



**Makale  
(Article)**

## **Pamuk Atığı, Uçucu Kül ve Barit İle Üretilen Sunta Panellerin Isı, Ses ve Radyasyon Geçirgenliği Özellikleri**

**Hanifi BİNİCİ\***, **Remzi GEMCİ\*\***, **Adnan KÜÇÜKÖNDER\*\*\***, **H. Hale SOLAK\*\***

\*K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 46050 K.Maraş/TÜRKİYE

\*\* K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, K.Maraş/TÜRKİYE

\*\*\* K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Fizik Bölümü, K.Maraş/TÜRKİYE

[ugurcaligulu@gmail.com](mailto:ugurcaligulu@gmail.com)

### **Özet**

Enerji kaynaklarının hızla azalması yüzünden alternatif enerji üretim metotları üzerinde yoğun çalışmalar devam etmektedir. Bu bağlamda enerji tasarrufu açısından yalıtım önemli yer tutmaktadır. Yalıtım teknolojileri sayesinde enerji kaybı minimize edilebilmektedir. Uygun metotlarla üretilen yalıtım malzemeleri uzun ömürlü, daha ekonomik ve daha sağlıklı olabilmektedir. Isı ve ses yalıtımı, konutlarda büyük önem taşıdığından gün geçtikçe yalıtım ürünlerine olan talep büyük ölçüde artacaktır. Çalışmada Kahramanmaraş tekstil fabrikalarından elde edilen atık malzeme (pamuk atığı), yapıştırıcı reçine ve uçucu küllerin, yalıtım sağlamak amacıyla üretilen sunta plakaların üretiminde katkı maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Farklı kalınlıkta üretilen sunta plakaların; ısı yalıtımı, ses yalıtımı ve eğilme dayanımı araştırılmıştır. Ayrıca ara yüzeyde barit kullanılan örneklerin, radyoaktif geçirgenlikleri de incelenmiştir. Araştırmalar Türk Standartlarına göre yapılmıştır. Pamuk atığı ve uçucu kül ile desteklenmiş olan sunta plakaların mühendislik özelliklerinde pozitif yönde gelişme olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile pamuk atığı, uçucu kül ve yapıştırıcı reçine kullanılarak üretilen hafif yapı malzemelerinin ısı ve ses yalıtımı için kullanılabileceği gösterilmiştir. Diğer yandan baritli hafif yapı malzemelerinin radyoaktif geçirgenlikleri düşük düzeyde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Pamuk atığı, Sunta plaka, Yapıştırıcı reçine, Uçucu kül, Barit

## **Thermal Conductivity, Sound Insulation and radiation transmission of Cotton Waste, Fly Ash And Barite Reinforced Chipboards**

### **Abstract**

Due to the rapid energy consumption, many studies have been done on alternative energy generation methods. In this sense, insulation has an important place from the point of energy saving. Energy loss can be minimized by insulation technologies. Insulating materials produced by favourable methods, can be healthier, more durable and economic. It is expected a huge increase on demands of insulation products because thermal and sound insulations are considered during construction. In this study, it is examined the usage of cotton waste, fly ash and epoxy resin on production of chipboards. Thermal conductivities, sound insulations and bending strengths of chipboards with different thickness were tested. Radioactive properties of samples containing barite were also investigated. All tests were performed by considering to Turkish Standarts. It was resulted that usage of cotton waste and fly ash had a positive effect on the engineering properties of chipboards. It was proved that lighth-weight construction materials produced with cotton waste, fly ash and epoxy resin could be used for getting better thermal and sound insulation results. Besides, radioactive permeability was measured lower on samples containing barite.

**Keywords :** cotton waste, chipboard, epoxy resin, fly ash, barite

*Bu makaleye atf yapmak için*

Binici H., Gemci R., Küçükönder A., Solak H.H. " Pamuk Atığı, Uçucu Kül ve Barit İle Üretilen Sunta Panellerin Isı, Ses ve Radyasyon Geçirgenliği Özellikleri" *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2012,8(1) 16-25

*How to cite this article*

Binici H., Gemci R., Küçükönder A., Solak H.H. " Thermal Conductivity, Sound Insulation and radiation transmission of Cotton Waste, Fly Ash And Barite Reinforced Chipboards" *Electronic Journal of Construction Technologies*, 2012, 8 (1) 16-25

## 1. GİRİŞ

Bir malzemeye daha iyi özellikler kazandırmak için başka malzemelerle fiziksel olarak karıştırarak ya da bir araya getirerek elde edilen yüksek performanslı malzemeler için kompozit malzeme kavramı kullanılır. Kompozit malzemelerde çekirdek olarak kullanılan bir fiber malzeme, bu malzemenin çevresinde hacimsel olarak çoğunluğu oluşturan bir matris malzeme bulunur. Bu iki malzeme grubundan, fiber malzeme kompozit malzemenin mukavemet ve yük taşıma özelliğini, matris malzeme ise plastik deformasyona geçişte oluşabilecek çatlak ilerlemesini önleyici rol oynamakta ve kompozit malzemenin kopmasını geciktirmektedir. Matris olarak kullanılan malzemenin bir amacı da fiber malzemeleri yük altında bir arada tutmak ve yükü lifler arasında homojen olarak dağıtmaktır. Böylece fiber malzemelerde plastik deformasyon gerçekleştiğinde ortaya çıkacak çatlak ilerlemesinin önüne geçilir [1-2].

Kompozit malzemelerin yapılarda yaygın olarak kullanılması, bu malzemelerin endüstriyel yöntemlerle üretilmeleri sayesinde gerçekleşmiştir. Kompozit malzemelerin yapılarda kullanılmasıyla, yapılardaki yararlı alanlar artırılmakta ısı, ses ve nem yalıtımı gibi fiziksel nitelikteki sorunlar çözümlenmekte ve dolayısıyla da yapıların bakım, onarım ve işletme maliyetleri azaltılmaktadır [3].

Yapı ve konstrüksiyon levhası olarak kullanılan kompozit yapı bileşenleri, yapı elemanlarının karşı karşıya kalabileceği mekanik, fiziksel ve teknolojik sorunları çözen, yapı malzemesi düzeyine göre bir üst sistemi oluşturan yapı elemanlarıdır. Kırsal alanda bol miktarda bulunan bitkisel artıkların değerlendirilmesiyle, uygun nitelikte ve düşük maliyetli yapıların oluşturulması sağlanabilir. Bu bağlamda kerpiç yapılarının içerisine katılan saman parçacıkları yerine farklı tekstil lifleri değerlendirilebilir. Alçıya değişik oranlarda ağaç yaprağı ve pomza katılarak elde edilen kompozit malzeme üzerinde yapılacak olan mekanik ve fiziksel deneylerin sonuçları ile malzemenin yapılarda kullanılabilirlik durumu belirlenmiştir [4-8].

Tekstil malzemelerinin inşaat sektöründeki kullanımı sentetik liflerin çeşitlendirilmesi ile artmıştır. Bir kumaş kılıfının ağırlığının tuğla, çelik veya betonun ağırlığının 1/30'u olduğu düşünüldüğünde tekstil liflerinin binalarda kullanılması ile hem maliyet azalmakta hem de daha az takviye kullanılmaktadır. Bazı tekstil atıkları inşaat mühendisliğinde yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda kompozitler genellikle inşaat alanında parlak bir geleceğe sahiptir. Binalarda iyi bir yalıtım sağlamak ve konfor şartlarının temini bakımından, yapı sektöründe kaliteli binalar inşa edilmesinde tekstil materyallerinin kullanımı önemli bir etkidir. Ayrıca binaların kendi ağırlıkları deprem sırasında yapının hasar görmesine katkı yaptığından bu yükün azaltılmasında da tekstil materyallerinin kullanımı önemli bir yer teşkil etmektedir [9-12]. Elektromanyetik radyasyonunun canlılar için en tehlikeli olanları X ve  $\gamma$  ışınlarıdır. Radyasyon demeti, bir maddeden geçirildiğinde şiddetinde azalma gözlenir. Şiddetdeki bu azalma, maddenin kalınlığına, içerisinde bulunan elementlere ve elementlerin madde içerisindeki konsantrasyonuna göre değişir. X ve  $\gamma$  ışınlarını ışınları tutabilmek için ağır elementlerden yapılan malzemeler kullanılır. Kurşun endüstride kullanılan en önemli radyasyon tutucu maddedir. Bu amaçla radyasyonla çalışılan yerlerde duvarlar ve kapılar kurşun levhalar ile kaplanır. Ayrıca radyasyonla çalışan insanlar koruyucu elbise olarak kurşun yelek giyerler. Özgül ağırlığı büyük olduğu için, kurşun ağır bir elementtir. Dolayısıyla kurşuna alternatif olarak radyasyonu tutucu özelliği fazla olan başka materyallerin tesbit edilerek bunların endüstride kullanılması önemlidir. Bu amaçla numunelerin radyasyon tutucu özelliği de araştırılmıştır. Çalışmamızda, sunta plakalar, uçucu kül, pamuk atığı ve ahşap tutkalı ile üretilen kompozit yapının, inşaat sektöründe kullanılabilir hafif yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

## 2. MALZEME ve METOT

### 2.1. Malzeme

Çeşitli boyutlarda deney plakaları üretiminde pamuk atığı, uçucu kül, sunta plakalar, yapıştırıcı reçine ve barit kullanılmıştır.

**2.1.1. Pamuk Atığı:** Çalışmada K.Maraş'ta bulunan tekstil fabrikalarından temin edilen pamuk atığı kullanılmıştır (Şekil 1). Günümüzde enerji sarfiyatının maksimum düzeyde olduğu düşünülürse, atıkların geri kazanımı oldukça önem taşımaktadır. [13-15]. Ülkemizde ve dünyadaki katı atıkların yönetiminin az atık üretilmesi, atıkların geri kazanılması, atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi olarak üç temel amacı vardır [16].



Şekil 1. Kullanılan Pamuk Atığı

**2.1.2. Uçucu Kül:** K.Maraş Afşin-Elbistan bölgesinde bulunan termik santrallerinin atığı olan uçucu kül kullanılmıştır. Pulverize kömürün yanması sonucu meydana gelen, baca gazları ile taşınarak elektro filtrelerde toplanan önemli bir yan üründür. Uçucu kül kullanımının maliyetlerini düşürmek ve kullanılan hafif yapı malzemesinin özelliklerini iyileştirmek olarak iki temel nedeni vardır. Çalışmada kullanılan uçucu külün kimyasal içeriği Tablo 1'de ve fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Uçucu Külün Kimyasal İçeriği

Katkı türü	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Yanma kaybı
Kül	32.46	9.76	11.12	31.6	3.11	0.63	0.54	8.42	2.50

Uçucu küller incelenip 200 mikronluk elekten elendiğinde çok ince olduğu görülmüş ve Blaine değerlerinin 2400 cm<sup>2</sup>/g olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 2. Uçucu Külün Fiziksel Özellikleri

Özgül ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Özgül yüzey (cm <sup>2</sup> /gr)	İncelik	
		200 µ elek üzerinde kalan yüzde	90 µ elek üzerinde kalan yüzde
2.30	3600	0.34	1.65

Dünyadaki uçucu kül üretimi yılda yaklaşık 450 milyon ton olmasına rağmen toplam uçucu kül miktarının sadece %6 sı çimento ve beton karışımlarında puzolan olarak kullanılmaktadır. Türkiye' de kömür yakan 11 enerji santralinin yıllık uçucu kül üretimi yaklaşık 15 milyon ton civarındadır [17].

**2.1.3. Sunta Plakalar:** Ağaç talaşlarının yüksek yoğunlukta sıkıştırılması ile elde edilen, suya ve ateşe karşı dayanıklı olmayan kompozit bir malzemedir. Suntanın her noktasında liflerin eşit dağılması ve çok yoğun bulunuşu levhanın her iki yüzünün olduğu kadar, kenarlarının da makineyle herhangi bir kırılma olmaksızın ya da malzeme parçacıkları arasında boşluklar ortaya çıkmaksızın işlenmesine imkân sağlamaktadır. Son derece düzgün ve homojen bir yüzeye sahip olan Sunta gerek boyamada, gerekse dekoratif folyo veya ahşap kaplamada çok iyi bir taban oluşturur. Çalışmada 1 x 5 x 10 cm ve 2 x 5 x 10 cm boyutlarında sunta plakalar kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kullanılan Sunta Plakalar

**2.1.4. Yapıştırıcı Reçine:** Çiçek ve maket yapımında, kâğıt, karton, kumaş ve ahşap malzemelerin yapıştırılmasında kullanılan ve vinil asetat homopolimer esaslı su bazlı bir yapıştırıcı olan natura beyaz tutkal kullanılmıştır.

**2.1.5. Barit:** Barit, baryum sülfattan oluşan genellikle beyaz ya da renksiz bazen de sarı ve gri olan bir mineraldir. Çalışmada kullanılan barit Osmaniye Bahçe ilçesinden temin edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Kullanılan Barit

## 2.2. Metot

Uçucu kül, yapıştırıcı reçine, pamuk atığı ve barit değişik oranlarda karıştırılarak uygun kıvam elde edildikten sonra sunta plakalar arasına yerleştirilmiş ve sabitlik kazandırılması için mengene ile sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma işlemi, 12 saat süresince kaymazlık sağlanıncaya kadar uygulanmıştır. Kullanılan sunta plaka ve tekstil atığı miktarları Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan Sunta plaka ve tekstil atığı miktarları

Numune İsmi	Üretilen Plaka Adedi	Pamuk Atığı Kalınlığı (cm)	Sunta Plaka Kalınlığı (cm)
A	3	Kontrol-1 (pamuk atığı kullanılmadı)	1 x 1
B	3	1	1 x 1
C	3	2	1 x 1
D	3	2	2 x 2
E	3	3	2 x 2
F	3	Kontrol-2 (pamuk atığı kullanılmadı)	2 x 2

Üç farklı deneysel çalışmada kullanılmak üzere, her bir çalışma için 4'er adet içerisinde tekstil atığı bulunan ve kontrol olarak kullanılmak üzere her bir çalışma için 2 adet içerisinde tekstil atığı bulunmayan numune plakalar üretilerek toplamda 18 adet deney plakası elde edilmiştir. Farklı kalınlıktaki deney plakalarının kesit görüntüleri Şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 4. Deney Plakalarının Kesit Görünümü

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Isı Geçirgenliği

Türk Standartları TS 825 ve Alman DIN normu 4108 'e göre ısı iletkenlik değeri ( $\lambda$ ) 0.060kcal/mh°C değerinin altında olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi, bu değerin üstünde kalanlara da yapı malzemesi denir. Çalışmada boş plaka ve içerisinde tekstil atığı olan plakalar test edilmiştir. Test ASTM C 1113-90 standardına göre yapılmıştır. Bu cihazda sıcak tel yöntemi ile malzemelerin ısı iletim katsayıları hesaplanmaktadır.



Şekil 5. Isı Yalıtımının Tayini Deneyi

Isı yalıtım testi başlamadan önce, makine kalibre edilmiştir.  $P=4000$  temp ve  $22^{\circ}\text{C}$ 'de sıcaklık sabitlenerek makine çalıştırılmıştır (Şekil 5). Deneyler sonucunda elde edilen ısı yalıtım katsayıları 0,060 kW/mK 'den küçük olduğu için üretilen hafif yapı malzemeleri ısı yalıtım malzemesidir.

Tablo 4. Isı Yalıtımının Tayini Deneyi Bulgular

Kullanılan Numune	Bulunan Isı İletim Katsayısı
İçerisinde tekstil atığı olmayan plaka	$\lambda=0.0022$ kW/mK
İçerisinde tekstil atığı olan plaka	$\lambda=0.0023$ kW/mK

#### 3.2. Ses Geçirgenliği

Söz konusu deney ASTM C 597 e göre yapılmıştır. Pandit test cihazı Ultrasonik test cihazı ile genellikle beton ve kayaçların ses geçişleri bulunmaktadır. Bu çalışma da ilk defa üretilen tuğlaların ayrıca ultrasonik ses geçiş hızları incelenmiştir. Ultrasonik test cihazının kullanılmasıyla, malzeme içerisinde

gönderilen P ve S dalgalarının malzemenin bir yüzeyinden diğerine geçme süresi ölçülmekte, dalga hızı hesaplanmaktadır. Hesaplanan ses üstü dalga hızı ile malzemenin basınç dayanımı ve diğer özellikleri arasındaki ilişki yaklaşık olarak elde edilebilmektedir. Test makinesi düzeneğinde, birisi sesi ileten diğeri alan olmak üzere 2 çelik disk bulunmaktadır. Numuneler test edilmeden önce bu disklerin yüzeyleri yağlanmıştır (Şekil 6). Test makinesi düzeneğinde, birisi sesi ileten diğeri alan olmak üzere 2 çelik disk bulunmaktadır. Numuneler test edilmeden önce bu disklerin yüzeyleri yağlanmıştır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Numunelerin Ses Geçirgenliğinin Bulunması

$$V=(S/t) \times 10^6 \dots\dots\dots(1)$$

formülüne göre yayılan sesin dalga hızı tespit edilmiştir.

V= dalga hızı,

S= mesafe

t= süre(sn)

Ses geçirgenliği testine tabi tutulan numunelerin test sonuçları Tablo 5 te verilmiştir.

**Tablo 5.** Ses Geçirgenliği Test Sonuçları

Numune İsmi	Ses Geçirgenliği Deneyi Sonucu (dB)
A	10.6
B	11.9
C	20.2
D	49.2
E	54.0
F	36.1

Bir diskten diğerine gönderilen ses dalgasının diske ulaşma katsayısı, E numunesinde en büyük, A numunesinde ise en küçüktür. Elde edilen sonuçlara göre, içerisinde tekstil atığı bulunan numune E numunesi sesi geçirmek için daha fazla direnmekte ve ses yalıtımına karşı pozitif özellik göstermektedir.

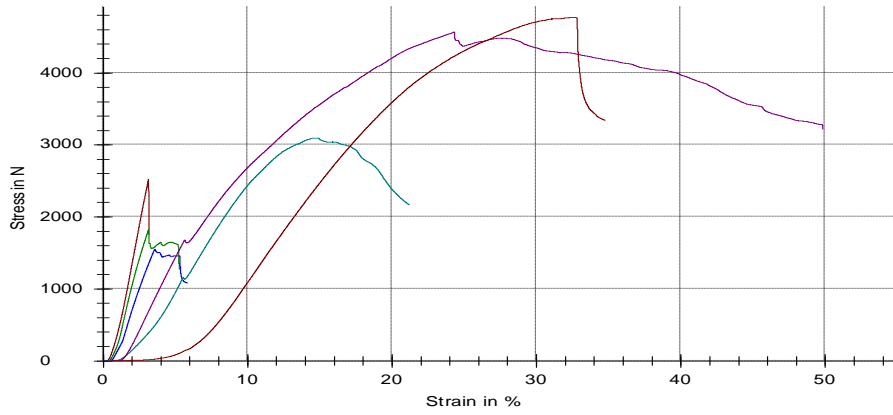
### 3.3. Eğilme Dayanımı

Toplam 6 adet deney numunesi, eğilme dayanımının ölçüldüğü makinede sabit bir kuvvet ile kırılmış ve bu kırılma anındaki değerler gözlemlenmiştir. Eğilme dayanımı deneyi universal test cihazında TS EN ISO 310 standardı esas alınarak yapılmıştır. Mesnet açıklığı 100 mm alınmıştır. Kuvvet uygulama noktası numunenin tam ortasına gelecek şekilde ayarlanmıştır.

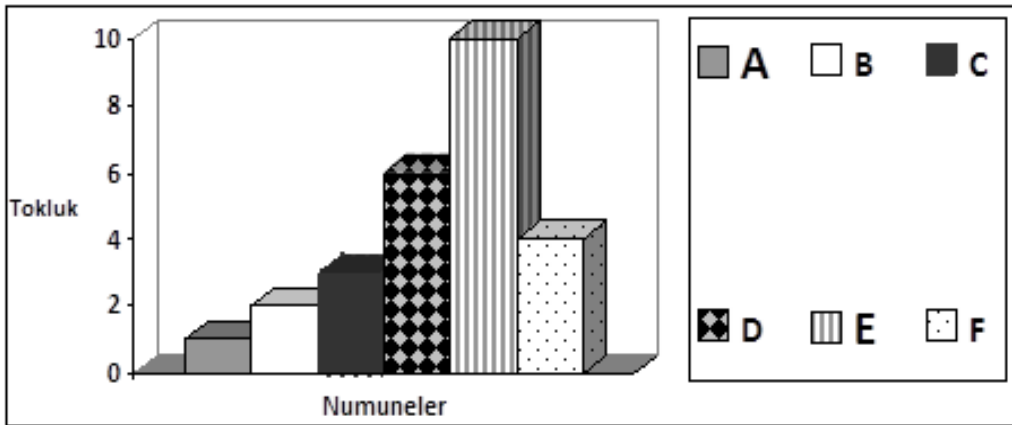
Deney sonucunda; elastisite modülü, eğilme dayanımı ve deformasyon değerleri bulunmuştur (Tablo 6).

**Tablo 6.** Eğilme Dayanımı Testi Sonucunda Elde Edilen Değerler

Numune İsmi	Elastisite modülü (N/mm <sup>2</sup> )	Eğilme Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Deformasyon (%)
A	37.69	4.87	14.23
B	33.01	5.68	32.07
C	54.10	6.28	23.91
D	535.61	13.74	3.04
E	992.68	23.68	3.14
F	402.85	10.92	3.41

**Şekil 7.** Eğilme Dayanımları

Eğilme dayanımlarına göre, her bir numune için ayrı bir eğilme eğrisi elde edilmiş ve bu eğrilerin altındaki alan tokluk olarak değerlendirilmiştir (Şekil 7, Şekil 8).

**Şekil 8.** Numune Toklukları

Elde edilen eğilme dayanım değerleri ve her bir numune için bulunan yaklaşık birim alan değerleri, çalışmanın yorumlanmasında etkili olmuştur. Buna göre; içerisinde tekstil atığı bulunan deney numunelerinin eğilme dayanımları, içerisinde tekstil atığı bulunmayan numunelerden daha fazladır.

### 3.4. Barit İçeren Numunelerin Radyoaktif Geçirgenliği

1 x 1 cm ebatlarında ve 2 x 2 cm ebatlarında üretilen ileri dolu ve boş olan toplamda 4 adet numune radyoaktif geçirgenlik testine tabi tutulmuşlardır. Bir radyasyon demeti soğurucu madde içerisinden geçerken şiddeti azalır. Çalışmalarımızda radyasyon kaynağı olarak Fe-55 ve Am-241 radyoizotop kaynakları kullanılmıştır. Çalışmada, 5.9 keV de rezölasyonu 155 eV olan Si(Li) katihal dedektörü kullanılmıştır. Sayım sonucu oluşan spektrumlar S 100 kartı yardımıyla değerlendirilmiştir. Değişik enerjilerde gelen radyoaktif işınların numunelerden geçerken yüzde kaçının geçip, yüzde kaçının soğurulduğu tespit edilerek numunelerin radyoaktif geçirgenlikleri tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan baritli numunelerin isimleri ve kalınlıkları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Baritli numunelerin isimleri ve boyutları

Numune İsmi	Numune şekli	Numune Kalınlığı (cm)
B1	İçi boş ve ince numune	1.68
B2	İçi dolu ve ince numune	2.05
B3	İçi boş ve kalın numune	3.60
B4	İçi dolu ve kalın numune	4.25

Deneylede 59,543 keV ve 26 keV enerjili ( $\gamma$ ) gamma ve 5,9 keV enerjiye sahip X- işınlarıyla ölçümler yapılmıştır. Birim kalınlık başına soğurulmayı ifade eden lineer soğurma katsayısı

$$\mu = \ln(I_0 / I_x) / (X) \dots \dots \dots (2)$$

bağıntısından hesaplanmıştır.

Burada;

$I_0$ : Numune yokken ölçülen işınların şiddeti

$I_x$ : X kalınlığındaki numunelerden geçen işınların şiddeti

X: Numune kalınlığıdır

**Tablo 8.** Farklı enerjilerde  l len  $I_x$ , ve hesaplanan  $\mu$  ve Geçirgenlik Değerleri

Enerji (keV)	Numune İsmi	$I_x$ Değerleri (Sayma)	$\mu$ (1/cm)	Geçirgenlik
59,543	B1	113450	0.08970	0.86
	B2	82484	0.02290	0.62
	B3	92022	0.1000	0.70
	B4	75376	0.13166	0.57
26	B1	2725	0.2520	0.65
	B2	590	0.9529	0.14
	B3	1845	0.2259	0.44
	B4	647	0.4379	0.15
5,9	B1	16	4.3108	0.00071
	B2	17	3.5032	0.00076
	B3	13	2.0694	0.00058
	B4	14	1.7354	0.00062



Farklı enerjilerde ve farklı şiddetlerde ışınlar maruz bırakılan farklı kalınlıktaki numunelerin  $I_0$  değerleri, 59,543 keV de 131903 sayma, 26 keV de 4162 sayma ve 5,9 keV de sayma 22352 sayma olarak ölçülmüştür. Yukarıdaki enerjili ışınlarla numuneler ışınlanarak numuneden geçen ışınların  $I_x$  değerleri ölçülmüştür. Daha sonra Soğurma oranları ( $I_x/I_0$ ) ve ve lineer soğurma katsayıları  $\mu$  hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 8 de gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi, içinde barit olan numunelerin soğurma katsayıları büyük çıkmıştır.

#### 4. SONUÇLAR

Enerji tüketiminin arttığı ve kaynaklarının gittikçe azaldığı dünyamızda, yalıtım teknolojileri büyük önem taşımaktadır. Yalıtım malzemeleri kullanılarak üretilen malzemeler hem ekonomik hem de sağlıklıdır. Bu çalışmada üretilen hafif yapı malzemeleri birçok mühendislik avantajları sunmaktadır. Bu avantajlar aşağıda sıralanmıştır;

- ✓ Plakaların kalınlığı ve kullanılan tekstil atığı miktarı arttırıldıkça ısı yalıtımı değerleri daha verimli olmaktadır.
- ✓ Dünyadaki enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Türkiye’de harcanan enerjinin yaklaşık % 40’ı konutlarda tüketilmektedir. Bu enerjinin % 80’i de ısınma amaçlıdır. Türkiye’de tüketilen enerjinin % 65’inden fazlası ithal edilmektedir. Bu yüzden üretilen malzemeler yapılarda önemli oranda ısı tasarrufuna katkı sağlayacaktır. Söz konusu malzemenin ısı iletim katsayısının değeri dikkate alındığında konutlarda yaklaşık % 15 civarında enerji tasarrufu sağlanabilir.
- ✓ Atık tekstil ürünleri ve uçucu küller ekonomiye kazandırılarak, hem ülke ekonomisine katkıda bulunulabilir hem de bu maddelerden kaynaklanan çevre kirliliği azalmış olur.
- ✓ Yalıtım malzemesi olarak beton yerine daha hafif malzemeler kullanılacağı için, olası bir deprem sırasında binanın kendi ağırlığından dolayı görmüş olacağı hasar minimize olacaktır.
- ✓ Kullanılan plaka kalınlığı ve tekstil atığı miktarı arttırıldıkça, eğilme dayanımı güçlenecektir. Söz konusu malzemenin eğilme dayanımı kontrol numuneye %50 daha fazladır.
- ✓ İstenilen boyutlarda üretilebilen yapı malzemesi elde edildiğinde tercih edilebilirliği artacaktır.

Yapılan deneysel çalışmaların sonucunda; ısı yalıtımının, ses geçirgenliğinin ve eğilme dayanım değerlerinin %15 ve en çok %50 oranında iyileştiği görülmüştür. Üretilen hafif yapı malzemeleri, konutlarda önemli oranda enerji tasarrufu sağlayacaktır.

Tablo 8’ e bakıldığında bütün numunelerin 5,9 keV enerjiye kadar olan radyasyonun tamamını tuttuğu görülmektedir. Numunelerin daha yüksek enerjili radyasyonları ise gelen radyasyonun enerjisine göre kısmen tuttuğu görülmektedir. Tablodaki son sütunda ifade edilen soğurma katsayıları yorumlandığında, B1 numunesinin radyasyonları en fazla geçiren numune olduğu gözükmektedir. 59,5 keV enerjide B1 numunesi için elde edilen 0.86 değeri radyoaktif ışının %86’sını geçirdiği, %14’ü soğurduğu anlamına gelmektedir. B4 nolu numune radyasyonu en fazla tutan numune olarak gözükmektedir. Bu numunenin 26 keV enerjili radyasyonun yüzde on beşini geçirdiği 59,5 keV enerjili ışınların ise yüzde 57 sini geçirdiği görülmektedir. B4 nolu numune radyasyon tutucu materyal olarak kullanılabilir. Bu materyali radyasyonla meşgul olanlar, tıpta kurşun yeleklerle çalışanlar kullanarak radyasyonun etkisi azaltılabilir.

Ayrıca B4 nolu numune, materyalin kalınlığı arttırılarak medikal binaları kaplayan duvarlarda’ da kullanılabilir. Böylelikle yüksek enerjili radyasyonun olumsuz etkileri azaltılabilir.

## 5. KAYNAKLAR

1. Toydemir N., 1988, “Kompozit Yapı Malzemeleri”, Kompozit Yapı Bileşenleri ve Yalıtım Dergisi, 80, 39-43.
2. Özcan A., 2007, Kompozit Malzemeler.
3. Uzer F., 1996, “Ahşap Testere Talaşlı Alçı Kompozitler”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Binici H., Aksogan O., Shah T., 2005, “Investigation Of Fibre Reinforced Mud Brick As A Building Material”, Construction and Building Materials, 19, 313-318.
5. Binici H., Aksogan O., Bodur M.N., Akca E., Kapur S., 2007, “Thermal Isolation And Mechanical Properties Of Fibre Reinforced Mud Bricks As Wall Materials”, Construction and Building Materials, 21, 901-906.
6. Binici H., Aksogan O., Bakbak D., Kaplan H., Isik B., 2009, “Sound Insulation Of Fibre Reinforced Mud Brick Walls”, Construction and Building Materials, 23, 1035–1041.
7. Binici H., Aksoğan O., Kaplan H., 2005, “Utilisation Of Alternative Materials In Manufacturing Of Mud Brick”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11, 309–316.
8. Ulcay Y., Akyol M., Gemci R., 2002, “Polimer Esaslı Lif Takviyeli Kompozit Malzemelerin Arabirim Mukavemeti Üzerine Farklı Kür Metotlarının Etkisinin İncelenmesi”, Uludağ Üniv. Müh.-Mim. Fak., 1, 123-142.
9. Can Ö., 2008, “Endüstride Kullanılan Teknik Tekstiller Üzerine Bir Araştırma”, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3, 31-43.
10. Binici H., Gemci R., Aksogan O., Kaplan H., 2010, “Insulation Properties Of Bricks Made With Cotton And Textile Ash Wastes, International Journal of Materials Research, 101, 894-899.
11. Binici H., Aksoğan O., Gemci R., 2008, “Pamuk Atıkları ve Tekstil Külleri İle Üretilen Hafif Yapı Malzemelerinin Yalıtım Özellikleri”, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Dergisi, 2, 15–24.
12. Binici H., Kaplan H., 2003, “1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi ve Yapılarda Kullanılan Betonun Kalitesi”, Standart Dergisi, 499, 47–55.
13. Binici H., Yuçegok F., Aksogan O., Kaplan H., 2008, “Effect of Corncob, Wheat Straw And Plane Leaf Ashes As Mineral Admixtures On Concrete Durability”, ASCE, Civil Eng. Materials, 20, 478–483.
14. Binici H., Temiz H., Aksoğan O., Ulusoy A., 2009, “The Engineering Properties of Fired Brick Incorporating Textile Waste Ash and Basaltic Pumice”, J. of Eng and Arch of Gazi Univ, 24, 485-498.
15. Binici H., Alma M. H., Gemci R., Durgun M.Y., 2011, “Atık Polietilen (PE) Bardaklardan Üretilen Çimentosuz Harçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri”, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7, 71-79.
16. Yıldızbaş F., 2007, “Karaman’da Atık Geri Dönüşümü ve Ekonomik Faydaları”, Selçuk Üniversitesi Karaman İ.B.F.Dergisi, Yerel Ekonomileri, 3, 185-194.
17. Temiz H., Binici H., Zülkadiroğlu Ö. F., 2009, “Termik Santral Külü Katkılı Betonların Yol Kaplaması Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması”, Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi, 21 (1) 53-61.