

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

METAL KOMPLEKS BİLEŞİKLERİN ÜRETİMİ VE X-IŞINI
KÜTLE SOĞURMA KATSAYILARININ ÖLÇÜMÜ İLE YAPI
BELİRLENMESİ

Şeyda MERCAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN
JÜRİ ÜYELERİ
Prof. Dr. Ahmet Hakan YILMAZ
Doç. Dr. Mehmet BATI

RİZE-2020
Her Hakkı Saklıdır

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**METAL KOMPLEKS BİLEŞİKLERİN ÜRETİMİ VE X-İŞİNİ KÜTLE
SOĞURMA KATSAYILARININ ÖLÇÜMÜ İLE YAPI BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN danışmanlığında, Şeyda MERCAN tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile oluşturulan jüri tarafından 06/01/2020 tarihinde Fizik Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

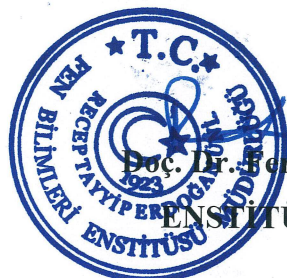
Jüri Üyeleri

Unvanı Adı Soyadı

Başkan : Prof. Dr. Ahmet Hakan YILMAZ
Üye : Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN
Üye : Doç. Dr. Mehmet BATI

İmza

Hakan Yılmaz
M. Sahin
M. Batı



Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada Metal Kompleks Bileşikleri Kimya Bölümü laboratuvar ortamında üretilmiştir. Elde edilen numunelerimizin X- ışını kütle soğurma katsayıları ölçülmüştür ve yapıları belirlenmiştir. Kütle soğurma katsayıları ölçümleri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik Araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmam sırasında danışmanlığımı yürüten, sahip olduğu deneyim ve bilgisiyle beni yönlendiren, gösterdiği sabır ve hoşgörüsüyle yanımda olan, maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, kendisini örnek aldığım ve yanında çalışmaktan mutluluk duyduğum saygıdeğer hocam Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN' e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tez çalışmam sırasında yardımını esirgemeyen ve engin bilgilerini benimle paylaşan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Selçuk DEMİR' e teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda bu çalışmam sırasında güleryüzlü ve anlayışıyla yardımını esirgemeyen kimya ana bilim dalında yüksek lisans mezunu Şafak CAM arkadaşına teşekkür ederim. Maddi ve manevi destekleriyle bu günlere gelmemi sağlayan sevgili ailem ve başta babam Şeref MERCAN, annem Melek MERCAN, kayınpederim Resül KUK, kayınvalidem Hamdiye KUK' a çok teşekkür ederim. Tez çalışmamda bana en büyük desteği veren, beni hep motive eden yeri geldiğinde tez çalışmamdan dolayı ihmal etmeme rağmen hep benim yanımda olan hayat yoldaşım Gürsel KUK' a teşekkür ederim. Bu tez çalışmamı Şehit Rize Emniyet Müdürümüz Altuğ VERDİ 'ye ithaf ediyorum.

Şeyda MERCAN

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “Metal Kompleks Bileşiklerinin Üretimi ve X-Işını Kütle Soğurma Katsayılarının Ölçümü ile Yapı Belirlenmesi” başlıklı bu tezi, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim. 06/01/2020


Şeyda MERCAN

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

METAL KOMPLEKS BİLEŞİKLERİN ÜRETİMİ VE X- IŞINI KÜTLE SOĞURMA KATSAYILARININ ÖLÇÜMÜ İLE YAPI BELİRLENMESİ

Şeyda MERCAN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN

Metal kompleks bileşikler olan CoSO_4 , $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Mn-suc , Cu-suc , Ni-suc , Co-suc , $\text{Na}_2\text{suc} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ kimyasal yolla üretilmesi. Üretilen numunelerin istenilen yapıda üretilip üretilmediğini anlamak için bilinen ve uygulanan IR spektroskopisini alıp buna göre değerlendirmektir. Bu yöntem pahalı ve uzun zaman almakta olup buna alternative bir yöntem X-ışını kütle soğurma katsayılarını ölçmektir. X-ışını kütle soğurma katsayılarını ölçerek numunede bizim istediğimiz yapının yüzde ne kadarının büyüdüğünü tespit edilebilir ki bu bir avantajdır. Ayrıca bu numunelerin X-ışını kütle soğurma katsayılarının ölçülmesi uygulama alanlarından dolayı önemlidir.

2020, 35 sayfa

Anahtar Kelimeler: Metal Kompleks, X-Işını, Kütle Soğurma Katsayısı, Süksinat Kompleks

ABSTRACT

PRODUCTION OF METAL COMPLEX COMPOUNDS AND DETERMINATION OF STRUCTURE BY MEASURING X- RAY MASS ABSORPTION COEFFICIENT

Şeyda MERCAN

Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Physics
Master Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN

Compounds of metal complex CoSO_4 , $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Mn-suc, Cu-suc, Ni-suc, Co-suc, $\text{Na}_2\text{suc} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chemical production. In order to understand whether the samples are produced in the desired structure, it is necessary to take the known and applied IR spectroscopy and evaluate accordingly. This method is expensive and long-term and an alternative method is to measure X-ray mass absorption coefficients. By measuring the X-ray mass absorption coefficients, it can be determined how much percent of the desired structure grows in the sample, which is an advantage. Furthermore, the measurement of X-ray mass absorption coefficients of these samples is important due to their application areas.

2020, 35 pages

Keywords: Metal Complex, X-Ray, Mass Absorption Coefficient, Succinate Complex

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. X- Işınlarnn Tarihçesi	6
1.3. X- Işınlarnn Genel Özellikleri	7
1.4. Elektromanyetik Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi	7
1.5. Elektromanyetik Radyasyonun Soğurulması.....	8
1.5.1. Fotoelektrik Olay	9
1.5.2. Çift Oluşumu	10
1.5.3. Compton Saçılması.....	11
1.5.4. Rayleigh Saçılması	13
1.6. Soğurma Katsayıları	14
1.6.1. Lineer Soğurma Katsayısı	14
1.6.2. Kütle Soğurma Katsayısı.....	15
1.6.3. Soğurma Kıyıları.....	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
2.1. Örneklerin Üretilmesi	18
2.1.1. Metal Kompleks Bileşik Numunelerinin Hazırlanışı.....	18
2.1.1.1. Kobalt Sülfat (CoSO ₄) Metal Kompleksi.....	20
2.1.1.2. Nikel Sülfat(NiSO ₄ .6H ₂ O) Metal Kompleksi	20
2.1.1.3. Bakır Sülfat (CuSO ₄ .5H ₂ O) Metal Kompleksi.....	21
2.1.2. Metal-Süksinat Kompleks Bileşik Numunelerinin Hazırlanışı.....	23
3. BULGULAR.....	29

4.	TARTIşMA ve SONUÇLAR.....	31
5.	ÖNERİLER	32
	KAYNAKLAR	33
	ÖZGEÇMİş.....	35



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Elektromanyetik radyasyonun maddeyle etkileşimi.....	8
Şekil 2. Fotoelektrik olay	9
Şekil 3. Çift oluşumu	11
Şekil 4. Compton saçılması	12
Şekil 5. Rayleigh saçılması	13
Şekil 6. Kalınlığı dt olan bir madde de X- ışını soğurulması	14
Şekil 7. Kütle soğurma katsayısının dalga boyuna göre değişimi	16
Şekil 8. Sodyum süksinat ve nia ligandının gr olarak ölçümleri alındı.	18
Şekil 9. Sodyum süksinat tuzunun çökmesi için karıştırıcıda karıştırılması yapıldı.	19
Şekil 10. Sodyum süksinat tuzu elde edilen numunesi.....	19
Şekil 11. Deneysel elde edilen numuneler	22
Şekil 12. Kobalt sülfat, bakır sülfat, nikel sülfat, mangan sülfat numunelerinin süzme işlemleri gerçekleştirildi.....	22
Şekil 13. Elde ettiğimiz numunelerimizin en son görüntüsü	23
Şekil 14. Numunelerin süzme işlemi gerçekleştirildi ve kristalleşmeye bırakıldı.	24
Şekil 15. Deneysel elde edilen numuneler.	24
Şekil 16. Mn-suc ve Cu-suc numunesinin IR çekimi.	25
Şekil 17. 1,3 cm çapında numune pelletler.	26
Şekil 18. Ortec marka GEM55P4-95 model coaxial HPGe dedektörü	27
Şekil 19. Numunelerin yerleştirilmesi ve ölçümü için kullandığımız material	27
Şekil 20. Cu $C4H6O4$ (Cu-suc) XRF tekniği ile kütle soğurma katsayılarının ölçümünden elde edilen pik diyagramı.	30

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Çalışmada kullanılan numuneler ve numunelerin analiz sonuçları	29
--	----



SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Co-suc	Kobalt Süksinat
Cu-suc	Bakır Süksinat
$\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Kobalt Sülfat
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Bakır Sülfat
e	Elektronun Yüğü
FWHM	Bir Pikin Yarı Maksimumdaki Tam Genişliğı
FCC	Yüzey Merkezli Kübik Yapı
I	Radyasyon Şiddeti
I_0	Gelen Fotonun Şiddeti
m	Kütle
m_0	Elektronun Durgun Kütle
M	Atomik Kütle
Mn-suc	Mangan Süksinat
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mangan Sülfat
N	Avagadro Sayısı
$\text{Na}_2\text{suc} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Sodyum Süksinat Tuzu
nia	Nikotinamit
Ni-suc	Nikel Süksinat
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Nikel Sülfat
t	Birim Yüzeydeki Numune Kalınlığı
Φ	Bağlanma Enerjisi
Φ_k	K Tabakası Bağlanma Enerjisi
λ	Dalga Boyu
μ	Lineer Soğurma Katsayısı
μ_m	Birim Kütle Başına Birim Alandaki Soğurma
μ/ρ	Kütle Soğurma Katsayısı
ρ	Yoğunluk
ε	X-Işınları Enerjisindeki Dedektör Verimi
φ	Fotonun Saçılma Açısı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

X- ışınları 1895 yılında keşfedilmiştir. X- ışınlarının kullanım alanlarının anlaşılması keşfini hemen takip etmiştir. İlk olarak Röntgen filminde, sonrasında atomik yapının incelenmesinde kullanılmıştır. X- ışını soğurulma ve saçılma tesir kesitlerinin atomik ve moleküler çalışmaları teorik değerlerle kıyaslanarak teorik çalışmalarının ilerlemesini sağlamıştır. Gelişen katıhal fiziği ile kristal yapıların belirlenmesinde temel yöntem olmuştur. X- ışınları düşük enerjilerde madde ile temelde iki etkileşim türüne sahiptir. Bunlar: saçılma ve soğurulmadır. Günümüze kadar gelen süreçte X- ışınlarının madde ile soğurulma ve saçılma süreçlerinin çok çeşitli uygulama alanları olmuştur.

Pt, Au ve Pb elementleri için toplam M X- ışını floresan üretim kesitlerini, uyarıcı foton enerjileri 5.47, 5.46, 7.04, 8.14, 8.74 ve 9.36 keV için ölçmüştür. Deneysel toplam M X- ışını floresan kesiti ve teorik M- kabuk fotoiyonizasyon kesitleri kullanılarak her bir olaydaki foton enerjisinde ortalama M-kabuğu floresan verimi elde edilmiştir. Deneysel toplam M X-ışını floresan üretim kesitleri ve M-kabuğu floresan verimlerinin, göreceli Dirac-Hartree-Slater teorisine dayanan teorik tahminlerle iyi bir uyum içinde olduğu belirtilmiştir (Rao vd.,1996).

X- ışını açısal dağılımı hakkındaki mevcut belirsizliği ortadan kaldırmak için L X- ışınının azimut ve polar açı bağımlılığı aynı deney düzeneğinde incelenmiştir (Akkuş vd., 2016).

59.5 keV uyarıcı foton enerjisinde, saçılma açısı 130° olmak üzere $13 \leq Z \leq 82$ aralığında on dokuz elementin elastik saçılma diferansiyel kesitleri ölçülmüş ve bu değerler form faktörü ve S- matris formalizmi kullanılarak elde edilen teorik değerlerle karşılaştırılmıştır. Düşük Z elementleri için 59.5 keV'nin altındaki K kabuğu eşiğiyle, ölçülen saçılma diferansiyel kesitlerinin genel olarak form faktörü yaklaşımları ile uyumlu olduğu, yüksek Z elementleri için S- matris hesaplamaları ile iyi bir uyum gözlemlendiği bildirilmiştir (Puri vd., 1996).

Bir materyal üzerine gelen X- ışını şiddeti, soğurulma ve saçılmadan dolayı azalarak materyalden çıkar. Bu azalma fotoelektrik soğurulma ve saçılma tesir kesitlerinin toplamından oluşur. Bu toplam tesir kesiti kütle soğurulma katsayısı olarak ifade edilir. X-ışınının kütle soğurulma katsayılarının biyolojik, kimyasal, çevresel, endüstriyel, tıbbi, nükleer enerji, uzay araştırmaları ve benzeri alanlarına yeni uygulamalar katılmaktadır.

p-Si ve n-Si yarı iletken örneklerinin kütle soğurulma katsayıları dış bir manyetik alanda belirlenmiştir. Yarı iletken numuneler 0.2T, 0.4T, 0.6T ve 0.8T yoğunluğundaki dış manyetik alana yerleştirilmiştir, örnekler Am241, Ba133 ve Eu152 radyoaktif kaynaklardan yayılan 59.5keV, 80.1keV, 121.8keV ve 244.7keV gama ışınlarına maruz bırakıldı. Numuneden geçen fotonlar bir CdTe dedektörü tarafından tespit edildi. p-Si ve n-Si yarı iletken örneklerinin kütle zayıflama katsayılarının artan gama ışını enerjisiyle azaldığı gözlemlendi. Ayrıca, numunelerin kütle zayıflama katsayıları manyetik alan yoğunluğunun artmasıyla arttığı gözlemlenmiştir (Yılmaz vd., 2018).

Bazı polimerler için kütle soğurulma katsayısı MCNP4C kodu kullanılarak belirlenmiştir. Simülasyon sonuçları, mevcut deneysel veriler ve gama ışını enerjilerindeki XCOM programından elde edilen tahminler, 59.5, 279.1, 511, 661.6, 662, 1115.5, 1773.2, 1274.5 ve 1332.5 keV ile karşılaştırıldı. Singh ve arkadaşları tarafından elde edilen sonuçlarla da karşılaştırma yapıldı. Elde edilen sonuçlar, XCOM verilerine göre oldukça fazlaydı. Sonuçlar, burada kullanılan geometrinin, özellikle XCOM verilerine kıyasla düşük enerjili fotonlar için, polimerlerin kütle soğurulma katsayılarının hesaplanmasında Singh'in çalışmasına kıyasla oldukça uygun olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan MCNP4C modelinin, farklı malzemelerin ek karakteristiklerini yapmak için kullanılacak iyi bir aday olabileceğini belirlenmiştir. Ayrıca, bu yöntem, özellikle polimerler için benzer deneysel verilerin bulunmadığı durumlarda faydalıdır (Vahabi vd., 2017).

Bazı Sn-Pb alaşımlı sistemler için kütle soğurulma katsayıları 122, 511 ve 662keV enerjilerinde ölçmek için deneysel olarak optimum kalınlığının araştırılması için bir girişimde bulunulmuştur. Sn-Pb alaşımları, eriyik söndürme tekniği ve dökme demir kalıp kullanılarak farklı bileşimler ve farklı kalınlıklar ile sentezlendi. Hazırlanan tüm alaşımlar için kütle, kalınlık, yoğunluk gibi fiziksel parametreler ölçülmüştür (Kaur vd., 2017).

Bir fotonun belirli bir malzeme ile belirli bir şekilde, birim yol uzunluğu başına etkileşime girme olasılığı, genellikle doğrusal soğurulma katsayısı (μ) olarak adlandırılır ve radyasyon kalkını yapımında büyük önem taşır. Farklı enerjilerdeki kütle soğurulma katsayıları belirlemek için farklı kalınlıkta barit beton plakalar üretildi. Doğrusal soğurulma katsayıları için hesaplanan ve ölçülen verilerin, beklendiği gibi artan malzeme yoğunluğu ile arttığı görülebilir. Foton soğurulma katsayıların foton enerjisine bağlı olduğu ve malzeme yoğunluğunun radyasyon kalkını için önemli olan foton soğurulma katsayılarına asıl katkı olduğu sonucuna varılabilir olduğu belirtilmiştir (Airton vd., 2017).

Gama ışını kerma katsayısı, k 'nın belirlenmesi için yarı deneysel bir formül geliştirilmiştir. Deneysel toplam kütle soğurulma katsayısı ve teorik kısmı foton etkileşimi olasılıkları temel alınmıştır. Bu yarı-ampirik teknik, üç element için k 'nın yarı-ampirik değerlerini ve farklı foton enerji değerlerinde 20 bileşik ve malzemeyi belirlemek için uygulanmıştır; ayrıca, bu katsayının teorik değerleri 1 keV ile 100 MeV arasında uzatılmış enerji aralığında hesaplanmıştır. Sonuçlar, tüm kerma katsayısı eğrilerinin, malzeme türünden bağımsız olarak aynı eğilimi takip ettiğini gösterdi. Kerma katsayısında minima kaymasının, numunenin ortalama atom sayısı artırılarak, yüksek enerjiye doğru kaydığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonuçları ayrıca önerilen formülün basit olduğunu ve 1 keV ile 100 GeV arasında değişen geniş bir foton enerjisi aralığında çeşitli elementlerinin, bileşiğin ve malzemelerinin yarı-ampirik kerma katsayısının belirlenmesi için potansiyel bir uygulamaya sahip olduğunu belirlenmiştir (El-Khayatt vd., 2017).

Moleküler çökelti için kütle soğurulma katsayıları ölçüldü ve EGS5 Monte Carlo bilgisayar kodu kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldı ve deneysel bir formül elde edildi. Bu çalışma, bir reaktördeki elementlerin termal nötron aktivasyonu ile kolayca üretilebilen ve moleküler bileşiklerde çökertilen izotopların kütle soğurulma katsayılarını değerlendirir. Ölçülen sonuçlar ile EGS5 benzetilmiş sonuçlar arasında iyi bir uyum olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar ampirik kütle soğurulma formülü ile makul bir uyum içindedir. Bu sonuçlar simüle edilmiş fisyon ürün izotoplarıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışma özellikle baskın olarak uranyum fisyonu yoluyla üretilen radyoizotoplar örneğinde EGS5 kullanılarak moleküler çökelti için kütle soğurulma katsayılarının yaklaşılabileceğini gösterdiği belirtilmiştir (Koehl vd., 2017).

Bu araştırmada kollidal altın NK'ları turkevich metodu sentezlendi. Işınlamadan sonra XRD spektrumu farklı tepeler gösterdi, ancak en önemli özelliği yapının kübik olduğuna dair bir gösterge veren (111) ($2\theta = 38.41^\circ$) tepeler ile ilgiliydi. Raman spektroskopisi sonuçları, kolloidal altın NP'lerin kristal özelliklerinin iyileştirilmesi nedeniyle ışınlanmış kolloidal altın NP'lerde 3450 cm^{-1} dalga sayısına sahip tepe noktalarının yoğunluğunun arttığını göstermiştir. SEM görüntüleri, gama ışınlanmış kolloidal altın NP'lerin morfolojisinde ve boyutunda önemli değişiklikler göstermiştir. 10 kGy dozunda, gama ışını ile ışınlanmış kristaller için, optik absorpsiyon, ışınlımdan öncekiyle karşılaştırıldığında artar ve bu gama ışınlarında kaynaklanan nokta kusurlarının oluşumunun bir sonucu olabilir. Doğrusal olmayan çalışmalarının karşılaştırılması, doğrusal olmayan kırılma indeksinin büyüklüğü ve doğrusal olmayan soğurulma katsayısı, gama ışını ışınlamasından sonra artar. Kütle soğurulma katsayılarının sonucunun ölçümü, gama ışını ışınlamasının kolloidal altın NP'lerin radyasyon absorpsiyon katsayıları üzerinde bir etkiye sahip olduğunu gösterdiği belirtilmiştir (Dehghani vd., 2017).

SiO_2 {Quartz (1 1 0 1), Quartz (1 1 0 0) ve Quartz (0 0 0 1)}, KAlSi_3O_8 {Orthoclase (0 1 0), Orthoclase (1 0 0) toplam kütle soğurulma katsayıları (μm) }, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (jips), FeS_2 (pirit) ve $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ (piroksen) doğal mineralleri 22.1, 25.0, 59.5 ve 88.0 keV foton enerjilerinde ölçülmüştür. X-ışınları, 5.9keV' da 160 eV çözünürlüğe sahip bir Si (Li) dedektörü ile sayıldı. Atomik ve elektronik kesitler (σ_t ve σ_e), etkin atomik ve elektron sayıları veya elektron yoğunlukları (Z_{eff} ve N_{eff}) incelenen örnekler için elde edilen değerleri kullanılarak belirlenmiştir (Şahin vd., 2009).

Kompleks bileşikler bir merkez metal katyonu ve ona bağlı ligand denen çeşitli anyon ve moleküllerden meydana gelir. Ligandlar en az bir bağ yapmamış elektron çiftine sahiptirler. Bu elektron çiftleri ile metal katyonuna bağlanırlar. Bu nedenle ligandlar lewis bazı olarak davranırlar.

Dört yeni iki değerli geçiş metali, nikotinamid (nia) ile süksinat (suc), $\{[M(\mu - \text{suc})(\text{H}_2\text{O})_2(\text{nia})_2]2\text{H}_2\text{O}\}_n$ [$M = \text{Mn}(1), \text{Ni}(2)$], $[\text{Cu}(\text{suc})(\text{nia})_2]$ ve $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{nia})_2](\text{suc} \cdot (\text{H}_2\text{suc}))(4)$, elementel analizler $P\bar{1}$ atrimik uzay grubu grubunda kristalize olduklarını ortaya koymaktadır. Kompleks 2, metal (II) iyonlarının iki suc, iki nia ve iki aqua ligand ile oktahedralgeometri sergilediği bir 1-D koordinasyon polimerdir.

Nikotinamid ligand N- bağlanmıştır, süksinat ligand ise metal merkezlerini korboksilat grupları arasında köprülemektedir (Demir vd., 2010a).

Kobalt (II) ve çinko (II) süksinat (suc) nikotinamid (nia), $\{[Co(\mu-suc)(H_2O)_2(nia)_2] \cdot 2H_2O\}_n$ (1) ve $\{[Zn(\mu-suc)(H_2O)_2] \cdot 2H_2O\}_n$ (2) ile koordinasyon polimerleri sentezlenmiş ve elementel analizler, manyetik momentler, IR ve TG-DTA ile karakterize edilmiştir. 1 ve 2 'lik tek kristalli X- ışını analizleri, bu komplekslerin, $P\bar{1}$ triclinik uzay grubu içerisinde yapısal olduklarını ve kristalize olduklarını ortaya koymaktadır. Kompleks 1 ve 2, metallerin 1-D koordinasyon polimerleridir. Metal (II) iyonları iki süksinat, iki nikotinamid ve iki equa ligandlı bir oktahedral geometri sergiler. Nia ligandı N-bağına bağlanırken, suc ligandı metal merkezlerini karboksilat gruplarından geçirir. 1D zincirleri, güçlü $N-H \cdots O$ ve $OW-H \cdots O$ hidrojen bağları ile 3D ağları oluşturmak için de birleştirilir. IR spektrumları hem suc hem de nia ligandlarının koordinasyon modlarını doğrularken, TG-DTA verileri kristal yapılarla uyum içindedir. Katı haldeki floresan analizi, tüm komplekslerin nia'nın intraligand ($\pi - \pi^*$) emisyonları gösterdiğini göstermektedir (Demir vd., 2009).

$[Co(H_2O)_4(nia)_2](suc).(H_2suc)$ [nikotinamid = nia, süksinat = suc^{2-}], yeni bir kobalt (II) kompleksi sentezlemiş ve elementel analiz IR, TG-DTA ve tek kristalli X-ışını kırınımı ile karakterize edilmiştir. $[Co(H_2O)_4(nia)_2]^{2+}$ karmaşık katyonlar koordinasyonsuz suc^{2-} anions ve H_2suc türleri içerir. Karmaşık katyonda kobalt (II) iyonu çarpık bir oktahedral geometride dört su ve iki nia ligand tarafından koordine edilir. suc^{2-} dianyonu bir karşı iyon gibi davranırken, H_2suc bir solvasyon molekülü olarak tekrar bulunur. Üç boyutlu bir ağ $O-H \cdots O$ ve $N-H \cdots O$ hidrojen bağları ile oluşur. Başlık kompleksi katı halde oda sıcaklığında ışıldama gösterir. Kompleksin manyetizması 1.8-300 K sıcaklık aralığında incelenmiştir (Demir vd., 2010b).

Kimyasal bileşiklerin yeni yapılarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler vardır. Bunlar bazen birlikte kullanılır. Fakat bu yöntemler genelde uzun ve pahalıdır. Pratik bir yöntem ise X- ışını kütle soğurulma katsayılarını ölçmektir. Biz bu çalışmada laboratuarda büyüttüğümüz metal kompleks yapıların istediğimiz fazda olup olmadığını X- ışını kütle soğurulma katsayılarını ölçerek belirledik.

1.2. X- Işınlının Tarihçesi

19. yy sonlarında Wilhelm Conrad Roentgen tarafından X-ışınlarının keşfedilmesi ile fizik de yeni uygulama alanı ortaya çıkmıştır. Daha sonra birçok bilim adamı tarafından bu alanlar geliştirilmiştir. XRF yöntemi, maliyetin düşük olması, numunelerin hazırlanmasındaki pratiklik, analizin kısa sürede yapılması ve sonuçların daha hassas olarak elde edilmesi nedeniyle tercih edilmektedir.

Günümüzde XRF tekniği metalürjide, alaşım analizlerinde, endüstri problemlerinde, sanat ve arkeolojide, kalite kontrollerinde, jeolojik cevher analizlerinde, tıp alanında, çevre kirliliği ve daha birçok sahadaki katı veya sıvı fazlı numune analizlerinde kullanılmaktadır. Tahribatsız olarak kalitatif ve kantitatif analizinin kısa sürede yapılması ancak XRF tekniği ile mümkündür.

XRF, elementlerin kalitatif ve kantitatif analizler için çok kullanılan ve önemli avantajları olan nükleer analitik tekniktir. Teorik olarak, periyodik sistemde H(Hidrojen) ve He (Helyum) elementi dışında tüm elementlere uygulanabilmektedir. Bu da yaklaşık 1-100 keV enerji aralığını kapsamaktadır. XFR tekniğinin günümüzde yaygın olarak kullanılmasının sebeplerinden biri numuneye zarar vermeden tahribatsız olarak ölçüm yapabilmesidir. Katı, sıvı, toz hatta gaz durumlarında bile uygulanabilmektedir.

Atom ve çekirdek hakkında fiziki bilgiler 1896 da Henri Becquerel'in radyoaktiviteyi keşfetmesiyle başlamıştır. Becquerel şans eseri olarak kalın bir kağıda sarılmış uranyum ve potasyum sülfattan oluşan bir numuneyi karanlık bir odada fotoğraf levhalarının yanında bıraktı. Levhalar banyo yaptırıldığında ışığa karşı tamamen korunmuş olmalarına rağmen ışıқта kalmış gibi bir sonuç verdiler. Bu deneyi tekrarlayan Becquerel fotoğraf levhalarını etkileyen bazı tür radyasyonların uranyum tuzundan yayınladıkları sonucuna vardı. Uranyum tuzundan başka bazı maddelerin de radyasyon yayınladıkları gözlemlendi. Bu olay radyoaktivite adı verildi. 1898 yılında Marie Curie ve Pierre Curie iki radyoaktif madde keşfettiler. Bunlar polonyum ve radyum radyoaktif elementleridir. Bugün farklı elementlerin yüzlerce radyoaktif izotopları bilinmektedir.

Bir numunenin radyoaktifliği fiziksel ve kimyasal değişikliklerden etkilenmez. Yani basınç, hacim, sıcaklık ve kimyasal yapıdaki değişimler radyasyon yayınlama hızını değiştirmmez. Atomların parçalanması her ne kadar kendiliğinden olan bir olay ise de aktiflik birkaç saniye ile milyonlarca yıl arasında süren bir özelliktir. M. Alvarez ve arkadaşları kok numunelerinde Vanadyum analizi yapmışlardır (Alvarez vd., 1990). Enerji ayrımlı X-ışını floresans analiziyle maden filizlerinden Tungsten tespiti yapmışlardır (Chacharkar vd., 1897). J.B. Cross ve L.V. Wilson çok kanallı ve eş zamanlı spektrometre kullanarak jeolojik numunelerin elementel analizini yapmışlardır (Cross vd., 1983). B.Holynska ve arkadaşları, eş zamanlı EDXRF kullanarak tezekte kurşun analizi yaptılar. Ayrıca kurşunun yanında 18'e yakın elementi de tespit ettiler(Holynska vd., 1998). Trabzon'daki bazı lahana numunelerinin EDXRF ile inceleyerek radyasyon analiz yapmışlardır (Tıraşoğlu vd., 2005).

1.3. X- Işınlarının Genel Özellikleri

X- ışınları hem dalga hem tanecik özelliği gösterir. Dolayısıyla çift karakter özelliğine sahiptir. Fotoelektrik soğurulma, Compton saçılma (inkoherent saçılma), gaz iyonizasyonu ve sintiliasyon tanecik özellikleri; hız, polariyasyon ve rayleigh saçılma (koherent saçılma) dalga özellikleridir. Tanecik karakteri gösteren elektromanyetik radyasyona foton denir. Foton, çok küçük hacme yoğunlaştırılmış enerji paketçikleri olarak tanımlanır. Sürekli spektrumu, karakteristik çizgi spektrumu ve karakteristik band spektrumuna sahiptir. Karakteristik soğurma spektrumu verir, ışık hızında ve düz çizgiler boyunca ilerler. Elektrik ve manyetik alan tarafından saptırılmaz ve etkilenmez. İnsan gözüyle görölmezler.

1.4. Elektromanyetik Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi

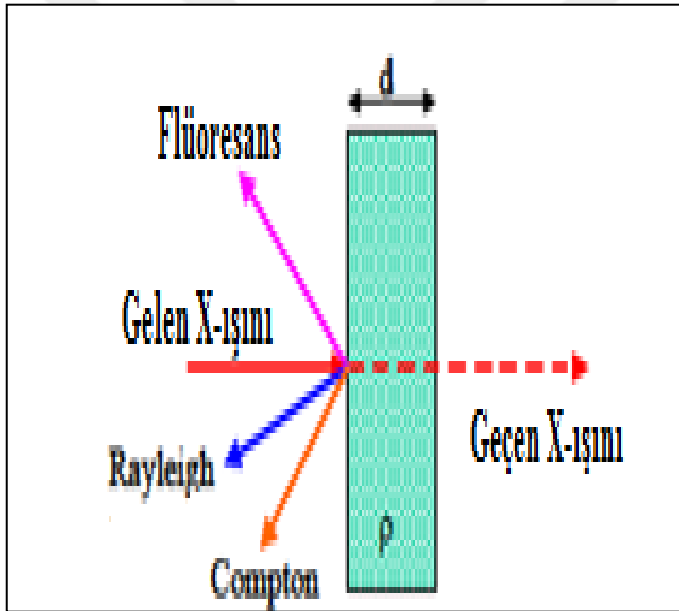
Tek renkli (monokromatik) bir X-ışını demeti herhangi bir maddeden geçirilecek olursa demetin şiddetinde azalma meydana gelir. I_0 şiddetinde bir X- ışıını demetinin dt kalınlığındaki bir maddeyi geçtikten sonraki şiddeti I ise, gelen X- ışıını demetinin şiddeti, maddenin dt kalınlığı ve ışıın demetinin içinden geçtiği maddenin cinsine bağlı

olarak,

$$I = I_0 e^{-\mu t} \quad (1)$$

ile gösterilmektedir. Burada $\mu(cm^{-1})$, lineer soğurma katsayısı olup birim kalınlık başına düşen soğurulma olarak tanımlanmaktadır.

Elektromanyetik radyasyonun madde ile etkileşmesi sonucunda Şekil 1’de gösterilen olaylar meydana gelmektedir. Bunlar: Compton saçılması (1), Koherent saçılması (2), Compton saçılmasından sonra saçılan fotonun fotoelektrik etkisi ile X-ışını oluşumu (3), Çift oluşumu (4), ve Fotoelektrik olayıdır (5) (Debertin vd., 1988).



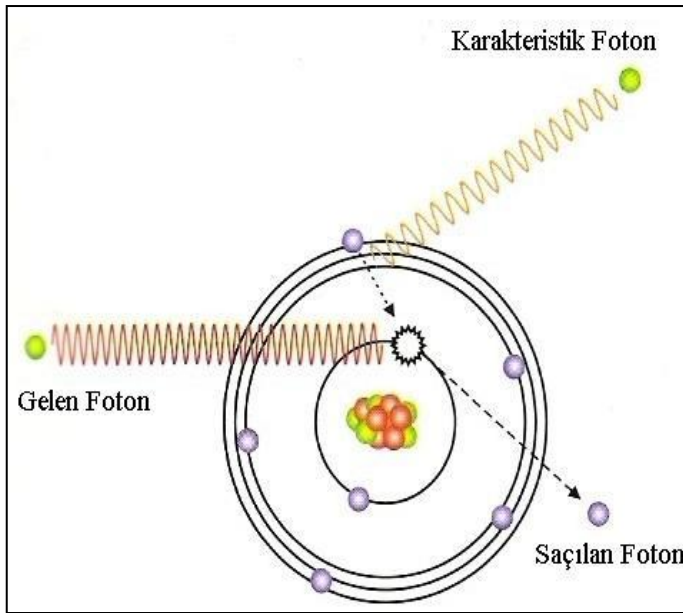
Şekil 1. Elektromanyetik radyasyonun maddeyle etkileşimi

1.5. Elektromanyetik Radyasyonun Soğurulması

Madde içerisine giren bir foton, madde atomuna bağlı elektronları, serbest elektronlarla ve çekirdeği ile etkileşmesi sonucu meydana gelmektedir. Elektromanyetik radyasyonun soğurulması en baskın olanları fotoelektrik olay, saçılma (Koherent ve Compton) olayı ve çift oluşumdur. Bunların dışında başka olaylar da vardır. Lakin bunlar çok yüksek enerjilerde gözlenir. Bu olayların meydana gelme ihtimali foton enerjisi ile değişim göstermektedir.

1.5.1. Fotoelektrik Olay

Madde üzerine düşen fotonların, atomun bağlı olan elektronlarından bir tanesine enerjinin tümünü aktararak atomun iyonlaşma olayına “fotoelektrik olay” denir. Yörüngesinden koparılan serbest elektrona da “fotoelektron” denir. K serbest elektronlardan birinin sökülmesiyle sonuçlanan bir fotoelektrik olay Şekil 2 ‘de gösterilmektedir.



Şekil 2. Fotoelektrik olay

şeklinde ifade edilir.

Serbest bir elektron foton soğuramaz ve fotoelektron haline gelemmez. Çünkü momentumu ve enerji korunamaz. Sadece bağlı bir elektron bir foton soğurabilir ve fotoelektron haline gelebilir. Bu durumda atom geri teper ve momentum korunur. Bu işlem sırasında foton tamamen soğurulur. K kabuğundan sökülen elektronun kinetik enerjisi;

$$E_e = h\nu - \phi_k \quad (2)$$

Burada $h\nu$ gelen fotonun enerjisi, ϕ_k elektronun K tabakasına ait bağlanma enerjisidir. K tabakasında oluşturulan boşluk, atomun kararsız bir halini gösterir. Sonuçta daha düşük bağlanma enerjili bir tabakadan bir elektron boşluğu doldurmak

üzere K tabakasına geçmektedir. Bu işlem sonucu iki tabakanın bağlanma enerjileri arasındaki fark kadar enerjiye sahip bir karakteristik X-ışını yayımlanmış olur. Oluşan karakteristik X-ışını fotonu her zaman atomu terk etmemektedir. Bu foton atomun dış tabakalarındaki elektronlarından herhangi biri tarafından soğurulabilir. Bu olaya Auger olayı, sökülen elektrona da Auger elektronu denir. Auger olayı, elektronları daha gevşek bağlı ve karakteristik fotonların daha kolay soğurulduğu atom numarası düşük olan elementlerde daha yaygın görülmektedir.

1.5.2. Çift Oluşumu

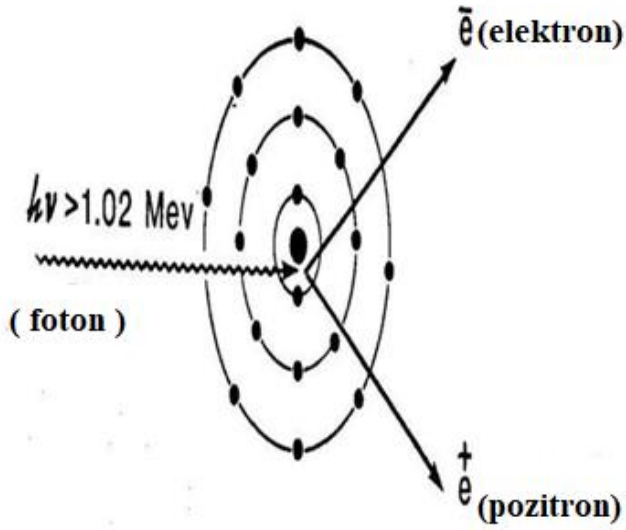
Çift oluşumu olayının meydana gelebilmesi için eşik enerjisi $2m_0c^2$ yani 1,02 MeV olmalıdır. Bazen 1,02 MeV'den daha büyük enerjili bir foton, yüksek atom numaralı bir elementin çekirdeğinin yakınından geçerken yok olur ve bir elektron pozitron çifti meydana gelir. Momentumun korunumu prensibi ağır bir parçacığın varlığını gerektirir. Hafif parçacıklarla da çift oluşması mümkündür. Ancak bu durumda eşik enerjisi artar.

Bu olayda soğurulan enerji, oluşan çiftin toplam enerjisine eşittir:

$$h\nu = (T_- + m_0c^2) + (T_+ + m_0c^2) \quad (3)$$

Burada $h\nu$ gelen fotonun enerjisi T_- ve T_+ sırasıyla elektron ve pozitronun kinetik enerjileri, m_0c^2 ise elektronun durgun kütle enerjisidir.

Çift oluşumu, hole teorisi ile izah edilebilir. Dirac'a göre, bir serbest elektronun enerjisi $+m_0c^2$ 'den daha büyük veya $-m_0c^2$ 'den daha küçüktür. Bu iki limit arasında elektronların mümkün durumları yoktur. Dirac teorisine göre, $2m_0c^2$ 'den daha büyük bir enerjiye sahip olan bir foton, bir elektronu negatif enerjili bir durumdan pozitif enerjili bir duruma yükseltebilir. Bu, pozitif enerji durumunda gözlenebilir bir elektron ile, negatif enerji durumunda Dirac deliği denilen ve pozitif yüklü bir parçacık gibi hareket eden bir boşluk (hole) meydana getirir. Bu boşluk bir pozitrona karşılık gelmektedir. Böylece bir elektron-pozitron çifti meydana gelmiş olur.

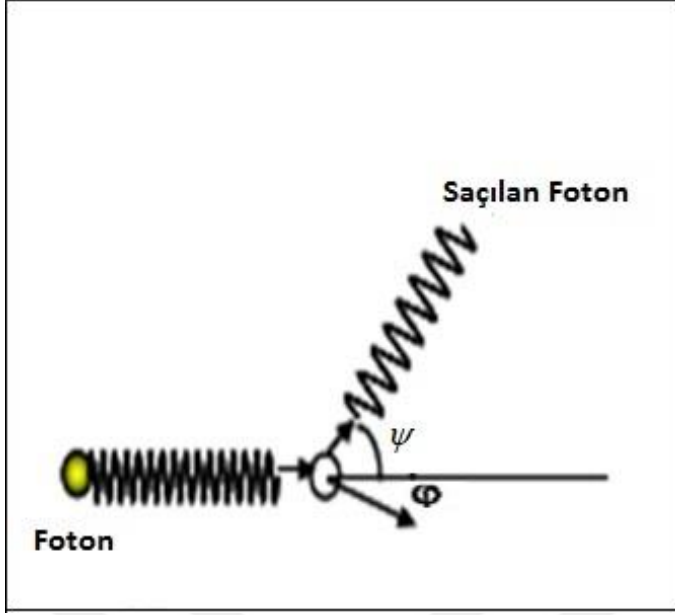


Şekil 3. Çift oluşumu

1.5.3. Compton Saçılması

Compton saçılması, gelen fotonun çok zayıf olarak bağlı ya da serbest bir elektronla inkoherent çarpışmasıdır. Gelen ve saçılan fotonlar arasında bir enerji farkı vardır. Yani, gelen ve saçılan fotonların dalga boyları birbirinden farklıdır. Bu durumda atom tarafından saçılan radyasyonun toplam şiddeti, atomun her bir elektronu tarafından saçılma şiddetleri toplanarak bulunur. Kısaca Compton olayı, fotondan elde edilen enerji yanında atomik bağlanma enerjisinin ihmal edildiği durumlarda, bir fotonun başlangıçta durgun ve serbest olan veya olduğu kabul edilen bir elektrondan inkoherent olarak saçılması olarak bilinir. Compton saçılmasına uğrayan foton enerjisinin bir kısmını kaybeder ve doğrultu değiştirir.

Şekil 4’de görüldüğü gibi $h\nu$ enerjili bir foton durgun kütlesi m_0 olan bir serbest elektron ile çarpıştığı zaman etkileşme, fotonun $h\nu'$ ($h\nu' < h\nu$) enerjisiyle ilk doğrultusu ile ψ açısı yapacak şekilde saçılması, elektronun ise K_e enerjisi ve θ açısı ile saçılması şeklinde olur.



Şekil 4. Compton saçılması

Momentum ve enerjinin korunumu kanununa göre saçılan fotonun enerjisi

$$h\nu' = \frac{h\nu}{1 + \left(\frac{h\nu}{m_0 c^2} \right) (1 - \cos\psi)} \quad (4)$$

olarak verilir. Burada m_0 elektronun durgun kütlesi ve $m_0 c^2$ (0,511 MeV) elektronun durgun kütle enerjisidir.

Geri tepen elektronun T_C kinetik enerjisi, gelen fotonun enerjisi ile saçılan fotonun enerjilerinin farkına eşittir ve $\alpha = E/m_0 c^2$ olmak üzere,

$$T_C = \frac{\alpha E (1 - \cos\psi)}{1 + \alpha (1 - \cos\psi)} \quad (5)$$

ile verilir. Saçılan fotonun minimum enerjisi ise $\psi = 180^\circ$ için

$$T_m = \frac{E}{1 + \frac{1}{2\alpha}} = \frac{E}{1 + \frac{1}{2} \frac{m_0 c^2}{E}} \quad (6)$$

ifadesi yazılabilir.

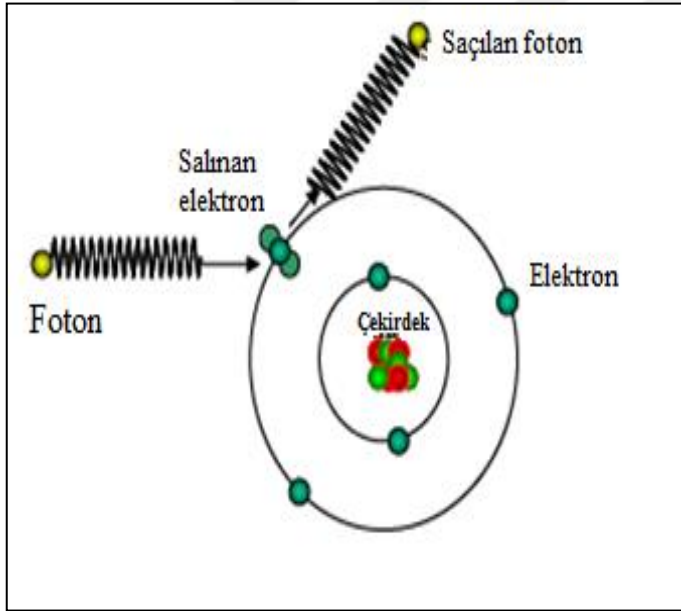
Gelen foton, saçılan foton ve geri tepen elektron daima bir düzlemedir. θ ve ψ arasındaki bağıntı

$$\cot\theta = (1 + \alpha) \tan\frac{\psi}{2} \quad (7)$$

verilir.

1.5.4. Rayleigh Saçılması

Bu saçılma kuvvetli bir şekilde bağlanmış elektronlar ile fotonların çarpışmasıyla oluşur. Kabukta bulunan elektronlar genel radyasyonun frekansında salınım yaparlar. Bu salınımdan dolayı, elektronlar gelen radyasyonla aynı frekansta radyasyon yayacaktır. Bu gelen radyasyonun, atom tarafından yansıtılan radyasyon olduğu izlemine verir. Bu tür saçılmaya Rayleigh veya koherent saçılma denir.



Şekil 5. Rayleigh saçılması

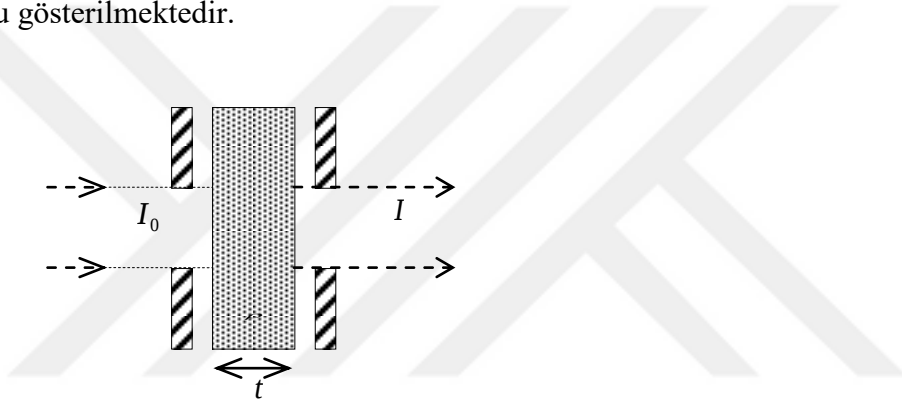
Hafif element içeren numuneler, yüksek Compton saçılmalarının ve düşük Rayleigh saçılmalarının ortaya çıkmasına neden olacaktır, çünkü onlar gevşek bağlı elektronlara sahiptirler. Compton saçılması ağır elementler için kaybolur ve sadece Rayleigh saçılması olur.

1.6. Soğurma Katsayıları

1.6.1. Lineer Soğurma Katsayısı

Bir fotonun X- ışını (γ – ışını, bremsstrahlung, vs.) belli bir enerjide bir Z atom numaralı madde tabakasından geçerek soğurulma veya saçılmaya uğrama olasılığına lineer soğurma katsayısı $\mu(cm^{-1})$ cinsinden ifade edilir.

Soğurucu bir maddenin dt kalınlığında sonsuz ince bir tabakada I_0 şiddetinde monokromatik X- ışını demeti Şekil 6'daki gibi dt kalınlığını geçerken dI kadar azaldığını farz edelim. Buna göre dI azalma miktarı dt soğurucu kalınlığı ile orantılı olduğu gösterilmektedir.



Şekil 6. Kalınlığı dt olan bir madde de X- ışını soğurulması

$$dI_0 - Idt \quad (8)$$

$$dI = -\mu Idt \quad (9)$$

$$dI_0/I = -\mu dt \quad (10)$$

Birim kalınlık başına $\mu(cm^{-1})$, birim alandaki soğurmayı lineer soğurma katsayısı verir. Atom numarası (Z) ve foton enerjisi (E) bağlı olan bir niceliktir. Denklemdaki negatif işareti, kalınlık arttıkça şiddetin azalacağını ifade etmektedir.

$$(\mu = \tau + \sigma) \quad (11)$$

$$\frac{dI}{I} = -\mu dt \quad (12)$$

ifadesinin sonlu t kalınlığı üzerinden integral alınarak

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = - \int_0^t \mu dt \quad (13)$$

$$\ln I - \ln I_0 = -\mu t \quad (14)$$

$$I = I_0 e^{-\mu t} \quad (15)$$

elde edilir. Bu ifade “Lineer Soğurma Katsayısı” olarak bilinir.

$$\mu = \frac{\ln \frac{I}{I_0}}{t} \quad (16)$$

olarak elde edilir.

1.6.2. Kütle Soğurma Katsayısı

Birim kütle başına soğurulmayı veren ifade kütle soğurma katsayısıdır. Lineer soğurma katsayısının soğurucu maddenin yoğunluğuna oranı kütle soğurma katsayısı verir. Soğurucunun kalınlığını ifade etmek için kütle soğurma katsayısını yoğunluk ve lineer kalınlık olarak yani ρ olarak ifade etmek uygundur.

$$\mu_m = \mu / \rho (cm^2/g) \quad (17)$$

μ_m , birim kütle başına birim alandaki soğurulma.

Kütle soğurulma katsayısı $\mu / \rho (cm/g)$, elementlerin atomik bir özelliği olup kimyasal ve fiziksel durumlardan bağımsız olur. Sadece dalga boyu (enerji) ve atom numarasının bir fonksiyonu olduğu gösterilmektedir. Ayrıca μ / ρ , bileşik, çözelti ve karışımlar için muhtevaya ait değerlerden hesaplanmaktadır. Bu durumda μ / ρ ; bileşiği oluşturan elemanların soğurma katsayılarının ağırlık ortalamalarını vermektedir. $W_1, W_2, \dots$ ise bunlara karşılık $\mu_1 / \rho_1, \mu_2 / \rho_2, \dots$ hesaplanırsa toplam kütle soğurma katsayısı;

$$\mu / \rho = W_1(\mu_1 / \rho_1) + W_2(\mu_2 / \rho_2) + \dots \quad (18)$$

ile bulunabilir. X-ışınının toplam soğurma katsayıları hesaplanırken sadece soğurulmasından değil maddeyi geçen saçılmadan ve çift oluşumundan dolayı şiddetlerindeki azalmaları da dikkate alınmaktadır.

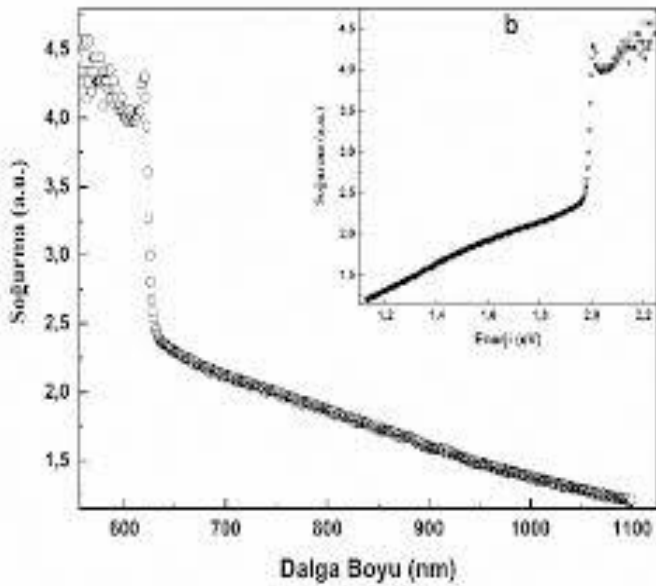
$$\mu / \rho = (\tau / \rho) + (\sigma / \rho) + (\pi / \rho) \quad (19)$$

μ / ρ ; toplam soğurma katsayısı, τ / ρ ; fotoelektrik soğurma katsayısı, σ / ρ ; saçılma soğurma katsayısı, π / ρ ; çift oluşum soğurma katsayısıdır.

1.6.3. Soğurma Kıyıları

Herhangi bir element veya bileşiğin kütle soğurma katsayısı, soğurulan X-ışınlarının dalga boyuyla veya enerjisi ile değişmektedir. Kütle soğurma katsayısının seçilen herhangi bir soğurucu için dalga boyuna karşı grafiği çizilirse beklenildiği gibi daha uzun veya yumuşak dalga boyuna doğru genel bir artış gösterilecektir. Bu değişim sürekli değildir ve sürekliliğin bozulduğu bu kırılma aralıkları soğurma kıyıları olarak tanımlanmaktadır.

Her element uyarma potansiyeli sayısınca soğurma kıyısına sahiptir. Ancak çekirdeğe yaklaştıkça soğurma kıyısı azalır. Bir atomda verilen bir seviyeden elektron sökülebilmesi için gerekli maksimum dalga boyu (minimum foton enerjisi) o elementin o seviyedeki soğurma kıyısı olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 7. Kütle soğurma katsayısının dalga boyuna göre değişimi

Kıyılar arasında kütle soğurma katsayıları ile dalga boyu arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$\mu/\rho = K \lambda^U z^V \quad (20)$$

Burada K, u ve v sabitlerdir. K 'nın değeri her bir soğurma kıyısında değişir, u ve v , λ ve Z'nin belli bir yere kadar fonksiyonlarıdır. Yaklaşık olarak değerleri sırasıyla 3 veya 4'tür. Bu genel açıklamaya deneysel olarak üretilen başka terimler de eklenmiştir (Norrish vd.,1969).

$$\frac{\mu}{\rho} = (A + BZ + CZ^2)^3 \lambda^n \quad (21)$$

Burada A, B, C ve n değerleri her bir soğurma kıyısında değişir ve n, Z'nin bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. X- ışını radyasyonu ya da radyasyonun büyük bir kısmını çok kısa mesafesinde soğuran ağır soğurucular için ölçmek oldukça zordur. Bu yüzden deneysel ölçümlerin daha uygun olan bölgelerden soğurma katsayılarını ekstra polarizasyonla hesaplamak gerekmektedir.

Her bir elementin soğurma kıyıları ile karakteristik spektrumları arasında açık bir ilişkisi vardır. K, L, M spektral serileri ve bunların dışındaki serilerde bulunan en kısa dalga boylarında soğurma kıyıları vardır ve karşılıklı ilişki K, L_1, L_2, L_3, M_1 , gibi tanımlanmakta olan kıyıya izin verir. Bir elementin K soğurma kıyısı daima bu elementin emisyonun'dan daha kısa dalga boylarından (veya daha büyük enerjilerde) bulunmaktadır. En yüksek enerji çizgisi normal olarak K spektrumunda bulunmaktadır.

Ayrıca soğurma kıyılarına karşılık gelen enerjiler bu özel spektral seriler için tam olarak kritik uyarma potansiyellerine karşılık gelmektedir. Soğurma kıyısı enerjileri her bir geçiş seviyesi için elektronların bağlanma enerjilerine eşittir. Soğurulma kıyısından daha büyük enerjili fotonlar fotoelektrik soğurma yoluyla büyük oranda soğurulmuş olacaktır. Karakteristik emisyon çizgisini uyarmak için, bir foton uygun soğurma kıyısına eşit veya daha büyük enerjiye sahip olmalıdır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Örneklerin Üretilmesi

2.1.1. Metal Kompleks Bileşik Numunelerinin Hazırlanışı

Sodyum süksinat tuzunun elde edilmesi ile metal kompleks bileşiklerin üretilmesine başlanmıştır.

$$1\text{mmol}=10^{-3}\text{mol} \quad (22)$$



$$\text{Na}_2\text{suc} \rightarrow \text{ma}=270 \text{ g/mol} \quad (24)$$

$$\text{Nia ligand (nikotinamit)} = 2 \text{ mmol} = 0,25 \text{ g}$$



Şekil 8. Sodyum süksinat ve nia ligandının gr olarak ölçümleri alındı.



Şekil 9. Sodyum süksinat tuzunun çökmesi için karıştırıcıda karıştırılması yapıldı.



Şekil 10. Sodyum süksinat tuzu elde edilen numunesi

Sodyum süksinat ve Nia ligandın elde edilmesi ile sırasıyla metal kompleks bileşiklerinin deneysel olarak numune elde edilmesine geçildi.

2.1.1.1. Kobalt Sülfat (CoSO₄) Metal Kompleksi

Bizim çalışmamızda kullandığımız numuneler 3 aşamalı deneysel olarak üretilmiştir. İlk aşamada, 1mmol CoSO₄(0,15g) ile 5ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edildikten sonra kenarda bekletilmiştir. İkinci aşamada 1mmol Na₂Suc. 6H₂O (0,27 g) ile 10ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edilir. Daha sonra bu iki aşamada elde ettiğimiz çözelti karışımlarını birbirleri ile karıştırılıp bir kenarda bekletilmiştir. Üçüncü aşamada ise en son elde ettiğimiz karışımın içine 2 mmol Nia (nikotinamit) ve 5ml saf su yavaşça ekleyenip karıştırılıp ve oda sıcaklığında metal komplekse girmesini için bekletildi. Süzüldü, ılık saf su ile yıkandı. 50° C etüvde kurutuldu.

$$Na_2suc. 6H_2O \rightarrow ma = 270g/mol \quad (25)$$

$$1 \times 10^{-3} mol = \frac{m}{ma} \rightarrow 1 \times 10^{-3} mol = \frac{m}{270g/mol} \quad (26)$$

$$m=0,27 g \rightarrow Na_2Suc. 6H_2O \quad (27)$$

Numuneden 175,6 mg kobalt sülfat elde edilmiştir.

2.1.1.2. Nikel Sülfat(NiSO₄. 6H₂O) Metal Kompleksi

Numuneler 3 aşamalı deneysel olarak üretilmiştir. İlk aşamada 1mmol NiSo₄. 6H₂O (0,26 g) ile 5ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edildikten sonra kenarda bekletilmiştir. İkinci aşamada 1mmol Na₂Suc. 6H₂O (0,27 g) ile 10ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edilir. Daha sonra bu iki aşamada elde ettiğimiz çözelti karışımlarını birbirleri ile karıştırılıp bir kenarda bekletilmiştir. Üçüncü aşamada ise en son elde ettiğimiz karışımın içine 2mmol Nia (nikotinamit) ve 5ml saf su yavaşça eklenip karıştırılıp ve oda sıcaklığında metal komplekse girmesini için bekletildi. Süzüldü, ılık saf su ile yıkandı. 50° C etüvde kurutuldu.

$$ma= 262,7 g/mol \quad (28)$$

$$1 \times 10^{-3} mol = \frac{m}{262,7g/mol} \quad (29)$$

$$m=0,26 g \quad (30)$$

Numuneden 354,1 mg nikel sülfat elde edilmiştir.

2.1.1.3. Bakır Sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Metal Kompleksi

Birinci aşamada $1\text{mmol CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,25 g) ile 5ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edildikten sonra tamamen çözülene kadar bekletilmiştir. İkinci aşamada $1\text{mmol Na}_2\text{Suc} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,27 g) ile 10ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edilir. Daha sonra bu iki aşamada elde ettiğimiz çözelti karışımlarını birbirleri ile karıştırılıp bir kenarda bekletildi. Üçüncü aşamada ise en son elde ettiğimiz karışımın içine 2mmol Nia (0,25 g) ve 5ml saf su yavaşça ekleyerek tamamen çözülene kadar karıştırıldı. Bakır sülfat sodyum süksinat hızlı reaksiyon verdiği için hemen çökme gözlemlendi. Süzüldü, ılık saf su ile yıkandı. 50°C etüvde kurutuldu.

$$m_a = 249.68\text{g/mol} \quad (31)$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{m}{249.68\text{g/mol}} \quad (32)$$

$$m = 0.25\text{ g.} \quad (33)$$

Numuneden 138.7 mg bakır sülfat elde edilmiştir.

2.1.1.4. Mangan Sülfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) Metal Kompleksi

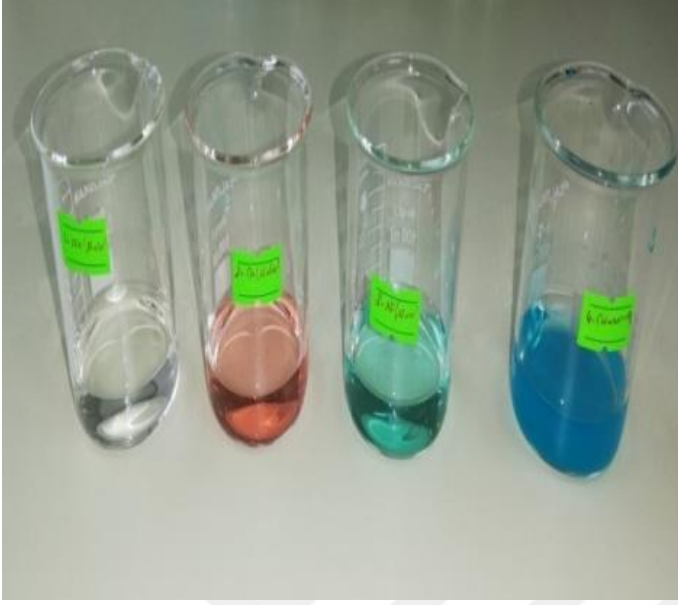
$1\text{mmol MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0.17 g) ile 5ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edildikten sonra tamamen çözülene kadar bekletilmiştir. $1\text{mmol Na}_2\text{Suc} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0.16 g) ile 10ml saf su karıştırılıp bir çözelti elde edilir. Bu iki çözeltiyi birbirleri ile karıştırılıp bir kenarda bekletildi. Daha sonra en son elde ettiğimiz karışımın içine 2mmol Nia (0,25 g) ve 5ml saf su yavaşça eklenip tamamen çözülene kadar karıştırıldı. Süzüldü, ılık saf su ile yıkandı. 50°C etüvde kurutuldu.

$$m_a = 169,06\text{ g/mol} \quad (34)$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{m}{169,06\text{ g/mol}} \quad (35)$$

$$m = 0.17\text{ g} \quad (36)$$

Numuneden 174 mg mangan sülfat elde edildi. Elimizde deneyden 4 numune elde edildi. Bunlar bakır sülfat, nikel sülfat, mangan sülfat, kobalt sülfattır.



Şekil 11. Deneyssel elde edilen numuneler



Şekil 12. Kobalt sülfat, bakır sülfat, nikel sülfat, mangan sülfat numunelerinin süzme işlemleri gerçekleştirildi.



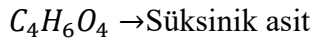
Şekil 13. Elde ettiğimiz numunelerimizin en son görüntüsü

Metal kompleks deneyimiz elde edilen numunelerimizin hazırlanması ile bitmiştir.

2.1.2. Metal-Süksinat Kompleks Bileşik Numunelerinin Hazırlanışı

Metal –suc’ların hazırlanmasında yeni çöktürülmüş metal karbonatlar kullanıldı. Yaklaşık 0,03 mol metal karbonat 40° C civarında, 150 ml 0,2 M süksinik asit çözeltisinde çözüldü ve çözünmeyen kısım süzme işlemi ile uzaklaştırıldı. Daha sonra süzöntü kristalleşmeye bırakıldı ve oluşan kristaller suyla yıkanarak oda sıcaklığında sabit ağırlığa kadar kurutuldu.

Cu (II)-suc ise 0.2 M bakır (II) nitrat ve 0,2 M sodium –suc çözeltileri 1:1 oranında karıştırılarak hazırlandı ve çökmesi beklenildi.



Molar kütle= 118,09 g/mol

Mn-suc, Ni-suc, Co-suc için de aynısını yaparak numunelerimiz elde edildi. Mn-suc numunesinden 174 mg, Cu-suc numunesinden 185,6 mg, Ni-suc numunesinden 155,5 mg, Co-suc numunesinden 180,5 mg elde edildi.

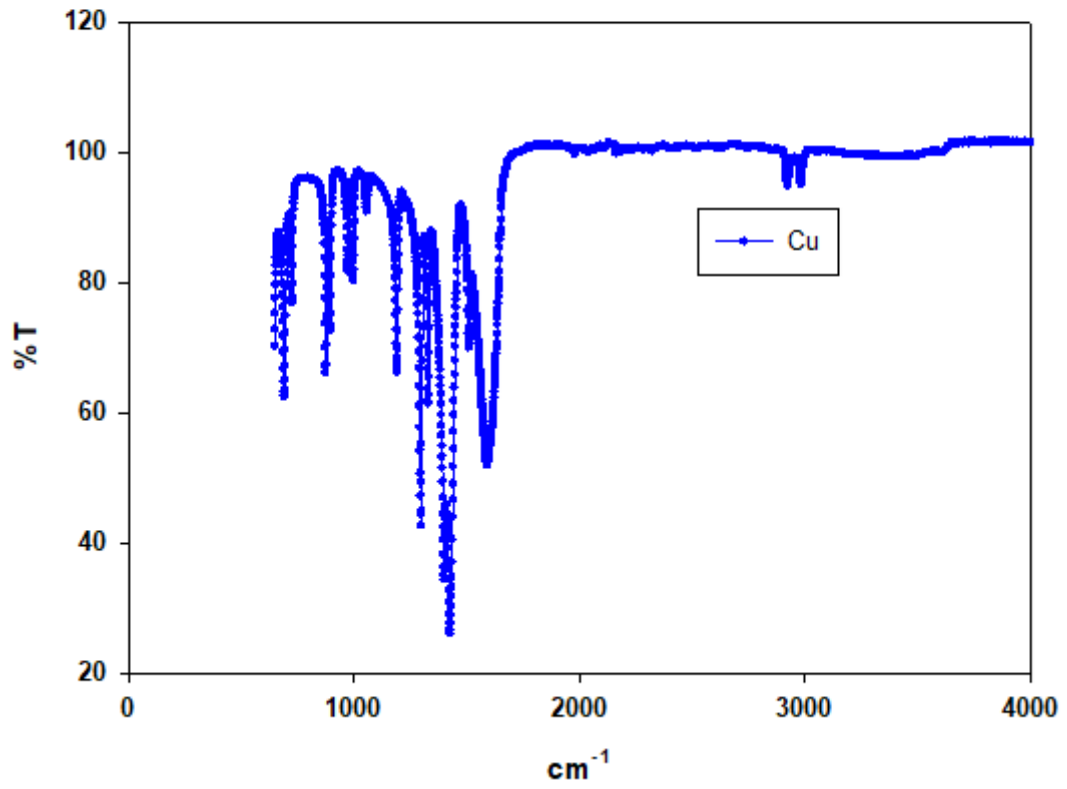
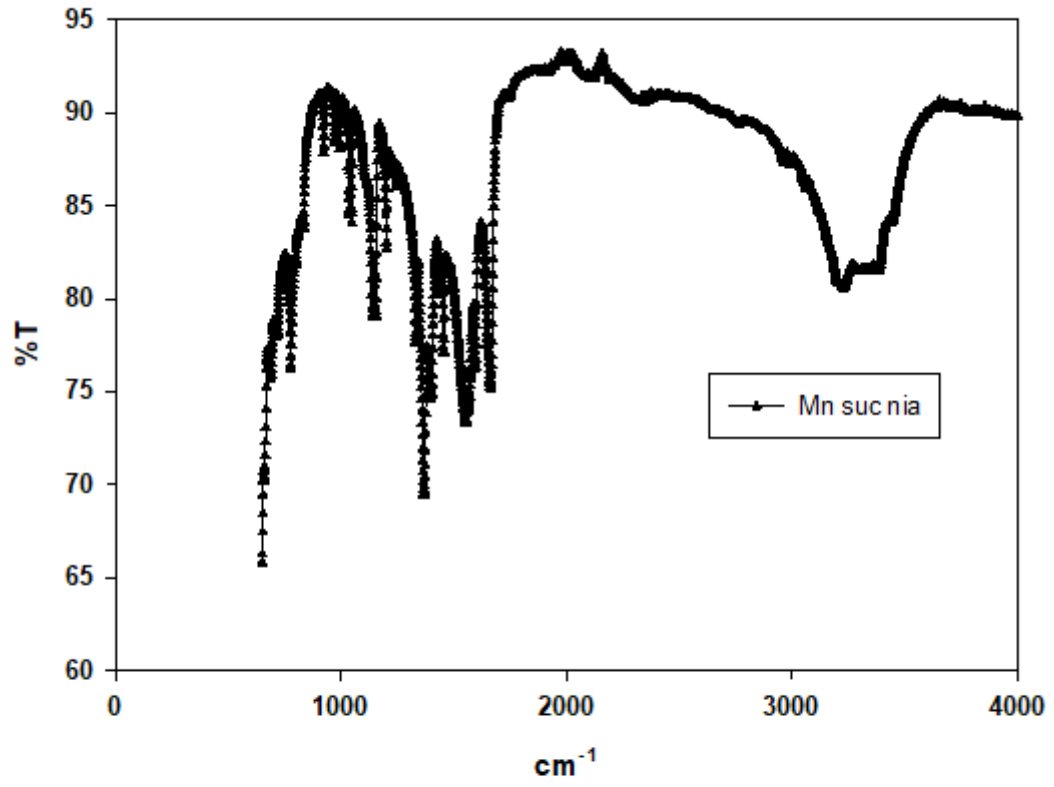


Şekil 14. Numunelerin süzme işlemi gerçekleştirildi ve kristalleşmeye bırakıldı.



Şekil 15. Deneyssel elde edilen numuneler.

Böylece Kimya bölümünde gerçekleştirdiğimiz metal kompleks bileşiklerin numune üretilmesi başarılı bir şekilde gerçekleştirildi.



Şekil 16. Mn-suc ve Cu-suc numunesinin IR çekimi.

2.2. K t le Soğurma Katsayıları Belirlenmesi

2.2.1. Numunelerin Analize Hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan toz halindeki metal kompleks bileşik numunelerinden pelletler yapıldı. Numunelerin kırılmaması için belirli oranda sel  z içerisine katıldı. Numunelerin ağırlıkları 0,0001 hassasiyetli terazide ölçümü gerçekleştirildi. Ölçülen numuneler pellet kabı yardımıyla hidrolik pres aletiyle 1,5 ton basınçta sıkıştırılmıştır. apı 1,3 cm olan pelletler numuneleri   l  me hazır hale getirilmiştir.



şekil 17. 1,3 cm çapında numune pelletler.

2.2.2.   l  m Sistemi Ve   rneklerin Analizi

1,3 cm çaplı pelletler haline getirilen numunelerin Ortec marka GEM55P4-95 Model coaxial HPGe dedektörü kullanılarak deneysel k t le soğurma katsayıları ölçümü yapılmıştır. HPGe dedektörü yarı iletken prensibine göre çalışmaktadır. Dedektör %55 relatif verime sahiptir. 4800 voltta çalışmaktadır.



Şekil 18. Ortec marka GEM55P4-95 model coaxial HPGe dedektörü

Ölçümlere başlamadan önce ^{241}Am kaynağı 1 mm yarı çaplı kurşun kolimatör içine yerleştirilerek, kaynağın nokta kaynak gibi davranması sağlandı ve dedektör numune mesafesi 5 cm tutularak, numune nokta kaynak oranının 10 cm olması için yerleştirildi.



Şekil 19. Numunelerin yerleştirilmesi ve ölçümü için kullandığımız material

Ölçümlere başlamadan önce numune olmadan boş ölçüm yapıldı. Bu ölçüme I_0 olarak adlandırıldı. Deney geometrisinin doğruluğunu test etmek için Si (Silisyum) saf kristali kullanıldı. Numune varken ölçülen değere I olarak adlandırıldı.

Silisyum deneme numunesinin ağırlığı 0.1538g, ortalama net alanı 43432, kenar uzunlukları 10.14 – 11,49 mm, alanı $1,1514 \text{ cm}^2$ ve kalınlığı 0,133'dur. Numunenin kütle soğurma katsayısı ölçüldü. Ölçülen değerlerin teorik değerlerle %1' in altında bir hata ile uyumlu olduğu ve numune yokken radyoaktif kaynaktan yayınlanan X- ışınları ile 300 s süre ile beşer defa ölçümler gerçekleştirildi. Boş ölçümümüzün net alanı 45358 olduğu görüldü.

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (37)$$

$$\left(\frac{I}{I_0}\right) = e^{-\mu x} \quad (38)$$

$$\left(\frac{\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)}{x}\right) = -\mu \cong \left(\frac{\ln\left(\frac{43432}{45358}\right)}{0.133}\right) = 0.326 \quad (39)$$

Daha sonra üretilen numuneler dedektörün baş kısmından 5 cm uzaklığa yerleştirilerek 300 s süre ile ölçümler üçer kere tekrarlandı. Bu deneyler sonucunda Şekil 20' de verilen spektrum örneklerinde görüldüğü gibi ilgili piklerin altında kalan alanlar kullanılarak numuneye gelen ve geçen X- ışınlarının şiddetleri hesaplandı. Veriler kullanılarak malzemelerin kütle soğurma katsayıları deneysel olarak hesaplanarak yazıldı.

3. BULGULAR

Karakteristik X- ışınlarında spektrumu oluşturan pik şiddetlerinin doğru ölçülmesi çok önemlidir. Elde edilen numunenin IR çekimlerinde ki pikleri ile X- ışını spektrumlarına ait pikler karşılaştırıldı. Bu pikler analiz edilerek numuneye ait gerçek karakteristik X- ışını pikleri elde edildi.

Farklı sıcaklık ve sürelerde kimya laboratuvarında üretilen metal kompleks bileşik numunelerinin kütle soğurma katsayısı değerleri Lambert Beer yasasından yararlanarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar için numunenin kalınlık değerine (x) denildi.

$$x = \frac{m(\text{numunenin ağırlığı})}{A(\text{numunenin alanı})} (g/cm^2) \quad (40)$$

dikkate alınarak yapılmıştır. Ölçüme hazır hale getirilen 1,3 cm yarıçaplı (r) örneklerin alanı (A); πr^2 formülü kullanılarak $1,327 \text{ cm}^2$ olarak hesaplandı. $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (nikel sülfat) numunesinin madde ağırlığı 0,3504 gr'dır.

$$\text{Ortalama net alan(nikel sülfat)} = \frac{41709+41162 + 41567}{3} = 41479 \quad (41)$$

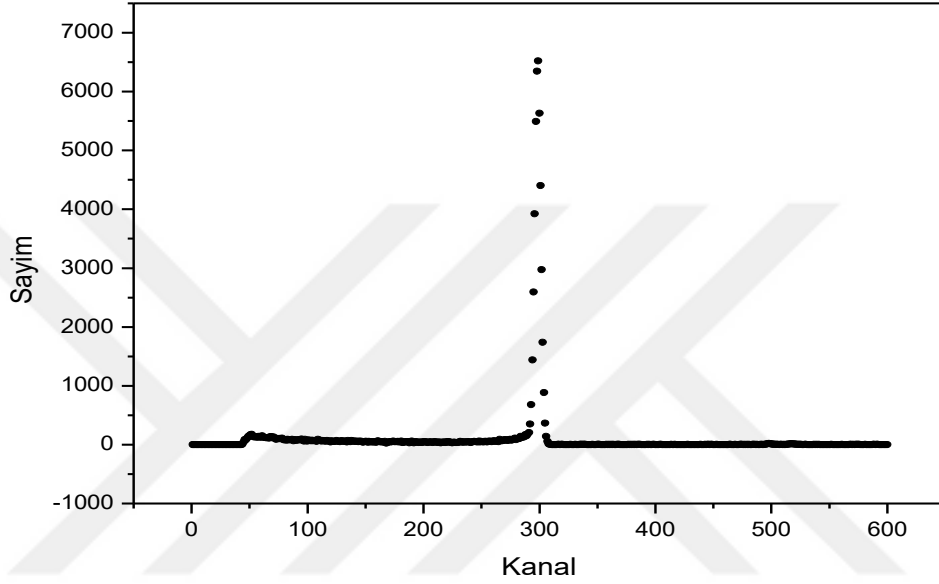
$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{41479}{45501}\right)}{0.264} = 0.350 \quad (42)$$

Nikel sülfat numunesinin deneysel soğurma katsayısı hesaplandı. Diğer numuneler içinde aynı işlemler gerçekleştirildi. (Tablo 1) de numunelerin hem deneysel hem de teorik kütle soğurma katsayıları verildi.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan numuneler ve numunelerin analiz sonuçları

Üretilen Numune	I_0	I	Deneysel(μ/ρ)	Teorik(μ/ρ)
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	45501	41479	0,350	0,526
$\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	45501	43823	0,326	0,481
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	45501	42428	0,706	0,590
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	45501	43281	0,310	0,523
$\text{Na}_2\text{suc} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	45501	41671	0,210	0,213
Mn.suc	45501	44538	0,476	0,474
Ni.suc	45501	43259	0,526	0,640
Cu.suc	45501	42724	0,703	0,694
Co.suc	45501	43058	0,418	0,416

Tabloya göre 5 numune %100'e yakın istenilen yapıda büyümüştür. Bunu IR spektrumları da aynı şekilde desteklemektedir. Fakat ilk dört numune ligandlı olanlar ki bunlar da önemli fark gözlenmektedir. Bunun sebebi ligandın Kristal yapıya istediğimiz gibi girmemesidir.



Şekil 20. Cu C₄H₆O₄ (Cu-suc) XRF tekniği ile kütle soğurma katsayılarının ölçümünden elde edilen pik diyagramı.

Ölçümü yapılan bütün numunelerimiz için XRF tekniği ile X-ışını kütle soğurma katsayıları diyagramı elde edildi. Şekil 20' de Cu-suc için pik diyagramı örnek olarak verilmiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Metal kompleks bileşikler iki şekilde üretilmiştir. Metal kompleks ve metal süksinat komplekstir. Üretilen numunelerin istenildiği gibi üretilip üretilmediği genel yöntem olan IR ölçümleri ile control edilmiştir. Bu yöntem uzun zaman aldığından ve bazen IR cihazı olmadığından buna alternatif bir yöntem XRF tekniği ile X- ışını kütle soğurma katsayıları ölçülerek kontrol edilebilir. Biz bu çalışmada her iki yöntemi de kullandık. Her iki yöntem de aynı sonucu vermiştir. XRF yönteminde geometriyi test etmek için saf ince çinko foil ve silisyum kristali kullanılmıştır. Bilinen bu test numuneleri %1 'in altında hata ile ölçülünce, numunelerimizin kütle soğurma katsayıları ölçülmüştür. Tabloya göre 5 numune %100'e yakın istenilen yapıda büyümüştür. Bunu IR spektrumları da aynı şekilde desteklemektedir. Fakat ilk 4 numune ligandlı olanlar ki bunlar da önemli fark gözlenmektedir. Bunun nedeni bizim ölçtüğümüz kütle soğurma katsayıları deneysel olarak doğru fakat teoriden sapmaktadır. Teoriden sapmanın sebebi ligandın Kristal yapıya girmemesidir. Bunun ne kadar girdiği deneysel olarak ölçülebilir ve hesaplanabilir. Fakat bu tezin konusu olmadığından bu yapılmamıştır. Çalışmada yukarıda belirttiğimiz gibi kimyasal yöntemle büyütülen bir kristalin istenilen yapıda büyüüp-büyümediğinin kolay ve ucuz bir yöntemle belirlenmesi bir nevi amaç olarak belirlenmiştir. İkinci amacımız, bu numunelerin X- ışını kütle soğurma katsayılarının literatür bilgilerimize göre ilk defa ölçülmesidir.

Üçüncü amacımız, bu metal kompleks bileşik yapıların büyütülme yöntemi her ne kadar bilinse bile ülkemizde yaygın bir çalışma alanına sahip olmadığından yöntemin yaygınlaşmasına ve pratikleşmesine katkıda bulunmaktır.

5. ÖNERİLER

Elde edilen numunelere ne kadar ligand katıldığı belirlenebilir. Ligand katıldığında IR ile ligand'dan ne kadar katıldığı şu anki uygulama bakımından tespit edilemez olduğu kabul görmektedir. Fakat XRF tekniği ile numuneden kütle soğurma katsayısı ölçümünün yanında yüzde konsantrasyon ölçümü yapılarak, numuneye giren ligand miktarı belirlenebilir. Böylece XRF tekniğinin uygulama alanı da genişletilebilir. Bu konuda araştırmacılara tavsiye edilebilir.



KAYNAKLAR

- Akkuş, T., Şahin, Y. and Yılmaz, D. (2016). Azimuthal and polar angle dependence of L X-ray differential cross-sections of Yb at 59.54 keV photon energy. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam interaction with materials and atoms*, 336, 145-149.
- Alvarez, M., Alvarodo, J., Cristiano, A.R., Marcó, L.M. and Pérez, M.M. (1990). Radioisotope X-ray fluorescence analysis of vanadium in petroleum coke sample. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 144(5) 327-334.
- Airton, T., Junior, A., Nogueira, M.S., Vivolo, V. and Campos, L.L. (2017). Mass attenuati once efficiencies of X-ray in different barite concrete used in radiation protection as shield ingagainstionizin gradiation. *Radion Physics and Chemistry*, 140, 349-354.
- Chacharkar, M.P., Sathe, M.D. and Lal, M. (1987). Determination of tungsten in ores by energy dispersive X-ray fluorescence analysis. *Journal of Radionalytical and Nuclear Chemistry*, 144, 29-35.
- Cross, J.B. and Wilson, L.V. (1983). Elemental analysis of geological samples using a multichannel simultaneous X-ray spectrometer. *Advances in X-ray Analysis*, 26, 451-456.
- Debertin, K. and Helmer, R.G. (1988). Gamma and X-ray spectrometry with semiconductor dedectors. Elsevier science publishers, New York.
- Dehghani, Z., Noghreiyani, A.V., Nadafan, M. and Majles, M.H. (2017). Investigation of gamma-ray irradiation on molecular structure, optical properties and mass attenuati once efficiencies of colloidal gold nano particles. *Optical Materials*, 70, 99-105.
- Demir, S., Yilmaz, V.T., Mrozinski, J., Lis, T. and Holynska, M. (2010). Synthesis, crystal structure, magnetic, thermal and fluorescent properties of [Co(H₂O)(4)(nia)(2)](suc)center dot(H(2)suc). *Zeitschrift Fur Naturforschung Section B-A Journal of Chemical Sciences*, 65, 695-700.
- Demir, S., Yilmaz, V.T., Yilmaz, F. and Buyukgungor, O. (2009). One dimensional Cobalt(II) and Zinc(II) succinato coordination polymers with nicotinamide: synthesis, structural, spectroscopic, fluorescent and thermal properties journal of inorganic and organometallic polymers andmaterials. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 19, 342-347.
- Demir, S., Yilmaz, V.T., Sariboga, B. and Jerzy, M. (2010). Metal(II) nicotinamide complexes containing succinato, succinate and succinic acid: synthesis, crystal structures, magnetic, thermal, antimicrobial and fluorescent properties. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 20, 220-228.

- El-Khayatt, A.M. (2017). Semi-empirical determination of gamma-ray kermoco efficients for materials of shield ingand dosimetry from mass attenuationco efficients. *Progress in Nuclear Energy*, 98, 277-284.
- Holynska, B., Ostachowicz, B., Ostachowicz, J., Samek, L., Wachniew, P., Obidowicz, A., Wobrauschek, P., Streli, C. and Halmetschlager, G. (1998). Characterisation of Pb dated peat core by various X-ray fluorecence techniques. *The Science of The Total Environment*, 218, 239-248.
- Han, I., Demir, L. and Şahin, M. (2009). Determination of mass attenuati once efficients, effective atomic and elecron numbers for some natural minerals. *Radiation Physicsand Chemistry*, 78, 760-764.
- Koehl, M.A., Rundbergand, R.S. and Braley, J.C. (2017). Experimentaland Monte Carlo investigation of mass attenuati once efficients of fission productisotopes in molecular precipitates. *Applied Radiotion and Isotopes*, 122, 148-152.
- Kaur, T., Sharmaand, J. and Singh, T. (2017). Thickness optimization of Sn-Pb alloys for experimentally measuring mass attenuati once efficients. *Nuclear Energy and Technology*, 3, 1-5.
- Puri, S., Chand, B., Mehta, D., Garg, M.L., Singhand, N. and Trehan, P.N. (1996). Differential crossection measurements for the elasticsc attering of 59.5 keV photon by elements in the atomic region. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interaction with Materials and Atoms*, 13≤Z≤82 111, 209-214.
- Rao, D.V., Cesareo, R. and Gigante, G.E. (1996). Total M X-ray fkuorecence crossection sand fluorecence, Auand Pb in theenergyregion $5.47 \leq E \leq 9.36$ keV. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 108, 227-232.
- Tıraşoğlu, E., Çevik, U., Ertüüral, B., Apaydın, G. and Ertugrul, M. (2005). Determination of trace elements in cole (Brassica oleraceae var. acephale) at Trabzon region in Turkey. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 94, 181-187.
- Vahabi, S.M., Bahreinipour, M. and Zafarghandi, M.S. (2017). Vacuum determining the mass attenuati once efficients for some polymersusing MCNP code: A comparison study, 136, 73-76.
- Yılmaz, D. and Önder, P. (2018). Effect of an external magnetic field on the mass attenuati once efficients of p-Si and n-Si . *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 423, 72-74.

ÖZGEÇMİŞ

Şeyda Mercan 11.04.1991 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlköğretimi Gazi Osman Paşa İlköğretim Okulunda ve Güngören Başarılı Kolejinden mezun oldu. Lisans eğitimini 26.06.2015 tarihinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde tamamladı.

18.07.2014 tarihinde Türkiye Atom Enerji Kurumunda stajını tamamladı. 2017 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans öğrenimini sürdürmektedir.

