

**ENERJİ AYRIMLI X-IŞINI SPEKTROMETRESİYLE
ÇEŞİTLİ YAPI MALZEMELERİNİN
LİNEER SOĞURMA KATSAYILARININ
ÖLÇÜLMESİ**

Mutlu ÇOBAN

**Yüksek Lisans Tezi
Fizik Anabilim Dalı
Prof. Dr. Salih Zeki ERZENEÖĞLU
2012
Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ENERJİ AYRIMLI X-IŞINI SPEKTROMETRESİYLE ÇEŞİTLİ
YAPI MALZEMELERİNİN LİNEER SOĞURMA
KATSAYILARININ ÖLÇÜLMESİ**

Mutlu ÇOBAN

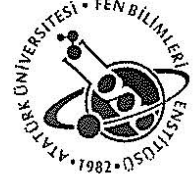
FİZİK ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2012**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



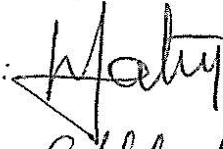
TEZ ONAY FORMU

Prof. Dr. Salih Zeki ERZENEÖĞLU danışmanlığında, Mutlu ÇOBAN tarafından hazırlanan bu çalışma 07/09/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Fizik/Atom ve Molekül Fiziği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Salih Zeki ERZENEÖĞLU

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Yakup KURUCU

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Sezgin AKBULUT

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirimlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ENERJİ AYRIMLI X- IŞINI SPEKTROMETRESİYLE ÇEŞİTLİ YAPI MALZEMELERİNİN LİNEER SOĞURMA KATSAYILARININ ÖLÇÜLMESİ

Mutlu ÇOBAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Salih Z. ERZENEÖĞLU

Bu çalışmada enerji ayrımlı X-ışını flöresans spektrometresi kullanılarak çeşitli yapı malzemelerinin lineer soğurma katsayıları deneysel olarak ölçülmüştür. Numuneli ve numunesiz spektrumlar Si(Li) detektörle Camberra DSA-1000 spektrum analizörü kullanılarak elde edilmiştir. Si(Li) detektörünün enerji rezolüsyonu 5,9 keV'de 160 eV'tur. Deneyde Am-241 radyoaktif nokta kaynağının yayınladığı 59,5 keV'lik fotonlar kullanılmış ve lineer soğurma katsayıları bu enerji için ölçülmüştür.

2012, 29 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yapı malzemeleri, enerji ayrımlı X-ışını spektrometresi, lineer soğurma katsayıları.

ABSTRACT

MS Thesis

MEASUREMENT OF THE LINEAR ATTENUATION COEFFICIENTS OF VARIOUS CONSTRUCTION MATERIAL WITH ENERGY DISPERSIVE X-RAY FLUORESCENCE SPEKTROMETER

Mutlu ÇOBAN

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Physics

Supervisor: Prof. Dr. Salih Zeki ERZENEÖĞLU

In this study, we measured as experimental linear attenuation coefficient of various construction materials by using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer (EDXRFS). With sample and without sample spectrums obtained by using Camberra DSA-1000 spectrum analyzer with Si(Li) detector. Energy resolution of Si(Li) detector is 160 eV at 5.9 keV. In experiment, we used 59.5 keV photon radiated from Am-241 radioactive point source and for this energy, we got measurement of the linear attenuation coefficients.

2012, 29 pages

Keywords: Construction material, energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer, linear attenuation coefficients.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde yapılmıştır.

Çalışma düzenime hoşgörü gösteren, bu zorlu dönemde yanımda olarak bilgi ve tecrübelerini büyük bir içtenlikle benimle paylaşan, her zaman birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım ve onur duyduğum değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Salih Z. ERZENEÖĞLU' na yürekten teşekkürlerimi arz ederim.

Tezimin yazımında emekleri olmasa da üstümde haklarının olduğunu düşündüğüm çok değerli fizik hocam Sayın Özlem SARIGÜL'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat AYGÜN'e müteşekkir olduğumu belirtmek isterim.

Hayatımın her evresinde teşviklerini esirgemeyen, anlayış ve sabır gösteren, bana inanan ve destek olan çok sevgili annem Kevser ÇOBAN'a, abime ve kız kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans dönemi boyunca yardımlarını gördüğüm ve manevi desteklerini hissettiren tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Mutlu ÇOBAN

Eylül 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1. Seramikler ve Pişmiş Toprak Ürünleri	4
2.1.1. Seramik üretimi	4
2.1.1.a. Karışımın hazırlanması.....	4
2.1.1.b. Şekillendirme ve kurutma	4
2.1.2. Pişirme.....	5
2.1.3. Fayans.....	5
2.1.4. İnşaat tuğlaları	6
2.1.4.a. Harman tuğlaları	6
2.1.4.b. Fabrika tuğlaları	6
2.2. Kompozit Malzemeler.....	6
2.3. Polimerler	7
2.3.1. Plastiklerin mühendislikte kullanımı ve özellikleri.....	8
2.3.2. Yağlı boyalar	10
2.4. Ahşap.....	10
2.4.1. Suni tahtalar.....	11
2.5. Detay Malzemesi Olarak Kullanılan Metaller.....	11
2.5.1. Sac	11
2.5.2. Alüminyum levhalar	11
2.6. Silikon Mastik	11
2.7. Isı Yalıtım Malzemesi	12

2.8. Lineer Soğurma Katsayısı	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Enerji Ayrımlı X-Işını Spektrometresi	14
3.1.1. XRF tekniğinde kullanılan kaynaklar.....	14
3.1.2. Si(Li) dedektörünün çalışma prensibi	15
3.1.3. Analizör	18
3.1.4. Yüksek voltaj kaynağı	19
3.1.5. Ön yükseltici.....	19
3.1.6. Yükseltici.....	19
3.1.7. Analog sayısal dönüştürücü (ADC)	20
3.1.8. MCA Çok kanallı analizör	20
3.2. Deney Geometrisi ve Yapılışı	20
3.3. Numunelerin Hazırlanması.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	24
4.1. Lineer Soğurma Katsayılarının Ölçülmesi	24
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	26
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	30

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

EDXRF	: Enerji Ayrımlı X-Işını Floresans Spektrometresi
FWHM	: Full Width at Half Maximum – Yarı Yükseklikteki Tam Genişlik
MDF	: Orta Yoğunluktaki Ahşap Levha (Medium Density Fiberboard)
PVC	: Polivinilklorür
TSW	: Trommel Sieve Waste
UV	: Morötesi Işınlr
WDXRF	: Dalgaboyu Ayrımlı X-Işını Floresans
WDXRFS	: Dalgaboyu Ayrımlı X-Işını Floresans Spektrometresi
XRF	: X- Işını Floresans
χ	: Numune Kalınlığı
μ	: Lineer Soğurma Katsayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Andezit kaplama ile yapılmış bir kaldırıma ait görüntü.	7
Şekil 2.2. PVC (Polivinil Klorür) doğramaya ait bir görüntü.	8
Şekil 2.3. Silikon mastiğin yalıtım malzemesi olarak kullanımına ait görüntü.	12
Şekil 2.4. Mavi ısı yalıtım malzemesine ait görünüm.	13
Şekil 3.1. Bazı dedektörlerin ayırma güçlerine ait görünüm.	15
Şekil 3.2 Bir Si(Li) katihal dedektörünün şematik gösterimi.	17
Şekil 3.3. Sayma sistemi (EDXRF).	18
Şekil 3.4. Deney geometrisi.	21
Şekil 3.5. Tuğla için örnek spektrum.	22
Şekil 3.6. Basınç Dayanımı 52,5 MPa olan çimento için örnek spektrum.	22

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Pişirmede oluşan aşamalar.....	5
Çizelge 2.2. Bazı plastiklerin fiziksel ve mekanik özellikleri.	9
Çizelge 3.1. XRF Tekniğinde yaygın olarak kullanılan radyoizotoplar	14
Çizelge 4.1. Malzemelerin lineer soğurma katsayıları.....	25

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Canlılar yaşadığı ortamdaki mevcut radyasyondan etkilenirler. Alınan radyasyon her gün vücut hücrelerindeki binlerce molekülü parçalamakta ve hücrelerin ölmesine sebep olmaktadır. Ölen hücrelerin hücre yenilenmesi de oldukça zordur. Radyasyona maruz kaldığımız süre ve kaynağa göre mesafemiz önemlidir. Bu yüzden radyasyon etkisini azaltmak için radyasyon tutucu malzemelerle zırhlama yapılır. Bu özellikten yararlanılarak inşaat yapılarını da kullandığımız malzemelerle zırhlatabiliriz.

Radyasyonun etkileri hakkındaki en büyük endişe, ışınlanan kişilerde, kötü huylu hastalıklara neden olma ve ışınlanan kişilerin gelecek nesillerinde kalıtsal kusurlar ortaya çıkma olasılığıdır. Bu etkilerin ortaya çıkma olasılığı, ışınlanan kişinin doğal ya da yapay radyasyon kaynaklarından aldığı radyasyon miktarına bağlıdır. (TAEK 2009) Son yıllarda, iyonlaştırıcı radyasyonun etkileri çok daha iyi anlaşıldığından radyasyonla ışınlanan kişileri korumak için radyasyondan korunma sistemi oldukça popüler bir araştırma konusu olmuştur.

Günümüzde inşaat sektörü kentsel dönüşüm projeleri ve artan konut talepleriyle en büyük istihdam yaratan iş kollarından biridir. Gelişmiş ülkelerde insanların çevre, sağlık ve yapı güvenliği konusunda bilinç seviyesi giderek artmaktadır. Bu konu yapılarada kullanılacak inşaat malzemelerinin seçimini gündeme getirmektedir. Toplumun sağlık, konfor ve huzurunu doğrudan etkileyen inşaat sektöründe yine toplum için yapılacak mekânlar için yapı malzemesi seçimi, çeşitliliği önemlidir. Uygun malzeme seçimiyle radyasyona maruz kalma süresi azaltılabilir. Böylece insanoğlunun yaşam süresi uzamış, yaşam kalitesi artmış ve kalıtsal özelliklerinin bozulması engellenmiş olur.

Yapılarda malzeme seçimi ve içeriğine bağlı olarak farklı çalışmalar yapılmıştır: Stankovic *et al.* (2010) nükleer güç santralleri, nükleer araştırma reaktörleri ve sağlık

kurumlarında kullanılan parçacık hızlandırıcılar için bina inşaatlarını araştırmışlar ve betonun bileşeni olarak farklı tipteki agregaların radyasyon tutucu olup olmadığı analizini yapmışlardır. Albarhoum *et al.* (2011) Suriye'nin orta bölgesindeki evlerin binaları için kullanılan blok ve betonun zırlama özellikleri çalışılmıştır. Tavan yapımında kullanılan betonun $0,182 \text{ cm}^{-1}$ için (ya da kütle azaltma katsayısı için yaklaşık olarak $0,0859 \text{ (cm}^2/\text{g)}$) optimum kaplama özelliklerine sahip olduğu bulunmuştur.

Albarhoum *et al.* (2012) Suriye'nin orta bölgesindeki evlerin karakteristik zırlama özellikleri deneysel olarak ölçülmüş ve tartışılmışlardır. Bölgede tavan malzemesi yapımında kullanılan betonun nükleer reaktörlerde ve nükleer zırlamada kullanılan benzer olarak çok iyi özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Ek olarak daha küçük kütle azaltma katsayılarına sahip duvarlar için kullanılan blokların gama ışınlarını ortalama %73,221 e kadar azalttığını gözlemlemişlerdir. Damla *et al.* (2010) Türkiye'deki binalarda yaygın olarak kullanılan farklı çimento örneklerini gama-ışını spektrometresi kullanarak analiz etmişlerdir. Kullanılan radyonüklidlerin Ra-226 ve Th-232 için ölçülen aktif konsantrasyonlar, diğer ülkelerin rapor ettiği verilerle ve dünya ortalamalarıyla kıyaslanmıştır. Damla *et al.* (2011) Türkiye'de yaygın olarak kullanılan çatı ve tuğla malzemelerinde radyonüklidlerin dağılımını incelemişlerdir. Tuğla ve çatı malzemesi örneklerinin deneysel kütle azaltma katsayılarını 80-1332 keV enerji aralığında gama-ışını transmisyon yöntemiyle belirlemişlerdir ve deneysel kütle azaltma katsayılarını teorik değerlerle karşılaştırmışlardır.

Sağsöz *et al.* (2010) patolojik beyin dokularının lineer X-ışını azaltma katsayılarını deneysel olarak ölçmüşler ve biyolojik dokulardaki radyasyon doz dağılımını belirlemişlerdir. Aygün vd (2008) Am-241 ve Ba-133 nokta kaynakları kullanılarak seramik yapıştırıcı ve derz dolguda TSW'nin soğurma ve saçılma katsayıları incelemişlerdir. Kurudirek *et al.* (2010) farklı oranlardaki TSW, Portland çimento, kireç, derz dolgululu numunelerin kimyasal kompozisyonu hakkında bilgi elde etmek için dalga boyu ayrımlı X-ışını floresans spektrometre ile WDXRFS analizlerini yapmışlar ve 22,1 keV, 25 keV ve 88 keV'de foton etkileşme tesir kesitlerini hesaplamışlardır.

Boncukçuoğlu vd (2005) TSW'li modifiye çimento ve Portland çimentosunun mekanik özelliklerini ve radyoaktif geçirgenliklerini farklı elementlerin karakteristik K X-ışını enerjilerinde karşılaştırmışlardır. Polat (1999) EDXRF tekniğini kullanarak Aşkale Çimento fabrikası baca külünün kalitatif, kantitatif analizini yapmışlardır. Bu çalışmada Am-241 ve Fe-55 radyoizotop kaynaklarıyla uyarılan numunelerde Ca, Fe, Sb, Sn, Sr, I, ve In atomlarının mevcut oldukları tespit edilmiş olup standart ilave metoduyla bunlardan Ca, Fe, Sb, Sn, Sr, I, ve In elementlerinin farin, çimento ve baca külündeki ağırlık konsantrasyonları ölçülmüştür.

İçelli *et al* (2004) farklı konsantrasyonlardaki borik asitin (H_3BO_3) artan konsantrasyon yüzdesine göre kütle azaltma katsayılarını deneysel olarak ölçmüşlerdir. İçelli *et al.* (2012) tınkal, TSW ve atık toprakları için kararlı foton enerjisinin absorpsiyonunu ölçerek kütle azaltma katsayılarını hesaplamışlardır. Rubio-Avalos *et al.* (2005) sodyum bikarbonat ile elde edilen inorganik köpük malzemesinin mekanik özelliklerini incelemiş ve geliştirmişlerdir. Real *et al.* (2001) inşaat alanında dış uygulamalar için kullanılan birçok PVC esaslı bileşiği ısıl yaşlanmaya maruz bırakarak davranışlarını incelemiş ve relatif olarak karşılaştırma yapmışlardır. Drotleff *et al.* (2011) ses tutucu malzemeleri tavan yüzeyine monte ederek ses absorpsiyon spektrumunu ölçmüşlerdir.

Bu çalışmada EDXRF yöntemi ile PVC, Al doğrama, ahşap, çatı kaplama malzemesi (shingle), ısı yalıtım levhası, duvar kağıdı, alçıpan (vinil krolam), zımpara kağıdı, duralit, krom levha, laminant parke, tuğla, silikon mastik, yağlı boya, gaz beton (ytong), MDF, fayans, galvanizli sac ve andezit kaplama malzemesinin 59,5 keV enerji değeri için lineer soğurma katsayıları deneysel olarak ölçülmüştür.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Seramikler ve Pişmiş Toprak Ürünleri

Seramikler bir metal veya iki metal ile bir ametal atomunun belirli stoikiyometrik oranlarda birleşmesinden oluşur. Metal olmayan atom çoğunlukla oksijendir. Seramiklerde metaller katyon, ametaller ise anyon görevi yaparak güçlü iyonik bağlar oluştururlar. Ancak iyonik bağ dışında seramiklerde kovalent, kristal ve amorf yapılara da rastlanır. Seramikler yalnızca pişmiş toprak ürünleri olmayıp, metaller ve polimerlerle birlikte en geniş malzeme topluluğunu oluştururlar. Seramikler arasında pişmiş kil ürünleri, refrakter malzemeler, camlar, aşındırıcılar, kayalar gibi çok farklı kökenli malzemeler sayılabilir.

2.1.1. Seramik üretimi

2.1.1.a. Karışımın hazırlanması

Bu aşamada çıkarılan hammadde bekletilerek kararlı bir durum alması sağlanır. Olgunlaşan kil içindeki yabancı maddeler ayrılır. Gerekirse katkı maddeleri ile birlikte kil karıştırılarak ve öğütülerek hammadde haline getirilir. Homojen hale gelmiş karışım kullanılan şekillendirme yöntemine uygun olarak nemlendirilir.

2.1.1.b. Şekillendirme ve kurutma

Hazırlanan karışım değişik yöntemlerle istenen forma getirilir. Şekillenen karışım uygun iklim koşullarında açık havada, gölgede kurutulur. Daha modern kurutma yöntemi ise nemi kontrol ederek yaklaşık 80°C'de belirli sürede kontrollü olarak kurutmaktır.

2.1.2. Pişirme

Pişirme işlemi özen gerektiren teknik bir işlemdir. Özellikle çatlama meydana gelmemesi için sıcaklığın kontrollü bir biçimde yavaş yükseltilip, düşürülmesi gerekir. Fırın sıcaklığı ürün tipine göre farklılık gösterir. Üretimde kullanılan fırın tipleri sürekli çalışan ve aralıklı işleyen olmak üzere iki tiptir. Pişirme işleminin 3 amacı vardır:

- Malzemeyi yeterli derecede sertleştirip, sağlamlaştırmak.
- Bazı çeşitlerini su geçirmez hale dönüştürmek.
- Sır karışımının (emayenin) eriyerek camsı tabakayı ve renkleri oluşturması.

Çizelge 2.1. Pişirmede oluşan aşamalar.

Aşama	Sıcaklık (°C)	Cisimdeki Değişiklikler
Kuruma	100	Plastisite su kaybı
Dehidratasyon	100-700	Kristal suyu kaybı
Oksitlenme	550-900	Demirli bileşikler Fe_2O_3 'e dönüşür. Karbonlu bileşikler yanarak kaybolur. Yoğunlaşarak boşluklar kaybolur.
Camlaşma	950-1450	Kil esaslı seramik ürünler oluşur.

2.1.3. Fayans

Hamuru gözenekli ve pişmiş toprak görünüşünde olup, yüzeyi sırlanmış seramik eşyaya fayans denir. Fayans hamuru içinde kil, kum, kalker ve alkali karakterli maddeler bulunur. Dekorlu fayanslar da gözenekli, yüzeyi sırlanmış pişmiş toprak ürünleridir. Malzeme saydam sırla örtünürse hamurun renk ve deseni görülür ve yalnız gözeneklerin tıkanıp suyun geçmesi önlenir. Sır, seramik ürünlerin yüzeylerini kaplayan, malzemeye su sızdırmazlık özelliği, estetik bir görünüm ve hijyeniklik kazandıran camsı bir tabakadır. Sır, seramik ürünlerin yüzeyine uygulandığında (en fazla 0,5 mm kalınlığında) renkli, örtücü veya şeffaf bir görünüm verir. Sırın ana maddesi SiO_2 olup

içine diğer metal veya ametal oksitleri karıştırılabilir. Fayanslar duvar kaplama karoları olarak ve sıhhi tesisat malzemesi olarak kullanılır.

2.1.4. İnşaat tuğlaları

Tuğlalar, el ile mekanik el aletleri ile veya tamamen mekanik araçlarla kaplanırlar. İçi dolu veya kısmen boş dikdörtgen biçimindedirler. Bunların değişik boyutlardaki çeşitleri ilgili Türk Standartları Enstitüsü'nde belirtilmiştir. Tuğlalar fabrika ve harman tuğlası olarak ikiye ayrılırlar.

2.1.4.a. Harman tuğlaları

Killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip gerektiğinde su, kum, öğütülmüş tuğla, kiremit tozu ve benzerleri ile karıştırılarak el ile veya aletlerle şekillendirildikten sonra kurutulup genellikle harmanlarda pişirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan malzemedir.

2.1.4.b. Fabrika tuğlaları

Harman tuğlası karışımının genellikle suni olarak kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan yapı malzemeleridir. Şekillendirilmiş tuğla ham maddesi erimeye yakın bir duruma kadar pişirilirse birim ağırlığı ve basınç dayanımı yüksek ve donda dayanıklı dış duvar tuğlaları elde edilir. Bu işleme sinterleşme, bu tip tuğlalara da klinker tuğlaları denir. Fabrika tuğlaları klinker tipi, dolu, düşey delikli ve yatay delikli olarak çeşitli boyutlarda imal edilir

2.2. Kompozit Malzemeler

İki malzeme, orijinal malzemelerde elde edilemeyen bir özellik kombinasyonunu elde etmek için birleştirildiğinde kompozitler üretilir. Kompozit malzemeler alışılmışın

dışında bükülmezlik, mukavemet, ağırlık, yüksek sıcaklık performansı, korozyon direnci, sertlik ve iletkenlikten oluşan kombinasyonları elde etmek için seçilirler. kompozitler; metal-metal, metal-seramik, metal-polimer, seramik-polimer, seramik-seramik veya polimer-polimer olabilir.

İleri teknoloji veya modern teknoloji malzemeleri olarak da bilinen uygulama alanları giderek artan bu malzemelerin alışılmış diğer mühendislik malzemelerine göre bir çok üstünlüğü vardır. Mühendislik malzemelerinden beklenen başlıca mekanik özellikler: çekme, basınç, eğilme, akma, sertlik, tokluk iken başlıca fiziksel özellikler ise elektriksel iletkenlik veya yalıtkanlık, manyetik özellikler, ısı iletkenlik veya yalıtkanlıktır. Farklı malzemelerin bir araya getirilmesi ile elde edilen kompozitlerin kullanım alanları bu faydalarından dolayı oldukça geniştir (Kaya 2000)



Şekil 2.1. Andezit kaplama ile yapılmış bir kaldırıma ait görüntü.

2.3. Polimerler

Polimerler küçük kimyasal yapıların çok sayıda tekrarından oluşan geniş moleküllerdir. Doğal ve yapay olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yapay polimerlere örnek olarak etilen monomerinin polimerizasyonu ile elde edilen polietilen, yapay polimerler gibi

tekrarlanan ünitelerden oluşan doğal polimerlere örnek olarak ise selüloz, nişasta ve kauçuk verilebilir.

Polimerler kimyasal bileşenlerine göre organik ve inorganik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. Organik polimerlerde başta karbon olmak üzere hidrojen, azot ve halojen atomları da bulunur. Bir atomun polimer ana zinciri üzerinde bulunabilmesi için en az iki değerlik olması şarttır. Bu nedenle hidrojen ve halojenler ana zincir üzerinde bulunamazlar. İkinci şart ise ana zincir üzerinde bulunan atomlar arasındaki bağ enerjisinin yeterli olmasıdır. İnorganik polimerlerde ise ana zincirde karbon yerine silisyum, germanyum, bor gibi elementler bulunur. Ana zincirde bulunan elementlerin bağ enerjileri organik polimerlerde bulunan elementlerin enerjilerinden daha yüksektir. Sentez yoluyla bileşiğin kendi küçük molekülünden daha büyük moleküllerin üretilmesine polimerizasyon, iki veya daha çok arı molekülün su molekülleri dışarıda kalacak şekilde birleşmeleri ve büyümelerine ise kondenzasyon denir.



Şekil 2.2. PVC (Polivinil Klorür) doğramaya ait bir görüntü.

2.3.1. Plastiklerin mühendislikte kullanımı ve özellikleri

Plastikler mühendislikte gün geçtikçe kullanımı artan yeni malzemelerden biridir. Plastikler inşaat mühendisliğinde önceleri alt yapı malzemeleri şeklinde kullanılmaya

başlanılmıştı. Ancak günümüzde plastikler geliştirilen çok farklı özellikleri ile değişik kullanım alanları bulmuştur. Plastiklerin genel özellikleri şöyledir:

- Özgül ağırlık 0,82-2,10 g/cm³
- Değişik elektiriksel iletkenlik
- Düşük ısıl iletkenlik
- Şeffaftan opağa kadar değişen renk seçeneği
- Kimyasal maddelere dayanıklılık
- Düşük su emme
- Yanmama ve yanarken sönme özelliği gösterme (zehirli gaz etkisi ortaya çıkabilir.)
- Kolay imalat ve işlenebilirlik

Plastikler atmosfer ve diğer dış etkilere karşı çok büyük dayanıklılık gösterdiğinden doğada kolay yok olmazlar, eskime göstermezler. Bağlar daha çok kovalent bağ türündedir. Çapraz bağlı ve dallanmış türler sıcaklık etkisiyle yumuşayarak reaksiyona girip erir. Sıcaklık bir noktayı aşınca polimerizasyon sonucu plastik sert, kırılğan bir malzeme haline dönüşür. Bu malzemeler tekrardan ısıtılınca yumuşamazlar. Sert ve kırılğandır. Bu tip malzemelere termoset plastikler denir. Düz zincir tipi plastiklere ise termoplastik denir. Bu tip malzemeler sıcaklık artınca yumuşarlar ve basınç altında tekrar şekil verilebilirler.

Çizelge 2.2. Bazı plastiklerin fiziksel ve mekanik özellikleri.

Malzeme	Tipi	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Çekme Dayanımı (MPa)
PVC	Termoplastik	1,3-1,58	10,3-55,2
Polietilen	Termoplastik	0,92	6,2-37,2
Polipropilen	Termoplastik	0,9-0,91	27,6-48,3
Poliüretan	Termoset	1,2	34,5

2.3.2. Yağlı boyalar

Pigmentleri metal oksitler, tabaka yapıcıları ise sentetik ve selülozik esaslı plastiklerdir. Selülozik boyalar metallere ve ahşaba kolaylıkla uygulanabilen çabuk kuruyan (4-12 saat) dayanıklı bir türdür.

Sentetik boyaların diğer bir uygulama alanı da ısı ve korozyona yüksek dayanım gösteren metallere 125°C' de yarım saat süre ile pişirmek suretiyle uygulanan fırın veya emaye boyalardır.

2.4. Ahşap

Canlı bir organizma olan ağaçtan elde edilen lifli, heterojen ve anizotrop yapı malzemesine ahşap denir. Ahşap günümüzde taşıyıcı malzeme olarak çatılarda, betonarme inşaatın iskele ve kalıplarında kullanılır.

Ahşap yapısal açıdan doğal bir polimerdir. Ahşabın bünyesi ağacın uzunluğuna paralel, uzun, boş hücrelerden oluşur. Bu hücreler ağacın ekseninden radyal olarak dışa doğru gelişir ve lignin adı verilen ve ağacın dik durmasını sağlayan reçine ile bir arada tutulur. Bu nedenle ahşabın davranışı, çimento ile yapıştırılmış ince cidarlı bir boru kümesinin davranışına benzetilebilir.

Doğada çok sayıda ağaç türü olmasına karşın önemli ekonomik değer taşıyan ağaç sayısı sınırlıdır. Yapılarda kullanılan ahşabın önemli bir kısmı çam, meşe, ceviz, dişbudak, karaağaç, selvi, kayın, köknar, sedir ve kavak gibi ağaçlardan elde edilmektedir (Demirboğa 2007).

2.4.1. Suni tahtalar

Ağaçları kıyarak, yonga veya talaş haline getirmek ve bunlara su, buhar ile muamele edip, mekanik araçlarla ezip, didikleyerek lifler halinde dağıtma işlemine kıyma denir. Kıyılan ve hamur haline dönüştürülen ahşap çeşitli yöntemlerle yapay ahşap levhalar haline getirilir. Bunlar doğal kereste yerine yalıtım levhası, sert levha (duralit, MDF, sunta) olarak doğrama, kaplama, döşeme vb. malzemesi olarak geniş kullanıma sahiptirler.

2.5. Detay Malzemesi Olarak Kullanılan Metaller

2.5.1. Sac

Çatı kaplamalarında kullanılan sac örtüleri birer detay malzemesidir. Galvanize sac levhalar düz, oluklu ve trapez kesitlidir. Düz sacların genişlikleri 100-120 cm, oluklu ve trapez kesitli sac levhaların genişliği ise 80-90 cm kadardır. Kalınlıkları ise 0,3-1,5 mm arasında olabilir. Levhaların ağırlığı kalınlığa bağlı olarak 2,5 ile 15 kg/m arasında değişir.

2.5.2. Alüminyum levhalar

Tabiatta en fazla boksit halde bulunur. Elde edilmesinde fazla enerji gerektirdiği için pahalı bir malzemedir. Bu levhaların kalınlıkları 1,5-5 mm arasındadır. Çatı kaplaması, kapı, pencere ve vitrin doğraması imalatında kullanılır.

2.6. Silikon Mastik

Hızlı kuruyan, dayanıklı ve esnek asetoksi bazlı bir dolgu ve yapıştırma malzemesidir. Ahşap ve PVC süpürgelik yapıştırmada, seramik ve sırlı yüzeylerde, cam yüzeylerde, metal yüzeylerde, çeşitli plastik yüzeylerde dolgu ve yapıştırma işlemleri için kullanılır.



Şekil 2.3. Silikon mastiğin yalıtım malzemesi olarak kullanımına ait görüntü.

2.7. Isı Yalıtım Malzemesi

Günümüzde artık canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için en önemli ihtiyaçlarının başında enerjinin geldiği büyük bir gerçektir. Dünyamızda çok çeşitli enerji kaynaklarının vardır. Ancak bu kaynakların başında fosil enerji kaynaklarının birinci sırayı aldığı bilinmektedir. Ne yazık ki dünyamızdaki fosil enerji kaynakları rezervleri her geçen gün süratle tükeniyor. Bunun bilincinde olan insanlar enerjiyi daha az kullanmak amacıyla çeşitli çareler aramaktadır (Ertokat 2009). Her sektörde kendine yeni yüz bulan enerji tasarrufu, inşaat sektöründe de kendini malzeme olarak göstermiştir. Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir.

Isı yalıtımı Yönetmeliklere uygun yapılacak ısı yalıtımı, ısınma veya serinleme amacıyla yaptığımız harcamalardan ortalama %50 tasarruf ederek yazın serin kalmaya kışın daha iyi ısınmaya imkân sağlar.



Şekil 2.4. Mavi ısı yalıtım malzemesine ait görünüm.

2.8. Lineer Soğurma Katsayısı

Elektromanyetik dalga madde ile etkileştiğinde enerji kaybettiği üç ana olay vardır. Bunlar fotoelektrik olay, Compton saçılması ve çift oluşumdur.

Bir X-ışını veya gama ışını hüzmesinin şiddeti, belli bir soğurucu ortamdan geçtiğinde azalır. Bu azalma ortamın kalınlığı ile orantılıdır ve Lambert-Beer kanunu ile verilir:

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2.1)$$

μ orantı katsayısı lineer azaltma katsayısı olarak adlandırılır. Soğurucu materyal belli bir kalınlıktan ince olduğunda, bütün parçacıklar soğurucu materyali geçer. Ancak soğurucu materyal belli bir kalınlıktan daha kalın ise parçacıklar bütün enerjisini kaybeder ve soğurucu materyalden çıkamaz (İçelli 2002). Lineer azaltma katsayısının değeri fotonların enerjisine ve soğurucu malzemenin yapısına bağlıdır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Enerji Ayrımlı X-Işını Spektrometresi

XRF tekniği, dalga boyu ayrımlı X-ışını flöresans ve enerji ayrımlı X-ışını flöresans analizi olmak üzere iki şekilde incelenir. Bu çalışmada yapılan ölçümler için EDXRF sistemi kullanılmıştır. Sistemin esas bileşenleri Am- 241 nokta kaynağı, Si(Li) dedektörü, analog sayısal dönüştürücü (ADC), çok kanallı analizör (MCA), yüksek voltaj kaynağı (-500 V), ön yükseltici, yükseltici ve diğer elektronik bileşenlerdir.

3.1.1. XRF tekniğinde kullanılan kaynaklar

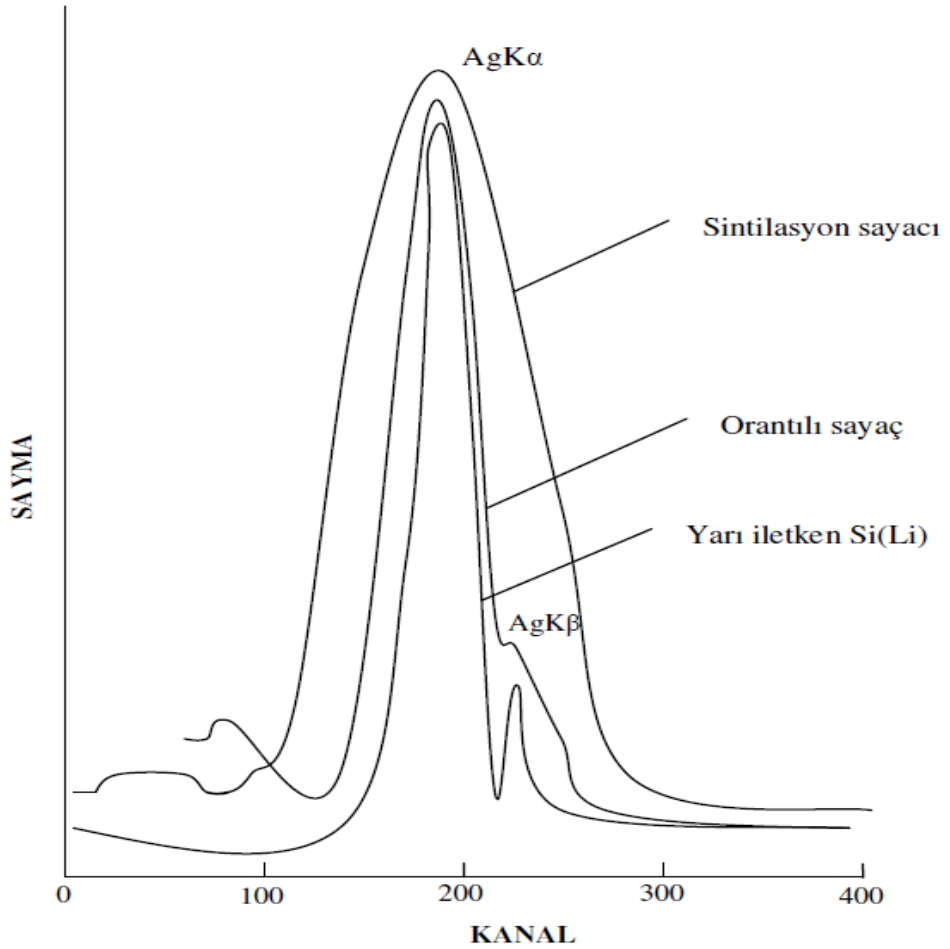
XRF tekniğinde numune genellikle bir radyoizotop kaynak ya da X-ışını tüpü kullanılarak uyarılır. Kaynaktan gelen primer radyasyonun enerjisi M, L veya K-tabakası elektronlarının bağlanma enerjilerinden daha büyük olduğunda atom uyarılabilir. En yaygın olarak kullanılan radyoizotop kaynaklara Fe-55, Co-57, Cd-109 ve Am-241 örnek verilebilir. Bu çalışmada Am-241 nokta radyoizotop kaynağı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. XRF Tekniğinde yaygın olarak kullanılan radyoizotoplar

İzotop	Yarı Ömür	Enerji (keV)
Fe-55	2,7 yıl	5,9
Co-57	270 gün	6,4 14,4 122 136
Cd-109	1,3 yıl	22,2 88
Am-241	470 yıl	14-21 26 59,5

3.1.2. Si(Li) dedektörünün çalışma prensibi

Elementlere ait karakteristik X-ışını spektrumlarını elde etmek için, araştırma alanlarına bağlı olarak çeşitli dedektörler kullanılmaktadır. Dedektör seçiminde; dedektör tipi, hassas olduğu enerji bölgesi ve ayırma gücü gibi seçenekler önemlidir. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi rezülasyonu en yüksek olan dedektörler yarı iletken dedektörlerdir. Bir Si(Li) dedektörü; p- tipi pozitif bölge, n- tipi negatif bölge ve deplasyon bölgesinden oluşur.



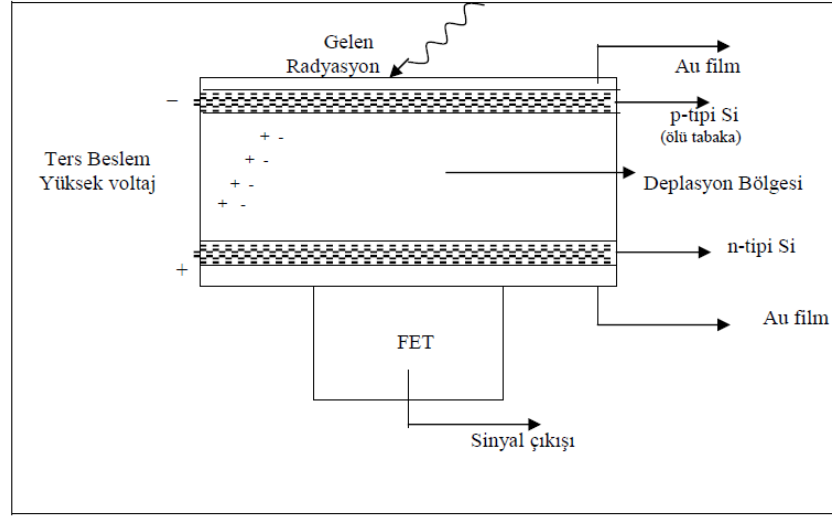
Şekil 3.1. Bazı dedektörlerin ayırma güçlerine ait görünüm.

Yarıiletkenlerde elektrik iletimini kontrol etmek için, az miktarda katkı maddesi ilave edilir. Katkı maddesi olarak değerlik elektronları 5 olan atomlar kullanılırsa, elektronlarda 4'ü komşu Si veya Ge ile kovalent bağ yapar. Böylelikle 5. elektron örgü içerisinde rahatlıkla hareket edebilir. Negatif yük taşıyıcılarının fazla olduğu böyle bir yarıiletken materyale n-tipi yarıiletken denir. Fakat katkı maddesi olarak değerlik elektronları 3 olan bir atom kullanılırsa kristalde 4 komşu atomla kovalent bağ oluşur ve pozitif yük fazlalığı meydana gelir. Pozitif yük fazlalığının oluştuğu böyle yarıiletken materyale ise p-tipi yarıiletken denir.

Bir sayaç kristali yapmak için p- tipi ve n- tipi materyaller bir kontakla bir araya getirildiğinde eklem yakınındaki elektronlar ve boşluklar birleşerek yük taşıyıcılarının nötr hale geldikleri bir bölge oluştururlar. Saymada hassas olan ve alanı 30-1000 mm² olan bu bölgeye deplasyon bölgesi denir. Yüksek dirençli bu bölgeye bir ters besleme potansiyeli uygulandığında bu bölge genişleyebilir. Bu haldeyken gelen radyasyon için hassas hale gelir.

Ters beslem voltajı uygulandığında iki farklı durum elde edilebilir. İlk olarak deplasyon bölgesindeki elektrik alan büyüklüğünü, yük birikimini daha verimli yaparak artırır. İkinci olarak ise bir tip materyalden diğerine daha fazla yük taşıyıcısını sürükleyecek bir kuvvet uygulayarak deplasyon bölgesinin boyutlarını artırır. Soğurma verimliliği dedektör kalınlığı arttıkça artar.

Si ve Ge dedektörler yapılırken en çok takip edilen işlem önce p-tipi bir materyal almak ve üzerine Li atomlarını yaymaktır. Böylelikle n-tipi ince bir bölge oluşturulmuş olur. Ters beslemin ve sıcaklığın yavaşça artırılmasıyla Li, geniş bir deplasyon bölgesi yaparak p-tipi bölgeye sürüklenir. Bu tür dedektörler Ge(Li) dedektör ve Si(Li) dedektör olarak adlandırılır.

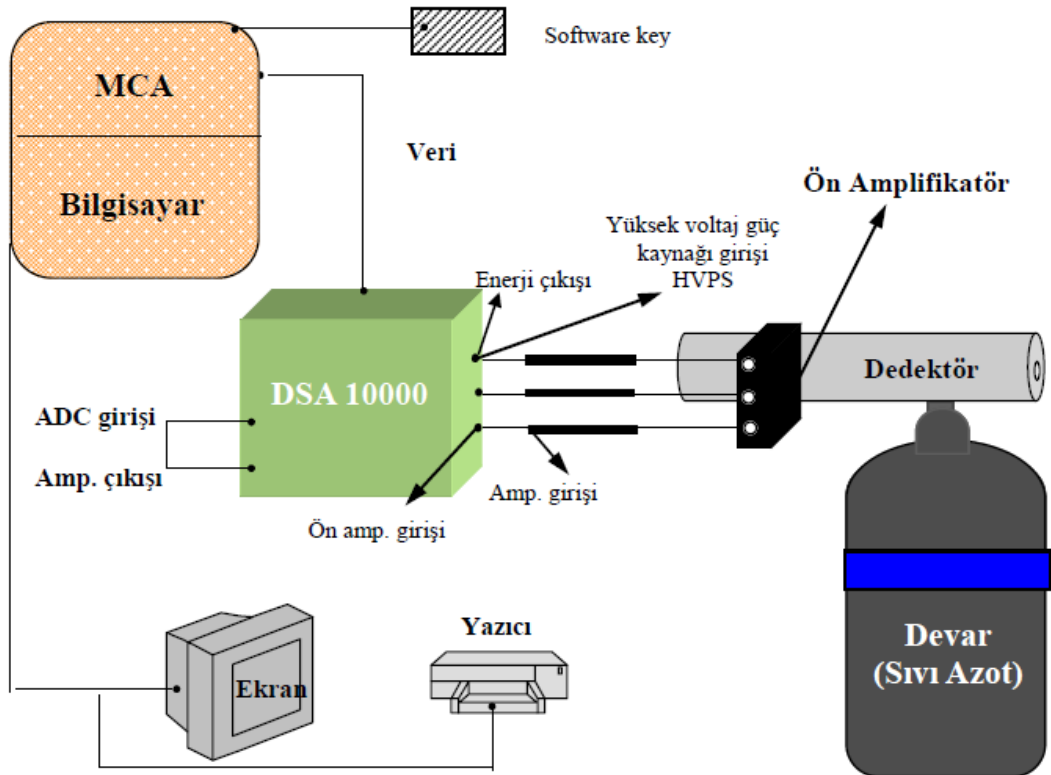


Şekil 3.2 Bir Si(Li) katihal dedektörünün şematik gösterimi.

200Å kalınlığındaki altın, elektriksel iletkenliği sağlamak için silisyum üzerine buharlaştırılır. Bu altın filmler elektrot görevi görürler. Ters besleme nedeniyle elektronlar n-tipi boşluklar (holler) p-tipi bölgeye yönelirler. Sonuçta dedektöre gelen foton enerjisi ile orantılı sayıda elektron-hol çifti oluşuyor. Sayaç maddesinin seçiminde elektron-hol çifti veriminin büyük olması, yani elektron-hol çifti başına düşen enerjinin küçük olması tercih edilir. Bir Si(Li) dedektörde bir elektron-hol çifti meydana getirebilmek için gerekli enerji 3,8 eV'dur. Aynı fotonun meydana getirdiği + ve - yükler çeşitli etkileşimlerden sonra tekrar birleşebilirler ki bu olaya rekombinasyon denir. Kullandığımız dedektörün aktif alanı 12mm² ve kalınlığı 3mm'dir. Dedektör en uygun ayırma gücünü elde etmek ve gürültüyü azaltmak için sıvı azot sıcaklığında (-196⁰C) tutulmaktadır. Bunun için sayaç kristali ve FET (alan etkin transistör) 30 lt sıvı azot alabilecek bir kaba (dewar) yerleştirilmiştir. Dedektör dış ortamdan gelebilecek yüzey kirlenmesini önlemek için 25µm kalınlığında bir berilyum pencere ile koruma altına alınmıştır (Polat 1999).

3.1.3. Analizör

Gelişmiş dijital sinyal proses teknikleriyle donanımlı çok kanallı bir analizör olan DSA-1000 sayma sistemi, sinyal prosesinin sonrasında sinyalleri sayısallaştıran dönüştürücü sistemlerden farklı olarak sinyal prosesinin öncesinde ön yükselticiden alınan sinyalleri sayısallaştırır. DSA- 1000 bir dedektör (ön yükseltici ile birlikte), yükseltici, analog sayısal dönüştürücü (ADC), yüksek voltaj kaynağı, çok kanallı analizör (MCA) sistemin tüm birimlerini yöneten spektrumları alan ve değerlendirmede kullanılan Genie-2000 programının yüklü olduğu bir bilgisayar ile sistemin diğer birimleri arasında ara yüz görevi yapan bir dangedan (software key) oluşmaktadır (Şekil 3.3). Yüksek voltaj güç kaynağı, amplifikatör ve ADC'nin koşulları Genie-2000 programı ile kontrol edilmektedir. Dijital sinyal proseslerin kullanımı pulsların daha hızlı ve hassas olarak işlenmesini sağlayarak sinyal toplama performansının ve spektrum rezolüsyonunun artmasını sağlar (Han 2009).



Şekil 3.3. Sayma sistemi (EDXRF).

3.1.4. Yüksek voltaj kaynağı

Dedektörde oluşan yükleri toplamak için dedektör üzerinde yüksek gerilim uygulanmalıdır. En iyi çalışma gerilimi çalışma öncesinde deneyci tarafından belirlenir ve bu gerilim küçük bir detektör için birkaç yüz volt, büyük bir detektör için beş bin volta kadar değişebilir (Han 2009). Çalıştığımız dedektöre uygulanabilecek maksimum gerilim -500V'dur. Fakat bu çalışma için en iyi çalışma potansiyeli -430,2V olarak belirlenmiştir ve çalışma süresince bu gerilim değeri uygulanmıştır.

3.1.5. Ön yükseltici

Yarı iletken dedektörler ile yüke hassas bir ön yükseltici kullanılır. Elektronik gürültüyü minimize etmek için genellikle bir alan etkili transistör (FET) olan ön yükselticinin girişi dedektör ile birlikte sıvı azot içerisinde muhafaza edilir. Ön yükseltici dedektörden gelen yükü voltaj pulsuna dönüştürür. Ön yükselticiden çıkan pulsların yükseklikleri veya genlikleri dedektörde toplanan yük miktarı eğer fotonun bütün enerjisi dedektörde soğurulmuş ise fotonun enerjisi ile orantılı olmalıdır.

3.1.6. Yükseltici

Bir yükselticinin ilk görevi, ön yükselticinin çıkış puls genliklerini ayırt etmek ve sayılması için uygun seviyelerine yükseltmek; ikinci görevi ise pulsları, puls genliği ve X-ışını fotonu arasındaki orantılı ilişkiyi aynen koruyarak işleme uygun bir hale getirmektir. Kullanıcı, puls genişliğini belirleyen şekillendirme zamanı (shaping time) sabitinin seçimine dikkat etmelidir. Bir spektrumdaki pikler için en iyi rezolüsyon genellikle daha uzun zaman sabitiyle elde edilebilir; çünkü sistem daha uzun bir zaman üzerinden gürültünün ortalamasını alabilir. Bununla birlikte, daha uzun zaman sabitleri yüklerin daha fazla rastgele toplanmasına neden olur (Debertin and Helmer 1988).

3.1.7. Analog sayısal dönüştürücü (ADC)

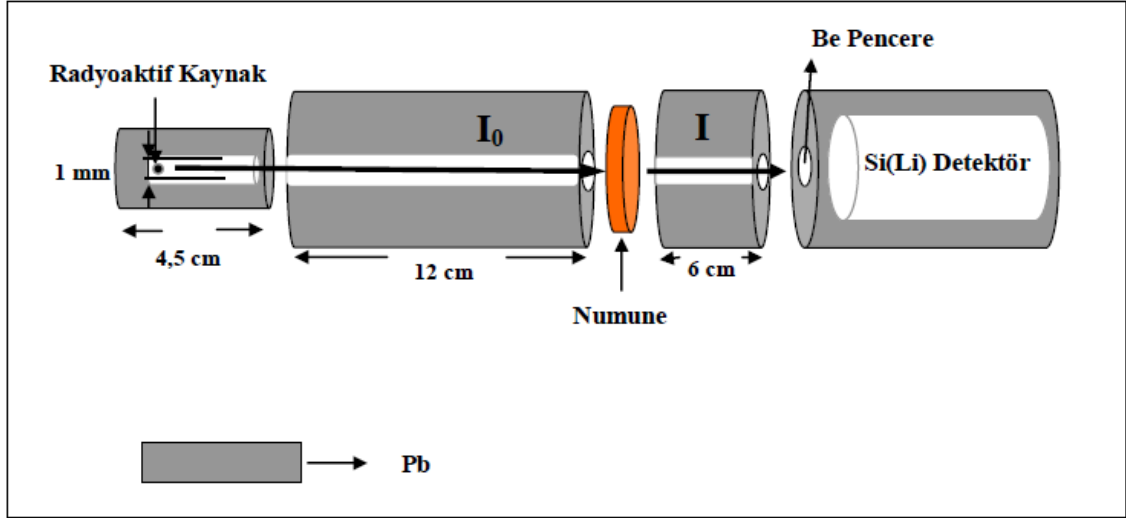
Analog sayısal dönüştürücünün (ADC) görevi yükselticiden gelen analog pulsunu, onun genliğiyle (dolayısıyla X-ışını fotonunun enerjisiyle) orantılı bir tam sayıya çevirmektir. Ön yükselticiden gelen potansiyel pulsları liner yükselticide büyütüldükten sonra ADC'ye gönderirler. ADC'de analog işlemleri yapılan bu pulsları çok kanallı analizöre gönderilir ve orada enerjilerine karşılık gelen kanallarda sayılırlar. Bu sayımlar sonucu sayacın ayırma gücüyle ilgili olarak aynı enerjili karakteristik X-ışınları bir pik oluştururlar. Bu pikler bir araya geldiklerinde enerjiye veya dalga boyuna karşı şiddet desenleri oluştururlar ki bu desene X-ışını spektrumu denir.

3.1.8. MCA Çok kanallı analizör

Çok kanallı analizör (MCA) sayısal hale getirilmiş pulsları uygun gelen kanallara yerleştirir ve bilgisayar hafızasına kaydeder. Her kanal kalibrasyon işlemiyle belirlenmiş olan belli bir enerji aralığına düşen pulsları sayar.

3.2. Deney Geometrisi ve Yapılışı

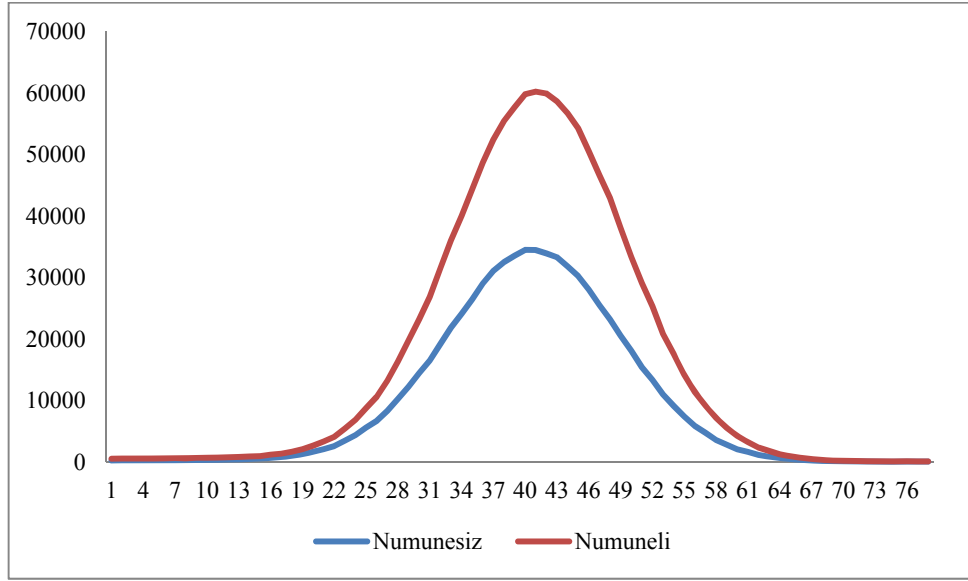
Bu çalışmada 100 mCi ($3,7 \times 10^9$ Bq) şiddetindeki Am- 241 radyoizotop nokta kaynağı ve kaynaktan elde edilen 59,5 keV'lik γ - ışınları kullanılmıştır. Kaynaktan çıkan ışınları kolime etmek için kaynağın bulunduğu alan kurşun plakalar arasına yerleştirilmiştir. Spektrumların alınmasında, enerji ayrımlı X- ışını spektrometresine bağlı, aktif çapı ve aktif alanı sırasıyla 3,91 mm ve 12 mm² olan ve 5,9 FWHM'u 160 eV olan ve dış ortamdan gelebilecek yüzey kirlenmelerine karşı koruma amaçlı 13 μ m kalınlıklı Be pencereye sahip bir Si(Li) dedektör kullanılmıştır. Deney süresince sayaç kristali ve FET 30 litrelik bir sıvı azot kabında, sıvı azot sıcaklığında (-196°C) tutulmuştur. Ölçüm süresi boyunca çevre şartlarının değiştirilmemesine özenle dikkat edilmiştir. Ölçümler için hazırlanan deney geometrisi Şekil 3.4'te verilmiştir.



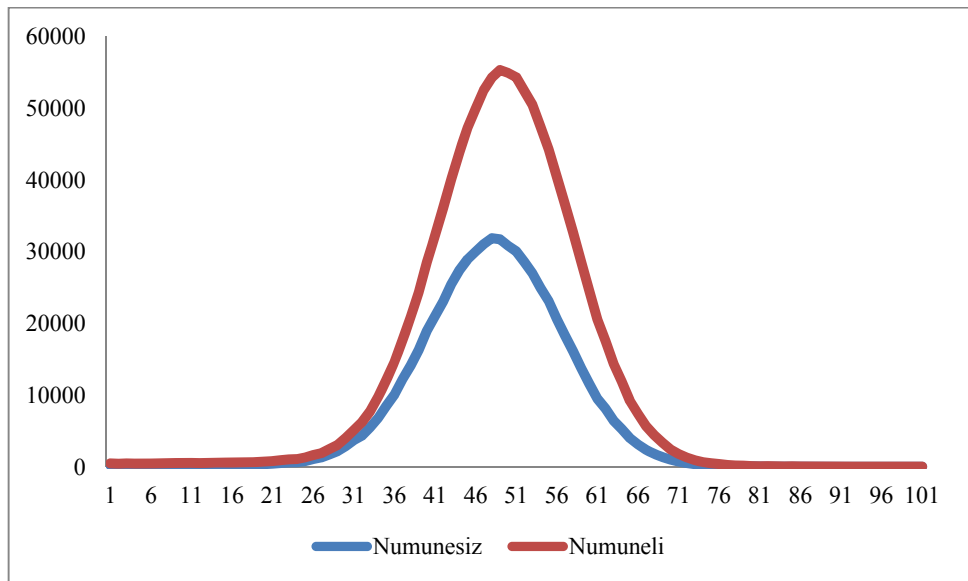
Şekil 3.4. Deney geometrisi.

MCA için Genie-2000 programında 4096 kanal seçilmiş Am-241 kaynağı ve bazı elementlerin enerjileri bilinen X-ışını pikleri kullanılarak kalibrasyonu yapılmıştır.

Genie-2000 programında alınan spektrumlar, Matab 7.0 programında yazılan ve Genie-2000 programının formatına göre elde edilmiş ham verileri bir text- dosyası formatına çeviren program vasıtasıyla OriginPro 7.5 programında çizdirilmiştir. Bu program kullanılarak piklerin enerjileri ve net alanları hesaplanmıştır. Kullanılan deney geometrisinde detektör, numune ve kaynak aynı düzlem üzerindedir. Kaynak ve detektör arasındaki mesafe numune kalınlığına göre değiştirilmiştir ve her bir durum için boş sayımlar alınmıştır. Tuğla ve 28 günlük basınç dayanımı 52,5 MPa olan çimento için örnek spektrumlar Şekil 3.5 ve Şekil 3.6' da verilmiştir.



Şekil 3.5. Tuğla için örnek spektrum.



Şekil 3.6. Basınç Dayanımı 52,5 MPa olan çimento için örnek spektrum.

3.3. Numunelerin Hazırlanması

Ölçümlerde 22 farklı numune kullanılmıştır. Numunelerin seçiminde çeşitliliğe önem verilmiş, seçim kriteri olarak bir yapının kaba ve ince inşaatında kullanılan malzemeler esas alınmıştır. İnce inşaat malzemesi olarak PVC, Al doğrama, çatı kaplama malzemesi, duvar kağıdı, alçıpan, zımpara kağıdı, krom levha, laminant parke, fayans, silikon mastik, çimento, yağlı boya ve galvanizli sac kullanılmıştır. Mevcut bir yapının %30'unu oluşturan kaba inşaat malzemelerinden ise ahşap, ısı yalıtım levhası, duralit, tuğla, gaz beton(ytong), MDF, andezit kaplama malzemesi piyasada bulunduğu şekilde temin edilmiştir. Yapının en önemli kısmı olan betonun incelenmesi için de 28 günlük basınç dayanımları sırasıyla 32,5- 42,5- 52,5 MPa olan çimentolar ile su/çimento oranı 0,5 olan beton numuneler dökülmüştür. Beton numunelerin hazırlanması aşamasında çimento ve suyun kütlesi 1/10000 hassasiyetli Gec AVERY terazisiyle ölçülmüştür. Karıştırıcıda 10 dakika karıştırılmak sureti ile silindir kaplara dökülen numuneler kalıptan çıkarıldıktan sonra 7 gün kür havuzunda bekletilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Lineer Soğurma Katsayılarının Ölçülmesi

Bu çalışmada mevcut bir yapının hem kaba inşaatında hem de ince inşaatında kullanılan 22 farklı malzeme (PVC, Al doğrama, çatı kaplama malzemesi, duvar kağıdı, alçıpan, zımpara kağıdı, krom levha, laminant parke, fayans, silikon mastik, yağlı boya, galvanizli sac, ahşap, ısı yalıtım levhası, duralit, tuğla, gaz beton(ytong), MDF, andezit kaplama malzemesi, çimento) için lineer soğurma katsayıları 59,5 keV enerji değerinde ölçülmüştür.

Foton şuası bir soğurucu ortam içinden geçtiği zaman ortamın özelliklerine bağlı olarak azalır ki bu işlemler Lambert-Beer kanununa uygun olarak

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (4.1)$$

şeklinde ifade edilir. Burada I_0 numunesiz sayımları, I numuneli sayımları, x numunelerin kalınlığını, μ ise lineer soğurma katsayısını göstermektedir. x cm biriminde alındığında μ cm^{-1} birimindedir. Soğurma ölçümlerinde aynı zaman ve deneysel şartlar altında numuneli ve numunesiz sayımlar yapılarak elde edilen sonuçlar 4.1 eşitliğinde kullanılıp lineer soğurma katsayıları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiş ve elde edilen sonuçlar relatif olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.1. Malzemelerin lineer soğurma katsayıları.

Malzeme Adı	Lineer Soğurma Katsayıları (cm⁻¹)
Duralit	0,0069
Laminant Parke	0,0070
MDF	0,0072
Ytong	0,0088
Silikon Mastik	0,0093
Ahşap	0,0094
Alçıpan	0,0123
Isı Yalıtım Malzemesi	0,0131
PVC	0,0173
Fayans	0,0220
Çatı Kaplama Malzemesi	0,0244
42,5 MPa'lık Çimento	0,0285
52,5 MPa'lık Çimento	0,0286
Zımpara Kağıdı	0,030
Tuğla	0,030
32,5 MPa'lık Çimento	0,0335
Yağlı Boya	0,0376
Duvar Kağıdı	0,0380
Al Doğrama	0,0594
Andezit Kaplama	0,0895
Krom	0,4235
Galvanizli Sac	0,4287

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Geçmişten bugüne malzeme bilgisi ve malzeme mühendisliğindeki gelişmelere paralel olarak inşaatlarda kullanılan yapı malzemelerindeki çeşitlilik artmıştır. Bu artıştaki en önemli sebeplerden biri de insanoğlunun daha kaliteli, daha sağlıklı ve daha modern yaşam ortamlarını tercih etmelerinden kaynaklanmaktadır. Buna paralel olarak sektör canlanmış kendine yeni alanlar bulmuştur. Subasman altında su yalıtımı, subasman üstü için ısı yalıtımı, ses yalıtımı alanları gelişmiştir. Yükselen bir alan olan inşaat sektörü dünya nüfusunun hızla artması ve şehirleşmesi, yapı denetimlerinin eskiye nazaran daha fazla önem arz etmesi, kişisel ihtiyaçlara cevap verebilmek adına malzeme bilimine iyice yönelmiş ve bu yönelim yaşamımızı modernleştirmeye başlamıştır.

Günümüzde radyasyon ve çevre konusundaki hassasiyet oldukça artmıştır. Öyle ki çevremizdeki doğal ve yapay radyasyon kaynaklarındaki artış radyasyonun zararlı etkilerinden korunulmasına ilişkin çalışmaları da ön plana çıkarmıştır. Bu radyasyon kaynakları radon gazı, kozmik ışınlar, kozmik ışınların madde ile etkileşimi sonucu oluşan radyasyon, tıbbi teşhis ve tedavi için kullanılan radyasyon, nükleer tıp, farklı maddelerde kullanılan materyaller, uranyum ve toryum serileri vb.'dir. Alınan radyasyon miktarları canlıların yaşadıkları coğrafi konuma, bu kaynaklara olan mesafelere, kaynakların sürekliliğine, maruz kalma süresine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu anlamda inşaat sektöründe kullanılan yapı malzemelerinin aktifliğinin de bilinmesi yukarıda belirtilen olumsuz etkilerin azalmasına yardımcı olacaktır. Olumsuzluğundan bahsettiğimiz bu etkiler canlıların doğal yaşam süresini kısaltmakta, kanser ve kalıtsal hastalıkların artışına neden olmaktadır.

Bu çalışmada EDXRF yöntemiyle PVC, Al doğrama, çatı kaplama malzemesi, duvar kâğıdı, alçıpan, zımpara kâğıdı, krom levha, laminant parke, fayans, silikon mastik, yağlı boya ve galvanizli sac ahşap, ısı yalıtım levhası, duralit, tuğla, gaz beton (ytong), MDF, çimento ve andezit kaplama malzemesinin lineer soğurma katsayıları dar-şua geometrisi kullanılarak deneysel olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar kullanılan enerji değeri için yapı malzemelerinin radyasyon geçirgenliğini göstermektedir. Çizelge

4.1 incelendiğinde lineer soğurma katsayılarının numunelere göre relatif olarak değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Sonuçlar radyasyon geçirgenliğinin ön planda olduğu bir yapıda numune seçiminin önemini ortaya koymaktadır.

Lineer soğurma katsayısı duralit adlı ahşap türü numuneden galvanizli sac örtüsü malzemesine doğru $0,0069-0,4287 \text{ cm}^{-1}$ değerleri arasında azalma göstermektedir. Genelde kaba inşaat için kullanılan yapı malzemelerinin lineer soğurma katsayılarının ince inşaat işlerinde kullanılan yapı malzemelerinin lineer soğurma katsayılarına göre büyük olduğu gözlenmiştir. Gözlenen bu azalma yapı malzemesinin ortalama atom numarasına bağlı olarak da değişmektedir. Bu değişimin tam olarak yorumlanabilmesi için yapı malzemelerinin kalitatif ve kantitatif analizlerinin yapılması gerekmektedir ki bu da çalışmanın devamında WDXRFS ile yapılarak mevcut sonuçlar yeniden yorumlanacaktır. Bunun yanı sıra bu çalışma farklı enerji değerlerine genişletilerek tabii radyasyon ölçümlerinde de kullanımı araştırılacaktır.

Yapılan bilimsel çalışmaların teorikte kalmayıp pratiğe dönüştürülmesi gereklidir. Elde edilen bilimsel sonuçların pratiğe dökülmesi açısından üniversite- sanayi işbirliğinin geliştirilmesi ve bu sonuçların pratiğe dökülmesi önem arz etmektedir. Bu anlamda yaptığımız bu çalışmanın yapı malzemelerinin radyasyon güvenliğine katkı sağlamasını umuyoruz.

KAYNAKLAR

- Albarhoum, M., Soufan, A.H., Mustafa H., **2011**. An experimental study of the shielding characteristics of the dwelling house building materials against gamma radiations in the Central Region of Syria. *Annals of Nuclear Energy*, 38, 12 2824-2829.
- Albarhoum, M., Soufan, A.H., Mustafa H., **2012**. Experimental determination of the shielding characteristics of the dwelling houses' building materials against neutrons in the Central Region of Syria. *Annals of Nuclear Energy*, 47, 134-139.
- Aygün, M., Çoban, M., Canımkurbey, B., **2008**. Trommel Sieve Waste (TSW)'nin Seramik Yapıştırıcı ve Derz Dolguda soğurma ve Saçılma Etkilerinin İncelenmesi. II. Ulusal Bor Çalıştayı, Sayfa: 289-293, Ankara.
- Damla, N., Cevik, U., Kobya, A.I., Celik, A., Celik, N., Van Grieken R., **2010**. Radiation dose estimation and mass attenuation coefficients of cement samples used in Turkey., *Journal of Hazardous Materials*, 176, 644-649
- Damla, N., Cevik, U., Kobya, A.I., Celik, A., Celik, N., Yıldırım, I., **2011**. Assessment of natural radioactivity and mass attenuation coefficients of brick and roofing tile used in Turkey., *Radiation Measurements*, 46, 701-708.
- Debertin, K., Helmer, R., G., 1988. Gamma and X-Ray Spectrometry with Semiconductor Detectors, *Elsevier Science Publishers*, 94-97, New York, USA.
- Demirboğa, R., Türkmen, İ., Şahin, R., **2007**. Yapı Malzemesi Ders Notları. Sayfa: 174. Erzurum.
- Drotleff, H., Wack, R., Leistner, P., Holm, A., Zeigler, M., Sedlbauer, K., **2011**. *BAUPHYSIK*, 33, 274-286.
- Ertokat, N., **2009**. *I.Ulusal Enerji Verimliliği Forumu*, İstanbul.
- Han, I., Demir, L., 2009. Determination of mass attenuation coefficients, effective atomic and electron numbers for Cr, Fe, and Ni alloys at different energies. *Nucl. Instr. Meth. B* 267, 3.
- İçelli, O., **2002**. Bazı Bileşikler ve Kristallerde Lineer Diferansiyel Saçılma Katsayılarının Açısız Dağılımının Ölçülmesi ve Etkin Atom Numarasına Göre Değişiminin İncelenmesi. *Y.Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- İçelli, O., Erzeneoğlu, S., Boncukçuoğlu, R., **2004**. Experimental Studies on Measurements of Mass Attenuation Coefficients of Boric Acid at Different Concentration. *Annals of Nuclear Energy*, 31, 97-106.
- İçelli, O., Yalçın, Z., Okutan, M., Boncukçuoğlu, R., **2012**. Determination of photon energy absorption parameters for pellet waste, trommel sieve waste and original tincalconite. *Annals Of Nuclear Energy*, 47, 38-45.
- Kaya, M., **2000**. Kompozit Malzemeler, Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Lisans Tezi, Erzurum.
- Kurudirek, M., Aygun, M., Erzeneoğlu, S., **2010**. Chemical composition, effective atomic number and electron density study of trommel sieve waste (TSW), Portland cement, lime, pointing and their admixtures with TSW in different proportions. *Appl. Radiat. Isot.* 68, 1006-1011.

- Polat, R., **1999**. Aşkale Çimento Fabrikası Baca Külünün EDXRF Tekniği İle Kalitatif ve Kantitatif Analizi. *Y. Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. (yayınlanmamış)
- Real, L.P., Gardette, J.L., **2001**. *Polymer Testing*, 20, 779-787.
- Rubio-Avalas, J.C., Manzano-Ramirez, A., Yanez-Limon, J.M., Contreras-Garcia, M.E., Alonso-Guzman, E.M., Gonzalez-Hernandez, J., **2005**. *Construction And Building Materials*, 19, 543-546.
- Sağsöz, E., Erdoğan, F., Erzeneoğlu, S., Yüce, İ., **2010**. Determination of linear x-ray attenuation coefficients of pathological brain tissues and use of filters in tissue contrast enhancement in computed tomography. *The Eurasian Journal Of Medicine*, 42, (2), 53-56.
- TAEK, **2009**. Radyasyon, İnsan ve Çevre.

ÖZGEÇMİŞ

Mutlu ÇOBAN, 1989 yılında Erzurum'da doğdu. İlk ve orta öğretimi Erzurum'da tamamladıktan sonra 2006 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünü kazandı ve bu bölümden 2010 yılında derece ile mezun oldu. Fizik bölümünde öğrenciliğe devam ederken Çift Anadal Programı ile Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde de eğitim görmeye başladı ve bu bölümden de 2012 yılının haziran ayında mezun oldu. Fizik bölümünden mezun olduktan sonra 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesindeki Fizik Anabilim dalı Atom ve Molekül Fiziği Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

Özel ilgi alanları içerisinde edebiyat, tarih, kitap, fotoğrafçılık ve seyahat etmek bulunmaktadır.