

Çatı Kaplama Malzemelerinin Uzun Dönem Işınım Yansıtma Performansının Laboratuvarda Deneysel Değerlendirilmesi

Sinem KÜLTÜR¹

Doç. Dr. Nil TÜRKERİ²

Konu Başlık No: 4. Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri

ÖZET

Ülkemiz batı ve güneybatı bölümünde kent ısı adası etkisiyle yaşanan sıcaklık artışına ek olarak sıcaklıkların özellikle yaz aylarında belirgin biçimde artacağı öngörülmektedir. Artan sıcaklıklar ile binalarda soğutma amaçlı enerji talebi artacaktır. Artan enerji talebini azaltmak için uygulanan enerji etkin yöntemlerden biri de yansıtıcı çatı sistemidir. Yansıtıcı çatı sistemi, ışınım yansıtma oranı ile yayınlama oranı yüksek olan ve söz konusu değerleri hizmet ömrü boyunca koruyabilen çatı kaplama malzemeleri ile tasarlanan çatı sistemidir. Ülkemizde kullanılan çatı kaplama malzemelerinin uzun dönem ışınım yansıtma performansları bilinmemektedir. Bu nedenle İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülen bir yüksek lisans tez çalışması kapsamında çatı kaplama malzemelerinin uzun dönem ışınım yansıtma performansları hem laboratuvarda hem de açık alanda ölçüm yöntemleri ile ortaya konulacaktır. Bu çalışmada çeşitli renklerdeki kil, çimento, metal ve bitüm esaslı çatı kaplama malzemelerinden oluşan 13 adet test numunesinin söz konusu performanslarının laboratuvarda ölçülmesiyle elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. İlk olarak yeni test numunelerinin ışınım yansıtma oranları (başlangıç değeri) ASTM E903-96 standardında tanımlanan test yöntemine göre laboratuvarda ölçülerek hesaplanmıştır. Yeni çatı kaplama malzemeleri arasında en yüksek yansıtıcılık oranına parlak beyaz seramik sahip olurken, yalnızca UV aralığında gümüş renkli titanyum-çinko levha en yüksek yansıtıcılık değerindedir. Sonrasında ASTM G155-05'de tanımlı olan test yöntemi ile uygun olan 6 adet test numunesi hızlandırılmış yaşlandırma kabiniinde 1 seneye karşılık gelen 50 gün boyunca güneş ışınımına maruz bırakılmıştır. Yaşlandırma sonrası numunelerin yüzey özelliklerinde değişim gözlenmemiş, ışınım yansıtma oranları ise bitüm esaslı siyah renkli ondüle levha haricinde önemli düzeyde bir farklılık göstermemiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Işınım yansıtma oranı, Çatı kaplama malzemesi, Uzun dönem performans, UV ışınımı

¹ Sinem KÜLTÜR, Bahçeşehir Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Beşiktaş, 34330, İstanbul
Tel: 02123810000-0515, e-posta: sinemkultur@gmail.com

² Doç.Dr.Nil TÜRKERİ, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Taşkışla, Taksim 34437, İstanbul
Tel:02122931300-2246, Faks: 02122514895, e-posta: sahal@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

İklim değişimi ve etkileri tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz için de önemli bir sorun teşkil etmektedir. Geleceğe yönelik iklim senaryolarına göre, ülkemiz batı bölümünde ve özellikle yaz aylarında 6°C'ye kadar olmak üzere ülke genelinde sıcaklıkların 2 ila 3°C artacağı öngörülmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007). Ülkemiz batı bölümünde yer alan kentlerde ise; mevcut kent ısı adası etkisine ek olarak meydana gelen sıcaklıklardaki artış, soğutma enerjisi yükünü dolayısıyla soğutma amaçlı elektrik enerjisi tüketimini ve elektrik enerjisi üretiminin fosil yakıtlardan karşılandığı durumda atmosferdeki karbondioksit miktarını arttıracaktır. Bu durumda, gelecekte enerji talebi artarken, mevcut enerji kaynakları da azalacaktır. Türkiye'de binalarda tüketilen enerjinin toplam enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturuyor olması, binalarda enerji verimliliğinin sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Böylece gelecekte artacağı öngörülen soğutma enerjisi talebi binalarda enerji verimliliğinin sağlanması ile karşılanabilir, (Kavak, 2005).

Binalarda enerji verimliliğini sağlamanın yollarından biri; binaya büyük oranda ısının iletildiği bina dış kabuğunun mevcut binalarda enerji etkin sistemler ile iyileştirilmesi, yeni yapılacak binalarda ise enerji etkin sistemler ile tasarlanmasıdır.

Çeşitli uluslararası araştırmalar; soğutma amaçlı enerji tüketiminin, binanın görece en fazla güneş ışınımına maruz kalan bölümü olan çatıda, çatı kaplama malzemelerin geliştirilmesi ile azaltılabileceğini (Prado ve Ferreira, 2005); bu açıdan da yansıtıcı çatı sistemlerinin enerji etkin çatı teknolojilerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır, (Liu, 2005). Yüzey rengi, pürüzlülüğü, madde iç yapısı ve nemlilik durumuna bağlı olarak çatı kaplama malzemesinin güneş ışınımı etkisinde yüksek oranda yansıtma ve yayınlama gerçekleştirilmesi sonucu yüzey sıcaklığı ve dolayısıyla soğutma amaçlı enerji tüketimi azaltılabilir. Çatı kaplama malzemelerinin başlangıç ışınım yansıtma oranlarında dış hava koşullarının bozucu etmenlerine bağlı olarak geçici veya kalıcı değişim meydana gelmektedir. Örneğin, ultraviyole ışınım ve yüksek yüzey sıcaklıkları malzemenin atom yapısında bozulmalara yol açarken; toz, kir ve mikrobiyal oluşum gibi yüzey birikimleri, ışınım yansıtma oranında geçici değişimlere neden olmaktadır, (Prado ve Ferreira, 2005) (Bretz ve diğ., 1998). Çatı kaplama malzemelerinin sadece başlangıç ışınım yansıtma oranları değil, aynı zamanda uzun dönem ışınım yansıtma performansları da önemlidir. Kısaca yansıtıcı çatı sistemi; ışınım yansıtma ve yayınlama oranı yüksek ve söz konusu değerlerini hizmet ömrü boyunca koruyabilen çatı kaplama malzemeleri ile tasarlanan çatı sistemidir, (Liu, 2005).

Güneş ışınım yansıtıcılığı laboratuvarında ve alanda olmak üzere iki ortamda ölçülebilmektedir. Güneş ışınımının simüle edildiği laboratuvar ölçümleri, küçük boyutlu numunelerin ölçümüne olanak tanıyıp malzemenin belli dalga boyundaki karakteristiğini yansıtırken, alan ölçümleri sonuç ürün olan çatı yüzeyinin karakteristiğini tüm güneş spektrumunda ortaya koyar, (Prado ve Ferreira, 2005). Buna ek olarak, yaşlandırma süreci laboratuvarında hızlandırılmış, alanda hızlandırılmış ve alanda gerçek hizmet şartlarında olmak üzere üç şekilde gerçekleşir.

Çatı kaplama malzemesinin uzun dönem ışınım yansıtma performansını değerlendiren laboratuvar ve alanda yürütülmüş çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Örneğin; Florida, ABD'de yansıtıcı çatı kaplama malzemelerinin soğutma amaçlı enerji tüketimine etkisini belirlemek amaçlı yapılan bir çalışmada, 9 adet farklı çatı sistemine sahip konut binasının mevcut çatı kaplama malzemelerine (bitüm esaslı şingil, çakıl) beyaz renkli kaplama malzemesi uygulanmış ve soğutma enerjisi tüketimlerinde %2 ila %43 oranında düşüş gözlenmiştir, (Parker ve diğ., 1995). Aynı çalışmada gerçek hizmet şartlarında beyaz renkli çatı kaplama malzemelerinin ışınım yansıtma oranları hesaplanmış ve %71 oranındaki başlangıç değer 1 sene sonunda yüzeydeki kir birikimi sonucu %47 değerine düşmüştür.

Bir diğer çalışma da (Prado ve Ferreira, 2005), Brezilya'da kullanılan çatı kaplama malzemelerinin uzun dönem ışınım yansıtma performanslarını ortaya koymak için laboratuvarında yürütülmüştür. Test numunelerinin başlangıç ışınım yansıtma oranları ölçüldükten sonra Kaliforniya Enerji Komisyonu'nun önerdiği bir matematiksel denkleme göre yaşlanmış numunelerin ışınım yansıtma oranları hesaplanmıştır. Aynı komisyonca önerilen bir başka denklem ile de her malzemenin

yansıtıcılık ve yayınlayıcılığının bir fonksiyonu olarak erişeceği yüzey sıcaklığı hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçları; beyaz ve kırmızı renkli seramiklerin hava sıcaklığından daha düşük yüzey sıcaklığında olduğunu, seramikler ile yaklaşık aynı yansıtıcılık oranlarına sahip metal malzemelerin ise düşük yayınlayıcılıklarından ötürü yüksek yüzey sıcaklıklarına eriştiğini göstermiştir. Ülkemizde ise, yansıtıcı çatı sistemlerinin iklim değişimi ve enerji verimliliği kapsamında sağladığı faydalar bilinmekte ancak Türkiye’de kullanılan çatı kaplama malzemelerinin başlangıç ve uzun dönemdeki (yüzey özellikleri değişmiş) ışıyım yansıtma oranları bilinmemektedir.

Bu nedenle İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’nde yürütülen bir yüksek lisans tez çalışması kapsamında çatı kaplama malzemelerinin uzun dönem ışıyım yansıtma performansları hem laboratuvar ortamında hem de açık alanda ölçüm yöntemleri ile ortaya konulacaktır. Bu bildiride ise Türkiye’de kullanılan çatı kaplama malzemelerinin uzun dönem ışıyım yansıtma performansı laboratuvar ölçüm sonuçları ile sunulacaktır.

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de kullanılan çatı kaplama malzemelerinin, laboratuvar ortamında yeni ve yaşlanmış durumlarının spektral özelliklerini ortaya koyarak uzun dönem ışıyım yansıtma performanslarını değerlendirmektir.

2. YÖNTEM

2.1. Test Numuneleri

Test numuneleri, Çatıder’in (Çatı Sanayici ve İş Adamları Derneği) hazırlamış olduğu “2007 Yılı Eğimli Çatılarda Kullanılan Nihai Çatı Kaplama Malzemeleri Sektör Büyüklüğü” araştırması sonuçları dikkate alınarak belirlenmiştir. Kil, çimento, bitüm ve metal esaslı çatı kaplama malzemelerinden oluşan 13 adet test numunesinden ikisi, Türkiye’de teras çatılarda sıklıkla kullanılan çatı kaplama malzemelerinden; diğerleri ise belirtilen araştırma sonuçlarında yer alan yüksek pazar payına sahip malzemelerden seçilmiştir. Seçilen çatı kaplama malzemelerinin renk-yüzey özellikleri ve Türkiye pazarında 2007 yılındaki payları Tablo 1’de verilmiştir. Farklı malzeme türleri arasında karşılaştırma yapılmasına imkân sağlamak açısından, Türkiye’de en yaygın üretime ve uygulama alanına sahip olan kil kiremitin kendine özgü kırmızı rengi, ortak renk -diğer (çimento, bitüm, metal esaslı) malzemeler de bu renkte üretilmektedir- olarak belirlenmiştir. Böylece renk değişkeninin sabit olduğu koşulda test numuneleri, malzeme içyapısı ve yüzey pürüzlülüğü özelliklerine bağlı olarak karşılaştırılabilecektir. Kırmızı renkli test numuneleri haricindeki numuneler için ise çatı kaplama malzemesinin en yaygın kullanıldığı renk tercih edilmiştir.

Çatı kaplama malzemeleri, ASTM E 903–96 standardında yer alan test aletinin kullanımı gereği 4x4 cm ve 10x10 cm aralığında boyutlandırılmıştır. ASTM E 1918–06 standardında tarif edildiği üzere 2:12 eğim değerine eşit ve bu değerden az eğimler az eğimli, bu eşik değerinden yüksek eğimler eğimli çatılar için kabul edilmiştir.

Tablo 1: Test numuneleri

Çatı kaplamaları / Test numuneleri		Renk / Yüzey özellikleri	2007 yılı pazar payı dağılımı
Kil esaslı	Kiremit	Kırmızı	%32.82
	Seramik karo	Beyaz	---
	Seramik karo	Beyaz-parlak	---
Çimento esaslı	Beton kiremit	Kırmızı	%4.04
Metal esaslı	Kiremit	Kırmızı/doğal graniül kaplı	%0.03

	<i>Galvaniz levha</i>	<i>Beyaz</i>	<i>%19.5</i>
	<i>Alüminyum levha</i>	<i>Gümüş</i>	<i>%15.32</i>
	<i>Bakır levha</i>	<i>Bronz</i>	<i>%0.06</i>
	<i>Titanyum-çinko levha</i>	<i>Siyah</i>	<i>---</i>
	<i>Titanyum-çinko levha</i>	<i>Gümüş</i>	<i>---</i>
<i>Bitüm esaslı</i>	<i>Membran</i>	<i>Kırmızı/doğal granül kaplı</i>	<i>%1.1</i>
	<i>Şingil</i>	<i>Kırmızı</i>	<i>%4.5</i>
	<i>Levha</i>	<i>Siyah / Ondüle</i>	<i>%11</i>

2.2. Test Aleti

2.2.1. Spektrofotometre

Test numunelerinin ışınım yansıtma oranlarının ölçülebilmesi için duyarlılık aralığı 200-2500 nm olan bir laboratuvar radyasyon ölçüm cihazı-spektrofotometre kullanılmıştır. Bu çalışmada, güneş ışınımı yansıtıcılığı belirtilen spektral aralık için ifade edilmiştir. Test aletinin kalibrasyonu, %100 oranındaki yansıtıcılığı ile bilinen ayna ile gerçekleştirilmiş, test numuneleri test aletine ekli bulunan 150 mm'lik bütünüleyici kürenin merkezine yerleştirilmiştir.

2.2.2. Hızlandırılmış Yaşlandırma Kabini

Test numunelerini 300-800 nm spektral aralıktaki güneş ışınımına-özellikle ultraviyole ışınlarla- ve ısıya maruz bırakmak amacı ile 93x50x48.5 cm boyutlarındaki hızlandırılmış yaşlandırma kabini kullanılmıştır. Güneş ışınımı ve ısı etkileri cihazda yer alan ksenon tipi lambalar tarafından simüle edilmektedir. Bu çalışmada, çatıya etki eden diğer çevresel etmenler; rüzgar, nem, atmosfer gazları, kirlilik ve mikrobiyal oluşum kapsam dışında tutulmuştur. Kabinde simüle edilen toplam spektral aralığın %11'ini ultraviyole radyasyon (300-380nm), %72'sini ise görünür radyasyon (380-780nm) oluşturmaktadır, (ASTM G155, 2001).

2.3. Test Protokolü

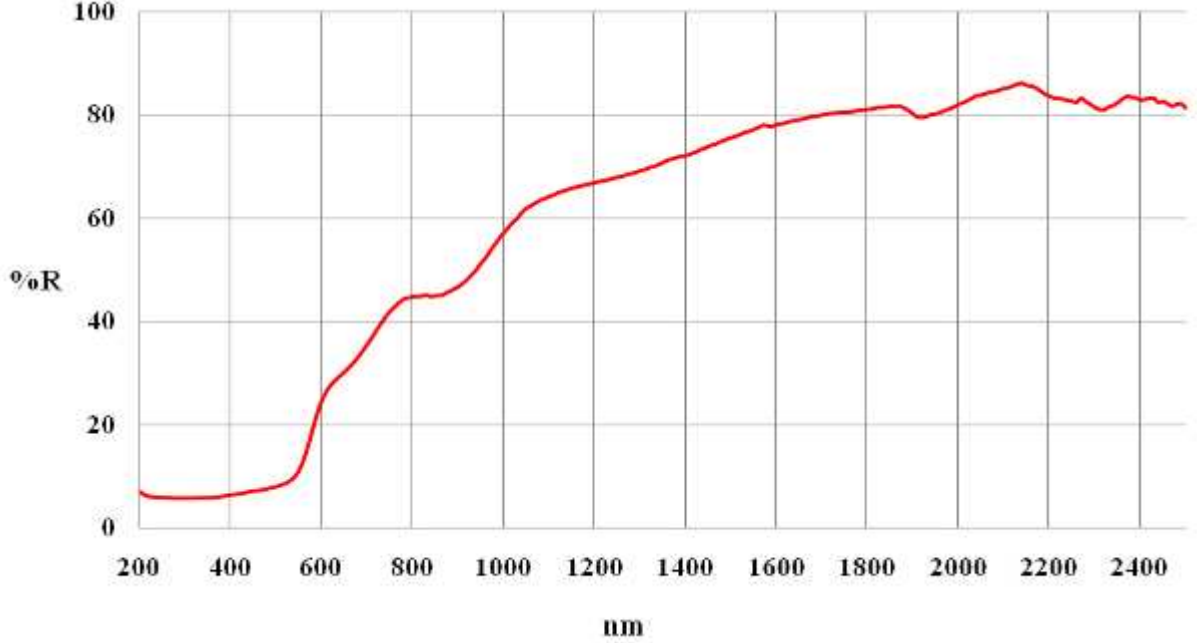
Bu çalışmada ASTM E 903-96 standardında verilen test protokolü uygulanmıştır. Söz konusu standart opak, düzgün ve dağınık yansıma özelliklerine sahip yüzeyler için uygun olup; laboratuvar ortamında yüzeylerin ışınım yansıtma oranlarının ölçülmesini tarif etmektedir, (ASTM E 903-96, 1996).

İlk olarak, spektrofotometre 1 nm'lik aralıklarda ölçüm yapmak üzere kalibre edilmiş ve her test numunesi için 12 dakikalık ölçüm yürütülmüştür. Test sonuçları ve grafik ifadeler UV-WIN bilgisayar yazılımı ile elde edilmiş, daha sonra MS Office Excel formatına dönüştürülmüştür. Her bir yeni test numunesi için morötesi, görünür ve kızılötesi spektral aralıklarında ortalama ışınım yansıtma oranları hesaplanmıştır. Bundan sonra, güneş ışınımına maruz bırakmak diğer bir ifade ile, hızlandırılmış yaşlandırma kabineye yerleştirmek üzere 6 adet test numunesi seçilmiştir. Bu test numuneleri, ASTM G 155 standardı kapsamı içinde yer alan metal olmayan çatı kaplama malzemelerinden seçilmiştir. Kabinin ekonomik kullanımı için 10x10 cm olan numuneler 5x5 cm boyutlarına küçültülmüştür. Test numunelerinin yeni ve yaşlanmış durumlarının kıyaslanabilmesi için her bir çatı kaplama malzemesinden birer adet yeni (radyasyona maruz bırakılmamış) numune saklı tutulmuştur. Devamında, test numuneleri 1 senelik gerçek hizmet koşullarına denk gelen 50 gün (1200 saat) süresince bulunacağı hızlandırılmış yaşlandırma cihazına yerleştirilmiştir. 50 günlük periyot, Orta Avrupa'nın 300-800 nm aralığındaki güneş ışınım verileri kullanılarak oluşturulan denklemden hesaplanmıştır. Bu çalışmada, Orta Avrupa verileri, Türkiye güneş ışınım değerleri yerine

kullanılmıştır. Son olarak; yaşlanmış test numunelerinin ışınım yansıtma performansları, spektrofotometre aracılığı ile ölçülmüş ve sonuçlar her spektral aralık için hesaplanmıştır.

2.4. Test Sonuçları

Yeni kırmızı renkli kil kiremitin 200-2500 nm dalga boyu aralığındaki ışınım yansıtma performansının grafik sunumu Şekil 1’de örnek olarak gösterilmiştir. Bu tür bir grafik, malzemeye özgü imza niteliğinde olduğu için tüm numunelerin ışınım yansıtma performansı grafiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 1: Yeni kırmızı renkli kil kiremitin 200-2500 nm dalgaboyu aralığında güneş ışınımı yansıtıcılığı

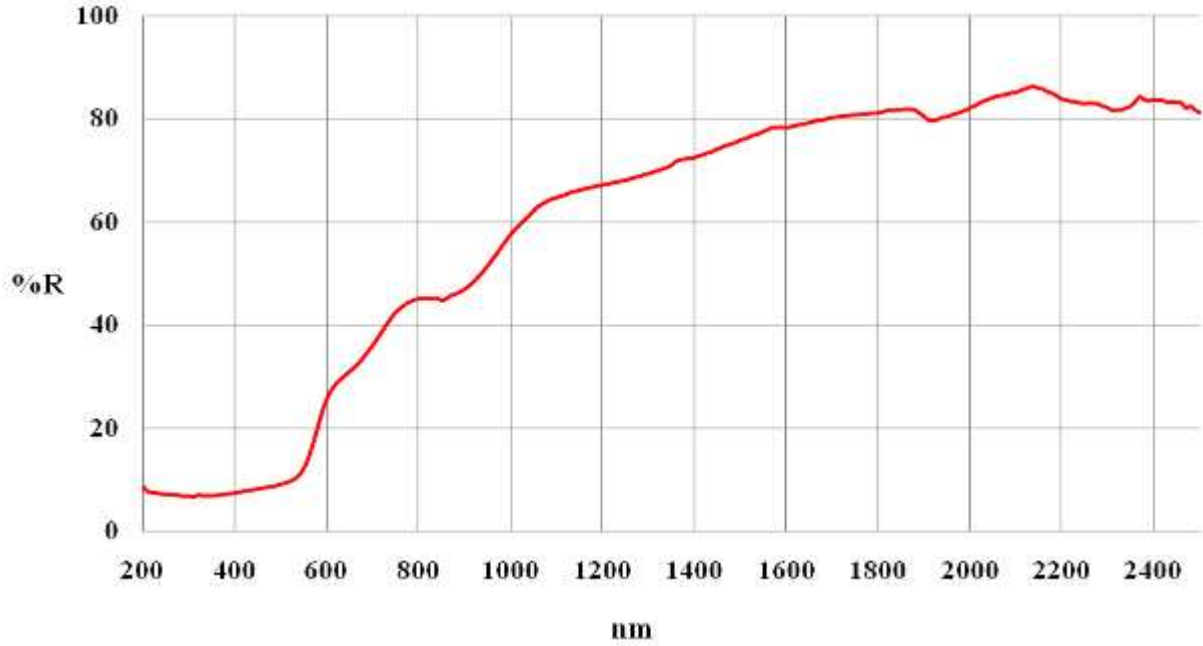
Laboratuvar şartlarındaki 1 senelik yaşlandırma sonrası 6 adet test numunesinin güneş ışınım yansıtıcılık oranları yeniden spektrofotometre ile ölçülmüştür. Güneş ışınımına maruz bırakılmış kırmızı renkli kil kiremitin ışınım yansıtma performansı Şekil 2’de örnek olarak gösterilmiştir. Tüm yeni ve yaşlandırılmış test numunelerinin ışınım yansıtıcılıkları ise, Tablo 2’de sunulmuştur. Morötesi, görünür ve kızılötesi dalga boyları sırasıyla 200-380nm, 380-780nm ve 780-2500nm aralıklarındaki değerleri kapsamaktadır. Belirtilen aralıklardaki bu üç dalga boyunun toplamı ise toplam güneş spektrumunun %96’sını oluşturmaktadır, (Prado ve Ferreira, 2005).

Tablo 2: Yeni ve yaşlanmış çatı kaplama malzemelerinin güneş ışınımı yansıtıcılık değerleri

ÇATI KAPLAMALARI / TEST NUMUNELERİ	IŞINIM YANSITMA ORANLARI % R							
	YENİ (ışınımına maruz bırakılmamış)				YAŞLANDIRILMIŞ (1-sene ışınımına maruz bırakılmış)			
	SPEKTRUM (NM)				SPEKTRUM (NM)			
	UV	VIS	IR	TOPLAM	UV	VIS	IR	TOPLAM
	200-380	380-780	780-2500	200-2500	200-380	380-780	780-2500	200-2500
KİL ESASLI								
KİREMİT-KIRMIZI	6.05	21.28	73.46	35.40	7.10	22.42	73.60	35.90
SERAMİK KARO-BEYAZ	15.09	71.73	75.80	70.40	---	---	---	---

5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 15 -16 Nisan 2010
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe yerleşkesi Buca – İZMİR

SERAMİK KARO-BEYAZ, PARLAK	27.98	83.00	76.96	77.80	29.39	82.16	76.70	78.10
ÇİMENTO ESASLI								
BETON KİREMİT-KIRMIZI	6.98	24.71	43.20	29.70	7.16	25.10	43.59	29.70
METAL ESASLI								
KİREMİT-KIRMIZI, N. DOĞAL GRANÜL KAPLI	3.62	10.13	36.64	17.20	---	---	---	---
GALVANİZ LEVHA-BEYAZ	7.16	77.72	64.61	70.70	---	---	---	---
ALÜMİNYUM-GÜMÜŞ	41.56	61.32	75.88	64.00	---	---	---	---
BAKIR-BRONZ	7.25	22.97	63.32	33.20	---	---	---	---
TİTANYUM ÇİNKO-SİYAH	6.75	6.03	9.58	6.20	---	---	---	---
TİTANYUM ÇİNKO-GÜMÜŞ	43.30	55.10	72.61	54.70	---	---	---	---
BİTÜM ESASLI								
MEMBRAN-KIRMIZI, DOĞAL GRANÜL KAPLI	5.36	12.84	21.75	14.80	5.59	13.38	22.00	15.20
ŞİNGİL-KIRMIZI	3.66	9.32	10.09	9.30	3.64	9.78	10.68	9.70
ONDÜLE LEVHA-SİYAH	4.33	4.03	3.99	3.60	4.64	4.66	8.43	5.20



Şekil 2: 1 sene yaşlandırılmış kırmızı renkli kil kiremitin 200-2500 nm dalgaboyu aralığında güneş ışınımı yansıtıcılığı

3. SONUÇ / DEĞERLENDİRME

Laboratuvar ölçümlerinden elde edilen veriler iki şekilde değerlendirilebilir. Bunlardan ilki, malzeme niteliklerine bağlı olarak tüm test numunelerinin başlangıç ışınım yansıtma oranlarının tüm spektral aralıklarda karşılaştırılmasıdır. Diğeri ise, ışınım maruz bırakılan test numunelerinin yaşlanma sonrası ışınım yansıtma oranlarında başlangıç değerlerine kıyasla meydana gelen artış ve azalışların belirlemesidir. Böylece güneş ışınımına bağlı hızlandırılmış yaşlandırma etkisi altında malzemelerin ışınım yansıtma performansları ortaya konulabilir.

Tablo 2’de de görülebildiği üzere toplam güneş spektrumunda, yeni çatı kaplama malzemeleri arasında, beyaz ve parlak seramik en yüksek, siyah ondüle levha ise en düşük ışınım yansıtma oranına sahiptir. Yeni durumda iki beyaz seramik kaplama malzemesinin ışınım yansıtma oranları karşılaştırıldığında, parlak yüzey özelliğine sahip malzeme daha yansıtıcıdır. Kırmızı renkli kaplama malzemeleri karşılaştırıldığında ise kil esaslı kiremitin daha yansıtıcı olduğu görülmektedir. Siyah renkli titanyum-çinko levha ise aynı renk bitümlü ondüle levhadan daha yansıtıcıdır. Sadece morötesi dalga boyunun değerlendirildiği koşulda en yansıtıcı malzeme gümüş renkli titanyum-çinkodur. Ultraviyole spektral aralıkta alüminyum levha da yüksek ışınım yansıtıcılık değerlerine sahiptir. UV ışınımı malzemenin atom yapısında kalıcı bozulmalara neden olabileceği için, ultraviyole ışınımının düşük oranlarda yansıtılması malzemenin bozulmaya karşı hassasiyetini işaret eder, (Prado ve Ferreira, 2005). EPA (Energy Protection Agency) sertifikasyon programına göre; yansıtıcı olarak kabul edilebilmeleri için, az eğimli ve eğimli çatılarda kullanılan çatı kaplama malzemelerinin sırasıyla en az %65 ve %25 yansıtıcılık oranlarına sahip olmaları gerekmektedir. Bu açıdan, kil kiremitler %25 eğimli çatılarda kullanıldıkları için, kırmızı renkli kil kiremit yansıtıcı çatı kaplama malzemesi olarak kabul edilebilir. Diğeryandan şingil bu eşik değerinin altında yansıtma oranlarına sahip olması nedeniyle yutucu bir malzeme olarak kabul edilebilir. Bunun gibi, az eğimli çatılarda kullanılan alüminyum, bakır ve titanyum-çinko levhalar %65 değerinin altındaki ışınım yansıtma oranları ile yansıtıcı olarak kabul edilemezler. Beyaz seramik kaplamalar ise bir diğeryansıtıcı çatı kaplama malzemesi olarak kabul edilebilir.

1 senelik hızlandırılmış yapay yaşlandırma sonrası, çoğu çatı kaplama malzemesi tüm spektral aralıklarda yaklaşık aynı ışınım yansıtma performansını göstermişlerdir. Bununla birlikte, test numunelerinin yüzey özelliklerinde de değişim gözlemlenmemiştir. Tablo 2’de de görülebileceği üzere, bitüm esaslı siyah ondüle levha ışınım yansıtıcılığında %44 oranında bir artış göstermiştir. Beton kiremit başlangıç ışınım yansıtıcılık değerini korurken, diğerykaplama malzemelerinde oldukça küçük oranlarda değişimler gerçekleşmiştir.

Son olarak, bu 6 adet test numunesi UV ışınımının çatı kaplama malzemesinin ışınım yansıtma performansı üzerindeki etkisinin değerlendirilebilmesi amacı ile toplamda gerçek hizmet koşullarında 3 seneyi tamamlayacak süre boyunca (3600 saat) laboratuvarında güneş ışınımına maruz bırakılacaktır. Böylece yaşlandırılan malzemeler arasında uzun dönem ışınım yansıtma performansı bakımından karşılaştırma yapılabilecek ve yansıtıcı yeni ve yaşlanmış malzemelerin ışınım yansıtma değerleri için daha önce belirtilen kriterler doğrultusunda sınıflandırılacaktır.

Bu çalışmanın sonuçları, Türkiye’deki çatı kaplama malzemesi üreticileri tarafından malzemelerin belirli dalga boyu aralıklarında ışınım yansıtma performanslarının geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca bu çalışma, çatı kaplama malzemesi seçiminde kullanıcıları ve tasarım sürecindeki mimarları bilinçlendirecektir. Böylece, yansıtıcı çatı kaplama malzemelerinin mevcut çatı sistemlerinin enerji etkin iyileştirilmesiyle ve yeni yapılacak binalarda uygulanmasıyla ülkemizde binalarda soğutma amaçlı enerji tüketimi azaltılacak ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlanmış olacaktır.

4. TEŞEKKÜR

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı’nda yürütülen Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünü içeren bu çalışma, İ.T.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından maddi olarak desteklenmektedir. Bu çalışmanın laboratuvar ölçümleri Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları (Şişecam) Araştırma ve Geliştirme Birimi’nde

gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, Şişecam Cam Teknolojisi Grubu çalışanlarından Necla Kızır ve Arca İyiel'e test aletlerinin kullanımındaki desteklerinden dolayı, İ.T.Ü. Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü öğretim üyesi Doç. Dr. Ömer Lütfi Şen'e çalışma süresince teknik konulardaki değerli katkıları için teşekkür ederler.

5. KAYNAKÇA

American Society for Testing and Materials. (1996). Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance and Transmittance of Materials Using Integrated Spheres. *ASTM Standards, E 903*. ABD: ASTM International.

American Society for Testing and Materials. (2006). Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low Sloped Surfaces in the Field. *ASTM Standards, E 1918*. ABD: ASTM International.

American Society for Testing and Materials. (2001). Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials, *ASTM Standards, G 155*, ABD: ASTM International.

Bretz, S. ve Akbari, H. (1997). Long-term performance of high albedo roof coverings. *Energy and Buildings, 25*, 159-167.

Bretz, S., Akbari, H. ve Rosenfeld, H. (1998). Practical issues for using solar-reflective materials to mitigate urban heat islands. *Atmospheric Environment, 32*, 95-101.

Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye. (2007). *First National Communication on Climate Change*. <<http://www.cevreorman.gov.tr>>, alındığı tarih 15.03.2007.

Öztürk, M. (2008). Eğimli Çatılarda Nihai Çatı Kaplama Malzemeleri 2007 Yılı Sektör Büyüklüğü Araştırması. 4. *Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu* (s. 115-120). İstanbul: Altan Basım Ltd..

Kavak, K. (2005). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayiinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi. *Uzmanlık Tez, DPT 2689*, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

Liu, K. (2005). Towards Sustainable Roofing. *Institute for Research in Construction*. Kanada, <<http://irc.nrcnrc.gc.ca/pubs/fulltext/nrcc48173/nrcc48173.pdf>>, alındığı tarih 20.04.2009.

Parker, D.S., Barkaszi, S., Chandra, S. ve Beal, D.J. (1995). Measured cooling energy savings from reflective roofing systems in Florida: field and laboratory research results. Report No: FSEC-PF-293-95 Florida Solar Energy Center, FL.

Prado, R. ve Ferreira, F. (2005). Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. *Energy and Buildings, 37*, 295-300.