



## Baritli Hazır Sıva Kaplamalarının Radyasyon Zırh Malzemesi Olarak Kullanımının Araştırılması

Şemsettin KILINÇARSLAN<sup>1\*</sup>, Aysun SEVEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Isparta, Türkiye,

<sup>2</sup>Kırklareli Üniversitesi, Pınarhisar MYO, Yapı Denetimi Programı Kırklareli, Türkiye

(Alınış Tarihi: 16.09.2014, Kabul Tarihi: 10.12.2014)

### Anahtar Kelimeler

Demonte  
Barit  
Sıva  
Radyasyon.

**Özet:** Günlük hayatımızın hemen her alanında, gerek doğal yollardan, gerekse teknolojik gelişmelerin sebep olduğu radyasyona maruz kalınmaktadır. Radyasyonu hayatımızdan atamayacağımız için zararlı etkilerini en aza indirmenin yollarını aramalıdır. Radyasyon ışınlarını absorbe etmek amacıyla zırh bölme panel duvarlar kullanılır.

Yüzyılımızın çağdaş gereksinimleri karşısında; betonarme yapılara yük getirmeyen, estetik, çağdaş görünümlü ve gerektiğinde demonte edilebilen bölme duvar sistemlerinin kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Bölme duvar sistemleri, çalışma alanlarının, tasarımına uygun, hızlı ve ekonomik olarak bölünmesini sağlayan modüler duvar sistemleridir. Günümüzde genellikle alçı bölme duvarlar kullanılmaktadır. Fakat radyasyonun yoğun olarak bulunduğu yapılarda alçı bölme duvarlar arasına zırh kalkanı olarak kurşun yerleştirilmektedir. Kurşunun uygulamada çıkardığı zorluklar, insan sağlığına olan zararları, vs. sebeplerinden dolayı; binaya ilave yük getirmeyecek, uygulaması kolay, insan sağlığına zararı olmayan kurşuna alternatif çözümler bulunması gerekmektedir.

Bu çalışmada; radyasyon tutuculuk özelliği yüksek baritli hazır sıva kaplamalar üretilmiştir. Barit agregalı hazır sıva kaplamalarının basınç dayanımları, eğilme dayanımları ve radyasyon tutuculuk özellikleri araştırılmıştır.

## Investigation of Veneer Plaster with Barite for Radiation Shielding

### Keywords

Demonte  
Barite  
Plaster  
Radiation.

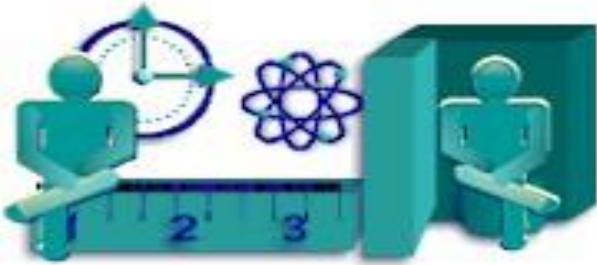
**Abstract:** In all areas of our daily life, we have exposed to radiation from both natural ways and technological developments. We can't remove radiation from our lives, that's why we should look for ways to minimize the harmful effects of radiation. In order to absorb the radiation beam armour panel wall partitions are used.

For the contemporary requirements of our century; not burden to concrete structures, aesthetic, contemporary looking and when necessary demountable wall systems using has become inevitable. The partition wall systems are according to the design workspace, fastly and economically dividing modular wall systems. Nowadays it is often used plaster partition walls. But lead is placed between plaster partition walls for radiation shielding in the intense radiation exposed buildings. Not burden to structures alternative solutions must be found to lead because of hampered by the application of lead, damage to human health etc.

In this investigation, plastering coatings produced with barite which is highly radiation proof. The compressive strength, flexural strength and radiation repellent properties have been investigated of plaster coatings with barite aggregate.

## 1. Giriş

İnsanlar tüm yaşamları boyunca radyasyonla iç içe olmuşlardır. Radyasyon kaynakları var olduğu sürece radyasyon olacak ve bundan uzak durmak mümkün olmayacaktır. X ışınları ve radyoaktivitenin keşfiyle birlikte tıbbi ve endüstriyel alanlardaki kullanımı giderek artmaktadır. Radyasyon teknolojisi toplumsal yaşamı kolaylaştırmasının yanında maruz kalmaya bağlı birçok sağlık problemini de beraberinde getirmiştir. Radyasyona karşı korunmada ana fikir, tahammül edilebilen (tolere edilebilen) dozları bilmek ve radyasyon çalışanları ile çevre halkının bunun üstünde doz almasını önlemektir (ICRP-116,1995; ICRP-60,1991). Radyasyon korunmasının hedefi ise; doku hasarına sebep olan etkileri önlemek ya da bu etkilerin meydana gelme olasılıklarını kabul edilebilir düzeyde sınırlamaktır (Akkurt, 2009). Radyasyonun gücü, radyasyonun etki süresi, üzerine uygulanan dokunun hassasiyeti, radyasyonun çeşidi, gibi unsurlar radyasyonun etkisine yön vermektedir (Bülbül, 2003). Maruz kalınan radyasyon, doza bağlı olarak hiçbir biyolojik etki göstermeyebileceği gibi ölüme kadar varabilen etkilere de neden olabilir (Önen, 1993). Radyasyondan korunmanın üç temel kuralı vardır. Bunlar; Şekil 1'de gösterildiği gibi zaman, mesafe ve zırhlama kuralıdır.



Şekil 1. Radyasyondan korunmanın temel kuralları

Betonların radyasyona karşı koyma etkinlikleri birim hacim ağırlıkları arttıkça iyileşmektedir. Canlıların doğrudan radyoaktif ışımalara maruz kalmaması ve/veya radyasyon dozunu en aza indirmek için radyoaktif ışın kaynağı ile arasında zırh adı verilen engeller konur. Atomun parçalanmasından sonra açığa çıkan nötron ışınları hafif elementler tarafından,  $\alpha$ ,  $\beta$ , X ve Y ışınları ise ağır elementler tarafından tutulma özelliğine sahiptirler. Betonların özgül ağırlıkları arttıkça radyoaktif ışımalara karşı koruyucu etkinlikleri de o ölçüde artmaktadır. Ağır beton kullanılarak üretilmiş perdelerin kalınlıkları

fazla olduğundan ve denetimli olarak özenle üretildiklerinden basınç dayanımları vb. mekanik özellikleri yüksektir. Radyasyon kalkanı olarak kullanılan ağır betonun bileşiminde karma ve hidratasyon suyunda hafif elementler, agregasında ise ağır elementler bulunmaktadır. Zırh elemanı olarak en çok kullanılan ağır agrega barittir (Kılınçarslan, 2004). Baritli ağır betonun gama ışınlarını yutma kapasitesi, barit agregası yüzdesine ve betonun birim ağırlığına göre değişir (Durmuş, vd. 1996; Topçu, vd.2002).

Barit agregalı ağır betonlar; radyoaktif maddelerin yaydığı nükleer ışınlardan özellikle cisimlerin içine girebilen öldürücü nötron ve gama ışınlarına karşı korunmak için gerçekleştirilen yapılarda kullanılır (Akyüz, 1977).

Yüzyılımızın çağdaş gereksinimleri karşısında; betonarme yapılara yük getirmeyen, estetik, çağdaş görünümlü ve gerektiğinde demonte edilebilen bölme duvar sistemlerinin kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Dinamikleşen ticari yaşam, çalışma ortamlarının mimari yapısını da, aynı dinamizme ayak uydurmaya zorlamaktadır. Bölme duvar sistemleri, çalışma alanlarının, tasarımına uygun, hızlı ve ekonomik olarak bölünmesini sağlayan modüler duvar sistemleridir. Demonte olma özelliğiyle değişik hacimlerin elde edilmesinde kolaylık sağlayan bu sistemler, çok daha işlevsel, montajı hızlı, kaliteli ve ekonomiktir (Seven, 2011).

Radyasyonun yoğun olarak bulunduğu yapılarda bölme duvar sistemleri radyasyon tutuculuk özelliğine sahip malzemelerle üretilmektedir. Bu malzemelerden günümüzde en çok kullanılan kurşundur. Radyasyona maruz kalan yapılarda bölme elemanları, belirli bir kalınlıkta olmalı ve zırh görevi görebilecek malzemelerden oluşturulmalı ya da kaplanmalıdır (Önen, 1993). Zırh bölmelerin kalınlıklarının düşük tutulması için genellikle kurşun ve ağır beton kullanılmaktadır. Kurşun yumuşak, ağır, kolay dövülebilen fakat zehirleyici bir metaldir. Kurşun çok toksin bir ağır metaldir.  $2.5 \mu\text{m}$ 'den küçük mikropartiküller, solunum sistemlerinde filtre edilemediğinden dolayı ciğerlere kadar kolayca ulaşırlar ve ciğerler tarafından absorbe edilerek kana karışırlar. Kurşun sadece solunum yolu ile değil kurşunla kirlenmiş gıda, su, toprak veya tozla, sindirim yolu ile de vücuda girebilir. İnorganik kurşun bileşikler, vücut tarafından çok yavaş absorbe edilmesine rağmen vücuttan atılması da oldukça yavaştır. Kurşun vücuda alındığında organlar kurşunu kalsiyum gibi algılayarak hata yaparlar.

Böylece kurşun, beyin ve diğer hücrelerin işlevi için elzem olan anjirlere hücum ederler ve onları bölerler. Kurşun başka bir maddeye asla dönüşmediğinden vücutta birikmeye başlar. Kurşunun yumuşak dokularda yarılanma süresi 35-40 gün iken sert dokularda yarılanma süresi 20 yıldır. Dolayısıyla kurşunun vücuttan atılma hızı oldukça yavaştır (Öztürk, 2004).

Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak görüntü alma teknolojisinin gelişmesi, görüntü işleme metotlarının ölçüm ve gözlem yöntemi olarak çeşitli disiplinlerde kullanımını arttırmıştır. Görüntü işleme tekniklerinin kullanım alanlarının artmasının doğal sonucu olarak, görüntü işleme ve analiz teknikleri yoğun olarak araştırılmış ve yeni birçok teknik endüstriyel anlamda kendine uygulama alanı bulmuştur. Görüntü İşleme kaydedilmiş olan elektronik (dijital) görüntü verilerini, elektronik ortamda (bilgisayar ve yazılımlar yardımı ile) amaca uygun şekilde değiştirmeye yönelik yapılan bilgisayar çalışmasıdır (Güler, vd. 2007).

Günümüzde radyasyondan korunmak için kullanılan kurşun kaplamaların radyasyonun etkilerini azaltırken bir yandan da insan sağlığını tehdit etmesi nedeniyle, kurşuna alternatif olarak baritli hazır sıva kaplamalarının üretilmesi ve görüntü işleme yöntemi ile uygunluğu araştırılmıştır (Seven, 2011).

## 2. Materyal Ve Metot

### 2.1 Sıva Kaplamaların Hazırlanması

Bu çalışmada; üretilen hazır sıva kaplamalarında Isparta ilinin Şarkıkaraağaç ilçesinden temin edilen barit, daha iyi aderans sağlayabilmesi için, 2-10 mikrona kadar öğütülerek kullanılmıştır. Üretilen hazır sıva kaplamalarının darbeye karşı direncini ölçmek amacıyla lifli ve lifsiz olmak üzere üretilen numunelerin bir kısmında barit bir kısmında ise alçı kullanılmıştır. Barit madeni ile renk uyumu oluşturması açısından CEM I 52.5 beyaz çimento kullanılmıştır. Üretilen hazır sıva kaplamaları kullanılan malzemeye göre isimlendirilmiş ve kodları Çizelge 1.'de verilmiştir.

### Çizelge 1. Üretilen hazır sıva kaplama kodları

BHS	Baritli Hazır Sıva
ÇBHS	Çelik Lifli Barit Hazır Sıva
AHS	Alçılı Hazır Sıva

1 m<sup>3</sup> sıva harcı üretiminde kullanılan bileşenlerin miktarları Çizelge 2' de verilmiştir.

### Çizelge 2. Üretilen sıva harçlarının 1m<sup>3</sup> karışım miktarları (kg.)

	Barit	Beyaz Çim.	Su	Alçı	Çelik lif
BHS	1190	773	444	-	-
ÇBHS	1168	773	444	-	38,96
AHS	-	-	560	1015	-

Çeşitli deneylerde kullanılmak amacıyla 10 cm. küp numuneler, 55cm. x 20cm. x 3cm. boyutunda ve 50cm x 50cm x 1 cm boyutlarında 3'er adet olmak üzere toplam 9 tane plaka numune üretilmiştir. Numune üretiminde kullanılan malzemelerin özgül kütleleri Çizelge 3'de verilmiştir.

### Çizelge 3. Malzemelerin özgül kütleleri (g /cm<sup>3</sup>)

	Barit	Beyaz Çim.	Alçı
Özgül ağırlık	4.0	3.1	2.32

### 2.2. Basınç ve Eğilme Dayanımı

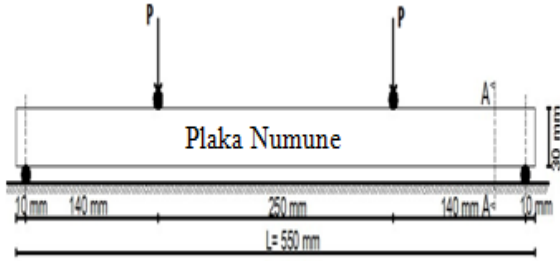
Tahribatlı test yönteminde tek eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Bu deney için SDÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan 300 ton kapasiteye sahip tek eksenli basınç presisi kullanılmıştır. Üretilen küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması ve standart sapma değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Küp numunelerin basınç dayanımlarının ortalaması ve standart sapma değerleri

	Basınç Dayanım Ortalaması (MPa)	Standart Sapma Değerleri (SS)
BHS	55.45	~ 0,527
ÇBHS	47.48	~ 0,564
AHS	7.09	~ 0,349

Üretilen küp numunelerin ortalama basınç dayanımlarında en büyük değer olan 55.45 MPa BHS' den elde edilirken en düşük değer olan 7.09 MPa AHS' den elde edilmiştir.

Dört noktali eğilme deneyi 55cm x 20cm x 3cm lik numuneler üzerinde uygulanmıştır. Bu deney için SDÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan 15 ton kapasiteli yükleme hızı ayarlanabilen test cihazı kullanılmıştır. Yükleme simetrik dört noktadan uygulanmıştır. Dört noktadan yüklemeli deneylerde maksimum moment belirli bir aralıkta değer almaktadır. Bu aralıkta kesme kuvveti sıfırdır. Salt eğilme hali söz konusudur. Deney şeması Şekil 2. de verilmiştir. Eğilme dayanımlarının ortalamaları ve standart sapma değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.



**Şekil 2.** Eğilme dayanımı deney şeması

**Çizelge 5.** Eğilme dayanımlarının ortalaması ve standart sapma değerleri

	Eğilme Dayanım Ortalaması (MPa)	Standart Sapma Değerleri (SS)
BHS	5.10	~ 0,195
ÇBHS	5.31	~ 0,113
AHS	2.69	~ 0,026

Üretilen numunelerin ortalama eğilme dayanımları incelendiğinde ÇBHS'lerin dayanımlarının 5,31 MPa ile en fazla, BHS'lerin dayanımı ÇBHS'ye yakın ve 5,10 MPa, AHS'lerin ise 2,69 MPa ile en düşük olduğu belirlenmiştir. Çelik lif kullanımının eğilme dayanımını düşük bir oranda olsa arttırdığı, alçı yerine barit ve çimento kullanılması durumunda eğilme dayanım değerinin iki kata kadar arttığı görülmektedir.

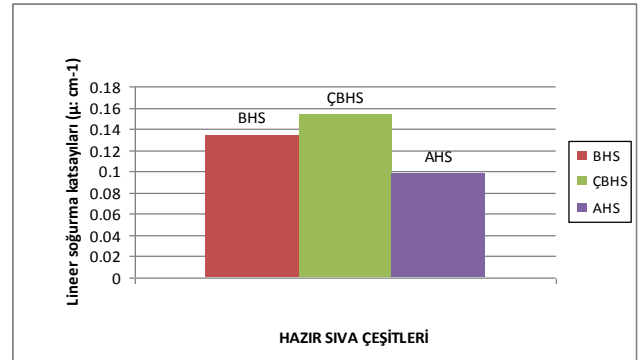
### 2.3 Radyasyon Tutuculuk Deneyi

Deneyel çalışmalar için 3 tipte üretilen numunelerin her birinden 3'er adet olmak üzere 7x7x3 ebatlarında toplam 9 adet numune SDÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi Laboratuvarında bulunan doğal taş kesme aleti ile kesilerek numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler SDÜ. Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik A.B.D. Gamma Spektroskopi Laboratuvarında radyasyon tutuculuk deneyleri yapılmıştır. Sezyum kaynağı kullanılarak elde edilen lineer soğurma katsayıları Çizelge 6 ve Şekil 3'te verilmiştir.

**Çizelge 6.** Lineer soğurma katsayıları ( $\mu$ :  $\text{cm}^{-1}$ )

Numune No	$\mu_{1173}$
BHS	0.134253
ÇBHS	0.153593
AHS	0.097286

Lineer soğurma katsayısı bir malzemenin radyasyon tutuculuk değerini gösterir.  $\mu$  değeri ne kadar büyük ise radyasyon tutuculuk özelliği o oranda yüksektir. Yapılan deney sonucu en yüksek radyasyon tutuculuk değerinin ÇBHS ile elde edildiği BHS değerinin ÇBHS değerine yakın olduğu ancak AHS değerinin en düşük çıktığı görülmektedir.



**Şekil 3.** Hazır sıva kaplamaların Lineer soğurma katsayıları ( $\mu$ :  $\text{cm}^{-1}$ )

Elde edilen lineer soğurma katsayılarına bağlı olarak zırhlama hesaplarında kullanılan yarı ve onda bir değer kalınlıkları Çizelge 7' de verilmiştir.

**Çizelge 7.** Cs-137 için yarı ve onda bir değer kalınlıkları

Zırh malzemesi	YDK(cm)	ODK(cm)
BHS	3.39	11.25
ÇBHS	3.31	11.01
AHS	6.54	21.74
Kurşun*	0.63	2.13

\* (Yöndem, S., 2005)

Onda bir değer kalınlığı (ODK), gelen ışınım şiddetini onda birine düşürebilmek için gerekli zırh kalınlığı iken; yarı değer kalınlığı (YDK) bir enerjinin yarısının absorblanması için gerekli zırh kalınlığını verir ve  $\mu$  katsayısına göre hesaplanırlar (Kaplan, 1989). Çizelge 7'de görüldüğü gibi kurşun kullanıldığı zaman 0.63 cm. kalınlık yeterli iken ÇBHS kullanıldığı zaman 3.31 cm. ve AHS kullanıldığı zaman 6.54 cm. zırh kalınlığına ihtiyaç duyulmaktadır. AHS kullanılması durumunda ÇBHS ye göre zırh kalınlığı yaklaşık iki katına çıkmaktadır.

### 3. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, temel malzeme olarak barit ve alçı kullanılarak üç tipte hazır sıva kaplaması üretilmiştir. Barit ve alçı kullanılarak üretilen hazır sıva kaplama malzemelerinin dayanım ve radyasyon tutuculuk özellikleri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar neticesinde;

Barit agregası kullanılarak üretilen numunelerin alçı ile üretilenlere göre basınç dayanımları yüksek çıkmıştır. Çelik lif katılarak üretilen hazır sıva kaplamalarının eğilme dayanımı değerleri yüksek çıkmıştır. Daha sonra baritli hazır sıva kaplamaları ile alçı ile üretilen hazır sıva kaplamaları arasında yapılan kıyaslamada en düşük değer alçı sıva kaplamalarında gözlenmiştir. Çelik lif katılması eğilme dayanımını artırmıştır.

Lineer soğurma katsayılarında ÇBHS ve BHS değerleri birbirine yakın fakat ÇBHS değeri BHS değerine göre daha yüksek çıkmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda; barit ve çimento kullanılması durumunda üretilen hazır sıva kaplamaların alçı sıva kaplamalara göre eğilme, basınç dayanımı ve radyasyon zırhlama özelliğinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Radyasyondan korunmak için geleneksel yöntem olan kurşun kaplamalar, radyasyonun zararlı etkilerini azaltmanın yanında insan sağlığına da ciddi hasarlar vermektedir. Bu nedenle radyasyonun etkilerini azaltmak için kurşun zırha alternatif olarak üretilen baritli hazır sıva kaplamalarının kullanımının daha uygun olacağı yapılan deneyler neticesinde görülmüştür.

### Kaynaklar

ICRP-116. (1995) "Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures Annals of the ICRP" Volume 40 Issues 2-5

ICRP-60. (1991), "International Commission on Radiological Protection Recommendation of the International Commission on Radiological Protection". Annals of the ICRP, Vol 21, Publication 60. Oxford: Pergamon Press

Akkurt, İ., 2009. SDÜ Fizik Bölümü Isparta. "Radyasyon Ölçüm Teknikleri ve Korunma" Ders Notları

Bülbül, M.,Ş. (2003), "Radyasyon" Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilimdalı

Kaplan, M.F., (1989), "Concrete Radiation Shielding", John Wiley & Sons , Newyork

Kılınçarslan, Ş., 2004. "Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırhlanmasındaki Özellikleri ve Optimal Karışımlarının Araştırılması" SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.

Durmuş, A., Gürsoy, Y. ve Ayvaz, Y., (1996), " İnşaat Mühendisliğinde Ağır Betonlar", İMO Mühendislik Bülteni, Sayı: 49, 25-28.

Topçu, İ.B., Karakurt, C., (2002), "Ağır Betonlar", İMO Eskişehir Şubesi, 6, 15-19.

Akyüz, S., 1977. "Gamma Işınlardan Korunmada Barit Agregalı Ağır Beton", İTÜ Dergisi, Cilt 35, Yıl35, Sayı 5, Sayfa 59-69, İstanbul.

Önen,S., (1993), “Radyasyon Biyofiziği” İ.Ü. Tıp Fakültesi Basımevi, 112 s., İstanbul.

Seven, A., (2011), “ Baritli Hazır Sıva Kaplamalarının Radyasyon Zırh Elemanı Olarak Kullanılabilirliğinin Görüntü İşleme Yöntemi İle Araştırılması” SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Öztürk, M., (2004), “Kurşunlu Benzin Tüketimi Ve Kurşunun Etkileri”, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.