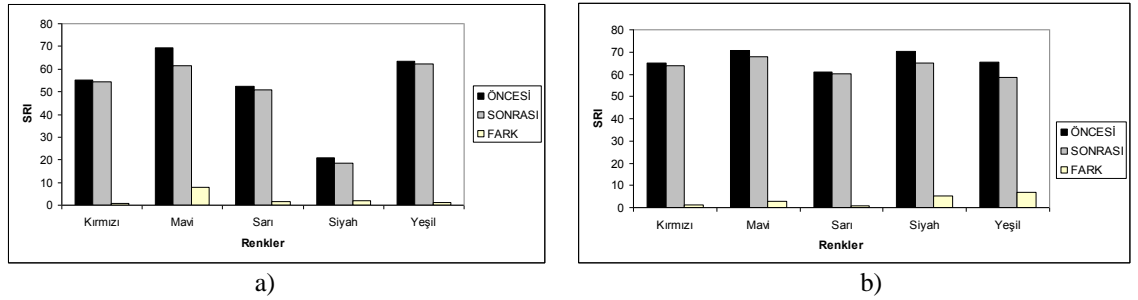
UV öncesinde ve sonrasında TSR değerleri kıyaslandığında standart sarı, standart siyah ve serin siyah dışındaki bütün panellerde beklendiği gibi olmuş ve UV sonrasında panellerin güneş ısısını yansıtma miktarında düşüş gerçekleşmiştir (Shi ve ark., 2013). Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3’da görülmektedir.



Şekil 3.1. a) Standart pigment ve b) Serin pigment ile hazırlanmış panellerin UV öncesi ve sonrası TSR kıyaslanması.



Şekil 3.2. a) Cornflake alüminyum ilave edilmiş standart pigment ile ve b) Cornflake alüminyum ilave edilmiş serin pigment ile hazırlanmış panellerin UV öncesi ve sonrası TSR kıyaslanması.



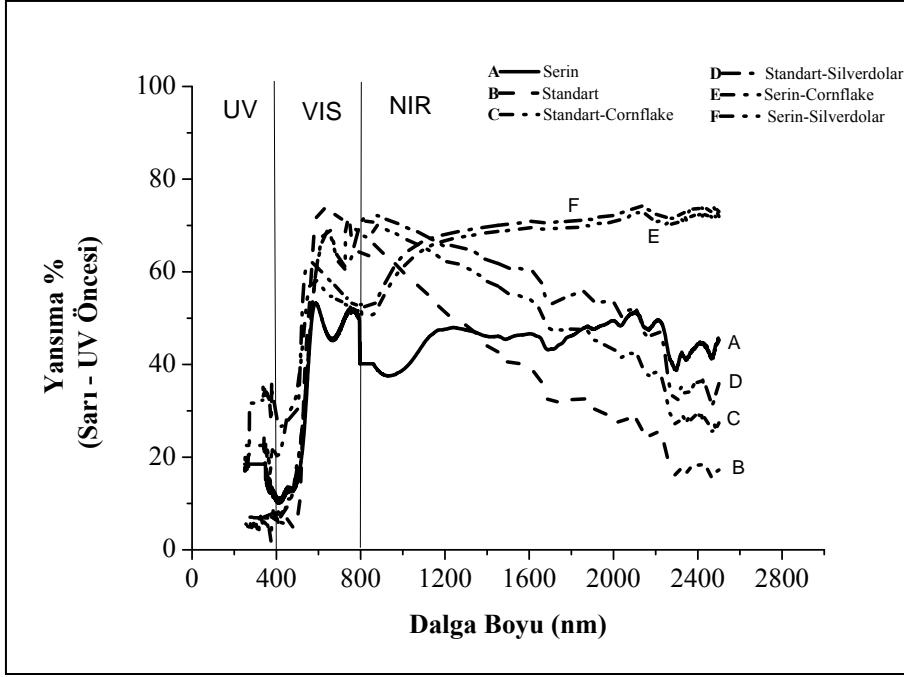
Şekil 3.3. a) Silverdolar alüminyum ilave edilmiş standart pigment ile ve b) Silverdolar alüminyum ilave edilmiş serin pigment ile hazırlanmış panellerin UV öncesi ve sonrası TSR kıyaslanması.

UV/VIS/NIR Spektrofotometresi kullanılarak hesaplanan Toplam Güneşsel Yansıtma indis değerlerindeki sonuçlar yine UV/VIS/NIR Spektrofotometresinde okunan grafikler ile örtüşmekte, aynı sonuçları vermektedir.

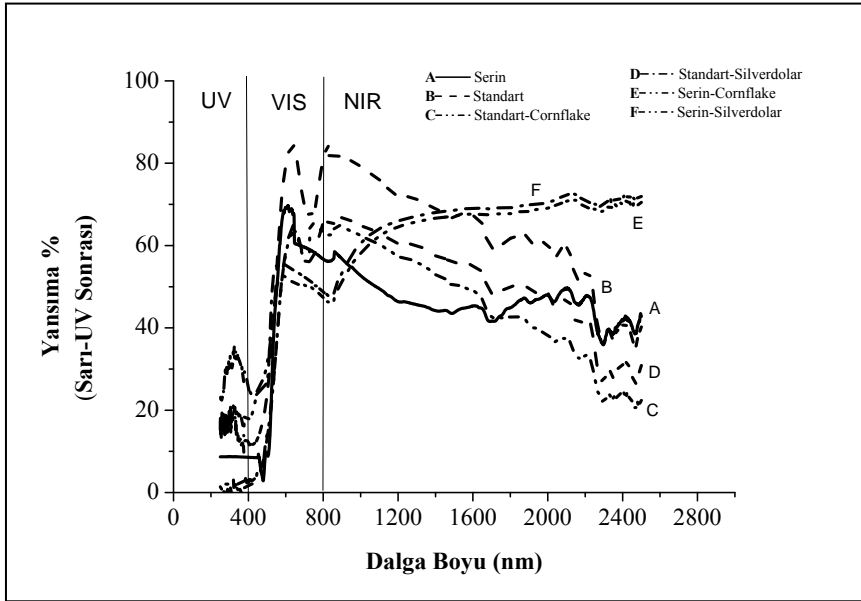
Yeşil, kırmızı ve mavi renklerdeki panellerin görünür kızılötesi bölgedeki yansıtma sıralaması birbirleri ile aynıdır. Düşük yansıtma yüksek yansıtma değerine göre sıralama yapıldığında; standart, serin, standart cornflake, standart silverdolar, serin cornflake ve serin silverdolar'dır. Sarı ve siyah rengin ise görünür kızılötesi bölgesindeki yansıtma sıralaması aynı olup bu iki renkteki

düşükten yükseğe doğru yansıtma grafikleri şöyledir; standart, standart cornflake, standart silverdolar, serin, serin cornflake, serin silverdolar'dır.

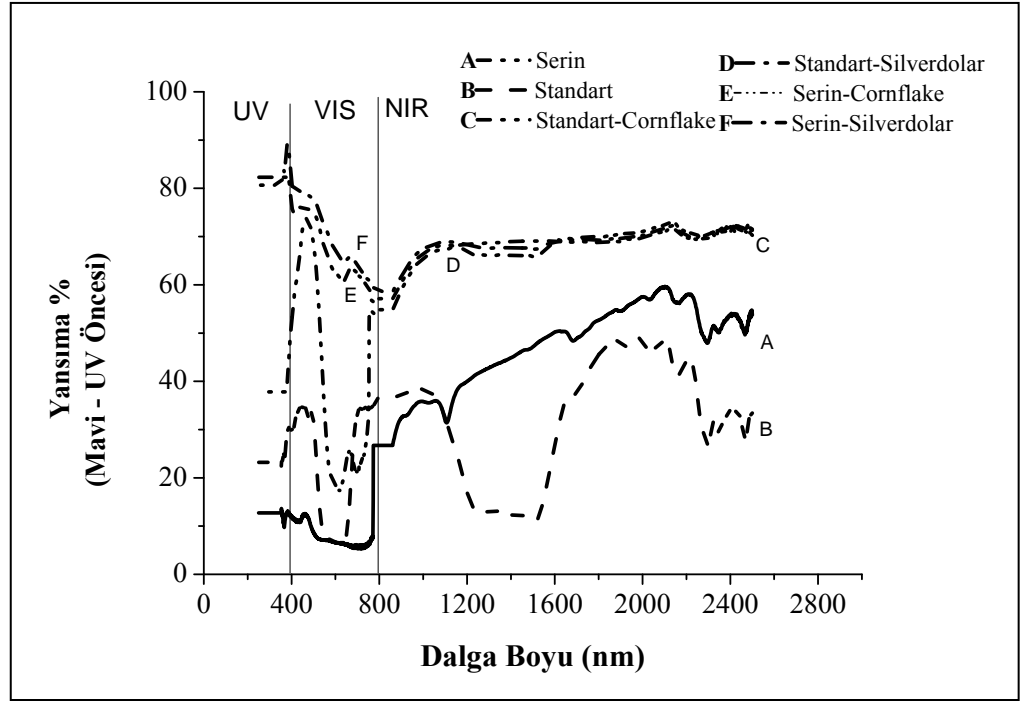
Sarı ve mavi renge ait UV/VIS/NIR yansıtma grafikleri Şekil 3.4, 3.5, 3.6, 3.7'de görülmektedir. Diğer renklere ait grafikler ve tüm renklerin daha detaylı yansıtma grafikleri "EKLER" bölümünde verilmiştir.



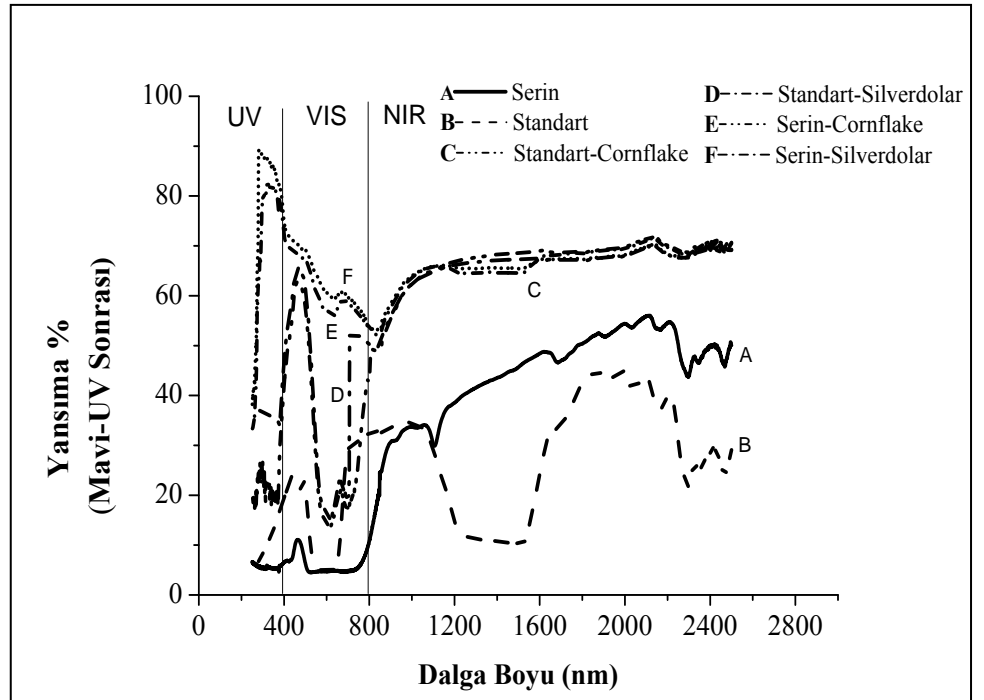
Şekil 3.4. Sarı renge ait UV öncesi yansıtma grafiği.



Şekil 3.5. Sarı renge ait UV sonrası yansıtma grafiği.



Şekil 3.6. Mavi renge ait UV öncesi yansıtma grafiği.



Şekil 3.7. Mavi renge ait UV sonrası yansıtma grafiği.

3.2 Panel Renk Değişimleri

Tüm renklerde renk değişimi incelendiğinde, standart ve serin panellerdeki renk değişiminin alüminyum ilavesi yapılmış standart ve serin panellere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Tüm renklerde en çok renk değişimi standart kırmızı renkte görülmektedir. Daha sonra serin mavi ve serin yeşil renkte renk değişimi fazladır. Bu renklerdeki renk değişimi nedeni ile UV sonrası artması beklenen yüzey sıcaklıklarının düştüğü görülmektedir. Renklerdeki UV öncesi ve UV sonrası renk değişim değerleri Tablo 3.3’de görülmektedir

Tablo 3.3. UV öncesi ve sonrasında panellerin renk farkları.

UV öncesi ve sonrası RENK FARKLARI				
RENK PANELİ-ASTARSIZ	dL	da	db	dE
KIRMIZI				
Standart	-0.4	-2.2	-15.2	15.4
Standart-cornflake	0.3	-0.5	0.1	0.6
Standart-silverdolar	0.7	0.6	-0.1	0.9
Serin	0.3	-0.7	-2.1	2.2
Serin-cornflake	0.4	-0.4	0.4	0.6
Serin-silverdolar	0.3	-0.4	0.5	0.7
MAVİ				
Standart	-0.2	0	-1.8	1.9
Standart-cornflake	0.2	-0.2	0.5	0.6
Standart-silverdolar	1.4	-1.8	-0.1	2.2
Serin	-0.7	-5	5.5	7.4
Serin-cornflake	0.8	-0.3	0.9	1.2
Serin-silverdolar	2	-0.4	1.3	2.4
SARI				
Standart	-0.3	0.1	-0.6	0.7
Standart-cornflake	0.4	-0.3	0.4	0.7
Standart-silverdolar	-0.2	0.1	-0.3	0.4
Serin	-0.7	0.3	-0.1	0.8
Serin-cornflake	0.1	-0.5	0.1	0.5
Serin-silverdolar	0.3	-0.1	-0.1	0.4
SİYAH				
Standart	0.1	-0.1	0.1	0.2
Standart-cornflake	1	-0.3	0.8	-0.3
Standart-silverdolar	0.9	0	0.2	0.9
Serin	-0.2	-0.4	1	1

Serin-cornflake	0.9	-0.4	0.9	1.4
Serin-silverdolar	1.5	-0.5	1	1.8
YEŞİL				
Standart	-0.2	1.6	-0.2	1.6
Standart-cornflake	0.4	-0.0	0.2	0.5
Standart-silverdolar	0.4	-0.3	0.2	0.6
Serin	4	5.1	-1	6.5
Serin-cornflake	-0.3	-0.3	0.8	0.9
Serin-silverdolar	1.5	-0.2	1.1	1.8

3.3 Panellerin Yüzey Sıcaklık Değerlerinin Ölçülmesi

Toplam Güneşsel Yansıtma indis değeri düştükçe yüzey sıcaklığının artması beklenmektedir (http://energy.lbl.gov/coolroof/ref_01.htm). Buna göre yüzey sıcaklıkları incelendiğinde standart sarı, standart siyah ve serin siyah dışındaki panellerde UV sonrasında yüzey sıcaklıklarının UV öncesine göre artması, daha çok ısınması beklenmektedir.

Bulunan UV öncesi ve sonrası değerler Tablo 3.4 ve Tablo 3.5’de verilmiştir. Bu değerlere göre zaman içinde toplam 30 panelin 21’in de beklendiği gibi yüzeyler UV sonrasında daha fazla ısınmıştır. Fakat standart kırmızı, standart mavi, serin mavi, serin cornflake siyah, serin yeşil ve standart yeşil renklerinde beklenenin aksine panel sıcaklığının UV sonrasında düştüğü görülmektedir. Yaşlandırma sonrası renklerde gerçekleşen değişimin panellerin yüzey sıcaklığını düşürdüğü düşünülmektedir. TSR değerleri UV sonrası artmış olan standart sarı, standart siyah ve serin siyah panellerinin yüzey sıcaklıkları beklenildiği üzere UV sonrasında düşmüştür.

Tablo 3.4. UV öncesi panellerin alt ve üst sıcaklık değerleri.

250 W IR'DE PANELLERİN ZAMAN İÇİNDE SICAKLIKLARININ (°C) DEĞİŞİMİ	UV ÖNCESİ						
	PANEL altı / üstü	5 dakika	15 dakika	30 dakika	45 dakika	60 dakika	90 dakika
KIRMIZI							
Standart	üst	102	104	107	107	107	107
	alt	92	100	100	100	100	100
Standart-cornflake	üst	100	101	103	103	103	103
	alt	81	95	96	96	96	96
Standart-silverdolar	üst	99	99	100	100	100	100
	alt	83	83	85	85	85	85
Serin	üst	99	108	109	109	109	109
	alt	88	92	93	93	93	93
Serin-cornflake	üst	98	99	99	99	99	99
	alt	81	83	83	83	83	83
Serin-silverdolar	üst	97	98	99	99	99	99
	alt	79	81	81	81	81	81
MAVİ							
Standart	üst	102	112	113	113	113	113
	alt	92	107	107	107	107	107
Standart-cornflake	üst	99	100	100	100	100	100
	alt	87	89	90	90	90	90
Standart-silverdolar	üst	97	104	105	105	105	105
	alt	83	85	85	85	85	85
Serin	üst	100	116	119	119	119	119
	alt	96	104	108	107	108	108
Serin-cornflake	üst	97	99	100	100	100	100
	alt	85	85	86	86	86	86
Serin-silverdolar	üst	96	104	104	104	104	104
	alt	83	84	84	84	84	84
SARI							
Standart	üst	96	105	104	104	104	104
	alt	81	94	95	96	96	96
Standart-cornflake	üst	100	101	104	104	104	104
	alt	82	88	89	89	89	89
Standart-silverdolar	üst	102	102	103	103	103	103
	alt	83	83	84	84	84	84

Serin	üst	103	105	104	104	104	104
	alt	81	83	84	84	84	84
Serin-cornflake	üst	101	103	103	103	103	103
	alt	79	79	80	80	80	80
Serin-silverdolar	üst	101	101	103	103	103	103
	alt	78	79	79	79	79	79
SİYAH							
Standart	üst	115	130	131	131	131	132
	alt	111	120	120	120	120	120
Standart-cornflake	üst	111	121	121	121	121	121
	alt	107	118	118	118	118	118
Standart-silverdolar	üst	108	124	124	124	124	124
	alt	104	119	119	119	119	119
Serin	üst	96	105	105	105	105	105
	alt	85	105	105	105	105	105
Serin-cornflake	üst	87	103	103	103	103	103
	alt	77	91	91	91	91	91
Serin-silverdolar	üst	89	100	100	100	100	100
	alt	78	90	90	90	90	90
YEŞİL							
Standart	üst	107	117	118	118	118	118
	alt	107	116	117	117	117	117
Standart-cornflake	üst	100	102	104	104	104	104
	alt	83	93	94	94	94	94
Standart-silverdolar	üst	97	103	105	105	105	105
	alt	81	90	92	92	92	92
Serin	üst	108	116	117	117	117	117
	alt	98	111	112	112	112	112
Serin-cornflake	üst	95	97	99	99	99	99
	alt	77	87	88	88	88	88
Serin-silverdolar	üst	93	99	99	99	99	99
	alt	76	89	89	89	89	89

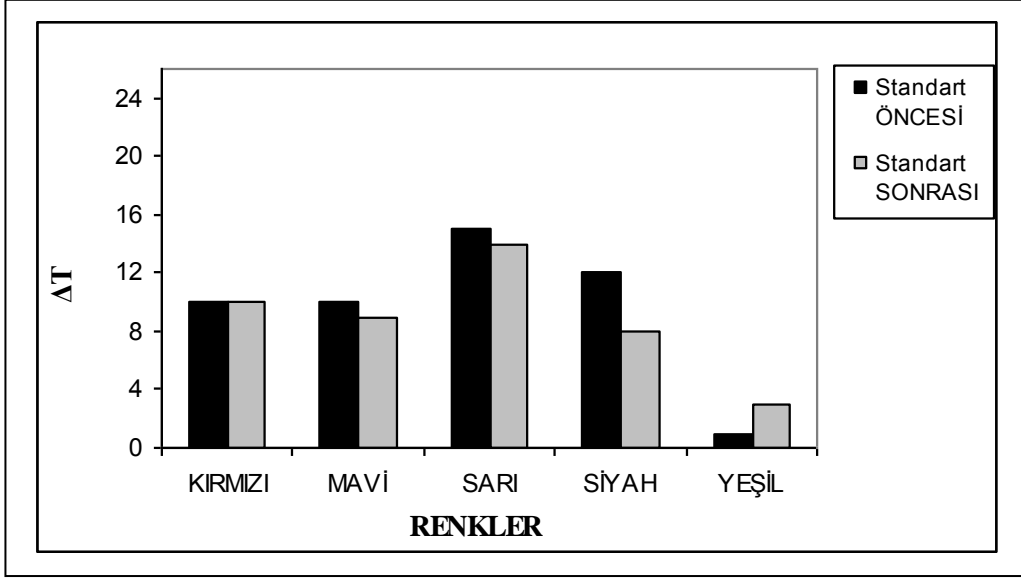
Tablo 3.5. UV sonrası panellerin alt ve üst sıcaklık değerleri.

250 W IR'DE PANELLERİN ZAMAN İÇİNDE SICAKLIKLARININ DEĞİŞİMİ	UV SONRASI						
	PANEL altı / üstü	5 dakika	15 dakika	30 dakika	45 dakika	60 dakika	90 dakika
KIRMIZI							
Standart	üst	104	105	105	105	105	105
	alt	94	96	96	96	96	96
Standart-cornflake	üst	101	102	103	103	103	103
	alt	85	88	90	91	91	91
Standart-silverdolar	üst	101	101	102	102	102	102
	alt	85	85	87	87	87	87
Serin	üst	100	105	108	108	108	108
	alt	90	93	94	94	94	94
Serin-cornflake	üst	99	101	100	101	101	101
	alt	82	83	83	83	83	83
Serin-silverdolar	üst	99	99	100	100	100	100
	alt	82	84	84	84	84	84
MAVİ							
Standart	üst	103	111	111	111	111	111
	alt	94	109	109	109	109	109
Standart-cornflake	üst	101	103	104	104	104	104
	alt	89	91	91	91	91	91
Standart-silverdolar	üst	99	105	106	106	106	106
	alt	85	87	87	87	87	87
Serin	üst	101	111	112	112	112	112
	alt	99	100	102	102	102	102
Serin-cornflake	üst	99	101	101	101	101	101
	alt	87	89	89	89	89	89
Serin-silverdolar	üst	99	107	107	107	107	107
	alt	87	88	88	88	88	88
SARI							
Standart	üst	94	103	103	103	103	103
	alt	80	91	92	92	92	92
Standart-cornflake	üst	103	104	105	105	105	105
	alt	88	89	91	91	91	91
Standart-silverdolar	üst	103	104	104	104	104	104

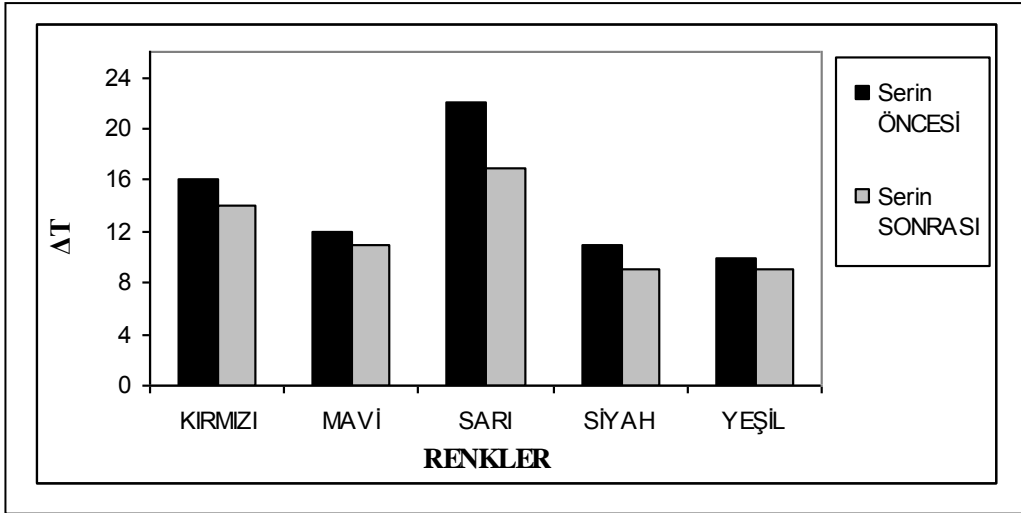
	alt	85	85	87	87	87	87
Serin	üst	105	106	106	106	106	106
	alt	88	89	90	90	90	90
Serin-cornflake	üst	103	104	104	104	104	104
	alt	83	85	85	85	85	85
Serin-silverdolar	üst	103	105	105	105	105	105
	alt	81	88	88	88	88	88
SİYAH							
Standart	üst	117	133	133	133	133	133
	alt	115	125	125	125	125	125
Standart-cornflake	üst	113	117	123	123	123	123
	alt	108	113	114	114	114	114
Standart-silverdolar	üst	109	119	120	120	120	120
	alt	105	117	117	117	117	117
Serin	üst	97	104	104	104	104	104
	alt	88	99	99	99	99	99
Serin-cornflake	üst	88	95	99	99	99	99
	alt	80	90	91	91	91	91
Serin-silverdolar	üst	92	101	101	101	101	101
	alt	81	92	92	92	92	92
YEŞİL							
Standart	üst	108	109	109	109	109	109
	alt	105	106	106	106	106	106
Standart-cornflake	üst	103	104	104	104	104	104
	alt	88	91	91	91	91	91
Standart-silverdolar	üst	99	104	106	106	106	106
	alt	84	93	93	93	93	93
Serin	üst	110	112	112	112	112	112
	alt	101	103	103	103	103	103
Serin-cornflake	üst	97	99	101	101	101	101
	alt	80	82	87	87	87	87
Serin-silverdolar	üst	97	98	98	98	98	98
	alt	81	83	83	83	83	83

UV öncesinde ve sonrasında panellerde üst-alt sıcaklık farklarına bakılmış ve bu değerlerde maksimum olanlar alınarak Şekil 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13'de kıyaslanmıştır (Synnefa ve ark., 2007). Standart yeşil, standart cornflake mavi, standart cornflake siyah ve serin cornflake kırmızı'da üst panel ve alt panel

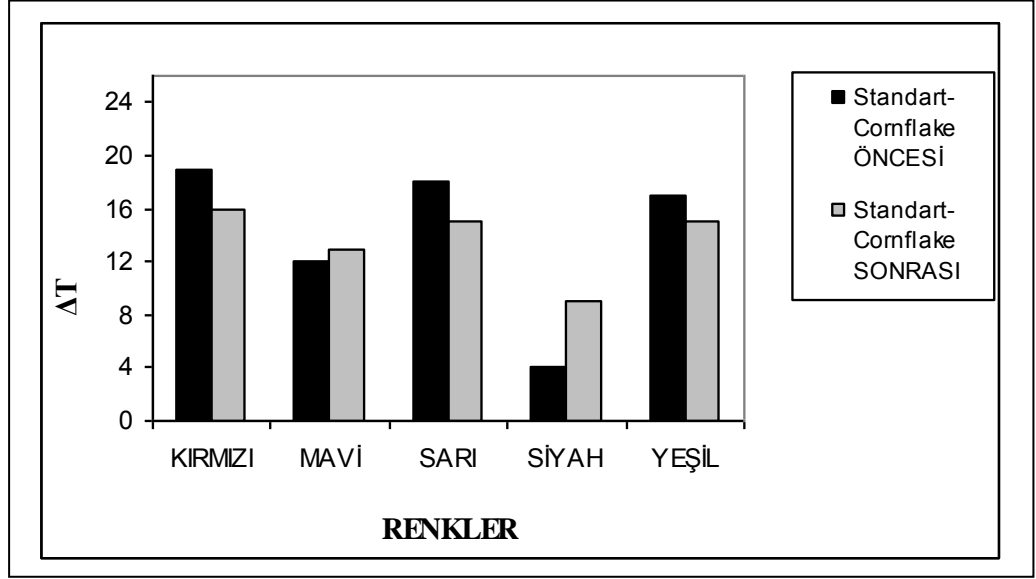
maksimum sıcaklık farkının UV sonrasında UV öncesine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Diğer panellerde ise sıcaklık farkının UV öncesinde daha yüksek olduğu görülmektedir.



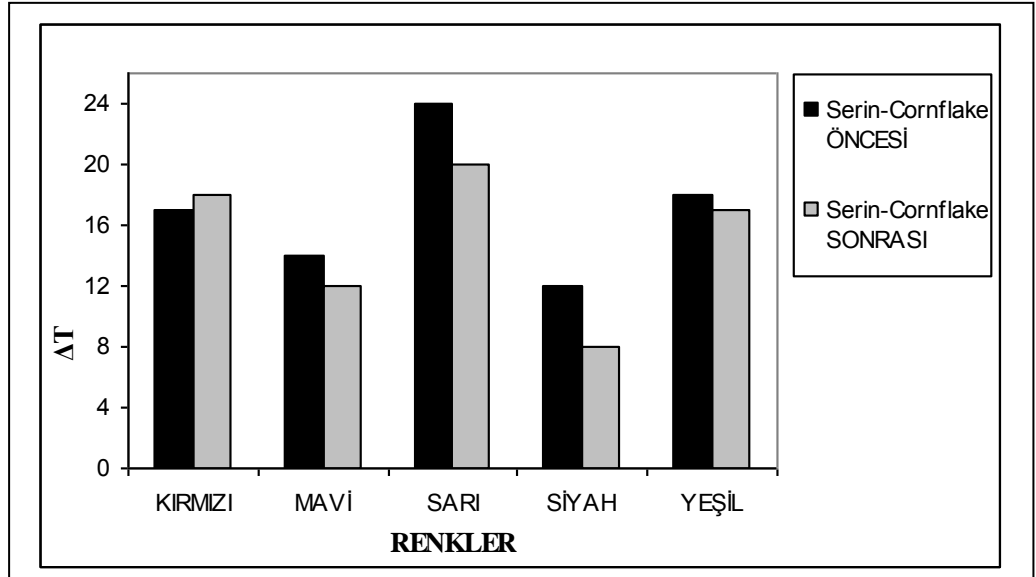
Şekil 3.8. Standart panelde UV öncesi ve sonrası panelin alt-üst sıcaklık farkları.



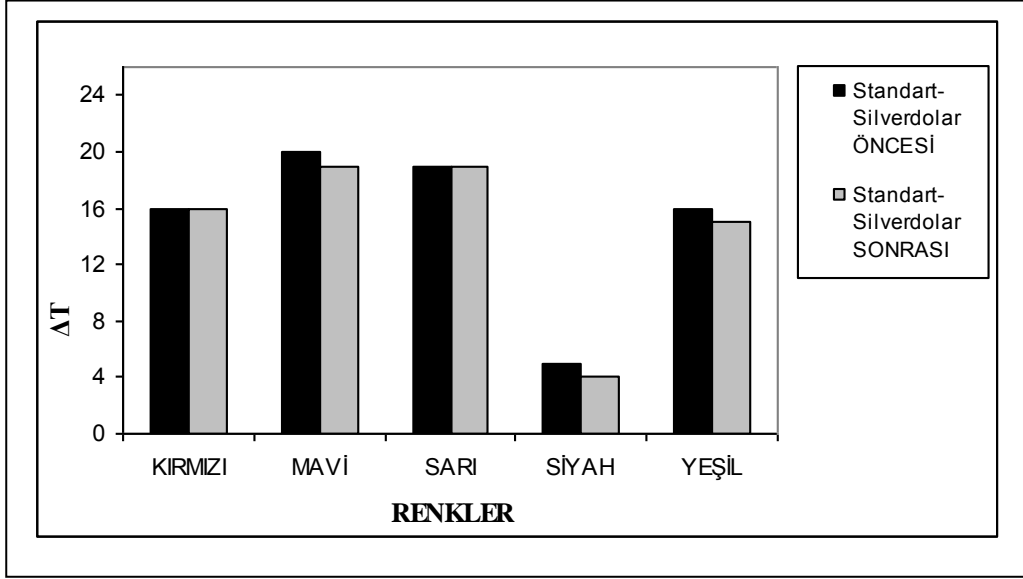
Şekil 3.9. Serin panelde UV öncesi ve sonrası panelde alt-üst sıcaklık farkları.



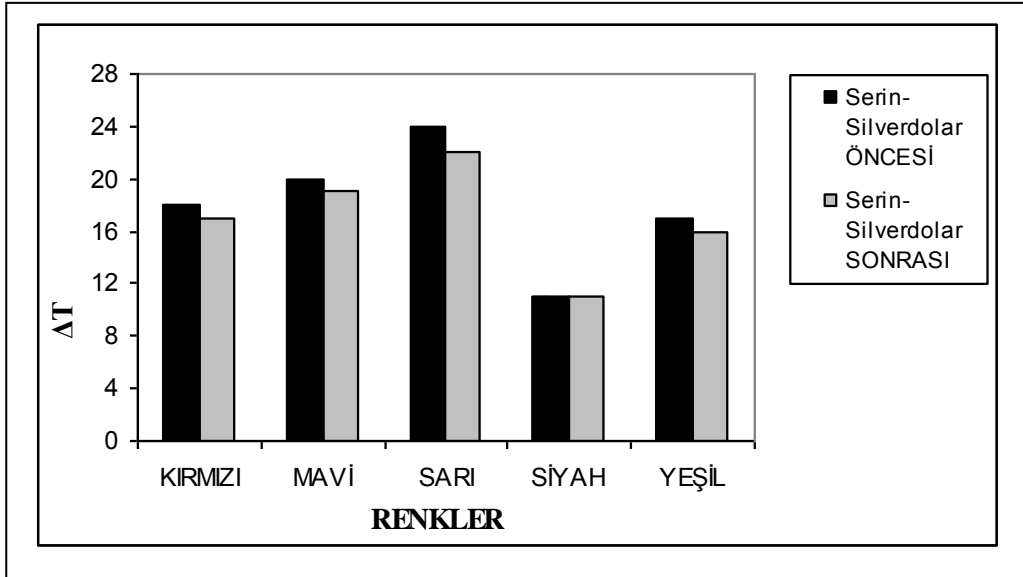
Şekil 3.10. Cornflake alüminyum ilave edilmiş standart pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları.



Şekil 3.11. Cornflake alüminyum ilave edilmiş serin pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları.



Şekil 3.12. Silverdolar alüminyum ilave edilmiş standart pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları.



Şekil 3.13. Silverdolar alüminyum ilave edilmiş serin pigmentli panellerin UV öncesi ve sonrası alt-üst sıcaklık farkları.

4. SONUÇ

Yapılan incelemelerde kırmızı, mavi, sarı, siyah ve yeşil renklerde serin pigment ile hazırlanan boyanın standart pigment ile hazırlanan boyaya göre daha fazla yansıtma yaptığı ve güneş ısını yansıtma kapasitesinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Aynı renge ait serin ve standart pigmentler kıyaslandığında yansıtmadaki artışın en fazla siyah renkte gerçekleştiği görülmektedir.

Serin ve standart pigment ile hazırlanan boyalara ilave edilen alüminyumlar ile panellerin güneş ısını yansıtma kapasitelerinin arttığı görülmektedir.

Tüm renklerde güneş ısını yansıtma miktarı en fazla silverdolar alüminyum ilaveli serin pigment ile hazırlanmış panellerde olduğu tespit edilmiştir.

Panellerin yaşlandırılması sonrasında güneş ısını yansıtma kapasitelerinin standart sarı, standart siyah ve serin siyah dışındaki bütün panellerde düştüğü görülmektedir.

Yaşlandırma öncesi ve sonrasında panellerin yüzey sıcaklıkları kıyaslandığında panellerin yaşlandırma sonrası (standart kırmızı, standart mavi, serin mavi, serin cornflake siyah, serin yeşil, standart yeşil, standart sarı, standart siyah ve serin siyah hariç diğer panellerde) daha fazla ısındığı görülmektedir.

Panellerin renk değerleri hem yaşlandırılmadan önce hem de yaşlandırıldıktan sonra ölçülmüş ve yaşlandırma ile renk değişimine bakılmıştır. Standart kırmızı rengin zaman içinde en fazla rengi değişen panel olduğu görülmektedir. Fakat genel olarak panellerde UV sonrası TSR değerlerindeki, yansıtma grafiklerindeki ve yüzey sıcaklık değerlerindeki değişimler ile yaşlandırma sonrası renk değişimleri arasında genelleme yapılabilecek bir ilişki görülmemiştir. Yaşlandırma sonrası renk değişimleri her renk için farklılık göstermiştir. Alüminyum ilaveli panellerde renk değişimlerinin referans panellere göre daha az olduğu görülmüştür.

Tablo 4.1’de görüldüğü üzere boyada kullanılan serin pigmentler standart pigmentlere göre daha maliyetli malzemelerdir. Boyaya yapılan alüminyum ilaveleri de boyanın maliyetini arttırmaktadır. Tablo 4.2’de kullanılan alüminyumların kilogram fiyatları görülmektedir. Maksimum yansıtma, minimum

yüzey sıcaklığı elde etme amacı ile inceleme yapılan bu çalışmada maliyet yönü göz önüne alındığında her renk için farklı bir durum ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle inceleme sonucu olarak bir genelleme yapmak yerine renkleri tek tek incelemek daha doğru olmaktadır. Tablo 4.3'de incelenen tüm boyaların maliyetleri görülmektedir.

Tablo 4.1. Çalışmada kullanılan pigmentlerin fiyatları (Dolar / kg).

PIGMENTLER FİYATLARI (Dolar/kg)	Standart Pigment	Cool (Serin) Pigment
	Color Index No	Color Index No
KIRMIZI	Red 104	Red 101
	4	5
SARI	Yellow 162	Brown 24
	8	11
MAVİ	Blue 28	Blue 36
	40	35
YEŞİL	Green 17	Green 26
	15	20
SİYAH	Pbk 7	Pigment Brown 29
	4	12

Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan alüminyumların fiyatları (Dolar / kg).

ALÜMİNYUM PIGMENT FİYATLARI (Dolar/kg)	Cornflake Alüminyum (Stapa 888 NL)	Silverdolar Alüminyum (Stapa Metallux 3580)
		9

Tablo 4.3. Çalışmada incelenen boyaların fiyatları (Dolar/kg).

BOYA FİYATLARI (Dolar/kg)	Referans Paneller		Cornflake Alüminyum Pigment İlaveli		Silverdolar Alüminyum Pigment İlaveli	
	Serin	Standart	Serin	Standart	Serin	Standart
Kırmızı	1.50	1.40	1.88	1.78	4.78	4.68
Mavi	3.75	3.65	4.02	3.92	6.92	6.82
Sarı	1.95	1.65	2.31	2.02	5.21	4.92
Siyah	2.03	1.40	2.38	1.78	5.28	4.68
Yeşil	2.63	2.09	2.95	2.43	5.85	5.33

Kırmızı renk için; standart ve serin pigmentli boyaya alüminyum ilaveleri yapılması TSR değerini çok arttırmamaktadır. Hem UV öncesi hem de UV sonrası değerler incelendiğinde, maliyet artışı dikkate alındığında kırmızı renkte sadece standart pigment kullanmak yeterli görülmektedir.

Mavi renk için; serin pigmentli boya panellerinin TSR değerlerinin standarda göre daha iyi olduğu görülmektedir. Serin ve standart boyalara alüminyum ilaveleri yapıldığında da TSR' da artış görülmektedir. UV yaşlandırma sonrası standarda yapılan alüminyum ilaveli panellerde, alüminyum ilaveli serin panellere göre TSR' da daha fazla bir düşüş görülmektedir. Maliyet göz önüne alındığında mavi renkte serin pigmente cornflake alüminyum ilave edilerek kullanılması yüzeyin yansıtması, sıcaklığı vs. en iyi sonucu vermektedir.

Sarı renk için; standart ile serin pigmentli boya kıyaslandığında aralarında TSR olarak çok fark olmadığı için maliyet göz önüne alınarak standart pigmentli boya kullanılması daha uygundur. Alüminyum ilavesi yapıldığında ise en uygun serin cornflake ilaveli olan paneldir.

Siyah renk için; Maliyet olarak bakıldığında standarda göre serin pigmentli hazırlanan boya kesinlikle daha iyi sonuç vermektedir. Alüminyum ilaveli hallerinde ise serin silverdolar pigmentli boya uygulaması en iyi sonucu vermektedir.

Yeşil renk için; En iyi sonucu serin silverdolar pigmentli boya uygulaması vermektedir.

Boyada kullanılan pigmentin tipi, UV öncesi ve sonrası TSR değerini, yüzey sıcaklığını, renkte gerçekleşen değişimi etkilemektedir.

Boyada alüminyum kullanımı TSR değerini arttırmakta ve yüzey sıcaklığını düşürmektedir. Alüminyumun, UV sonrası panellerin yaşlandırmasını geciktirme, TSR değerinde UV sonrası istenmeyen düşmenin gerçekleşmesini engelleme ya da azaltma, yüzey sıcaklığında standarda göre daha az artış gerçekleşmesi gibi bir etkinin olduğuna dair genelleme yapılamayacağı yapılan çalışmada görülmektedir. Kullanılan renge göre değişkenlik göstermektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- ASTM E1980-02** “Standart Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces.
- ASTM G173** “Standart Tables for Reference Solar Spectral Irradiances : Direct Normal and Hemispherical on 37 degree Tilted Surfaces”.
- ASTM D2244-89** “Calculation of color differences from instrumentally measured color coordinates”.
- Akbari, H., Levinson, R., Miller, W. and Berdahl, P.,** 2005, Cool colored roofs to save energy and improve air quality, In: International Conference “Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment”, Santorini, Greece.
- Asaeda, T., Ca, V.T. and Wake, A.,** 1996, Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere. *Atmospheric Environment*, 30 (3), 413–427.
- Berdahl, P. and Bretz, E.,** 1997, Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials. *Energy and Buildings*, 25, 149-158.
- Bretz, S. and Akbari, H.,** 1997. Long-term performance of high albedo roof coatings. *Energy and Buildings*, 25, 159–167.
- Bretz, S., Akbari, H. and Rosenfeld, A.,** 1997, Practical issues for using solar reflective materials to mitigate urban heat islands, *Atmospheric Environment*, 32, 95–101.
- Berg, R. and Quinn, W.,** 1978, Use of light colored surface to reduce seasonal thaw penetration beneath embankments on permafrost. In: *Proceedings of the Second International Symposium on Cold Regions Engineering*, University of Alaska, 86–99.
- Borbora, J. and Das, A.,** 2014, Summertime Urban Heat Island study for Guwahati City, India, *Sustainable cities and society*, 11, 61-66.
- Cartalis, C., Synodinou, A., Proedrou, M., Tsangrasoulis, A. and Santamouris, M.,** 2001, Modifications in energy demand in urban areas as a result of climate changes: an assessment for the Southeast Mediterranean region, *Energy Conversion and Management* 42 (14), 1647–1656.
- Cantat, O.,** 1989. *Contribution a l’ etude des variations du bilan d’ energie en region parisienne’*. PhD. Thesis, University of Paris Sorbonne, 362 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Chen, C. and Poon, C.**, 2009, Photocatalytic construction and building materials: from fundamentals to applications, *Buildings and Environment*, 44, 1899–1906.
- Doulos, L., Santamouris, M. and Livada, I.**, 2001. Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials, *Solar Energy*, 77, 231–249.
- Gustavsson, T. and Bogren, J.**, 1991, Infrared thermography in applied road climatological studies. *International Journal of Remote Sensing* 12, 1811–1828.
- Haberl, J. and Cho, S.**, 2004, Literature Review of Uncertainty of Analysis Methods (Cool Roofs), Report to the Texas Commission on Environmental Quality, Energy Systems Laboratory, Texas A&M University, College Station, TX.
- Hassid, S., Santamouris, M., Papanikolaou, M., Linardi, A., Klitsikas, N., Georgakis, C. and Assimakopoulos, D.N.**, 2000, The effect of the Athens heat island on air conditioning load, *Energy and Buildings*, 32, 131–141.
- Heat Island Group**, Lawrence Berkeley National Laboratory, “Kentsel ve kırsal bölgeler arasındaki ısı farkı” <http://heatisland.lbl.gov/> (Erişim : 3 Ekim 2013).
- Konopacki, S., Gartland, L., Akbari, H. and Rainer, I.**, 1998, Demonstration of Energy Savings of Cool Roofs. Paper LBNL-40673, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA.
- Lawrence Berkeley National Laboratory**, “Definitions and Terms”, http://energy.lbl.gov/coolroof/ref_01.htm (Erişim tarihi : 1 Kasım 2013).
- Levinson, R., Akbari, H., Konopacki, S. and Bretz, S.**, 2005a, Inclusion of cool roofs in non residential Title 24 prescriptive requirements, *Energy Policy*, 33 (2), 151–170.
- Levinson, R., Berdahl, P., Berhe, A. and Akbari, H.**, 2005b, Effects of soiling and cleaning on the reflectance and solar heat gain of a light-colored roofing membrane, *Journal of Atmospheric Environment*, 39, 7807–7824.
- Levinson, R., Akbari, H. and Reilly, J.C.**, 2007a, Cooler tile-roofed buildings with ear-infrared-reflective non-white coatings, *Building and Environment*, 42 (7), 2591–2605.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Levinson, R., Berdahl, P., Akbari, H., Miller, W., Joedicke, I., Reilly, J., Suzukie, Y. and Vondran, M., 2007b,** Methods of creating solar-reflective nonwhite surfaces and their application to residential roofing materials. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 91, 304-314.
- Levinson, R., Akbari, H., Berdahl, P., Wood, B., Skilton, W. and Petersheim, J., 2010c,** A novel technique for the production of cool colored concrete tile and asphalt shingle roofing products, *Solar Energy Materials and Solar Cells* 94 (6), 946–954.
- Miller, W.A., Desjarlais, A., Parker, D.S. and Kriner, S., 2004,** Cool Metal Roofing Tested for Energy Efficiency and Sustainability, CIB World Building Congress, May 1–7, 2004, Toronto, Ontario.
- Niachou, A., Livada, I. and Santamouris, M., 2008.** Experimental study of temperature and airflow distribution inside an urban street canyon during hot summer weather conditions. *Journal of Buildings and Environment*, 43 (8), 1383–1392.
- Oke, T.R., 1973,** City size and the urban heat island *Atmospheric Environment*, CrossRef, 7, 769–79.
- Parker, D.S. and Sherwin, J.R., 1998.** “Comparative Summer Attic Thermal Performance of Six Roof Constructions Report”, <http://www.fsec.ucf.edu/en/publications/pdf/FSEC-PF-337-98.pdf> (Erişim tarihi: 22 Kasım 2013).
- Rossi, F., Pisello, A., Nicolini A., Filipponi, M. and Polombo, M., 2014.** Analysis of retro-reflective surfaces for urban heat island mitigation: A new analytical model. *Applied Energy*, 114, 621-631.
- Sánchez-Rodríguez, R., Seto, K., Simon, D., Solecki, W., Kraas, F. and Laumann, G., 2005** “Science plan: urbanization and global environmental change IHDP Report 15 International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change”, <http://www.ihdp.org> and <http://www.ugec.org> (Erişim tarihi: 3 Mayıs 2013).
- Santamouris, M., Papanikolaou, N., Koronakis, I., Livada and I., Asimakopoulos, D., 1999,** Thermal and air flow characteristics in a deep pedestrian canyon under hot weather conditions. *Atmospheric Environment*, 33, 4503–4521.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Santamouris, M.**, 2001. *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. James and James Science Publishers, London.
- Santamouris, M., Pavlou, K., Synnefa, A., Niachou, K. and Kolokotsa, D.**, 2007b, Recent progress on passive cooling techniques. Advanced technological developments to improve survivability levels in lowincome households. *Energy and Buildings*, 39, 859–866.
- Santamouris, M., Synnefa, A., Kolokotsa, D., Dimitriou, V. and Apostolakis, K.**, 2008. Passive Cooling of the built environment – use of innovative reflective materials to fight heat island and decrease cooling needs. *International Journal Low Carbon Technologies* 3 (2), 71–82.
- Santamouris, M., Synnefa, A. and Karlessi T.**, 2011, Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions, *Solar Energy*, 85, 3055-3102.
- Shi, Y., Song, Z., Zhang, W., Song, J., Qu, J., Wang, Z., Li, Y., Xu, L., and Lin, J.**, 2013, Physicochemical properties of dirt-resistant cool white coatings for building energy efficiency. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 110, 133-139.
- Simpson, J.R. and McPherson, E.G.**, 1997, The effects of roof albedo modification on cooling loads of scale model residences in Tucson Arizona, *Energy and Buildings* 25, 127–137.
- Stathopoulou, E., Mihalakakou, G., Santamouris, M. and Bagiorgas, H.S.**, 2008, Impact of temperature on tropospheric ozone concentration levels in urban environments. *Journal of Earth System Science* 117 (3), 227–236.
- Synnefa, A., Santamouris, V. and Livada, I.**, 2006, A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment, *Solar Energy Journal*, 80, 968–981.
- Synnefa, A., Santamouris, V. and Apostolakis, K.**, 2007, On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment, *Solar Energy Journal* 81 (4), 488–497.
- Synnefa, A., Sailor, D. and Santamouris, V.**, 2012, Experimental and numerical assessment of the impact of increased roof reflectance on a school building in Athens, *Energy and Buildings*, 55, 7–15.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Taha, H., Sailor, D. and Akbari, H.,** 1992. High Albedo Materials for Reducing Cooling Energy Use, Lawrence Berkley Laboratory Report, UC-350, Berkley CA.
- Ting, M., Koomey, J. and Pomerantz, M.,** 2001, “Preliminary Evaluation of the Lifecycle Costs and Market Barriers of Reflective Pavements”, Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division, LBNL, <http://enduse.lbl.gov/Info/LBNL-45864.pdf> (Erişim tarihi: 5 Aralık 2013).
- The Urban Heat Island (KIAE) Effect,** <http://www.urbanheatlands.com/> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2013).
- White, P., Golden, J.S., Biligiri, K.P. and Kaloush, K.E.,** 2010, Modeling climate change impacts of pavement production and construction, Resources, Conservation and Recycling, 54 (11), 776–782.
- Uemoto, K.L., Sato, N.M.N. and Vanderley, M.J.,** 2010, Estimating thermal performance of cool colored paints. Energy and Buildings, 42, 17-22.
- Yap, D.,** 1975, Seasonal excess urban energy and the nocturnal heat island–Toronto. Archiv fur Meteorologie Geophysik und Bioklimatologie Serie B 23, 68–80.

ÖZGEÇMİŞ

3 Mayıs 1979, İstanbul doğumlu Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olan Özlem SAATCI KABADAYI, ilk ve orta eğitimini Yalova, lise eğitimi'nde İstanbul'da tamamladıktan sonra 2002'de Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği (ing.) bölümünden mezun olmuştur. 2004 – 2013 yılları arasında DYO Boya firmasında Bağlayıcılar hammadde & üretim kalite kontrol mühendisliği, Boya üretim kalite kontrol mühendisliği, Renk sistemleri arge mühendisliği ve Sanayi boyaları - alternatif hammadde arge mühendisliği görevlerinde bulundu. 2007 yılından beri kimya mühendisi Kutluay KABADAYI ile evlidir. 2013 doğumlu Alya Miray KABADAYI adında bir kızı vardır. Son bir yıldır Çorlu-Tekirdağ'da ikamet etmektedir.

EKLER

Ek 1.1. UV öncesi kırmızı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.2. UV sonrası sonrası kırmızı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.3. UV öncesi kırmızı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.4. UV sonrası kırmızı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.5. UV öncesi kırmızı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.6. UV sonrası kırmızı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.7. UV öncesi kırmızı renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.8. UV sonrası kırmızı renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.9. UV öncesi mavi renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.10. UV sonrası mavi renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.11. UV öncesi mavi renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.12. UV sonrası mavi renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.13. UV öncesi mavi renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.14. UV sonrası mavi renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.15. UV öncesi sarı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.16. UV sonrası sarı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.17. UV öncesi sarı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.18. UV sonrası sarı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.19. UV öncesi sarı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.20. UV sonrası sarı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.21. UV öncesi siyah renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.22. UV sonrası siyah renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.23. UV öncesi siyah renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.24. UV sonrası siyah renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.25. UV öncesi siyah renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.26. UV sonrası siyah renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.27. UV öncesi siyah renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.28. UV sonrası siyah renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.29. UV öncesi yeşil renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.30. UV sonrası yeşil renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.31. UV öncesi yeşil renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

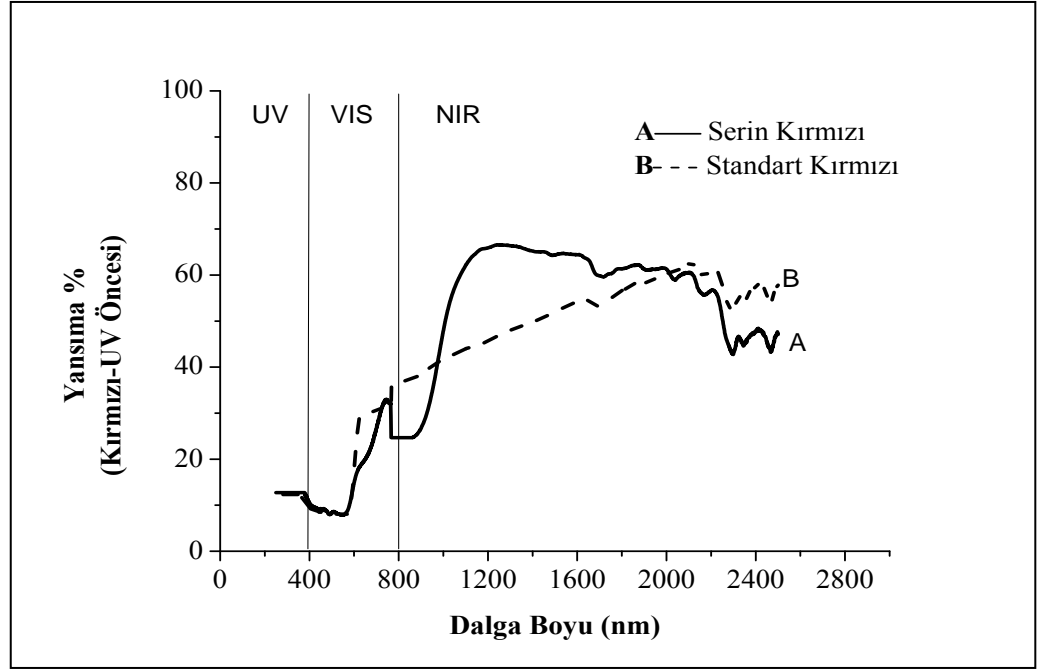
Ek 1.32. UV sonrası yeşil renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.33. UV öncesi yeşil renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

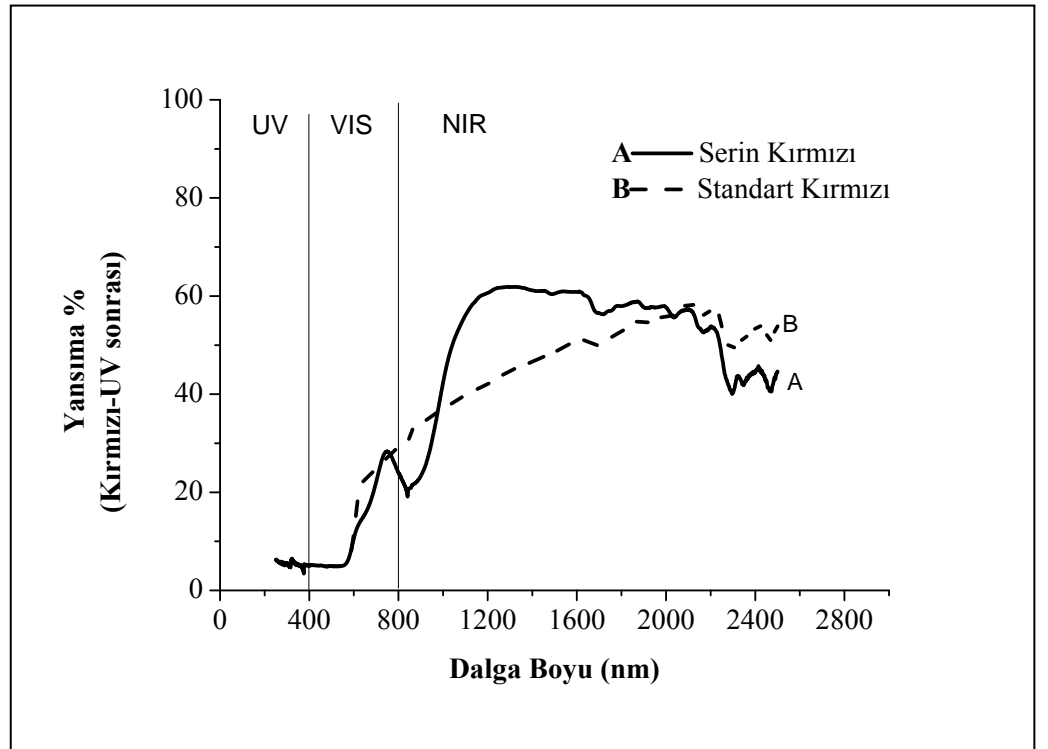
Ek 1.34. UV sonrası yeşil renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

Ek 1.35. UV öncesi yeşil renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.

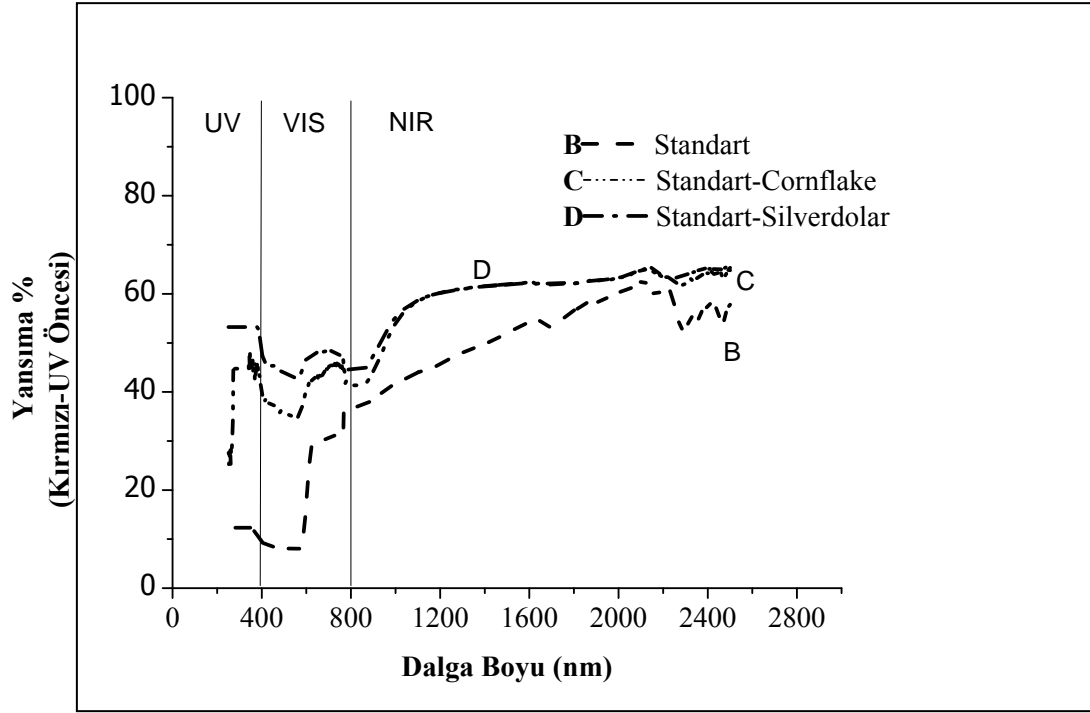
Ek 1.36. UV sonrası yeşil renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



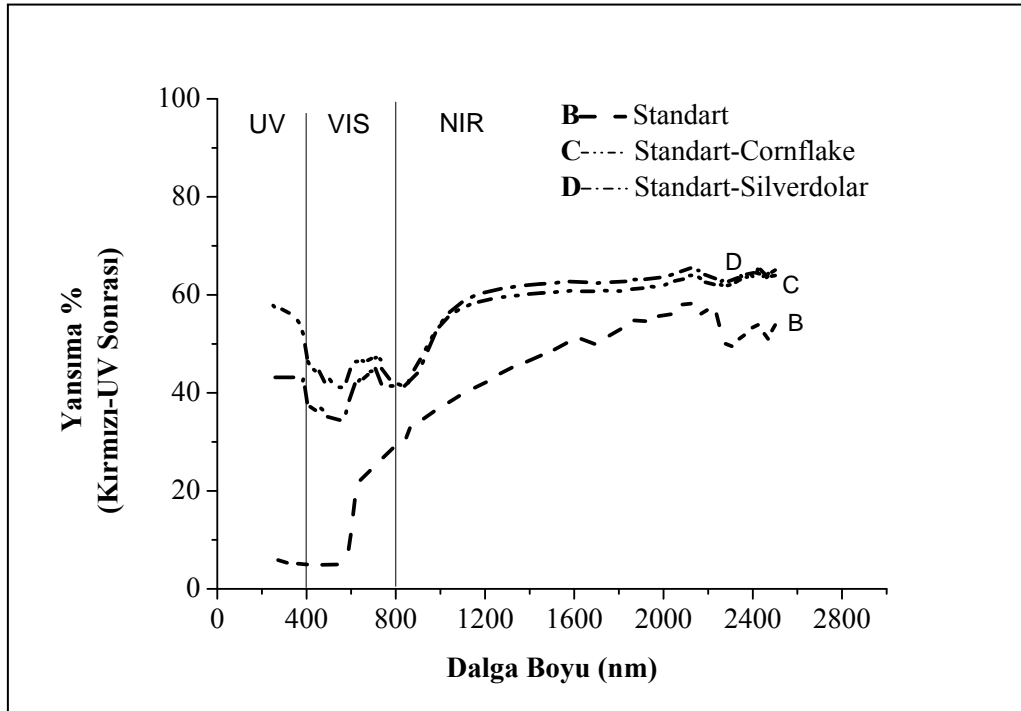
Ek 1.1. UV öncesi kırmızı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



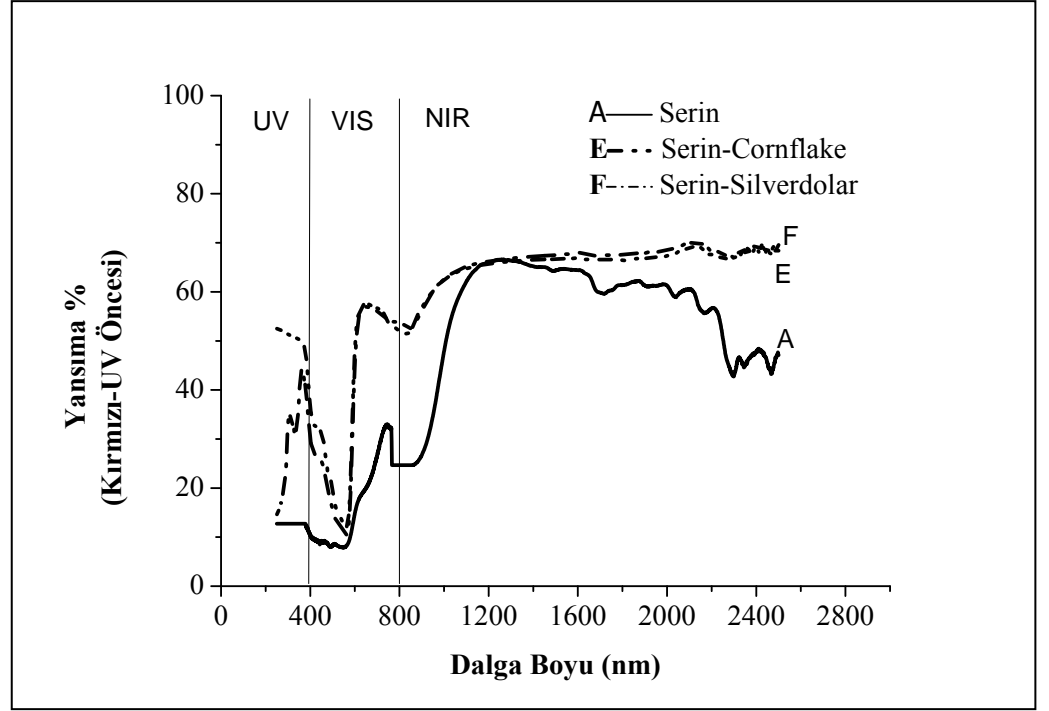
Ek 1.2. UV sonrası sonrası kırmızı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



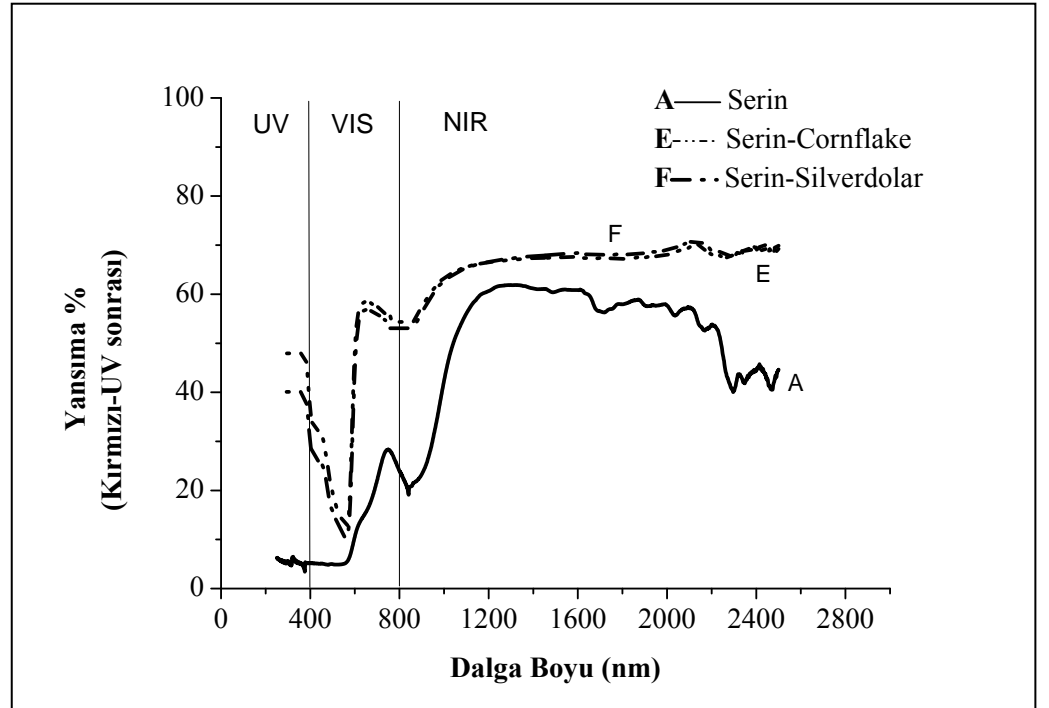
Ek 1.3. UV öncesi kırmızı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



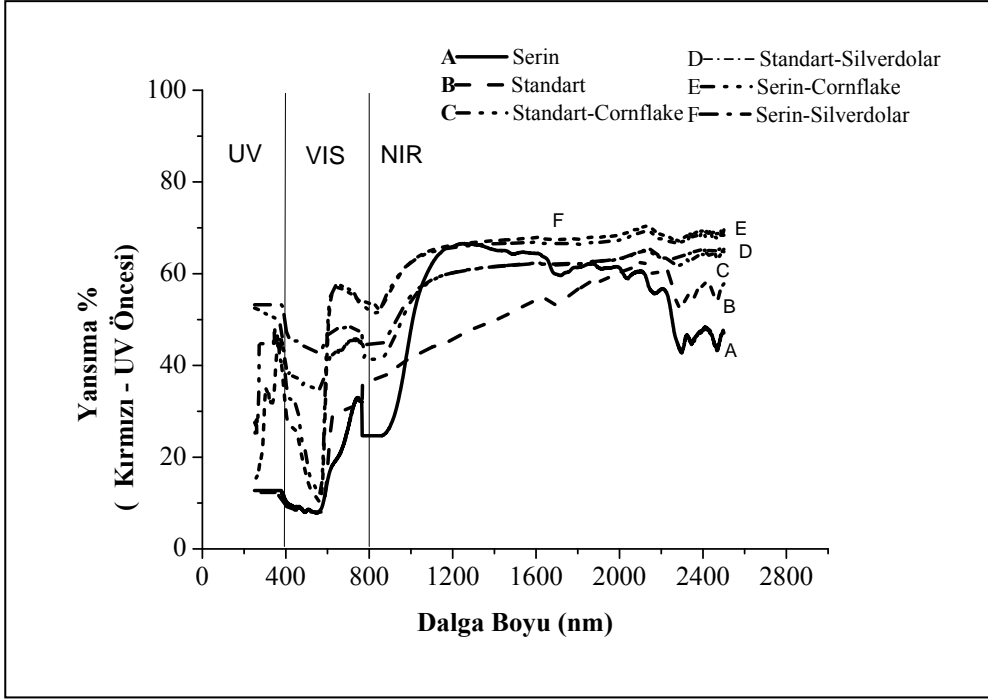
Ek 1.4. UV sonrası kırmızı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



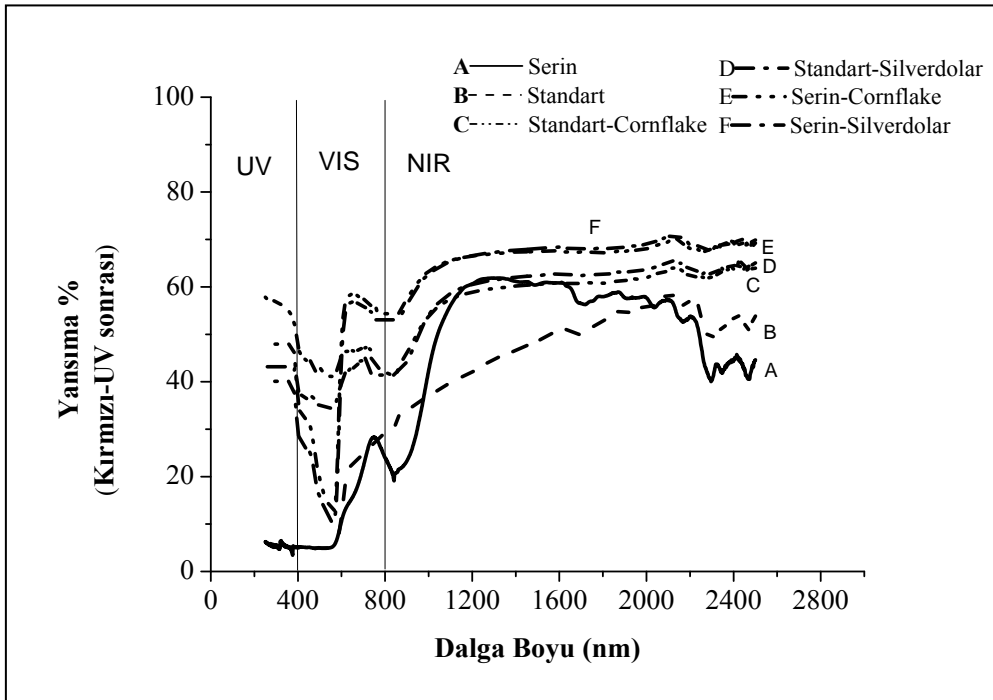
Ek 1.5. UV öncesi kırmızı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



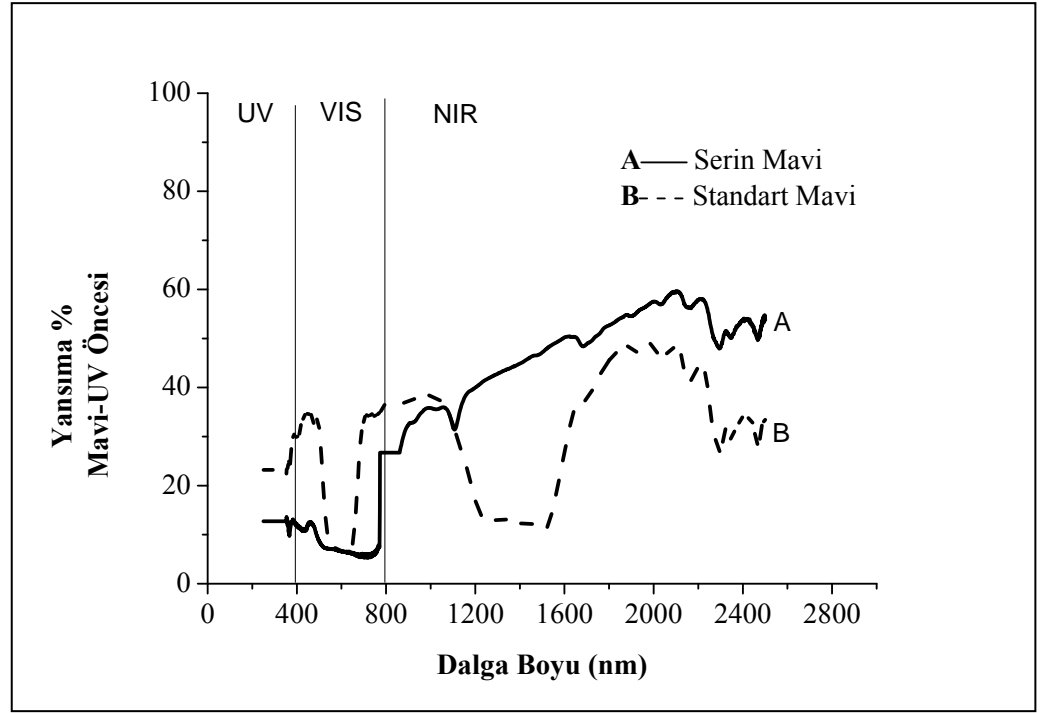
Ek 1.6. UV sonrası kırmızı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



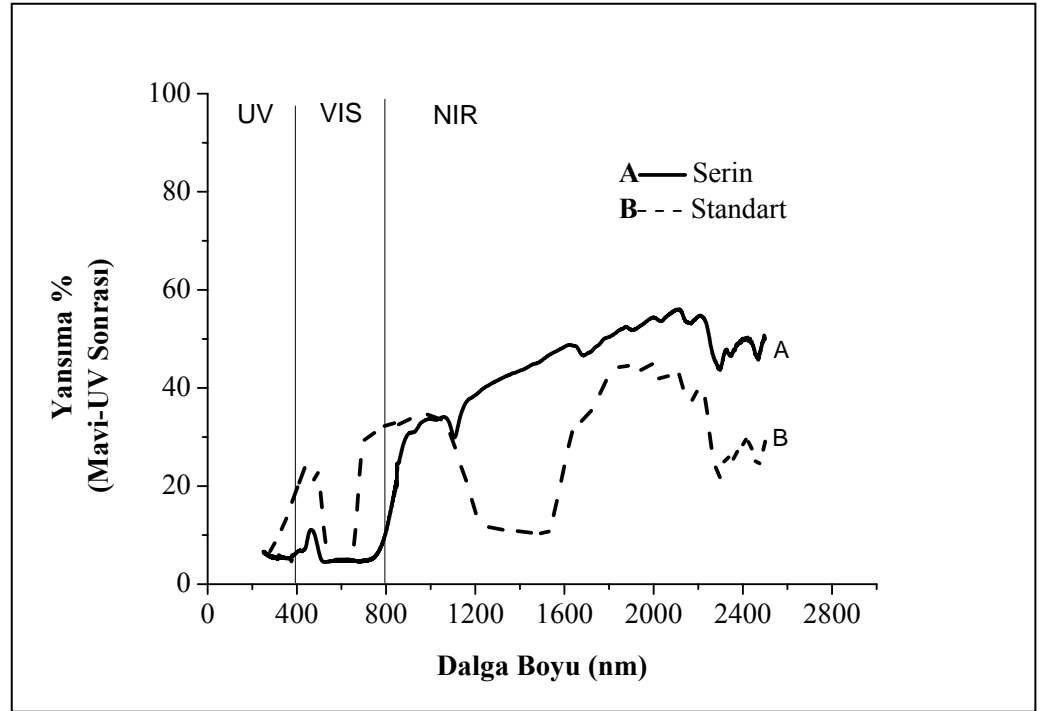
Ek 1.7. UV öncesi kırmızı renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



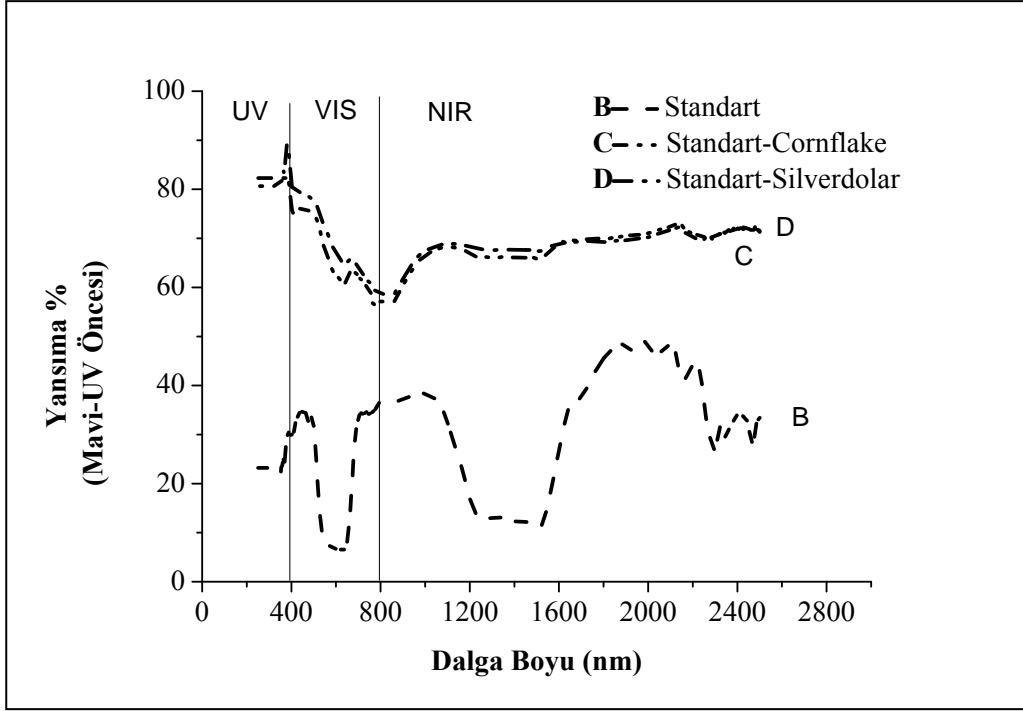
Ek 1.8. UV sonrası kırmızı renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



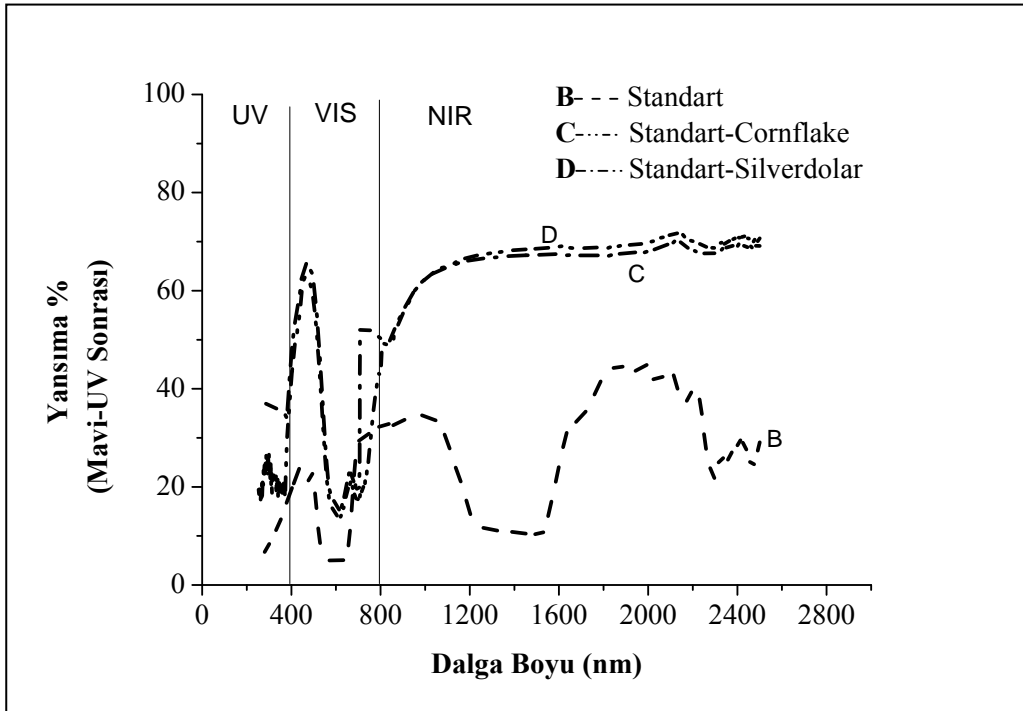
Ek 1.9. UV öncesi mavi renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



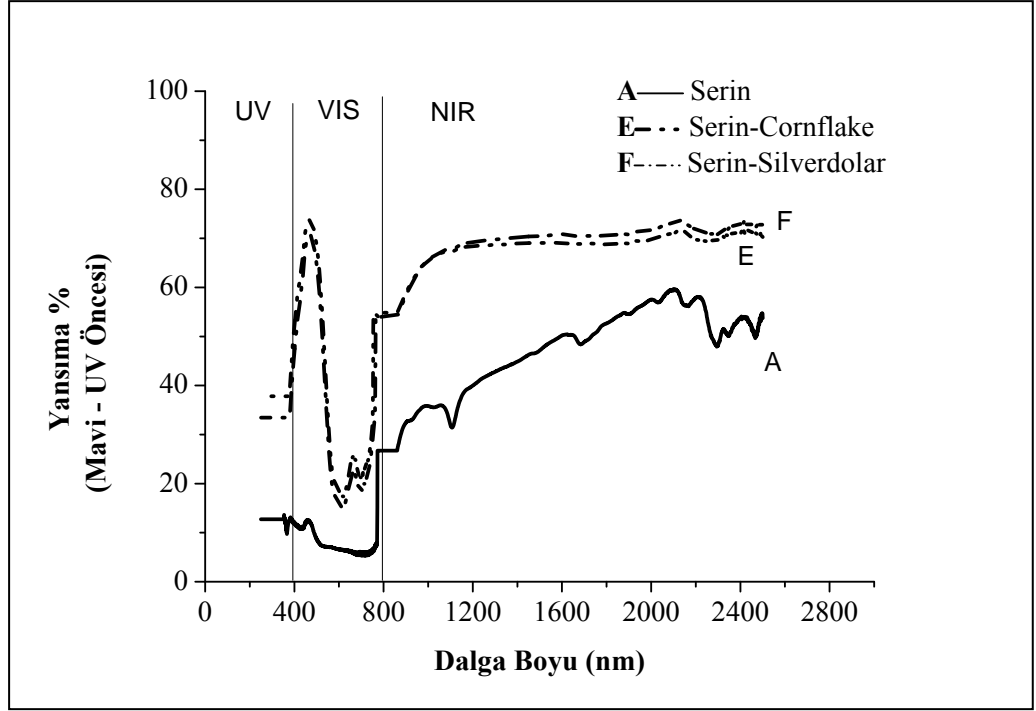
Ek 1.10. UV sonrası mavi renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



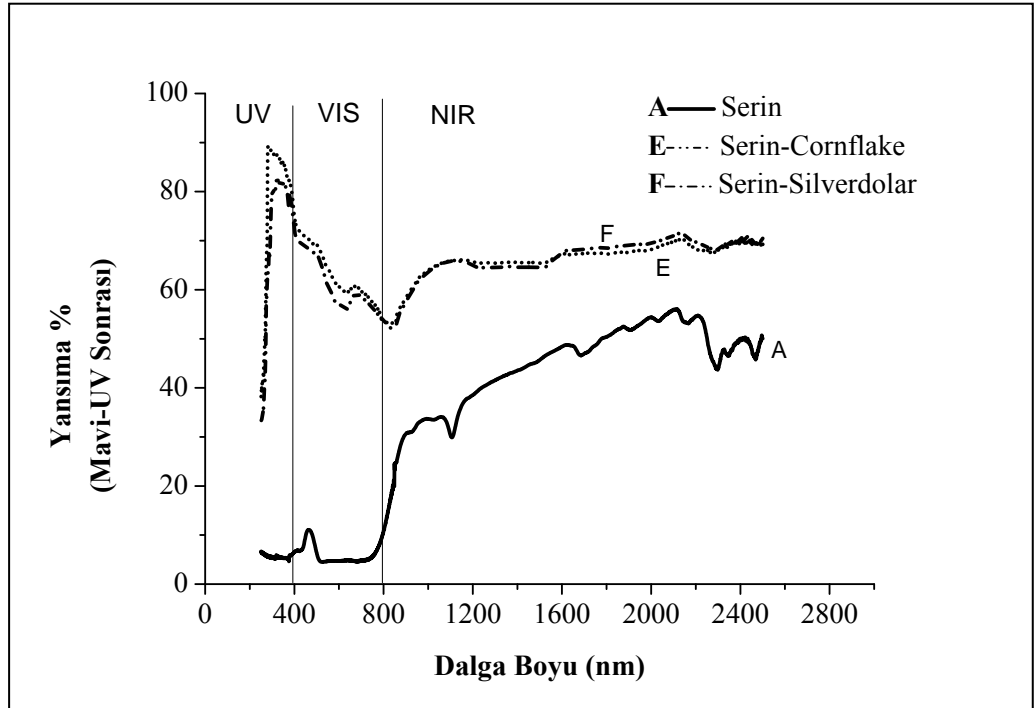
Ek 1.11. UV öncesi mavi renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



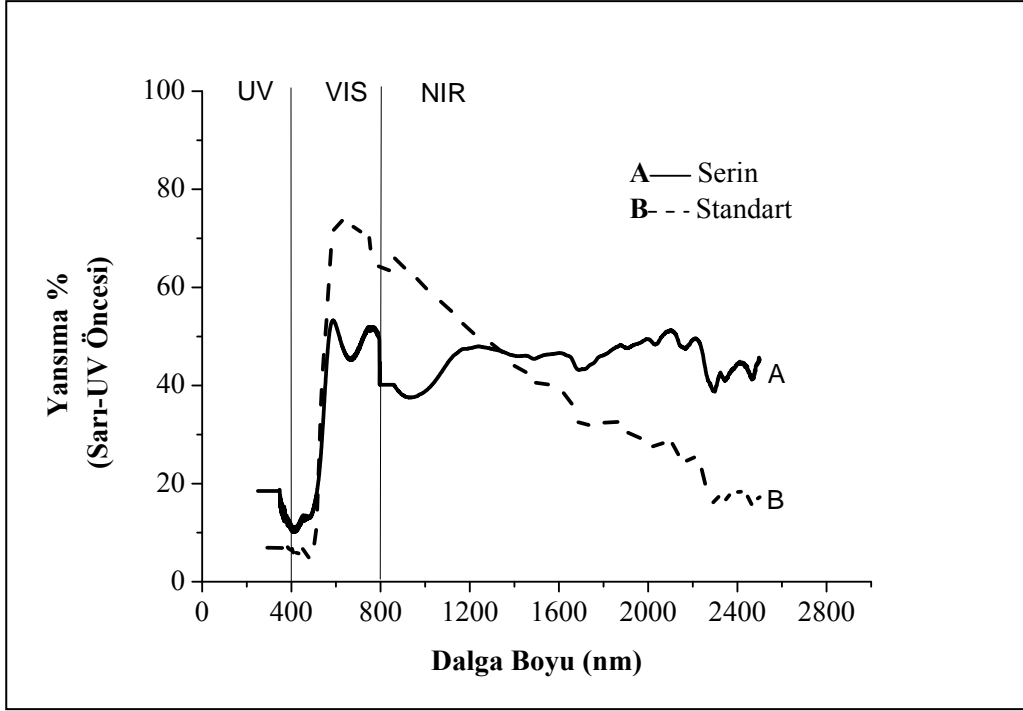
Ek 1.12. UV sonrası mavi renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



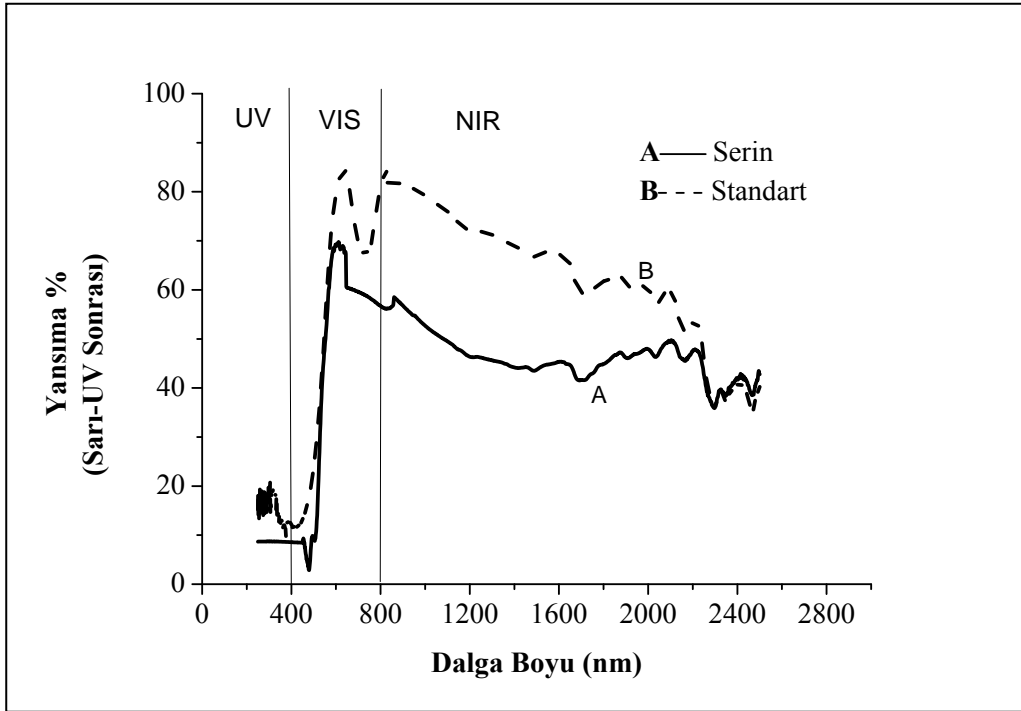
Ek 1.13. UV öncesi mavi renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



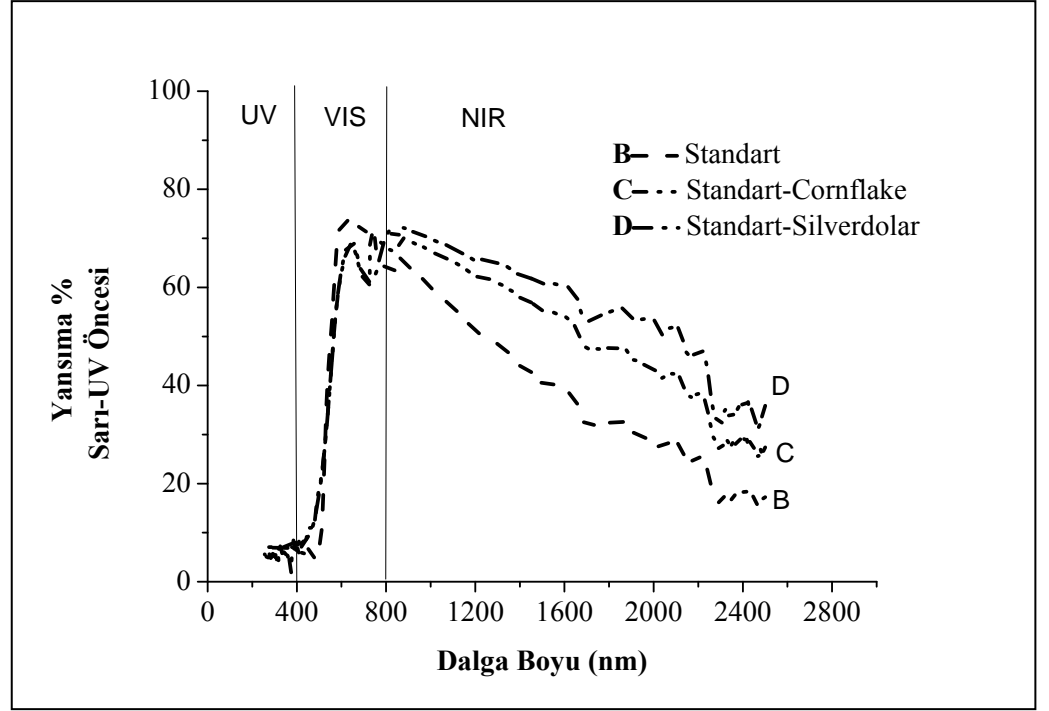
Ek 1.14. UV sonrası mavi renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



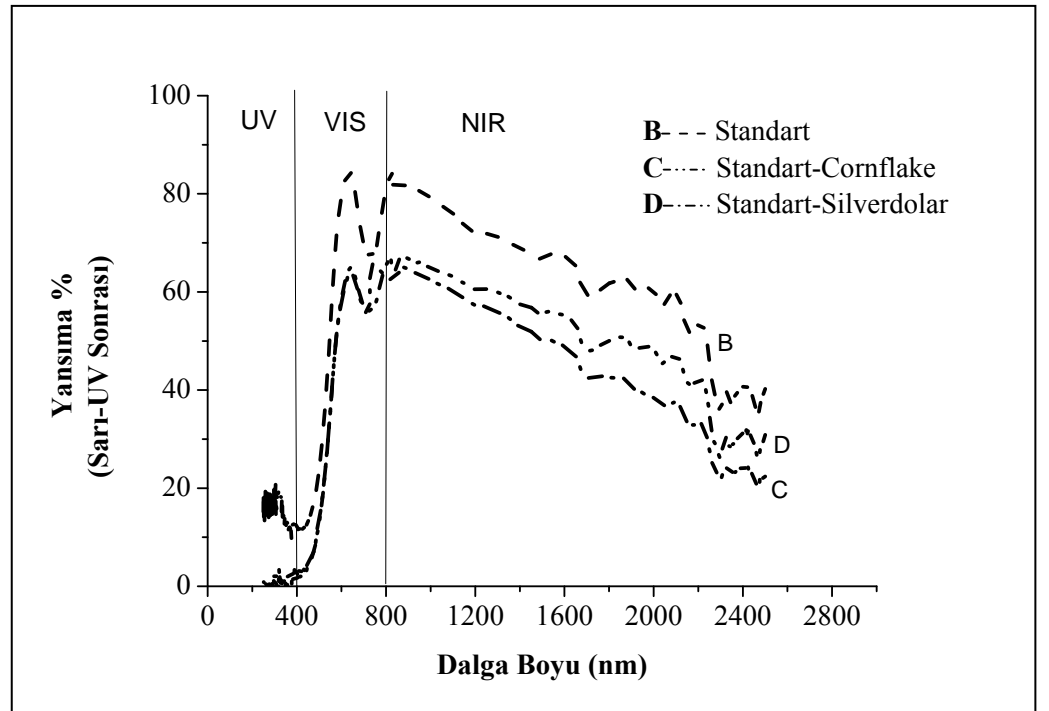
Ek 1.15. UV öncesi sarı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



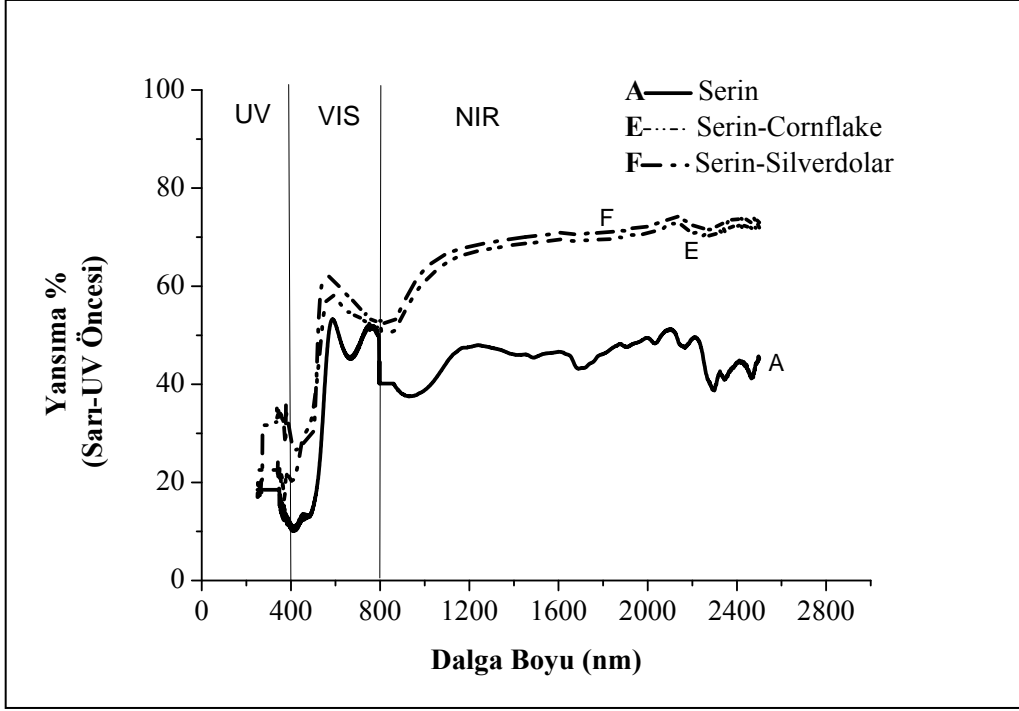
Ek 1.16. UV sonrası sarı renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



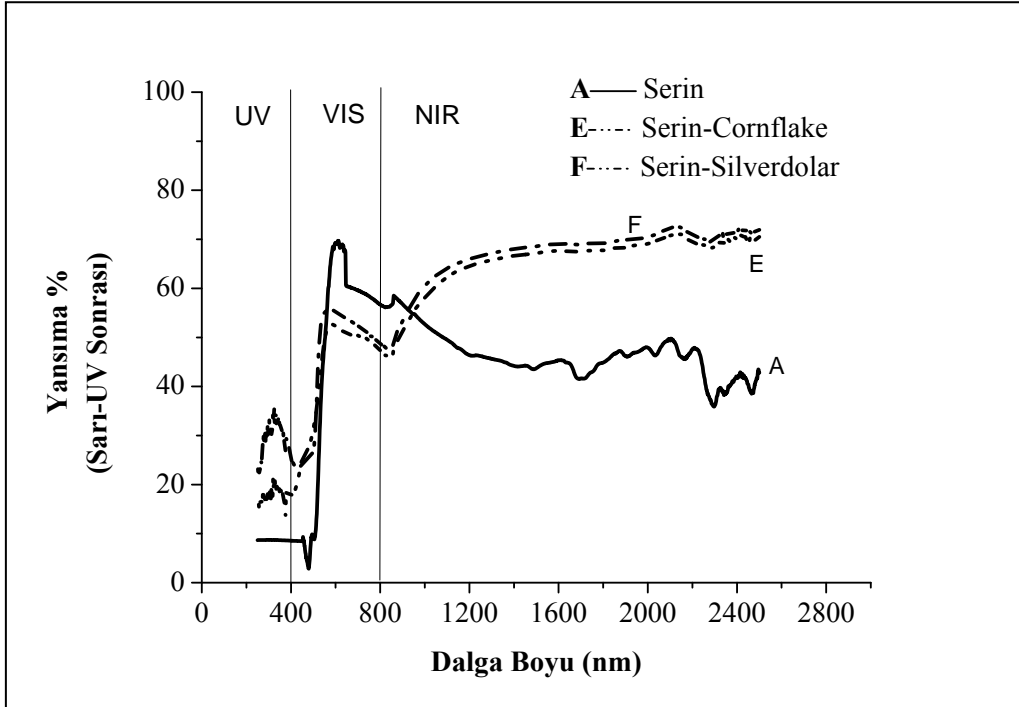
Ek 1.17. UV öncesi sarı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



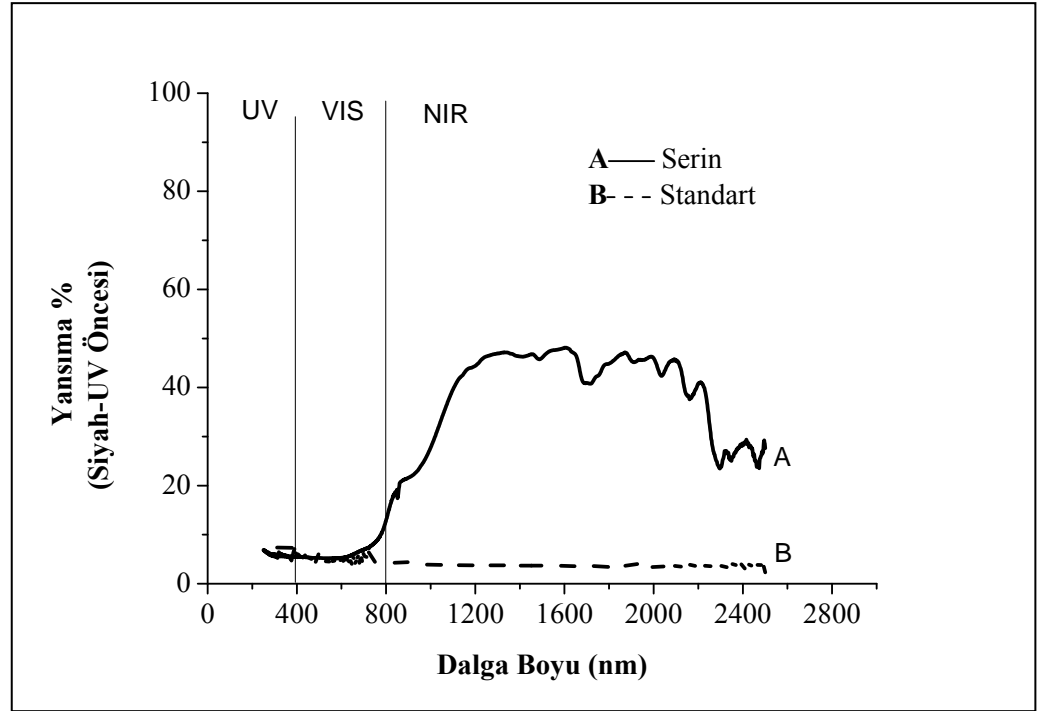
Ek 1.18. UV sonrası sarı renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması



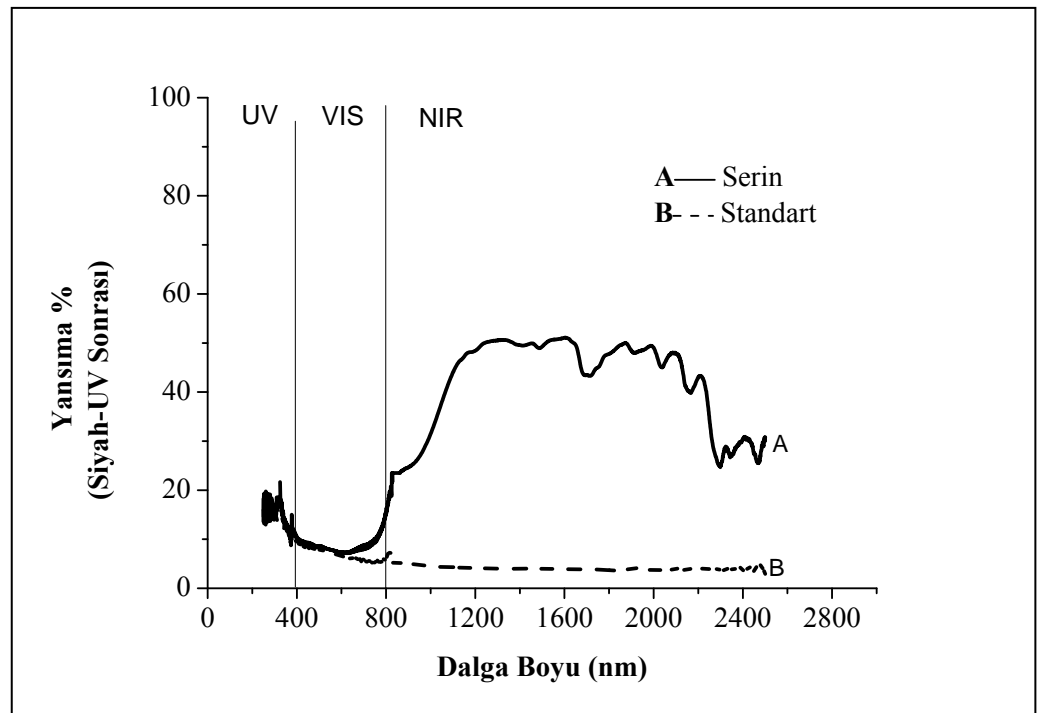
Ek 1.19. UV öncesi sarı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



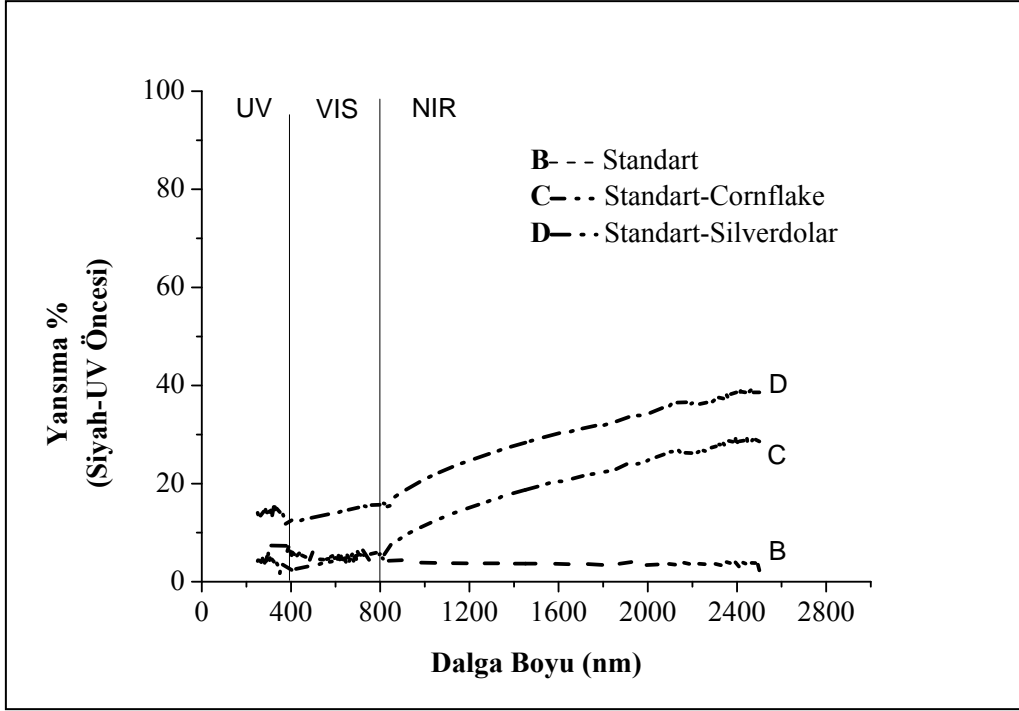
Ek 1.20. UV sonrası sarı renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



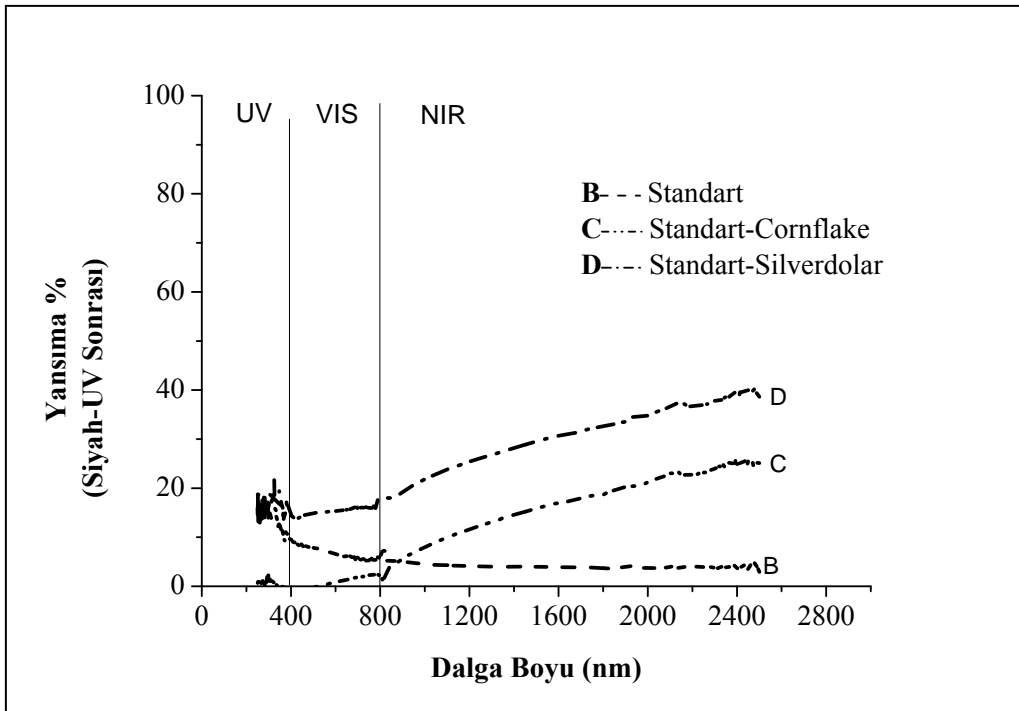
Ek 1.21. UV öncesi siyah renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



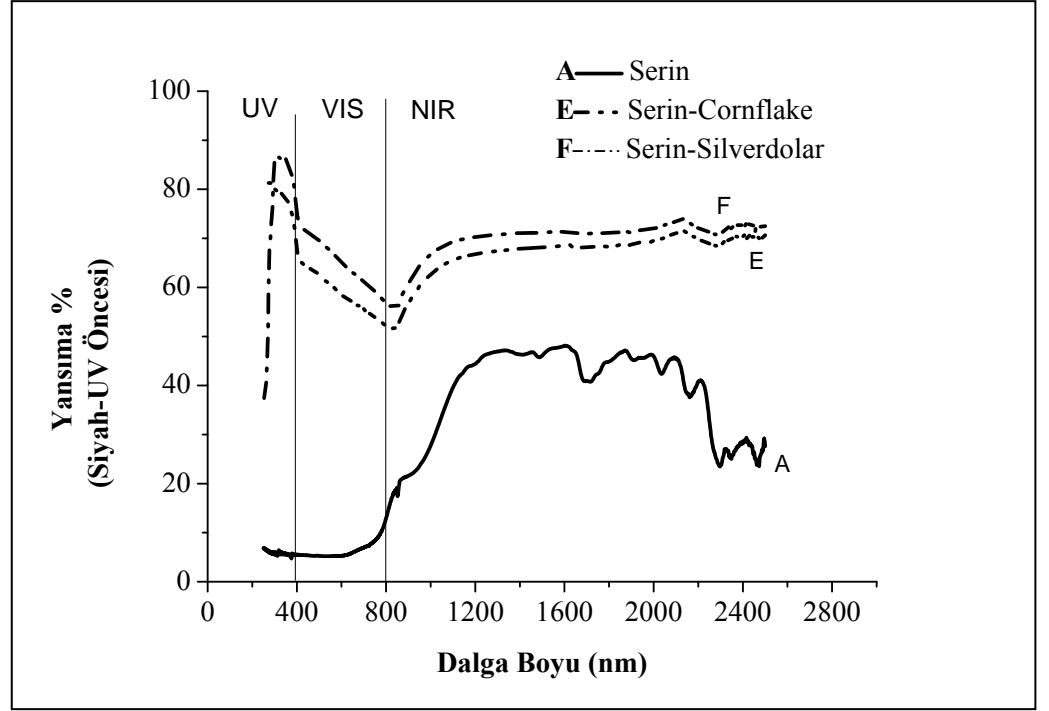
Ek 1.22. UV sonrası siyah renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



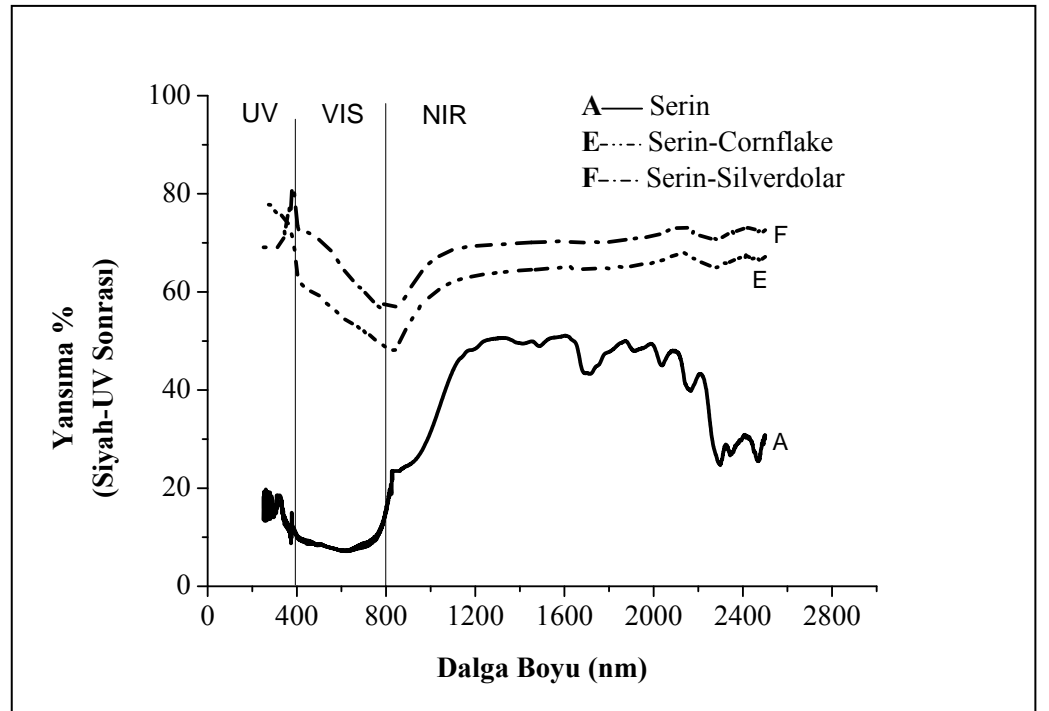
Ek 1.23. UV öncesi siyah renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



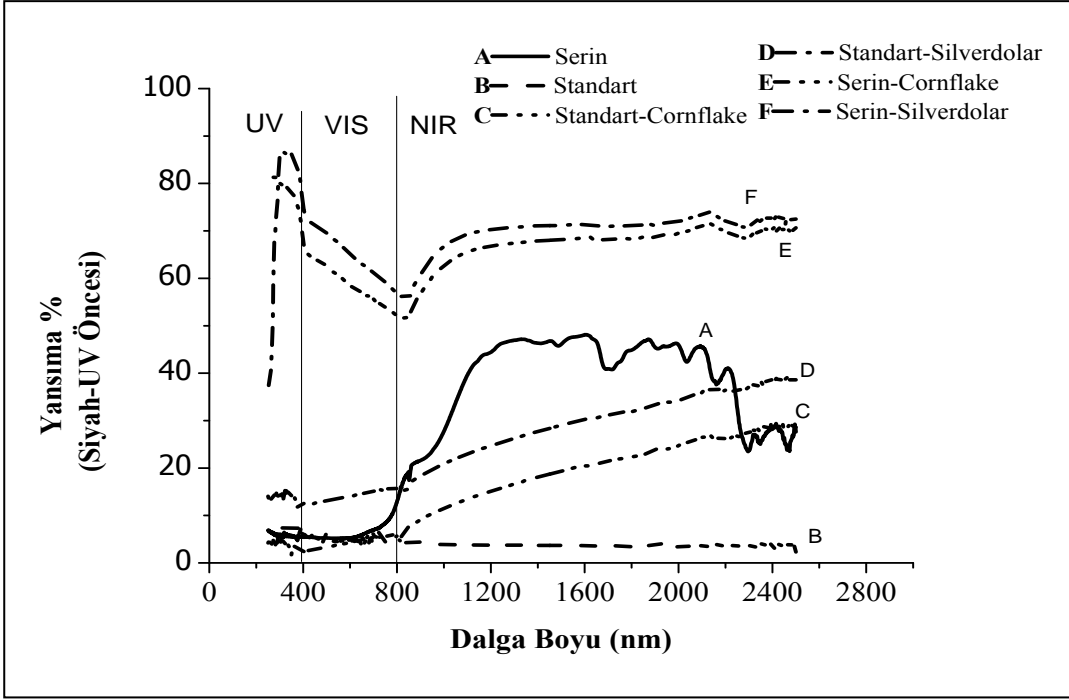
Ek 1.24. UV sonrası siyah renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



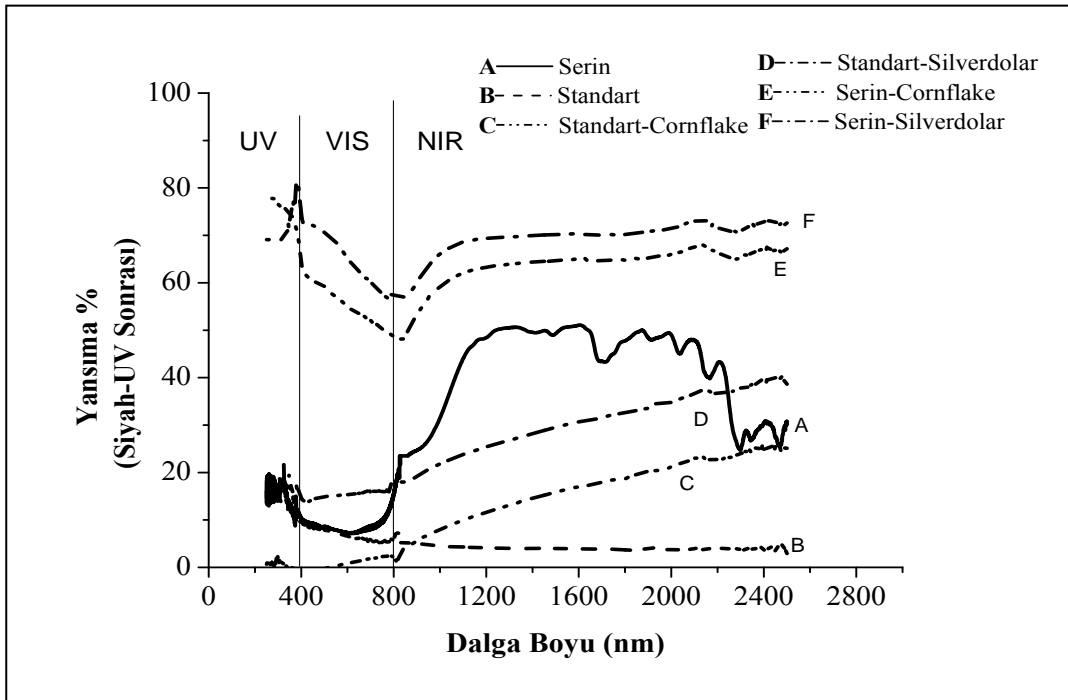
Ek 1.25. UV öncesi siyah renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



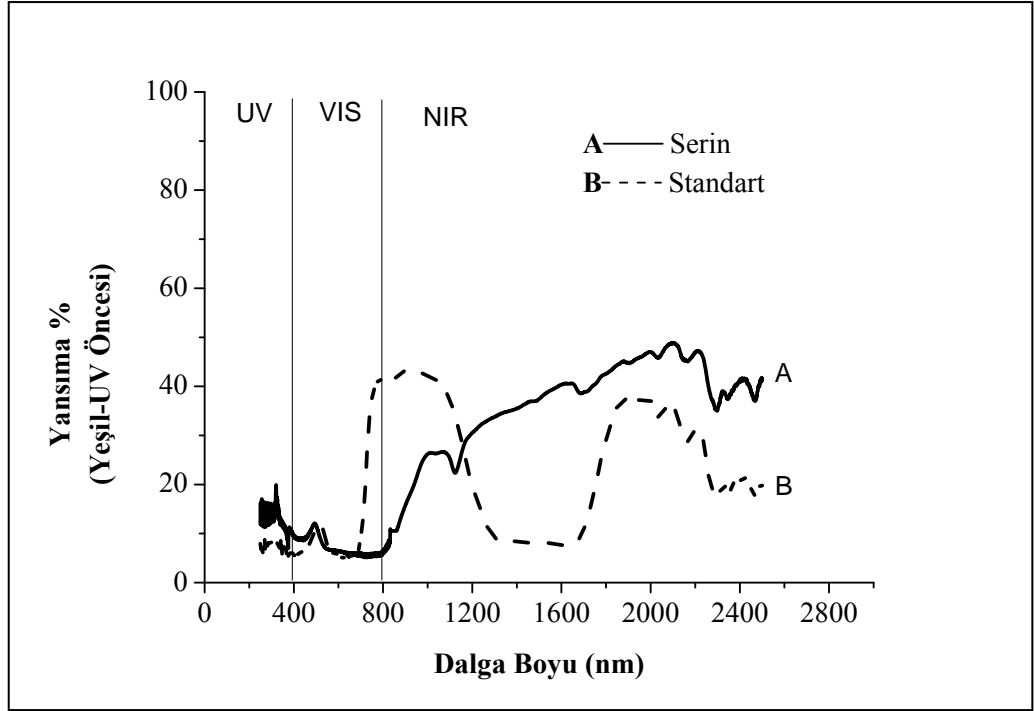
Ek 1.26. UV sonrası siyah renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



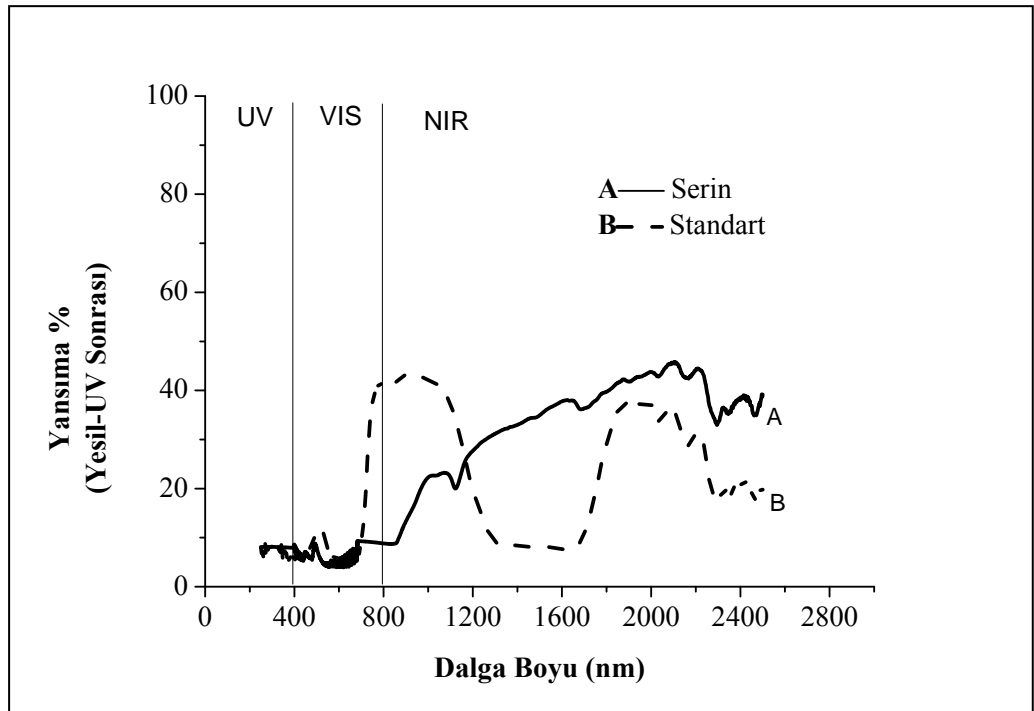
Ek 1.27. UV öncesi siyah renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



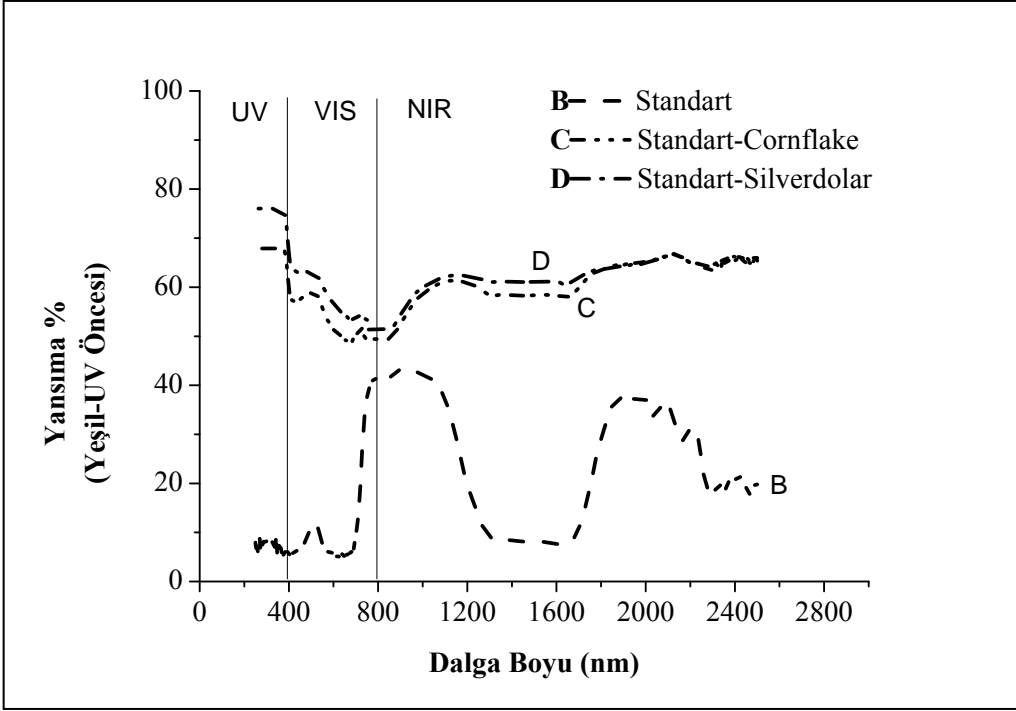
Ek 1.28. UV sonrası siyah renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin



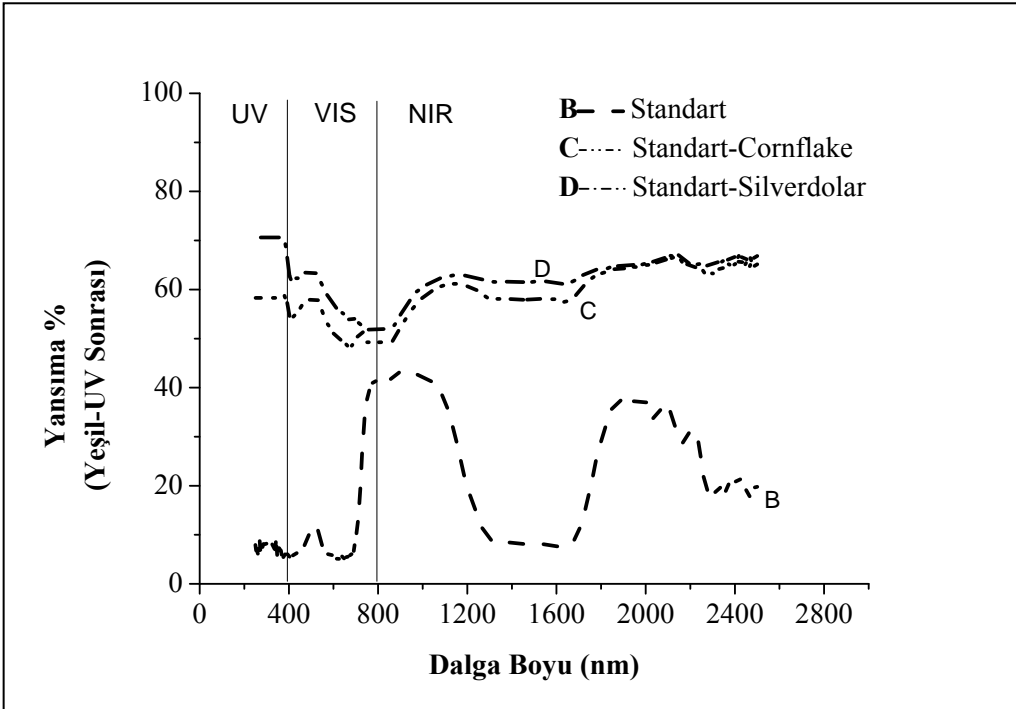
Ek 1.29. UV öncesi yeşil renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



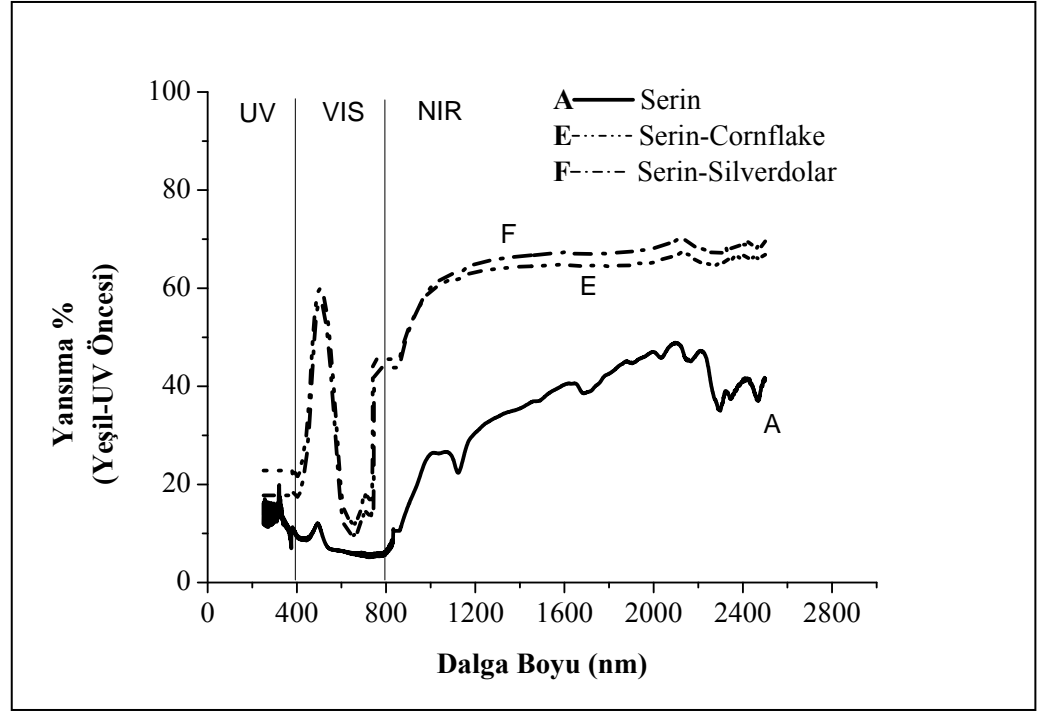
Ek 1.30. UV sonrası yeşil renkte serin ve standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma



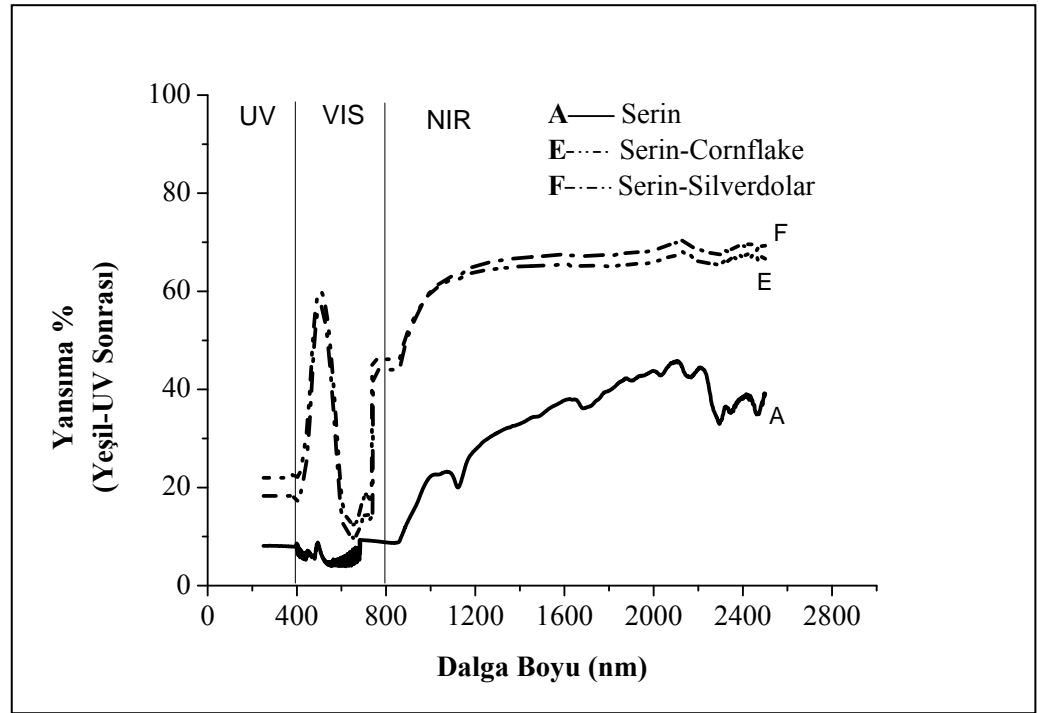
Ek 1.31. UV öncesi yeşil renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



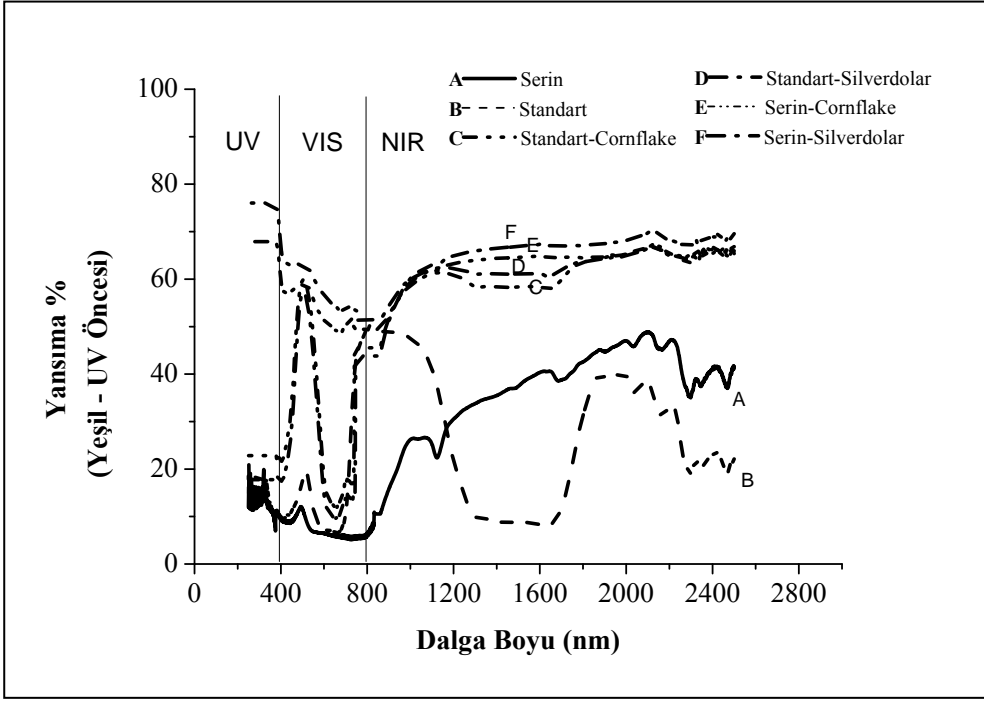
Ek 1.32. UV sonrası yeşil renkte standart, cornflake ilaveli standart ve silverdolar ilaveli standart'ın UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



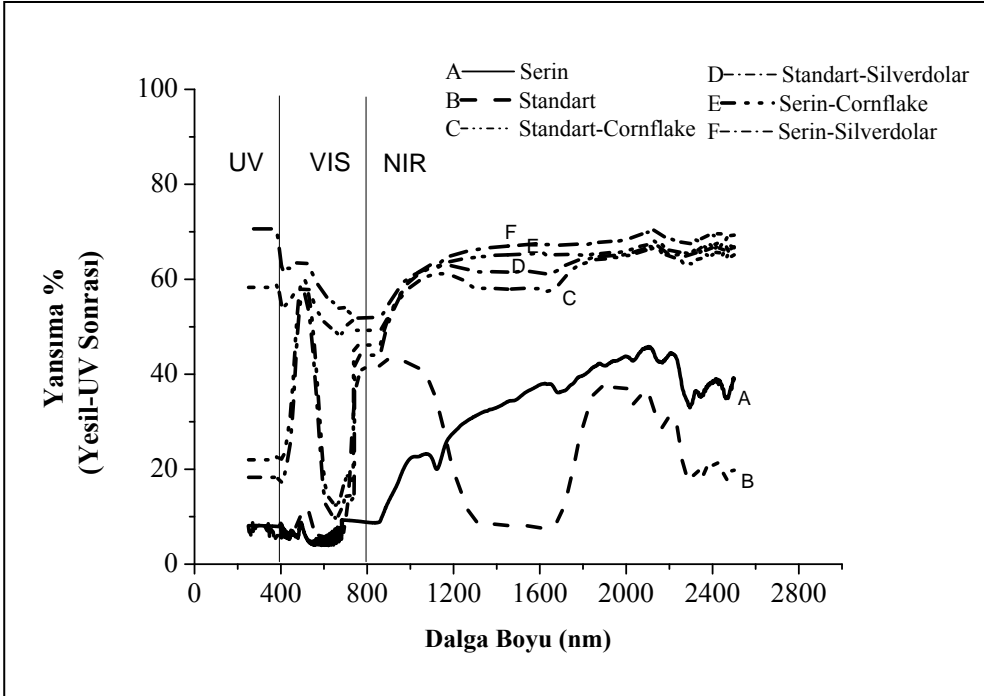
Ek 1.33. UV öncesi yeşil renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV-VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



Ek 1.34. UV sonrası yeşil renkte serin, cornflake ilaveli serin ve silverdolar ilaveli serin'in UV- VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



Ek 1.35. UV öncesi yeşil renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin UV- VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.



Ek 1.36. UV sonrası yeşil renkte alüminyum ilaveli ve ilavesiz tüm standart ve serin panellerin UV- VIS-NIR Spektrofotometre de yansıtma grafiklerinin karşılaştırılması.