



**3d-4d GEÇİŞ METALİ ALAŞIMLARINDA COMPTON
SAÇILMASINA KİMYASAL ETKİNİN ARAŞTIRILMASI
VE KOHERENT / COMPTON SAÇILMA DİFERANSİYEL
TESİR KESİTİ ORANLARININ SAÇILMA AÇISINA
BAĞLI OLARAK HESAPLANMASI**

Eren URTEKİN

Danışman: Prof. Dr. Lütfü DEMİR

Doktora Tezi

Fizik Ana Bilim Dalı

2021

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANA BİLİM DALI

**3d-4d GEÇİŞ METALİ ALAŞIMLARINDA COMPTON SAÇILMASINA KİMYASAL
ETKİNİN ARAŞTIRILMASI VE KOHERENT / COMPTON SAÇILMA
DİFERANSİYEL TESİR KESİTİ ORANLARININ SAÇILMA AÇISINA BAĞLI
OLARAK HESAPLANMASI**

(Investigation of Chemical Effect On Compton Scattering In 3d-4d Transition Metal Alloys
and Calculation of Coherent / Compton Scattering Differential Cross Section Rates Based on
Scattering Angle)

DOKTORA TEZİ

Eren URTEKİN

Danışman: Prof. Dr. Lütfü DEMİR

Erzurum
Şubat, 2021

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**3d-4d GEÇİŞ METALİ ALAŞIMLARINDA COMPTON SAÇILMASINA KİMYASAL
ETKİNİN ARAŞTIRILMASI VE KOHERENT / COMPTON SAÇILMA DİFERANSİYEL
TESİR KESİTİ ORANLARININ SAÇILMA AÇISINA BAĞLI OLARAK
HESAPLANMASI**

Prof. Dr. Lütfü DEMİR danışmanlığında, Eren URTEKİN tarafından hazırlanan bu çalışma, 23/02/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Fizik Anabilim Dalı Atom ve Molekül Fizigi Bilim Dalı'nda doktora tezi olarak **oybirliği (5/5)** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Neslihan EKİNCİ
Atatürk Üniversitesi

Danışman: Prof. Dr. Lütfü DEMİR
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ali YILDIZ
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Tuba AKKUŞ
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../.... tarih ve
sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerinde Doktora Öğrenim Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: FBA-2019-7184

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

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. L  tf   DEM  R dan  şmanlığında sunulan ‘‘3d-4d Geçiş Metali Alaşımlarında Compton Saçılmasına Kimyasal Etkinin Araştırılması ve Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesiti Oranlarının Saçılma Açısına Bağlı Olarak Hesaplanması’’ başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada g  sterildiğini, Fen Bilimleri Enstit  s   tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez B��l��mleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	6	30
Kuramsal Temeller	29	30
Materyal ve Y��ntem	29	35
Bulgular	2	20
Tartışma	2	20
Tezin Geneli	25	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekk  r, Dizin ve Ekler kısımları tarama dış bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5’den b  y  k olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (��ğrenci)	Tez Danışmanı
Eren URTEK��N	Prof. Dr. L��tf�� DEM��R
Tarih girmek için burayı tıklayınız	Tarih girmek için burayı tıklayınız
��mza:	��mza:

* Tez ile ilgili Y  KTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

- ☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma s  recinin devam etmesi sebebiyle Enstit   Y  netim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl s  reyle engellenmiştir.
- ☐ Enstit   Y  netim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay s  reyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde yapılmıştır. Bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde tecrübelerini ve kıymetli bilgilerini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Lütfü DEMİR'e en içten şükranlarımı arz ederim.

Çalışmalarım sırasında tecrübelerini ve bilgilerini esirgemeyen çok kıymetli arkadaşım Sayın Doç. Dr. Esra Kavaz'a çok teşekkür eder ve en içten şükranlarımı arz ederim.

Çalışmalarım sırasında yapmış olduğu katkılardan dolayı kıymetli arkadaşım Sayın Dr. Ufuk PERİŞANOĞLU'na ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kamber KAŞALI'ye teşekkür ederim.

Fen Fakültesi Fizik Bölümü Başkanı Sayın Prof. Dr. Yakup KURUCU'ya ve tüm Fizik Bölümü elemanlarına sağlamış oldukları kolaylıklardan dolayı teşekkür ederim.

Teşvik ve desteklerinden dolayı değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Şubat, 2021

ÖZET

DOKTORA TEZİ

3d-4d GEÇİŞ METALİ ALAŞIMLARINDA COMPTON SAÇILMASINA KİMYASAL ETKİNİN ARAŞTIRILMASI VE KOHERENT / COMPTON SAÇILMA DİFERANSİYEL TESİR KESİTİ ORANLARININ SAÇILMA AÇISINA BAĞLI OLARAK HESAPLANMASI

Eren URTEKİN

Danışman: Prof. Dr. Lütfü DEMİR

Amaç: Saf 3d-4d geçiş metalleri ve bunların muhtelif oranda karışımı ile elde edilen $(V_2O_5)_{0.5}X_{0.5}$, $(Y_2O_3)_{0.5}X_{0.5}$, $(Cu_2O)_{0.5}X_{0.5}$, $(TiO_2)_{0.5}X_{0.5}$ ($X = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımların yarı maksimumdaki tam genişlik ($FWHM$), asimetri indeksi (A_s), pik tepesi enerjileri (E) ve kimyasal kaymalarını (ΔE) alaşım etkisine bağlı olarak tespit etmek ve sözkonusu geçiş metalleri ile alaşımlarının koherent / Compton saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının ($d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$) saçılma açısına bağlı olarak hesaplanması amaçlanmıştır.

Yöntem: Seçilen 3d-4d geçiş metali ve onların alaşımları, 100 mCi şiddetinde olan Am-241 radyoaktif nokta kaynaktan yayımlanan 59,54 keV foton enerjisi ile $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarında uyarılmıştır. Si(Li) detektör yardımı ile Compton ve koherent piklerinin spektrumları elde edilmiştir.

Bulgular: Artan saçılma açısı ile neredeyse tüm numunelerin özellikle Compton piklerinde asimetri ve kimyasal kaymalar gözlemlenmiştir. 3d ve 4d geçiş metalleri için teorik ve deneysel $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ oranının artan atom numarası ile artarken, artan saçılma açısıyla azaldığı gözlemlenmiştir. Alaşımlarda ise deneysel $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ oranının artan saçılma açısı ile azaldığı gözlemlenmiştir.

Sonuç: Alaşımı oluşturan metallerin Compton pik tepe enerjisinde kimyasal kayma olduğu görülmüştür. Seçilen 3d-4d geçiş metallerinin deneysel $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ oranlarının literatürdeki datalarla uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Saçılma açısının artması ile birlikte her bir alaşım için $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ oranının azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3d-4d geçiş metali alaşımları, Compton saçılması, koherent saçılması, kimyasal etki, saçılma diferansiyel tesir kesiti

Şubat 2021, 146 Sayfa

ABSTRACT

Ph. D. DISSERTATION

INVESTIGATION OF CHEMICAL EFFECT ON COMPTON SCATTERING IN 3d-4d TRANSITION METAL ALLOYS AND CALCULATION OF COHERENT / COMPTON SCATTERING DIFFERENTIAL CROSS SECTION RATES BASED ON SCATTERING ANGLE

Eren URTEKİN

Supervisor: Prof. Dr. Lütfü DEMİR

Purpose: It is targeted to determine, depending on the alloy effect of the chemical shift, (ΔE) the energies of peak top, (E) the asymmetry index, (A_s) and the full width in half maximum (FWHM), of the pure 3d-4d transition metals alloys and the $(V_2O_5)_{0.5} X_{0.5}$, $(Y_2O_3)_{0.5} X_{0.5}$, $(Cu_2O)_{0.5} X_{0.5}$, $(TiO_2)_{0.5} X_{0.5}$ ($X = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alloys, which have been acquired by being mixed of these metals in various ratio and the calculating of the transition metals and alloys, as mentioned, depending on scattering angle of the proportions ($d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$) of coherent / Compton scattering differential cross section.

Method: The chosen 3d-4d transition metals and their alloys have been stimulated in $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ and 85° scattering angles with the 59,54 keV photon energy, released from Am 241 radioactive source, which has been 100 mCi intensity. With the help of Si(Li) detector, the spectrums of Compton and coherent peaks have been acquired.

Findings: It has been observed the asymmetry and the chemical shifts approximately in all of the samples, especially in the Compton peaks with the increasing scattering angle. It has been observed that while the theoretical and experimental $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ proportion has been increasing with the rising atom number, it has been decreasing with the rising scattering angle.

Results: Chemical shifts were observed at Compton peak top energy of the metals forming the alloy. It has been observed that the experimental proportions $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ of the chosen 3d-4d transition metals have been suitable with the data in literature. It has been determined that the proportion of $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ for each of the alloy have been decreased with the increasing of scattering angle.

Keywords: 3d-4d transition metal alloys, Compton scattering, coherent scattering, chemical effect, scattering differential cross section.

February 2021, 146 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	ii
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xviii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xxii
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	9
Metal Oksitlerin Genel Özellikleri.....	9
Vanadyum oksit yapılar ve özellikleri	9
Bakır oksit yapılar ve özellikleri	11
Titanyum oksit yapılar ve özellikleri	12
İtriyum(III) Oksit (Yttria) yapılar ve özellikleri	14
Geçiş Metalleri ve Genel Özellikleri.....	14
Geçiş Elementlerinin Elektronik Konfigürasyonu	16
Geçiş Elementlerinin Atomlarının ve İyonlarının Yarıçapı	18
Alaşım Oluşumu ve Alaşımlama	19
Alaşımlandırma ve İçyapı Oluşumu	19
Katılaşma.....	20
Alaşım Üretimi.....	22
Elektromanyetik Radyasyonun Madde İle Etkileşimi	23
Elektromanyetik dalganın soğurulması.....	24
Elektromanyetik radyasyonun saçılması.....	26
Gama Işınları	30
Soğurma Kısımları	30
X-ışını Spektroskopisinde Kimyasal Kayma.....	31
X-ışını Spektroskopisinde Kimyasal Kaymanın Keşfi	31
X-ışını Spektroskopisinde Kimyasal Kaymanın Yorumlanması.....	32

Tesir Kesitleri.....	32
Diferansiyel tesir kesitleri	35
MATERYAL ve YÖNTEM	38
X-Işınları Floresans Tekniği	38
XRF'in temelleri	39
X-ışınları Spektrumunun İncelenmesi	42
Koharent saçılma pikleri	42
Compton pikleri	43
Karakteristik X-ışını pikleri.....	43
Auger pikleri	43
Üst üste binme pikleri	43
Kaçak (Escape) pikler	43
Satellite pikler	44
Enerji Ayırmalı X-Işını Flöresans Spektrometresi	44
Si(Li) Dedektör	47
Yüksek voltaj kaynağı (High voltage supplier)	49
Ön yükseltici (Preamplifier).....	49
Yükseltici (Amplifier).....	49
Analog sayısal dönüştürücü (ADC)	50
Çok kanallı analizör (MCA).....	50
Numunelerin Hazırlanması ve Deney Geometrisi	50
FWHM, Pik Tepesi Enerjisi ve Asimetri İndeksinin Bulunması	54
Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesit Oranının DeneySEL	
Hesaplanması	55
Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesit Oranının Teorik	
Hesaplanması	57
ARAŞTIRMA BULGULARI	59
TARTIŞMA ve SONUÇ	113
KAYNAKLAR.....	117
ÖZGEÇMİŞ.....	122

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1. Farklı vanadyum oksit fazlarının metal-yarıiletken dönüşüm sıcaklıkları	11
Tablo 2. TiO_2 'in faz, grup ve örgü parametreleri	13
Tablo 3. Bazı bileşikler için X-Işınlari emisyonunda kimyasal kayma	32
Tablo 4. Çalışmada kullanılan numunelerin özellikleri	51
Tablo 5. Saf Fe elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	60
Tablo 6. Saf Co elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	60
Tablo 7. Saf Ni elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	60
Tablo 8. Saf Cu elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	61
Tablo 9. Saf Zn elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	61
Tablo 10. Saf Y elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	61
Tablo 11. Saf Nb elementi için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	62
Tablo 12. V_2O_5 metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	63
Tablo 13. Y_2O_3 metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri	63

Tablo 14. Cu ₂ O metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	63
Tablo 15. TiO ₂ metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	64
Tablo 16. V ₂ O ₅ Fe alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	65
Tablo 17. V ₂ O ₅ Co alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	65
Tablo 18. V ₂ O ₅ Ni alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	65
Tablo 19. V ₂ O ₅ Cu alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	66
Tablo 20. V ₂ O ₅ Zn alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	66
Tablo 21. V ₂ O ₅ Y alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	66
Tablo 22. V ₂ O ₅ Nb alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	67
Tablo 23. Y ₂ O ₃ Fe alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	68
Tablo 24. Y ₂ O ₃ Co alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	68

Tablo 25. Y_2O_3Ni alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	68
Tablo 26. Y_2O_3Cu alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	69
Tablo 27. Y_2O_3Zn alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	69
Tablo 28. Y_2O_3Y alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	69
Tablo 29. Y_2O_3Nb alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	70
Tablo 30. Cu_2OFe alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	71
Tablo 31. Cu_2OCu alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	71
Tablo 32. Cu_2ONi alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	71
Tablo 33. Cu_2OCu alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	72
Tablo 34. Cu_2OZn alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	72
Tablo 35. Cu_2OY alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	72

Tablo 36. Cu ₂ ONb alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	73
Tablo 37. TiO ₂ Fe alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	74
Tablo 38. TiO ₂ Co alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	74
Tablo 39. TiO ₂ Ni alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	74
Tablo 40. TiO ₂ Cu alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	75
Tablo 41. TiO ₂ Zn alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	75
Tablo 42. TiO ₂ Y alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	75
Tablo 43. TiO ₂ Nb alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A _s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri.....	76
Tablo 44. V ₂ O ₅ Fe alaşımında V ₂ O ₅ metal oksiti ve Fe elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	77
Tablo 45. V ₂ O ₅ Co alaşımında V ₂ O ₅ metal oksiti ve Co elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	77
Tablo 46. V ₂ O ₅ Ni alaşımında V ₂ O ₅ metal oksiti ve Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	77

Tablo 47. V_2O_5Cu alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Cu elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	78
Tablo 48. V_2O_5Zn alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Zn elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	78
Tablo 49. V_2O_5Y alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Y elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	78
Tablo 50. V_2O_5Nb alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Nb elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	79
Tablo 51. Y_2O_3Fe alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Fe elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	80
Tablo 52. Y_2O_3Co alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Co elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	80
Tablo 53. Y_2O_3Ni alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Ni elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	81
Tablo 54. Y_2O_3Cu alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Cu elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	81
Tablo 55. Y_2O_3Zn alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Zn elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	81
Tablo 56. Y_2O_3Y alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Y elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	82
Tablo 57. Y_2O_3Nb alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Nb elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	82

Tablo 58. Cu ₂ OFe alaşımının Cu ₂ O metal oksiti ve Fe elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	83
Tablo 59. Cu ₂ OCo alaşımında Cu ₂ O metal oksiti ve Co elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	83
Tablo 60. Cu ₂ ONi alaşımının Cu ₂ O metal oksiti ve Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	84
Tablo 61. Cu ₂ OCu alaşımının Cu ₂ O metal oksiti ve Cu elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	84
Tablo 62. Cu ₂ OZn alaşımının Cu ₂ O metal oksiti ve Zn elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	84
Tablo 63. Cu ₂ OY alaşımının Cu ₂ O metal oksiti ve Y elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	85
Tablo 64. Cu ₂ ONb alaşımının Cu ₂ O metal oksiti ve Nb elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	85
Tablo 65. TiO ₂ Fe alaşımının TiO ₂ metal oksiti ve Fe elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	86
Tablo 66. TiO ₂ Co alaşımının TiO ₂ metal oksiti ve Co elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	86
Tablo 67. TiO ₂ Ni alaşımının TiO ₂ metal oksiti ve Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	87
Tablo 68. TiO ₂ Cu alaşımının TiO ₂ metal oksiti ve Cu elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	87

Tablo 69. TiO_2Zn alaşımının TiO_2 metal oksiti ve Zn elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılardaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	87
Tablo 70. TiO_2Y alaşımının TiO_2 metal oksiti ve Y elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılardaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	88
Tablo 71. TiO_2Nb alaşımının TiO_2 metal oksiti ve Nb elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılardaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri	88
Tablo 72. Saf Fe elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri.....	90
Tablo 73. Saf Co elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri.....	90
Tablo 74. Saf Ni elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri.....	91
Tablo 75. Saf Cu elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri	91
Tablo 76. Saf Zn elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri.....	92
Tablo 77. Saf Y elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri.....	92
Tablo 78. Saf Nb elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri.....	93
Tablo 79. V_2O_5 metal oksiti için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° ’lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	95

Tablo 80. Y_2O_3 metal oksiti için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	95
Tablo 81. Cu_2O metal oksiti için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	96
Tablo 82. TiO_2 metal oksiti için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	96
Tablo 83. V_2O_5Fe alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	97
Tablo 84. V_2O_5Co alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	97
Tablo 85. V_2O_5Ni alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	98
Tablo 86. V_2O_5Cu alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerler	98
Tablo 87. V_2O_5Zn alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	99
Tablo 88. V_2O_5Y alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	99
Tablo 89. V_2O_5Nb alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	100
Tablo 90. Y_2O_3Fe alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	101

Tablo 91. Y_2O_3Co alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	101
Tablo 92. Y_2O_3Ni alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	102
Tablo 93. Y_2O_3Cu alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	102
Tablo 94. Y_2O_3Zn alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	103
Tablo 95. Y_2O_3Y alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	103
Tablo 96. Y_2O_3Nb alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	104
Tablo 97. Cu_2OFe alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	105
Tablo 98. Cu_2OCu alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	105
Tablo 99. Cu_2ONi alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	106
Tablo 100. Cu_2OCu alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	106
Tablo 101. Cu_2OZn alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	107

Tablo 102. Cu ₂ OY alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	107
Tablo 103. Cu ₂ ONb alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	108
Tablo 104. TiO ₂ Fe alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	109
Tablo 105. TiO ₂ Co alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	109
Tablo 106. TiO ₂ Ni alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	110
Tablo 107. TiO ₂ Cu alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	110
Tablo 108. TiO ₂ Zn alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	111
Tablo 109. TiO ₂ Y alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	111
Tablo 110. TiO ₂ Nb alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında dσ _{koherent} / dσ _{Compton} saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri	112

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Vanadyum – oksijen sisteminin faz diyagramı	10
Şekil 2. Bakır oksit yapılar (a) küproz oksit (b) küprik oksit.....	12
Şekil 3. Rutil ve Anataz kristal yapısının birim hücresinin gösterimi.....	13
Şekil 4. Y_2O_3 ’ün kristal yapısı	14
Şekil 5. Periyodik çizelge	16
Şekil 6. 3d geçiş elementlerinin elektron yapısı.....	17
Şekil 7. Geçiş metali serisinin atomik yarıçapındaki değişim	19
Şekil 8. Saf metalin soğuma eğrisi	21
Şekil 9. Katılaşmış yapının çekirdeği ve büyümesi	21
Şekil 10. Alaşımın soğuma eğrisi.....	22
Şekil 11. Fotoelektrik, Compton ve çift oluşumu olaylarının baskın olduğu bölgeler	23
Şekil 12. Fotoelektrik olay; A) Etkileşmeden önce B) Etkileşmeden sonra	24
Şekil 13. Auger olayı.....	25
Şekil 14. Çift oluşum.....	25
Şekil 15. Compton olayı.....	27
Şekil 16. (a) Compton saçılmasında gelen foton (b) Compton açılmasında saçılan foton	28
Şekil 17. Uranyum için X-ışını soğurma kıyıları.....	31
Şekil 18. Wenzel ve Coster tarafından CI iyonu için geliştirilen model	32
Şekil 19. Tesir kesiti ile gelen demetin şiddeti arasındaki ilişki ve tesir kesitinin geometrik yorumu	34
Şekil 20. Klasik saçılma deneyinin şematik gösterimi.....	35
Şekil 21. Diferansiyel tesir kesitinin gösterimi.	36
Şekil 22. X-ışını emisyon spektroskopisi	38
Şekil 23. X-ışınları ve diğer elektromagnetik radyasyon	39
Şekil 24. X-ışınlarının madde ile 3 ana etkileşimi.....	40
Şekil 25. Karakteristik radyasyonun üretimi.....	40
Şekil 26. Gelen ve floresans X-ışınlarının soğurulması	41
Şekil 27. Birincil ve ikincil floresans	42
Şekil 28. İdeal bir X-ışını spektrumu (Yavuz 2011).....	42
Şekil 29. EDXRF spektrometre ile ölçülen toprak numunenin tipik spektrum örneği.....	45
Şekil 30. Enerji ayırmalı X-ışını spektrometresi	46

Şekil 31. Sayma sistemi	47
Şekil 32. Si(Li) katıhal yarıiletken dedektörünün şematik gösterimi.....	48
Şekil 33. Si(Li) dedektörde X-ışını dedeksiyon işlemi.....	49
Şekil 34. Ölçümlerde kullanılan hassasiyeti yüzde binde bir olan terazi	52
Şekil 35. Ölçümlerde alaşım oluşturulurken kullanılan çalkalayıcı	52
Şekil 36. Ölçümlerde kullanılan press makinesi	53
Şekil 37. Ölçümler için kullanılan Si(Li) dedektör, Am-241 radyoaktif kaynak, açıcı düzenegİ ve numune tutucudan oluşan deney geometrisi.....	53
Şekil 38. Ölçüm sonucunda spektrumları elde etmek için kullanılan Genie-2000 programının yüklü olduğu bilgisayar.....	54
Şekil 39. Asimetri indeksi, pik enerjisi ve FWHM parametrelerinin gösterimi.....	55
Şekil 40. Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesit Oranlarını hesaplamak için $I_0 G \varepsilon$ değerleri.....	57
Şekil 41. Saf Co elementinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	62
Şekil 42. Saf Y elementinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	62
Şekil 43. V ₂ O ₅ metal oksitin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	64
Şekil 44. Y ₂ O ₃ metal oksitin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	64
Şekil 45. V ₂ O ₅ Fe alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	67
Şekil 46. V ₂ O ₅ Nb alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	67
Şekil 47. Y ₂ O ₃ Zn alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	70
Şekil 48. Y ₂ O ₃ Nb alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	70
Şekil 49. Cu ₂ OCu alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	73
Şekil 50. Cu ₂ OY alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	73
Şekil 51. TiO ₂ Ni alaşımının 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	76

Şekil 52. TiO_2Y alaşımının 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği	76
Şekil 53. $\text{V}_2\text{O}_5\text{Fe}$ alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Fe elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	79
Şekil 54. $\text{V}_2\text{O}_5\text{Co}$ alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Co elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	79
Şekil 55. $\text{V}_2\text{O}_5\text{Nb}$ alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Nb elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	80
Şekil 56. $\text{Y}_2\text{O}_3\text{Cu}$ alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Cu elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	82
Şekil 57. $\text{Y}_2\text{O}_3\text{Nb}$ alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Nb elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	83
Şekil 58. Cu_2ONi alaşımında Cu_2O metal oksiti ve Ni elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	85
Şekil 59. Cu_2OY alaşımında Cu_2O metal oksiti ve Y elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	86
Şekil 60. TiO_2Zn alaşımında TiO_2 metal oksiti ve Zn elementine göre 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	88
Şekil 61. TiO_2Y alaşımında TiO_2 metal oksiti ve Y elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma	89
Şekil 62. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında teorik $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin atom numarasına göre değişimi.....	93
Şekil 63. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin atom numarasına göre değişimi.....	94
Şekil 64. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında teorik $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi.....	94
Şekil 65. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi.....	95
Şekil 66. V_2O_5 ve $(\text{V}_2\text{O}_5)_{0.5} \text{M}_{0.5}$ (M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb) alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	

saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi.....	100
Şekil 67. Y_2O_3 ve $(Y_2O_3)_{0.5} M_{0.5}$ ($M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımları için $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi.....	104
Şekil 68. Cu_2O ve $(Cu_2O)_{0.5} M_{0.5}$ ($M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımları için $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi.....	108
Şekil 69. TiO_2 ve $(TiO_2)_{0.5} M_{0.5}$ ($M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımları için $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi.....	112

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

A_s	: Asimetri İndeksi
ADC	: Analog Sayısal Dönüştürücü
e	: Elektron Yükü
σ	: Tesir Kesiti
$EDXRF$	: Enerji Ayrımlı X-ışını Floresans Spektrometresi
$FWHM$	: Yarı Maksimumdaki Tam Genişlik (Full Width Half Maximum)
$WDXRF$	: Dalga boyu Ayrımlı X-ışını Floresans Spektrometresi
h	: Planck Sabiti
MCA	: Çok Kanallı Analizör
m_0	: Elektronun Durgun Kütlesi
N_A	: Avagadro Sayısı
t	: Numune Kalınlığı (gr/cm ²)
XRF	: X-ışını Floresans
ΔE	: Kimyasal Kayma
$d\sigma_{koherent} /$	
$d\sigma_{compton}$	: Koherent / Compton Diferansiyel Tesir Kesit Oranı
$d\Omega$	: Katı Açısı
ppm	: Milyonda bir mikro (Parts per million)

GİRİŞ

Bir moleküldeki atomun enerji seviyeleri ve elektronik geçişleri üzerine kimyasal etkiler, genellikle atomdan yayımlanan karakteristik X -ışını şiddetindeki değişime göre yorumlanmaktadır (Brunner *et al.* 1982). Kimyasal etki, valans elektronlarının iç kabuk enerji seviyelerindeki etkisi vasıtasıyla karakteristik X -ışını spektrumları üzerinde değişikliğe sebep olmaktadır. Bağa giren atomun bir valans elektronunun atomdan uzaklaşması sonucunda perdeleme etkisinde bir azalma meydana gelir. Bundan dolayı geriye kalan elektronlar atoma daha sıkı bağlanırlar. Enerji seviyelerinde içeriye doğru bir kayma meydana gelir. Atomun en iç kabukları bile bu durumdan etkilenmektedir. Bu değişim, seviyeler arasındaki elektronik geçişlerde, dolayısıyla karakteristik X -ışını spektrumları üzerinde önemli değişiklikler ortaya çıkarmaktadır.

Kimyasal etki hafif elementlerde daha baskındır. Bu tür elementlerde valans elektronları L kabuğunun içerisinde. Sumbaev *et al.* (1970), Sn ve SnO₂ üzerinde kimyasal etki çalışmışlardır. Enerji seviyelerindeki kaymaları K tabakası için $\Delta K = -1,3$ eV, L tabakası için $-1,1$ eV ve M tabakası içinde yine $-1,1$ eV olarak tayin etmişlerdir. Sarode and Cheral (1977), toprak metal alaşımlarını baz alarak soğurma kıyıları üzerine araştırma yapmışlardır. Kushwaha *et al.* (1975), toprak metalleri ve onların alaşımları üzerine çalışma yapmışlardır. Soğurma kıyıları, kristaldeki bağ enerjileri ile ilgili bilgi sağlar. Bundan dolayı X -ışını emisyon spektrumu metal ve yalıtkanların iletim ve valans bandlarını araştırmada oldukça işe yarar bir tekniktir. Kimyasal etkinin 3d grubu elementlerde daha net gözükceği düşünülerek, birçok araştırmacı tarafından bu gruba dahil olan elementler üzerinde çalışılmıştır (Arndt *et al.* 1982; Bianconi *et al.* 1985; Mukoyama *et al.* 1986; Söğüt *et al.* 2002).

Lindh and Lundgusat (1924), rombik sülfür, sülfat ve bazı metallerin K_{β} çizgilerinin rölativ şiddet ölçümünü gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında K_{β} emisyon şiddetlerini seçmelerinin sebebi dış yörünge elektronlarının kimyasal etkiye daha çok açık olmasıdır. Eğer bir dış tabakadan bir elektron dışarıya atılır ise atılan elektronun perdeleme etkisi diğer elektronlara göre daha düşük olacağından, dış yörüngedeki bir elektron üzerine çekirdeğin etkisi daha büyük olacaktır. Bu durum atomun elektronik yapısında değişim sağlayacaktır. K_{β} ışıması dış tabaka elektronlarından K tabakasına geçişi içerdiğinden ötürü kimyasal etkiyi incelemede önem arz etmektedir.

Kaya (2015), kimyasal etkinin temelinde son yörünge elektronlarının bağ yapmış olduğunu düşünerek bu elektronların aslında atomun en serbest elektronu olduğunu söylemiştir. Compton saçılmasının ağırlıklı olarak serbest elektronların radyasyonla etkileşmesi bilgisinden yola çıkarak, Compton saçılması ile kimyasal bağ hakkında bilgi edinilebileceğini belirtmiştir.

Bileşik veya karışımın formasyonuna, iyon yüklerinin bağlanma enerjisinin modifikasyonu ve merkez iyonun etrafındaki kimyasal çevrenin değişimi etken olur. Bağlanma enerjisindeki değişim bileşik veya alaşımların soğurma kıyısının pozisyonunu yansıtır. Bileşik veya alaşımın kimyasal kayması, bileşiğin veya alaşımın soğurma kıyısının enerjisi ile bileşiğin veya alaşımın içindeki saf maddenin soğurma kıyısının enerjisi arasındaki farklılıktır. Buna göre kimyasal kayma $\Delta E = E_{\text{karışım}} - E_{\text{saf madde}}$ bağıntısı ile formülize edilir. Burada E, X-ışını soğurma kıyısındaki bükülme noktasının enerjisi olarak tanımlanır. Bu kavram moleküldeki atomların üzerinde, yük dağılımındaki farklılıklarla oluşan lokal potansiyeldeki değişimden dolayı ortaya çıkar.

Bazı araştırmacılar bileşiklerindeki metal iyonlarının X-ışını soğurma kıyılarını çalışmışlardır. Soğurma kıyılarının dalgaboyundaki değişimi rapor etmişlerdir (Manescu 1947; Barton and Lindsay 1947; Cauchois 1948; Sarode and Chetal 1977). Bu araştırmacıların çalışmalarında, kimyasal kayma için genel geçerli teoremin çok geniş bir biçimi olan kıyı pozisyonunu etkileyen parametrelerin sınırı (elektronegatiflik, atomlararası uzaklık, kristal yapı, kovalent elektronlar, atomun valans durumu) oluşmamıştır. Bununla birlikte atomlar arası bağı belirleyen atomun elektronik yapısını gözlemlemişlerdir. X-ışını soğurma spektrumundaki kimyasal kaymalar bağı tanımlamadaki önemli parametrelerden biridir.

Soğurma kıyısının pozisyonundaki değişim, elektronik geçişle ilgili hem iç hem de dış seviyelerin enerjilerine bağlıdır. Bununla birlikte bu değişim genellikle küçük olan iç seviye kaymalarından dolayı dış seviye karakterlerini öncelikle yansıtacaktır.

Sarode (1978), BiF_3 , BiCl_3 , BiBr_3 , BiI_3 gibi soğurucular için farklı enerjilerde ve farklı elektronegatifliklerde kimyasal kaymayı gözlemlemiştir. Enerji azaldıkça kimyasal kaymanın da azaldığını yine benzer şekilde elektronegatiflik azaldıkça kimyasal kaymanın da azaldığını söylemiştir. Srivastava (1972), X-ışını soğurma kıyılarındaki kaymalar ve etkin nükleer yük (Z_{eff}) arasındaki karşılıklı ilişkinin araştırmaya değer bir biçimde düşünülebileceğini söylemiştir. Bu yöndeki çalışmaların etkin nükleer yükteki değişim ve kıyı kaymaları arasındaki muhtemel korelasyonu geliştirmek için yapıldığını belirtmiştir.

Srivastava (1972), bazı ikili bileşiklerde bizmut ve kurşunun L_{III} soğurma kıyıları ve arsenik, galyum, bakır ve kobalt için K-soğurma kıyılarını hesap etmiştir. Metaller ve onların iyonları için etkin nükleer yükün değerlerini, K ve L_{III} soğurma süreçlerindeki bu seviyeler için

meydana gelen elektronik geçişlerdeki gözleminde Bi ve Pb durumunda 6d seviyesi için; Co, Cu, Ga ve As durumunda 4p seviyesi için hesaplamıştır. ΔZ_{eff} metaller ve onların katsayıları için Z_{eff} ' in değeri arasındaki farklılık olarak gösterilmiştir. Anyonların elektronegatiflikleri (X_A) olarak gösterilmiştir. Bileşiklerin X_A . ΔZ_{eff} değeri ile ΔE (kimyasal kayma) arasında doğrusal bir ilişki olduğunu görmüştür.

Singh *et al.* (1995), aynı oksidasyon numarasına sahip olan $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, $Ni_3(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$, $NiSO_4 \cdot 6H_2O$, $NiCO_3$, NiO ve La_2NiO_4 moleküllerini araştırmışlardır. Soğurucuların kimyasal kaymalarını kısmi yük (q), iyoniklik ve elektronegatifliğe göre incelemişlerdir. Belirtilen üç nicelikle kimyasal kaymanın orantılı olduğunu ve bu üç nicelik azaldığında her bir soğurucu için kimyasal kayma değerlerinin de azaldığını gözlemlemişlerdir.

Çekirdeğin etrafındaki elektronlar kimyasal kayma oluşumuna direk olarak katılmamasına rağmen, onların enerjileri atomun kimyasal ve kristalografik çevrelerdeki değişimlerden dolayı hafifçe değişir. (Valans orbitalindeki elektronlar ile etkileşimden sonra). Böylece soğurma kıyısındaki artmalar, metalin oksidasyon ve valans durumu olarak daha yüksek değerlere doğru artabilir. Bunun yanında soğurma kıyısı kayması anyonun elektronegatifliği, bandın kovalent karakteri, koordinasyon numaraları, metal iyonlarının ligandlarının doğallığı ve daha birçok faktöre veya diğer bir deyişle metal iyonunun farklı kimyasal çevrelerine bağlı olarak birçok araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir (Joseph 2015).

Daisy Joseph (2015), Mn, Cr ve Cu elementlerini içeren farklı bileşiklerdeki kimyasal etkiyi farklı oksidasyon durumuna göre gözlemlemiştir. Oksidasyon durumundaki artış ile kimyasal etkinin artma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Iwanowski and Lawniczak-Jablanska (1997), $Zn_{1-x} M_x A$ (M=Mn, Fe, Co, Ni ; A= S, Se) çeşitli alaşımlardaki K-soğurma kıyılarındaki kimyasal kaymaları incelemişlerdir. Bu kimyasal kaymanın, x konsantrasyonundan bağımsız bir şekilde iyonik bantta yük transferine güçlü bir şekilde bağlı olduğunu söylemişlerdir.

Kunzl (1932), farklı valans durumlarındaki atomların kesikli K-soğurmasının yer değiştirmeleri ile ilişkili olarak deneysel çalışmanın kritik incelemesini yapmıştır. Kunzl kimyasal kayma için Kunzl'un kanunları olarak adlandırılan ampirik kanun öne sürmüştür. Bu kanunda X-ışını soğurma kıyısı kaymaları soğurulan iyonların valansı ile orantılıdır.

Nikel içeren 32 çeşit malzemenin Nikel K-L ($K\alpha$) X-ışını flüoresans spektrumu, bir çift-kristal X-ışını flüoresans spektrometresi kullanılarak ölçülmüştür. Ölçülen spektrumlardan kayma, asimetri ve spin-yörünge ayırma enerjisi elde edilmiştir. Asimetrik $K\alpha$ çizgileri, Lorentz fonksiyonlarıyla ters çevrilmiştir. Bilinmeyen bir malzemedeki nikelin kimyasal halinin bu parametrelerin kullanımı ile analiz edilebileceği gösterilmiştir (Konishi *et al.* 1999).

Kondawar (1976), elektronegatiflikle kimyasal kayma arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Atomların elektronegatifliklerinin artması ile kimyasal kaymanın büyüklüğünün azaldığını söylemiştir. Singh and Agarwal (1974), bazı geçiş metali bileşiklerindeki elektronegatiflikler ile X -ışını soğurma spektrumundaki kimyasal kaymalar arasında korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Agarwal and Verma (1970), kimyasal kaymanın metalin X -ışını soğurma kıyısının yüksek enerji tarafına karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Katyonun valansındaki artış ile devamlı olarak arttığını söylemişlerdir. Sapre and Mande (1972), bileşikteki atomun soğurma kıyısındaki kaymanın saf elementin pozisyonuyla ilişkili olarak yüksek veya düşük enerjili bölgeye karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Kondawar and Mande (1976); Rao and Chetal, (1974); Sarode (1978), kimyasal kayma ΔE 'nin soğurulan atomda etkin yük ile $\Delta E = aq$ olacak şekilde orantılı olduğunu belirtmişlerdir. Sarode *et al.* (1980), teorik modelin temelinde ΔE ve q arasında $\Delta E = aq + bq^2$ olacak şekilde kuadratik ilişki türetmişlerdir.

X -ışını soğurma kıyısı, Fermi seviyesinin üzerinde ilk boş seviye için elektronun geçişine karşılık gelir. Metal bir bileşik oluşturduğunda kimyasal birleşme boyunca X -ışınlarının soğurma kıyısının enerjisi değişir. Metal atomları ve onların bileşiklerinin soğurma kıyısı arasındaki enerji farklılığı kimyasal kayma olarak isimlendirilir.

Metal atomları ve onların bileşiklerinin X -ışını spektrumundaki K veya L soğurma kıyılarının kimyasal kaymaları birkaç araştırmacı (Stelling 1928; Pauling 1929; Kunzl 1932) tarafından çalışılmıştır. Koordinasyon numarası, iyoniklik, etkin iyonik yük, elektronegatiflik, oksidasyon durumuna dayalı çeşitli mümkün fiziko-kimya hem nitel hem de nicel yorumlamalar bu kaymaları hesaplamak için ileri sürülmüştür.

X -ışını emisyon çizgilerinin kimyasal kayması genellikle X -ışını yayan atomun etkin yükleri veya oksidasyon sayılarıyla yorumlanır (Leonhardt and Meisel, 1979). Örneğin, Al $K\alpha$ çizgileri, metalden okside doğru giderken daha yüksek enerjiye kayar (Arber and Urch, 1988). Gohshi and Ohtsuka (1973) S, Cr ve Sn'nin kimyasal durumunu, ölçülen kimyasal kaymaları referans bileşikler ile karşılaştırarak tespit etmişlerdir. Sadece kalitatif değil aynı zamanda niceliksel sonuçlar da elde etmişlerdir (Perişanoğlu, 2018).

X -ışını soğurma kıyılarının yüksek enerjisi için kaymalar iki faktör tarafından etkilenir. Bunlardan birincisi kimyasal band oluşumundaki valans elektronunun katılımının sebep olduğu çekirdeğin etkin yükünün değişiminden dolayı çekirdek seviyesinin sıkı bağlanması, ikinci faktör ise kristal yapı, koordinasyon numarası, etkin yük, kovalent bağ gibi olgularla ilgili olan bileşikten metale kadar enerji açığının ortaya çıkmasıdır. Bant oluştuğu zaman, X -ışını soğurma kıyısındaki kayma iletkenlik bandının oluşumundaki değişimlerle ilgili değerli bilgi sağlar.

Kimyasal kaymalar X -ışını emisyon spektroskopisi, elektron spektroskopisi ve Massbauer spektroskopisi tarafından ölçülmüştür. X -ışını emisyon çizgilerinin kaymaları, atomun içindeki yük dağılımındaki değişiklikler ile ilişkilidir. Elektron spektroskopisinde, valans elektronların elektrostatik etkiden kaynaklanan bağlanma enerjilerindeki kaymalar ölçülür. Massbauer spektroskopisinde izomer kaymalar elde edilir.

Baydaş and Öz (2009), Cr metali içeren 12 farklı bileşik için dalga boyu dağılımlı X -ışını flüoresans spektrometresi (WDXRF) ile Cr'nin $K\alpha$ ve $K\beta_{1,3}$ çizgileri için kimyasal kayma ve yarı maksimumda tam genişlikleri (FWHM) incelemişlerdir. Kimyasal kaymalar, asimetri indeksi ve her iki X -ışını emisyon çizgisinin yarı genişlikleri, kromun oksidasyon durumuyla ilginç bir trend göstermiştir. Ayrıca, $K\beta_{1,3}$ 'ler için $K\alpha$ 'lardan daha büyük kimyasal kaymalar ve FWHM bulunmuştur. Kimyasal kayma büyüklüğünün, ligand atomlarının sayısındaki artış ile arttığı not edilmiştir. Baydaş and Öz (2012), Fe ve $FeCl_2$, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, FeF_2 , $FeF_2 \cdot 4H_2O$, FeF_3 , $FeF_3 \cdot 3H_2O$, FeF_3 , $FeF_3 \cdot 3H_2O$, FeO_3 , FeS_2 , $FeSO_4$ bileşikleri için kimyasal kayma ve FWHM ölçümünü WDXRF ile gerçekleştirdiler. Fe bileşikleri için hesaplanan sonuçların oksidasyon durumu ile kuvvetli korelasyon halinde olduğunu bulunmuştur. Aynı zamanda, halojen bileşikleri için kimyasal etkilerin genel olarak diğer bileşiklere göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Yine başka bir çalışmada Ti, Cr, Fe, Co, Cu elementlerinin bazı bileşiklerinin kimyasal kayması incelenmiş ve kimyasal kaymaların büyüklüğünün, ligand atomu sayısındaki artışla birlikte arttığı görülmüştür (Perişanoğlu 2018).

Mo, Nb, Zr ve Y saf metallerinin 30-400°C sıcaklık aralığında enerji dağılımlı X -ışını flüoresans yöntemi (EDXRF) ile elde edilen spektrumlarının değerlendirilmesi ile K X -ışını şiddet oranları, $K\alpha$ ve $K\beta$ X -ışını üretim tesir kesitleri $\sigma_{K\alpha}$, $\sigma_{K\beta}$, enerji kaymaları, asimetri faktörleri (A_s) ve yarı maksimumda tam genişlik (FWHM) değerleri incelenmiştir. Metallerin elektron konfigürasyonuna bağlı olarak artan sıcaklıkla pik tepelerinde enerji kaymaları gözlenmiştir. A_s ve FWHM değerleri artan sıcaklıkla eğrinin yayvanlaşması sebebiyle artış göstermiştir (Özdemir *et al.* 2016).

Marashdeh (2018), Pd için K-serileri ve Compton saçılma piklerindeki değişimleri incelemiştir. Farklı yarıçaplara sahip kolimatörler kullanılmıştır. Ölçümlerinde dar koruyucu kolimatör kullanıldığında sinyal – gürültü oranının arttığını gözlemlemiştir. Ölçümlerinde 100 mCi radyoaktivite ve 59,53 keV'lik enerjiye sahip gama ışınları kaynağı kullanmıştır. Dedektör kolimatörünün yarıçapı arttıkça $K\alpha_1$, $K\beta_1$ ve Compton saçılma sayımlarının arttığını gözlemlemiştir. Compton saçılması sinyal oranının, kolimatör bujisiz detektöre nazaran kolimatör bujili dedektörün kullanımı ile arttığını gözlemlemiştir. Farklı kolimatör yarıçaplarına sahip dedektörün koruyucusunun Compton saçılmasının etkisini minimize

ettiğini; daha büyük genişlik / yarıçap oranı ve daha küçük yarıçapa sahip kolimatörün ölü zaman kesri ve Compton saçılmasını azaltırken, pik rezolüsyonunu artırabileceğini belirtmiştir.

γ -ışınlarının saçılması radyasyon dozimetri, askeri uygulamalar, iklim bilimi, astrofizik ve medikal uygulamalar için oldukça önemlidir. γ -ışınlarının saçılması; numunenin kalınlığı, atom numarası, gelen fotonun açısal dağılımı ve foton enerjisine bağlıdır. Madde ile fotonların etkileşimi boyunca iki farklı saçılma gözlemlenir. Bu saçılmalar koherent ve inkoherent saçılmalardır. Rayleigh veya koherent saçılma, atom ve düşük enerjili fotonların etkileşimidir. Bu durumda atom ne iyonize olmuştur ne de uyarılmıştır. Compton veya inkoherent saçılma ise foton ile atomun serbest elektronunun etkileşimi sonucunda oluşur (Van Grieken and Markowicz 2001). Koherent ve Compton saçılma çizgileri XRF spektrumundaki floresans çizgileri ile birlikte bulunabilir. Compton saçılması düşük atom numaralı elementlerde gözlemlenirken buna karşın koherent saçılma daha yüksek atom numaralarına sahip elementlerde gözlemlenir. Bu yüzden koherent / Compton saçılma şiddet oranı numunelerin kompozisyonundaki değişimlere karşı duyarlıdır (Li *et al.* 2016).

Compton saçılımının keşfi önemlidir, çünkü ışığın tamamen bir dalga fenomeni olarak açıklanamayacağını gösterir. Compton saçılımı ışığın tanecikli yapısını ortaya koymuştur. Saçılma elektronlarının bağlı olduğu durumlarda, Compton formülünün uygulanması, çarpma elektronuna aktarılan momentumun elektronun bağlanma enerjisinin kareköküne kıyasla büyük olması gerektiği sınırlamasını ima eder (Acharya *et al.* 1981; Erzeneoğlu 1998).

Klein-Nishina formülü, kuantum elektrodinamiğinin en düşük düzeninde tek bir serbest elektrondan saçılmış fotonların diferansiyel tesir kesitini verir (Klein and Nishina, 1929; Krishnaveni and Gowda 2005; Shahi *et al.* 2001). Düşük frekanslarda (örneğin, görünür ışık), bu formül, Thomson saçılması için geçerli; yüksek frekanslarda (ör., X-ışınları ve γ -ışınları), bu formül Compton saçılması için geçerli olur.

Klein-Nishina formülü, kuantum elektrodinamiğinin en düşük düzeninde bir bağlanmamış elektrondan dağılmış fotonların farklı bir kesitidir. Radyasyon düzeltmesi olmayan Dirac elektron teorisine dayanır. Bu formül, saçılma radyasyonu için rölativistik ve kuantum mekanik etkilerin göz önüne alınmasıyla 1928'de Oscar Klein ve Yoshio Nishina tarafından türetilmiştir.

Diferansiyel tesir kesiti her katı açılı başına tesir kesiti olarak tanımlanır. Diferansiyel tesir kesitleri açılı etkileşimine bağlı olduklarından dolayı genellikle açısal dağılım ile açıklanır. Diferansiyel tesir kesiti medikal fizik, uzay fiziği ve plazma fiziği gibi fiziğin birçok alanında oldukça kullanışlıdır. Koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranı bazı çalışmalarda deneysel olarak gözlemlenmiştir: İçelli and Erzeneoğlu (2002), 59,54 keV'de 55° ve 115°

arasındaki saçılma açılarında bazı elementlerin koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını deneysel olarak gözlemlemişlerdir. Şimşek and Ertuğrul (2004), Zr, Nb ve Mo numuneleri için 40° ile 135° arasındaki saçılma açıları için 59,54 keV'lik γ -ışınları kullanarak koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranını hesaplamışlardır. Singh *et al.* (2007), 279 keV gama ışınları ile koherent / Compton saçılma oranlarını kullanarak kompozite materyallerin etkin atom numaralarını hesaplamışlardır. Singh *et al.* (2012), 59,54 keV'lik γ -ışınları kullanarak $6 \leq Z \leq 82$ aralığındaki elementlerin koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını gözlemlemişlerdir. Singh *et al.* (2013), C, Al, Fe, Mo, Sn, W, Au ve Pb için 50° , 70° ve 90° lik saçılma açılarında 145 keV'de koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını hesaplamışlardır.

Shivananda and Goal (1984), 661.6 keV'de bazı element ve bileşiklerin inkoharent saçılma tesir kesitlerini hesaplamışlardır. Rao and Rao (1991), bazı nadir toprak elementlerinin inkoharent saçılma tesir kesitlerini hesaplayarak daha düşük açılar için teorik sonuçlardan sapmayı açık bir şekilde bulmuşlardır. Rao *et al.* (1996), 32.06 keV ve 33.29 keV X-ışını enerjileri ile Mg, Al, Mn, Ni, Cu, Y, Mo, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Au ve Pb elementleri için koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını belirlemişlerdir. Kurucu *et al.* (1998), 59.54 keV'lik γ -ışınları ile 81° , 85.5° , 90° ve 94.5° 'de Al, Sn ve Ta'nın koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını hesaplamışlardır. Yalçın *et al.* (2002), V, Cr, Co, Br, Sr, Cd, I, Cs, Ba, Ce, Nd, Sm, Hf, Os ve Tl için inkoharent saçılma diferansiyel tesir kesitlerini hesaplamışlardır ve rölativistik olmayan Hartree – Fock dalga fonksiyonlarını karşılaştırmışlardır. Yalçın *et al.* (2002), 30° - 140° aralığındaki açılarda Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, Pd, Cd ve Ba'nın inkoharent saçılma diferansiyel tesir kesitini hesaplamışlardır.

Akkuş *et al.* (2015), farklı polar ve azimutal açılarda Au'nun koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını gözlemlemişlerdir. Akça and Erzeneoğlu (2016), bazı temel elementlerin saçılma diferansiyel tesir kesitlerini hesaplamışlardır. Çatal *et al.* (2016), bazı metallerin koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını hesaplayarak sıcaklığın artmasıyla oranın azaldığını görmüşlerdir. Yılmaz *et al.* (2017), bazı inorganik materyallerin koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını çalışmışlardır. Akkuş *et al.* (2019), dış manyetik alanın varlığında bazı lantanitlerin koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını hesaplamışlardır. Akkuş (2020), Cd'un koherent / Compton diferansiyel tesir kesit oranlarını deneysel olarak hesaplamıştır ve teorik sonuçlarla karşılaştırmıştır.

Hubbell *et al.* (1980), Klein-Nishina ifadesini saçılma fonksiyonlarının tablolanmış değerleri ile çarparak, $Z=1$ ila 100 arasında değişen atomlar için toplam inkoharent saçılma tesir kesitini hesaplamışlardır. Saçılma fonksiyonu, bağlı elektronların kesit üzerindeki etkilerini

dikkate aldığı serbest elektron kesitine bir düzeltme olarak tanıtılmaktadır. Kurucu (2005), $23 \leq Z \leq 51$ elementleri için 59.5 keV foton enerjisi için inkoherent saçılma tesir kesiti hesaplamaları yapmıştır. Bu çalışmada, saçılma açıları 30° ile 140° arasında değişmektedir. İnkoherent saçılma için elektron bağlanma etkisinin araştırılması çok önemlidir. Çünkü elektron bağlanma etkisinin daha düşük enerji aralığında daha önemli olması beklenir. Kurucu'nun sonuçları, düşük momentum transferinde bağlanma etkilerinin baskın olduğunu doğrulamaktadır.

Vinaykumar and Umesh (2014), çeşitli atomik bileşenlerin zayıflama kesitini ve bileşiğin kimyasal formülü ile gösterildiği gibi mevcut elementin atomlarının sayısını dikkate alan çeşitli bileşiklerin inkoherent saçılma tesir kesitini hesaplamıştır. İnkoherent saçılma fonksiyonlarını hesaplamak için kullanılan modeller Thomas-Fermi ve Hartree-Fock'dur. Bağlı elektron kesitleri ile serbest elektron kesitleri arasındaki sapmanın 279.2 ve 514 keV'de arttığı gözlemlenmiştir. Bu, belirli bir enerji için Z (atom numarası) arttığında elektron bağlanma etkilerinin arttığını gösterir.

Bergstrom (1997), Compton saçılma hesaplarında kullanılan teorilere genel bir bakış sunarak, saçılmaların serbest elektronlardan saçılmadan nasıl saptığını açıklamıştır. Bergstrom'a göre, bağlı atomik elektronlardan gelen Compton saçılımı, aynı zamanda, saçılımın içsel durumunun enerjisinde bazı değişiklikler içeren bir elastik işlemdir. Enerjinin değişmesi, atomların, bir bağlanma konfigürasyonundan diğerine, yani atomik elektronların iyonizasyon prosesini deneyimlediği zaman sürekliliğe terfi ettiği bir uyarım veya bir konfigürasyondan meydana gelen geçişler işleminden kaynaklanabilir.

KURAMSAL TEMELLER

Metal Oksitlerin Genel Özellikleri

IR (İnfrared) bölgesinde yüksek yansıtma özelliği, yüksek elektriksel iletkenlik ve görünür bölgede yüksek bir optik geçirgenlik, geniş enerjili bant aralıklı metal oksitlerde önemli özellikler arasında yer alır. Bu özellikler metal oksitlerin birçok uygulamada tercih edilme sebebi olarak ortaya çıkar. ZnO, ITO (indiyum kalay oksit), SnO₂, CdO gibi malzemeler ; elektronik, kimyasal sensörlerde, piezoelektrik çevirici, güneş pilleri ve diğer optoelektronik cihazlarda önemli bir uygulama alanı bulmuştur (Akyüz 2005; Yakuphanoglu 2010).

Metal oksit malzemelerin kullanıldığı bazı uygulama alanları içerisinde düşük dayanımlı ve elektro-kromik pencereler, daha geniş düz ekranlı televizyonlar, daha geniş ve yüksek çözünürlüklü taşınabilir bilgisayar ekranları, önemi sürekli artan ince film fotovoltaiikleri ve şık göstergeli, iyi tasarımı yeni cihazları sayabiliriz (Ateş 2012).

Metal oksit malzemeler, fotovoltaiik güneş pilleri ve optoelektronik malzemelerde iletken kontağın yanında pencere malzemesi olarak kullanılabilirler. Çünkü metal oksitlerin geniş bant aralıkları ve spektral olarak seçici karakterleri mevcuttur. Optiksel ve elektriksel özellikler olarak metal oksitler; film bileşimi, kristalleşme seviyesi, kusur yoğunluğu, yüzey pürüzlülüğü ve katkı konsantrasyonu gibi parametrelere bağlıdır. Metal oksitlerin kullanım alanı olarak düz panel göstergeler, mimari pencereler, şık pencereler ve polimer bazlı uygulamalar kullanılır. Bu uygulamaların çok büyük pazar payına sahip olmasından dolayı metal oksitler büyük ticari önem gösterirler.

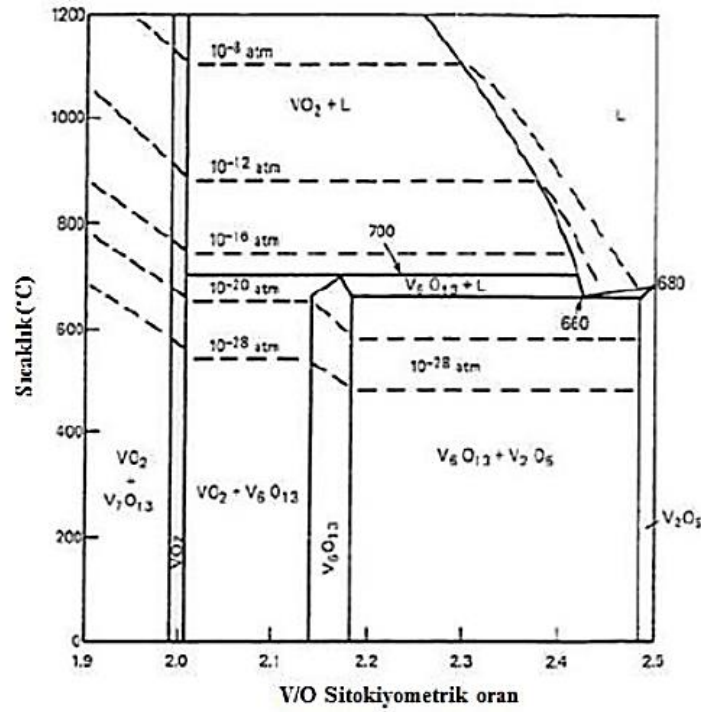
Metal oksitlerin yüksek geçirgenlik özelliği elektromanyetik spektrumun görünür ve yakın IR bölgelerinde gözlemlenirken, yansıtıcılık özelliği ise IR bölgesinde gözlemlenir. Metal oksit filmlerdeki elektriksel iletkenlik stokiometrik (element ölçüsü) olmayan film yapısına bağlıdır. Metalik ara durumlar ve oksijen eksikliği bu tip yapıların kusurlarındandır.

Bu tez çalışmasında kullanılan metal oksitler V₂O₅, Cu₂O, TiO₂ ve Y₂O₃ olduğundan dolayı bu bağlamdaki metal oksitlerin özellikleri üzerinde durulacaktır.

Vanadyum oksit yapılar ve özellikleri

Vanadyum atom numarası 23, atomik kütlesi 50,9414, ergime noktası 1910°C olan , dördüncü periyot, 5B grubu d-bloğunda bir geçiş metalidir. Vanadyum en dış iki kabukta da valans elektronlarının bulunabilmesinden dolayı birden fazla oksite sahiptir. Metalin korozyona

karşı direnç oluşturmalarının sebebi yüzeyindeki koruyucu oksit tabakadır. Oksidasyon aşamaları V^{+2} den V^{+5} e kadar değişiklik gösterir. NaCl kristal yapısına +2 değerlikli VO, korindon kristal yapısına +3 değerlikli V_2O_3 (vanadyum trioksit), rutil kristal yapısına ise +4 değerlikli VO_2 (vanadyum dioksit) örnek gösterilebilir. VO_2 ile V_2O_3 fazları arasındaki V^{+4} ve V^{+3} oksidasyon değerliklerinin her ikisine de sahip V_8O_{15} , V_7O_{13} , V_6O_{11} fazları ile VO_2 ile V_2O_5 (vanadyum pentoksit) arasında hem V^{+4} hem de V^{+5} oksidasyon değerliklerinde V_6O_{13} , V_4O_9 , V_3O_7 fazları gibi karışık oksidasyon durumlarına rastlanabilir (Şekil 1). Vanadyumun oksitlerinin tümü farklı renkte ve metal-yarı iletken dönüşüm sıcaklığı sergilemektedirler. Bu sıcaklığa termokromik dönüşüm sıcaklığı veya kritik sıcaklık (T_t) adı verilir (Kamalisarvestani *et al.* 2013; Cele 2009; Nag *et al.* 2008; Kiri *et al.* 2010; Durmuş *et al.* 2011; Bilgiç *et al.* 2012).



Şekil 1. Vanadyum – oksijen sisteminin faz diyagramı (Nag *et al.* 2008).

Tablo 1. Farklı vanadyum oksit fazlarının metal-yarıiletken dönüşüm sıcaklıkları (Nag *et al.* 2008).

OKSİT FAZ		$T_t(^{\circ}\text{C})$
V_2O_3		-118
MAGNELİ FAZLAR	V_3O_5	157
	V_4O_7	-35
	V_5O_9	-138
	V_6O_{11}	-103
	V_7O_{13}	---
	V_8O_{15}	-205
	V_9O_{17}	-194
	VO_2	68
V_6O_{13}		-123
V_2O_5		257

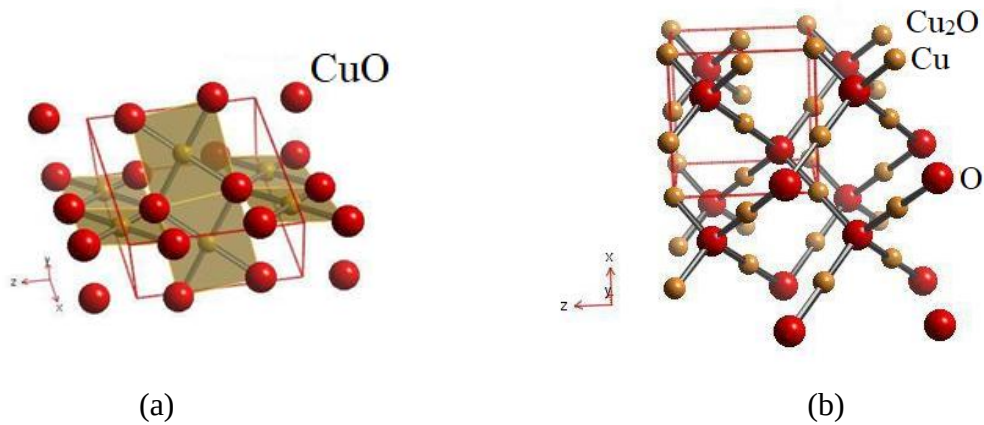
Vanadyumun sahip olduğu kısmen dolu d-bandı vanadyum oksitleri ve vanadyum oksit içerikli malzemeleri bazı uygulamalarda kullanılabilir kılar. Boer and Verwey (1937), Geçiş metal oksitlerinin yalıtkan davranış gösterdiklerini belirtmişlerdir. Ancak elektron itme kuvvetlerinin ihmalı sebebi ile kısmen dolu 3d bantları, basit bant teorisinin yetersiz olduğunu doğrulamaktadır. Peierls (1937) elektron-elektron dağılımlarına dikkati çekmiş ve düşük sıcaklıklarda elektronların kendi uygun pozisyonlarında bulunduğunu ve elektronlar arasındaki güçlü elektriksel itme davranışının yalıtkanlığın doğasında olduğunu belirtmiştir. Wigner, (1938) de serbest elektron gazın iletken olmayan durumda kristalize olması gerektiğini ortaya koymuş ve Mott (1949) bunu doğrulayarak aynı iyondaki ters spindeki iki 3d elektronunun kolombik itme hareketleri ile elektronların belirli bölge içinde lokalize olduklarını belirtmiştir (Özdemir 2014).

Bakır oksit yapılar ve özellikleri

Düşük maliyetli güneş pili uygulamaları bakır oksit yapıların kullanım alanları içerisinde. Bakır oksit yapıların tercih edilmesinin nedenleri arasında düşük maliyeti, toksik olmaması, kolay ulaşılabilirliği ve oksit tabaka oluşumunun kolaylığı gösterilebilir. Cu_2O tabanlı heterojonksiyonlar üzerine çalışmalar yapılmış ve heyecan verici sonuçlar üzerine konu üzerindeki incelemeler yoğunlaştırılmıştır. Roots tarafından CuO/Cu yapısının selektif solar termal adsorban olarak kullanılması fikri ilk kez ortaya atılmıştır. Yüksek sıcaklık malzemeleri de bakır oksit yapıların kullanıldığı diğer bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklık süper iletken teknolojilerinde de yine bu yapılar yer almaktadır (Richthofen *et al.* 1996).

Termal oksidasyon, elektroliz ve sıçratma teknikleri ile farklı bakır oksit yapıları elde edilebilir. Reaktif sıçratma tekniği, elementel hedef malzemeler kullanmak suretiyle ince film üretiminde kullanılır. Bu teknikte film özelliklerinin belirlenmesinde biriktirme koşulları en önemli rolü oynar (Richthofen *et al.* 1996).

İnce ve yoğun bir oksit tabakası meydana getiren ve daha ileri fazdaki oksidasyonu engelleyen alüminyumun tersine, bakır oksit yapılar düşük pasif oksit tabakasına sahiptir. Bakır oksitlerde oksit tabakaları göz ardı edilemeyecek derecede ilerleyip ara bağlantıya ciddi anlamda zarar verebilmektedir. Bundan dolayı bakır filmlerin pasivasyon ve oksidasyon özelliklerini ortaya çıkarmak, orta ve düşük sıcaklıklarda kullanılan bakır filmlerin fabrikasyon ve entegre devre uygulamaları bakımından önem arz etmektedir. Bakırın küpriksit (CuO) ve küproz oksit (Cu_2O) olmak üzere iki temel oksiti bulunmaktadır. CuO elektriksel olarak nötrdür. CuO , Cu_2O filmi içerisinde elektriksel aktif bakır iyon boşluklarının yerini alır. Cu_2O ise bakır boşluklarından dolayı p-tipi iletkenlik göstermektedir. CuO 'nun Cu_2O ya kolay redüksiyonu ve Cu_2O 'nun yüksek stabilitesi, Cu_2O 'deki oksijen bağ enerjisinin CuO 'dekinden çok daha yüksek olmasına bağlıdır. CuO 1.5 eV değerinde küçük bir bant boşluğuna sahip olduğundan dolayı, Cu_2O 'dan daha yüksek bir solar absorpsiyona sahiptir (Gao *et al.* 2001; Nancheva *et al.* 1999). Cu_2O ve CuO yapıları Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bakır oksit yapıları (a) küproz oksit (b) küpriksit

Bakır oksit (Cu_2O) 2 eV bant aralığına sahiptir. Polikristalin ince ve kalın filmleri elektrodepolama, reaktif sıçratma ve bakırın kimyasal oksidasyonu gibi birçok teknikle hazırlanmaktadır. Bütün uygulamalarda oksit tabaka, metal altlık üzerine oluşturulmuştur.

Titanyum oksit yapıları ve özellikleri

Metal-oksit yarıiletken ailesinin bir elemanı olan TiO_2 (titanyum dioksit) bilim ve teknoloji alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Farklı yapıda onbir farklı polimorfтан

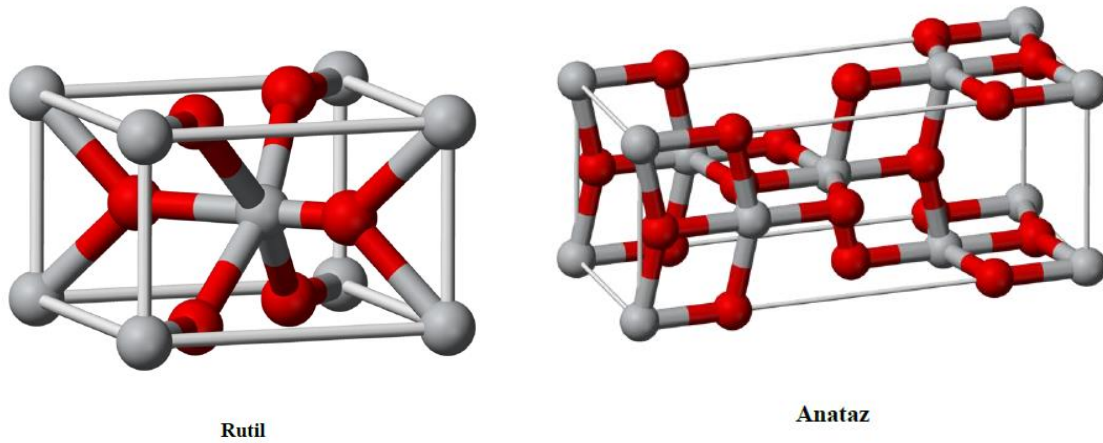
oluştugu bilinse de doğada bol miktarda bulunan üç polimorf; anataz, rutil ve brokittir. TiO_2 'in bütün polimorfları düzgün sekizyüzlü koordinasyonundadır. Koordinasyon sayısı ise altıdır. Yani her Ti^{+4} iyonu düzgün sekizyüzlü oluşturan altı O^{2-} iyonu tarafından sarılmıştır. Oktohedral yapıların biçimleri ise yapıları birbirinden ayırır. Her bir oktohedral köşelerini sekiz komşu ile kenarlarını da iki komşu ile paylaşarak doğrusal bir zincir oluşturan faz, rutil fazdır. Her oktohedral köşelerini dört komşu ve kenarlarını da dört komşu ile paylaşarak zigzag şeklinde zincir bir yapı oluşturan faz ise anataz fazdır.

Rutil ve Anataz fazları tetragonal yapıda, brokit ortorombik yapıdadır. Bu fazların ait oldukları uzay grupları, örgü parametreleri ve birim hücredeki molekül sayıları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. TiO_2 'in faz, grup ve örgü parametreleri (Bokhimi *et al.* 2001).

<i>Faz</i>	<i>UzayGrubu</i>	<i>a(Å)</i>	<i>b(Å)</i>	<i>c(Å)</i>	<i>Z</i>
Anataz	I41/amd	3.785		9.514	4
Rutil	P42/mnm	4.593		2.959	2
Brokit	Pbca	9.182	5.456	5.143	8

Şekil 3'te ise rutil ve anataz kristal yapıları gösterilmektedir.

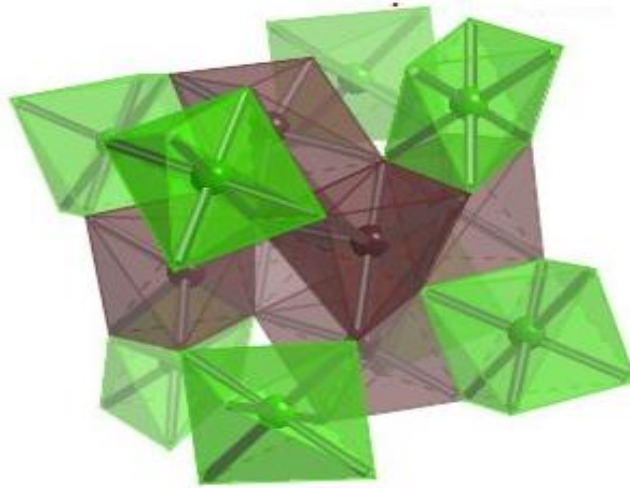


Şekil 3. Rutil ve Anataz kristal yapısının birim hücresinin gösterimi

İtriyum(III) Oksit (Yttria) yapılar ve özellikleri

Y_2O_3 (İtriyum(III) Oksit) havaya dayanıklı beyaz bir maddedir. Termal iletkenliği 27 W/(m·K) dir. Y_2O_3 potansiyel bir katı hal malzemesidir. Özellikle dopant olarak itterbiyumlu lazerler hem sürekli operasyonlarda hem de puls rejimlerinde verimli çalışmayı sağlar. Yüksek uyarım konsantrasyonu ve düşük soğutmada, lazer frekansında emisyon söndürülmesi ve geniş bant emisyonu gerçekleşir. Y_2O_3 inorganik bileşikler için önemli bir başlangıç noktasıdır. Organometalik kimya için konsantre hidroklorik asit ve amonyum klorür ile reaksiyonda YCl_3 'e dönüştürülür.

Y_2O_3 birçok pratik uygulamaları ile seramik oksit için önemlidir. Y_2O_3 yüksek sıcaklıktaki yarıiletkenler için bileşen maddesi olması açısından önem arz eder. Ayrıca ince film gelişimi için alt tabaka materyali olarak kullanılır. Bu oksitin elektronik bağlantısı hakkında bilinen azdır. Mikroskobik bilginin eksikliği itriyum oksit içeren modern teknolojideki materyal gelişimini birçok açıdan etkilemiştir. Tek kristal Y_2O_3 deki temel optik-soğurma çalışmaları 1960'larda ve 1970'lerin sonlarında gerçekleştirilmiştir (Nigara 1968; Abramov and Kuznetsov 1978). 42 eV' un üzerindeki vakum-ultraviyole bölgesinde tek kristal Y_2O_3 üzerinde tam optik spektrum ölçülmüştür (Tomiki *et al.* 1986). Püskürtülmüş Y_2O_3 filmlerindeki optik-soğurma kıyıları optik emisyon spektroskopisi tarafından ayrıca çalışılmıştır. Stokiyometrik Y_2O_3 de X-ışını fotoemisyon ve soğurma ölçümleri girişi olmuştur. Bulunan ölçümler yarı - ampirik dizi hesaplamaları ile karşılaştırılmıştır (Gautier 1990). Şekil 4'de Y_2O_3 kristal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 4. Y_2O_3 'ün kristal yapısı

Geçiş Metalleri ve Genel Özellikleri

Şekil 5'de gösterilen periyodik tablodaki kimyasal elementler, dış elektronik konfigürasyonlara göre bloklar halinde birlikte düzenlenir. Yarı dolu veya tamamen dolu bir

dış orbital elementleri s-blok elementlerini içerir. Benzer şekilde, kısmen doldurulmuş veya tamamen doldurulmuş bir dış p-orbitali elementler, p-blok elementlerini içerir. Bu iki blok arasındaki elementler, en dıştaki yörüngede en fazla iki elektron ve en dıştaki yörüngenin yanındaki tamamlanmamış şekilde doldurulmuş d yörüngelerine sahiptir. Ardışık elektron ilavesinin iç d-orbitallerinde aşamalı olarak gerçekleştirildiği bu elementlere d-blok elementleri denir. Benzer şekilde, elektronların içten içe f-orbitallerinde yer aldığı elementler f-blok elementleri olarak bilinir. Bu iki element bloğuna geçiş elementleri denir. Bununla birlikte, f-blok elementleri de genellikle iç geçiş elementleri olarak bilinir.

IUPAC'ın (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği) tanımına göre, geçiş elemanı terimi, başlangıç durumunda veya yükseltgenme durumunun herhangi birinde kısmen doldurulmuş d-orbitalleri olanlardır. Bu tanım Cu, Ag ve Au'nun geçiş metallerine dahil edilmesini haklı kılar. Cu bir $3d^9$ konfigürasyonu, Ag bir $4d^9$ konfigürasyonuna ve Au bir $5d^8$ konfigürasyonuna sahiptir. Bu tanım gereği, Zn, Cd ve Hg, d^{10} konfigürasyonuna sahip oldukları için geçiş metallerinden hariç tutulurlar. Ancak serinin son elementleri olarak geçiş elementleri ile birlikte düşünülürler (Khandelwal 2007).

Geçiş elementleri günlük yaşamımızda ve canlı organizmaları canlı tutmada önemli roller oynamaktadırlar. Demir, bakır, krom, nikel gibi geçiş elementleri içeren birçok malzeme ile karşılaşırız. Kimyasal prosesler kullanarak çeşitli malzemelerin üretimi çoğunlukla geçiş metalleri olan katalizörleri içerir. Biyolojik yapıdaki geçiş elementlerinin rollerini anlamak için sistemleri veya bunları içeren kimyasal işlemlerde, bu elementlerin kimyasının altında yatan prensipleri anlamak önemlidir.

Dünyanın kabuğundaki d-bloğu elementlerinin bolluğu oldukça değişkendir. Demir (kabuklu kayaların kütlece %6.30'u) dördüncü en bol bulunan metaldir. Titanyum (%0.66) ve manganez (%0.11) de oldukça fazladır. Rutenyum (Ru), radyum (Rh), iridyum (Ir), osmium (Os) ve altın (Au) gibi daha ağır geçiş metallerinden bazıları oldukça nadirdir.

[illegible]

Şekil 5. Periyodik çizelge

Geçiş elementleri birkaç karakteristik özelliklere sahiptir:

- Hepsi yüksek gerilim direncine sahip, iyi ısı ve elektrik iletkeni olan metallerdir.
- Civa (oda sıcaklığında sıvı olan) hariç tümü, yüksek erime ve kaynama noktalarına sahiptirler. Yüksek erime noktaları, intraatomik metalik bağdaki ns elektronlarına ek olarak (n-1) d orbitallerinden daha fazla sayıda elektronun dahil edilmesine bağlıdır.
- Hepsi atomizasyonun yüksek entalpisine sahiptirler.
- Hepsi birbirleri ile ve metalik ana grup elementleri ile alaşımlar oluşturur.
- Birçoğu tuzları oluşturmak için mineral asitlerle tepkimeye girmeye yetecek kadar elektropozitifdir ancak bazıları bu açıdan oldukça yetersizdir.
- Çoğu birden fazla oksidasyon durumu gösterir.
- Kısmen dolu d orbitalleri nedeniyle tek sayıda elektron içeren bazı geçiş metal iyonları paramanyetik bileşikler oluşturur.
- Yüksek yükleri ve düşük enerji yörüngelerinin mevcudiyeti nedeniyle Lewis bazlarıyla koordinasyon bileşikleri oluşturma konusunda benzersiz bir eğilime sahiptir.
- Görünür ışığın absorpsiyonu kısmen doldurulmuş d orbitallerinin varlığı ile ilişkilidir.

Geçiş Elementlerinin Elektronik Konfigürasyonu

d-bloğu elementlerinin valans tabakalarının elektronik konfigürasyonu $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ olarak verilir. Burada (n-1) daha içteki d orbitallerini ifade eder. Elektronun ilk önce baş (n-1) d orbitalden ziyade daha yüksek ana kuantum sayı yörüngesine girdiği gözlemlenmiştir. 3d ile karşılaştırıldığında 4s'nin tercihli doldurulmasının sebebi etkin nükleer yük açısından

düşünülebilir. Aslında, atomik yörüngelerin nispi enerjileri, Şekil 6'da gösterildiği gibi atom sayısındaki artışla değişir. Elementler hidrojenden kalsiyuma kadar artarken, boş 3d orbitalleri çekirdeğin elektronları ile artan nükleer yükten etkin bir şekilde korunurlar. Sonuç olarak, 3d orbitallerinin enerjisi oldukça sabit kalır. 4s ve 4p orbitallerinin enerjileri, onlar birçok çekirdeğe etki ettiğinde azalır. Bununla birlikte 3d orbitalleri, 4s ve 4p orbitallerine nüfuz eder. Böylece Ca'dan sonra bir 3d elektron, 4s elektronları tarafından artan nükleer yükten tam olarak korunmaz. Böylece, Sc'ye ($Z=21$) ulaşıldığında, 3d orbitallerinin enerjisi, 4p orbitallerinin seviyesinin altına düşmekte ve 4s orbitaline yakın olmaktadır. Bir sonraki elektron bu nedenle 3d yörüngeye girer. d-elektronları birbirlerini zayıf bir şekilde nükleer yükten korudukları için, 3d orbitallerinin enerjisi Z_{eff} (etkin atom numarası) arttıkça düşmeye devam eder.

	4s	3d	4p
Sc	↑↓	↑	
Ti	↑↓	↑↑	
V	↑↓	↑↑↑	
Cr	↑	↑↑↑↑↑	
Mn	↑↓	↑↑↑↑↑	
Fe	↑↓	↑↓↑↑↑	
Co	↑↓	↑↓↑↑↑	
Ni	↑↓	↑↓↑↓↑	
Cu	↑	↑↓↑↓↑↓↑	
Zn	↑↓	↑↓↑↓↑↓↑	

Şekil 6. 3d geçiş elementlerinin elektron yapısı

Şekil 6'da 3d geçiş elementlerinin elektron yapısı gösterilmiştir. Tepkimeye giren elektron d-orbitali elektronlarıdır. Geçiş metalleri sertlikleri, yüksek yoğunlukları, iyi ısı iletkenlikleri ve yüksek erime kaynama sıcaklıkları ile tanınırlar. Sertlikleri nedeniyle, saf halde ya da alaşım halinde yapı malzemesi olarak kullanılırlar. d-bloğu elementleri periyodik sistemin en çok çalışılan elementleridir. Demir ve bakır, uygarlığın gelişimine katkıda bulunmuş ve günümüzde de önemli endüstriyel metallerin başında gelirler. Bu bloğun diğer elementleri de teknolojinin çok çeşitli alanlarında kullanılırlar. Örnek vermek gerekirse, titanyum uzay araçları endüstrisinde, vanadyum ise petrokimya endüstrisinde katalizör olarak kullanılır. d-bloğu element atomları, elektron diziliş kuralına göre, d-orbitallerinin kısmen veya tamamen dolduğu elektron dizilimine sahiptirler. d-orbitali $(2l+1)$ formülüne göre $l=2$ için beş orbitalden oluşur. Her orbitalin iki elektronla dolduğunu düşünürsek $2 \cdot (2l+1)$ formülüne göre $l=2$ için d-bloğunun her bir sırasında 10 geçiş elementi mevcuttur.

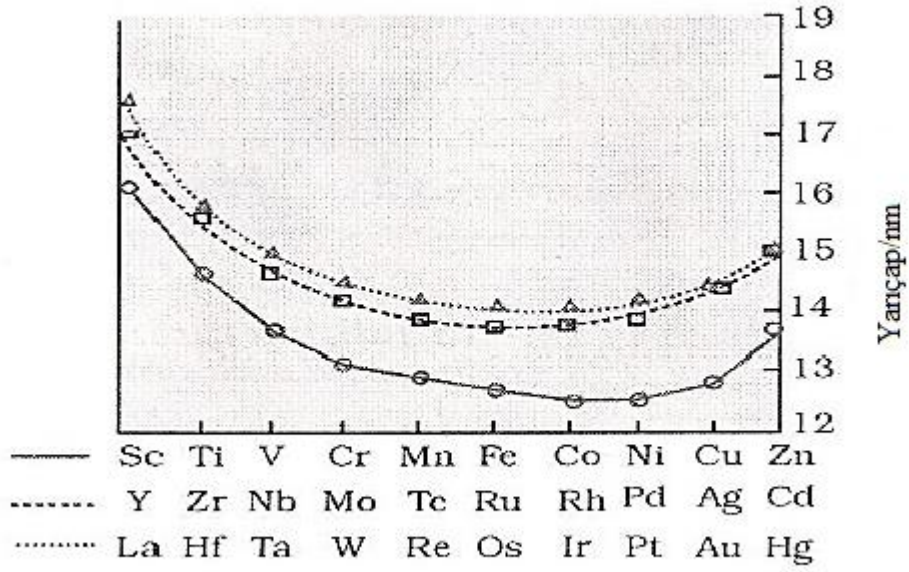
Geçiş metalleri, d orbitallerine elektron girmesine karşılık gelen metallerdir. d-orbitallerinin dolması ile gösterilen metallere temel geçiş metalleri (birinci sıra geçiş metalleri) denir. f- orbitallerinin dolması ile gösterilen metallere ise iç geçiş metalleri denir. Birinci sıra geçiş metalleri ve iç geçiş metallerinin tamamı metaldir ve elektriği iyi iletirler. İç geçiş metallerinin sert, kırılğan ve erime noktalarının yüksek olmasının sebebi dolmamış d-orbitallerinin birbirlerine yaklaşarak kovalent bağ yapmasından kaynaklanmaktadır.

Elementlerin paramanyetik özellikler göstermesi orbitallerinde çiftlenmemiş elektron bulunmasından kaynaklanmaktadır. Geçiş metallerinin d-orbitali genelde tam dolu olmadığı için, geçiş metalleri ve bileşikleri paramanyetiktir. Demir, kobalt, mangan, nikel metalleri daha fazla paramagnetik özellik gösterirler.

Geçiş Elementlerinin Atomlarının ve İyonlarının Yarıçapı

Genel olarak, elementlerin atom yarıçapları, geçiş serisindeki bir sıra boyunca atom sayısının artmasıyla artan bir azalma göstermektedir. Bir d elektronunun koruma etkisi o kadar etkin olmadığından dolayı, nükleer yük ile en dıştaki elektron arasındaki net elektrostatik çekim artar ve dolayısıyla boyutta bir daralma yaşanmaktadır. Aynı eğilim, verilen bir dizinin iyon yarıçapında gözlenir. Bununla birlikte, bir serideki varyasyon oldukça küçüktür. İki karşıt faktöre bağlanabilir: Birincisi boyutun azalması ile nükleer yükün artma eğilimi ikincisi ise elektron-elektron itmesidir.

Bir dizinin atom boyutları diğer dizideki karşılık gelen elementlerle karşılaştırıldığında ilginç bir özellik ortaya çıkar. Şekil 7'deki veriler, elementlerin birinci (3d) den ikinci (4d) dizisine bir artış göstermektedir. Ancak üçüncü (5d) serinin yarıçapı, hemen hemen ikinci seriye karşılık gelenlerle aynıdır. Bu fenomen, 5d serisi elementlerin başlamasından önce doldurulması gereken 4f orbitallerinin müdahalesiyle ilişkilidir. Atomik yarıçapın düzenli azalmasının sonucu olarak 5d orbitalinden önce 4f orbitalinin doldurulması Lanthanoid büzülmesi olarak adlandırılır. Bu büzülmenin sonucu olarak, ikinci ve üçüncü d serisi benzer yarıçaplar sergiler ve çok benzer kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olurlar.



Şekil 7. Geçiş metali serisinin atomik yarıçapındaki değişim (Khandelwal 2007).

Metalik yarıçaptaki azalma, atom kütlesindeki artış ile birleştiğinde bu elementlerin yoğunluğunda genel bir artış ile sonuçlanır. Dolayısıyla, titanyumdan ($Z=22$) bakıra ($Z=29$) kadar yoğunluktaki artış önemlidir.

Alaşımların Oluşumu ve Alaşımlama

İki ya da daha çok metalin, bazen de bir metal ile karbon gibi bir ametalin birleştirilmesi ile elde edilen, üstün mekanik değerler taşıyan metalurji ürünü olan yeni türe alaşım adı verilir. Alaşımların oluşturulurken alaşımların özelliklerini belirleyebilmek için alaşımların oluşturan elementlerin cinsi, miktarı ve tane yapısını bilmemiz oldukça önem arz etmektedir. Alaşım meydana getirme işlemi, metalin birtakım özelliklerini değiştirmeyi veya ona yeni özellikler kazandırmayı hedefler. Alaşımlama işlemi ile saf metallerin özelliklerini (fiziksel özellikler, kimyasal özellikler, mekaniksel özellikler v.b.) değiştirebiliriz. Alaşımların en büyük faydası, alaşım oluşturulurken ana metale eklenen metal veya ametallerin metal özelliklerine nasıl etki ettiğinin bilinmesi ile üstün özelliklere sahip yeni ürünlerin elde edilmesine olanak sağlamasıdır.

Alaşımlandırma ve İçyapı Oluşumu

Herhangi bir alaşımların oluşturulacak X ve Y maddelerinin cinslerine bağlı olarak, meydana getirecekleri iç yapı ikiye ayrılmaktadır:

Birinci olarak tek bir cins kristal meydana gelebilir. Söz konusu yapı tek kristal cinsinden oluşur ancak polikristal yapıdadır. Bu kristal cinsi alaşım maddelerinden birinin

kristal şeklini alabilir (katı eriyik). Her iki maddeye ait atomlar alaşım maddelerinin her birinin kristal cinsinden farklı bir kristal kafesi ve atom yerleşim biçimi ile başka bir kristal türü oluşturabilirler.

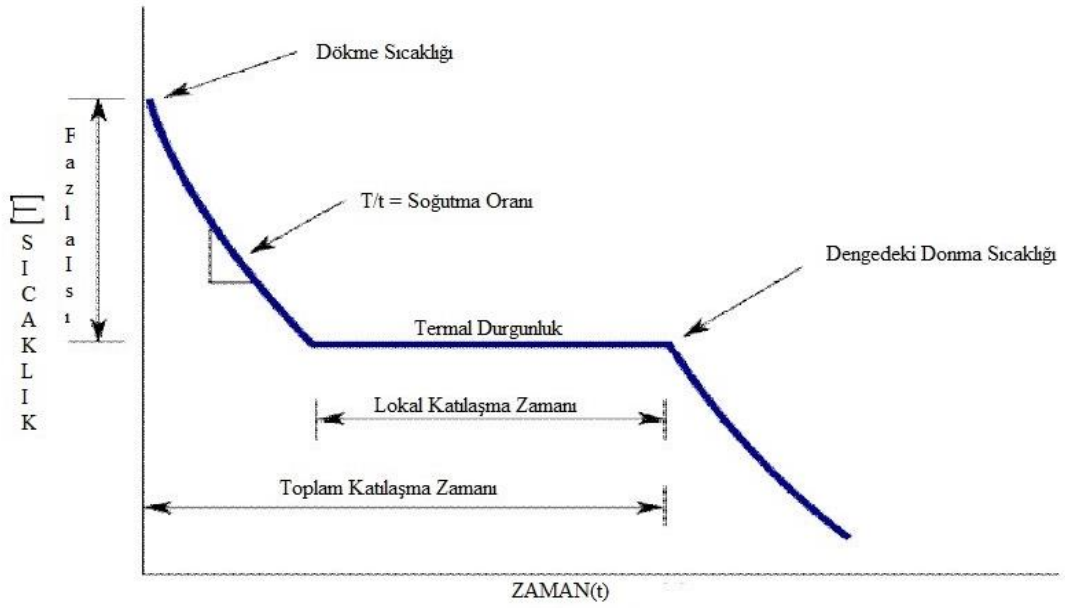
İkinci olarak ise, alaşımı meydana getiren metaller alaşım içerisinde her biri ayrı ayrı kendi kristalini oluşturabilirler (kristal karışımı). Bu kristaller diğer elementi sınırlı oranda eritebilir; belli oranda eritilmiş olarak yapı içerisinde katı eriyik kristalleri halinde birarada bulunabilirler. Alaşımın iç yapısının hangi fazlardan oluşacağı alaşım elementlerinin;

- Kimyasal özelliklerine (elektronik konfigürasyonu, elektronegatiflik v.b)
- Atom çaplarının büyüklüğüne
- Büyük ölçüde her bir metalin kendi kafes yapılarına bağlı olarak ortaya çıkar (Demirci 2004).

Katılaşma

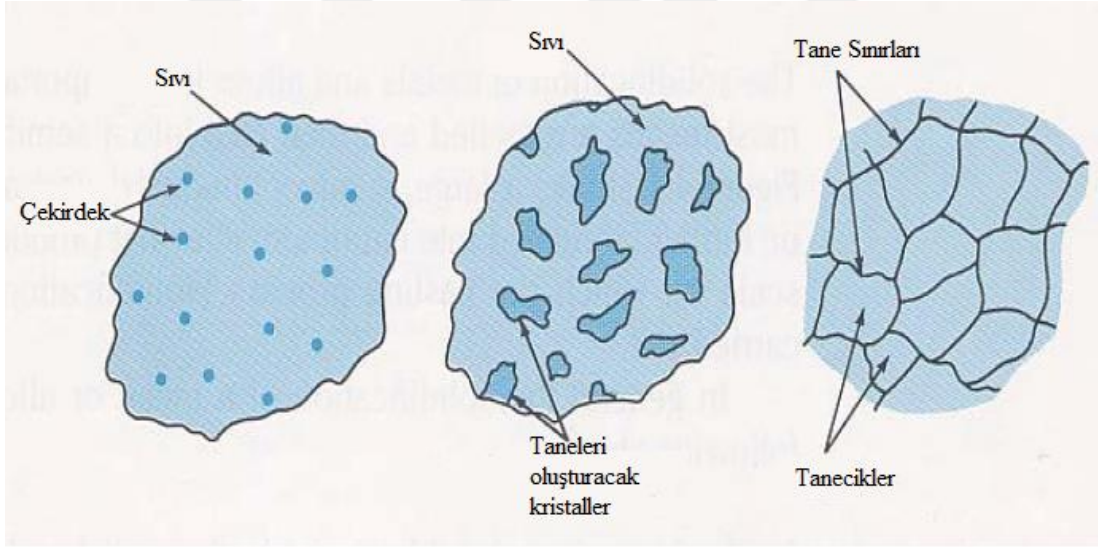
Katılaşma olgusu, üretim mühendisliği alanında kullanılan birçok katıhal fiziksel işleminde önemli bir rol oynar. Yani metallerin ve alaşımlarının erimesini içeren yarı – sonlanmış ve sonlanmış ürünlerin üretimi için yapılan işlemlerin çoğunun uygulamalara göre farklı şekillenmiş kalıplara dökülmesidir. Bu sıvı halden katı hale faz dönüşümüdür veya güçlü atomlar arası bağlanma kuvvetleri ve sabit atomik konumlar ile yakın bir şekilde paketlenmiş bir konfigürasyona daha açık bir yapı oluşturma işlemi olarak tanımlanabilir (Gouda 2014).

Saf metal, Şekil 8’de gösterilen erime noktasıyla aynı olan katılaşma sıcaklığı adı verilen sabit bir sıcaklıkta katılaşır. Katılaşma işlemi küçük bir potada bulunan bir eriyik içine bir termokulp yerleştirmek ve zaman ile sıcaklıktaki değişim kaydedilerek izlenebilir. Isı sağlanamıyorsa eriyik, T_m erime sıcaklığında eriyikte çeşitli noktalarda çekirdekler olarak adlandırılan çok küçük kristalli gövdeler oluşana dek hissedilir. Isı ya da iç enerjiyi serbest bırakarak yavaş yavaş soğur. Bu noktada sıcaklık sabit kalır. Çekirdekler aynı kristalografik yönde başka atomların birikmesiyle büyür ve füzyon ısısı giderilir. Tüm eriyikler katılaşınca, sıcaklık tekrar düşer ve katı hissedilebilir ısı enerjisini serbest bırakır (Gouda 2014).



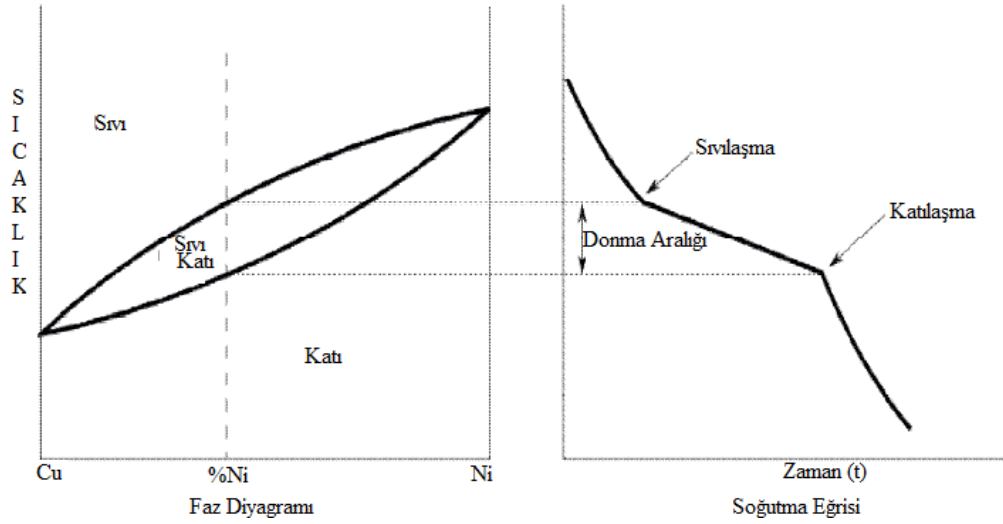
Şekil 8. Saf metalin soğuma eğrisi (Gouda, 2014).

Şekil 9, çekirdeklenme ve büyümenin iki işlemini temsil eder. Katılaşmış gövde polikristalindir. Yani tanecikler olarak adlandırılan rastgele yönlendirilmiş birçok kristalden oluşur.



Şekil 9. Katılaşmış yapının çekirdeği ve büyümesi (Gouda 2014).

Alaşımın durumu, katılaşmanın Şekil 10'da gösterildiği gibi katılaşma aralığı adı verilen bir sıcaklık aralığında gerçekleştiği saf metallerden tamamen farklıdır. Bu aralıktaki alaşım, sıvı metaller ve dentritler olarak adlandırılan katı, ağaç benzeri yapılardan oluşan şekle sahiptir. Dentritin büyüklüğü ve şekli, soğutma hızına ve alaşım bileşimine bağlıdır. Bu üç boyutlu dentritik yapılar arasında mevcut olan sıvı metaller eninde sonunda tane yapısı adı verilen tamamen katı bir yapı oluşturmak için katılaşmaktadır (Gouda 2014).



Şekil 10. Alaşımın soğuma eğrisi (Gouda 2014)

Bir alaşım, metalik özelliklere sahip, makroskopik olarak homojen bir maddedir. Metal ile ametalin veya iki ya da daha fazla metalin kombinasyonudur. Alaşım, alaşım bileşimine ve dengede sağlanan sıcaklığa bağlı olarak tek bir faz veya karışım fazından oluşabilir. Alaşım üzerindeki basınç diğer etkili bir değişkendir ancak genellikle sabit tutulur. Bileşim veya sıcaklıktaki belirli değişikliklerle üretilen alaşımın yapısındaki değişiklikler, bir faz diyagramı vasıtasıyla uygun bir şekilde gösterilebilir. Bu olgu, bir maddenin çeşitli evrelerini ve her bir evrenin var olduğu koşulları temsil etmek için yaygın bir yoldur. Faz diyagramı belirli bir sıcaklık ve kompozisyondaki alaşım bileşenlerini gösteren sıcaklık ve kompozisyon arasındaki grafikdir. Bu yüzden metal fiziği ve metalürjide büyük önem taşır.

Alaşım Üretimi

İki veya daha fazla metalin belli oranlarda bir araya gelmesiyle oluşturdukları alaşımların üretiminde, öne çıkan en önemli üç metot aşağıdaki gibidir:

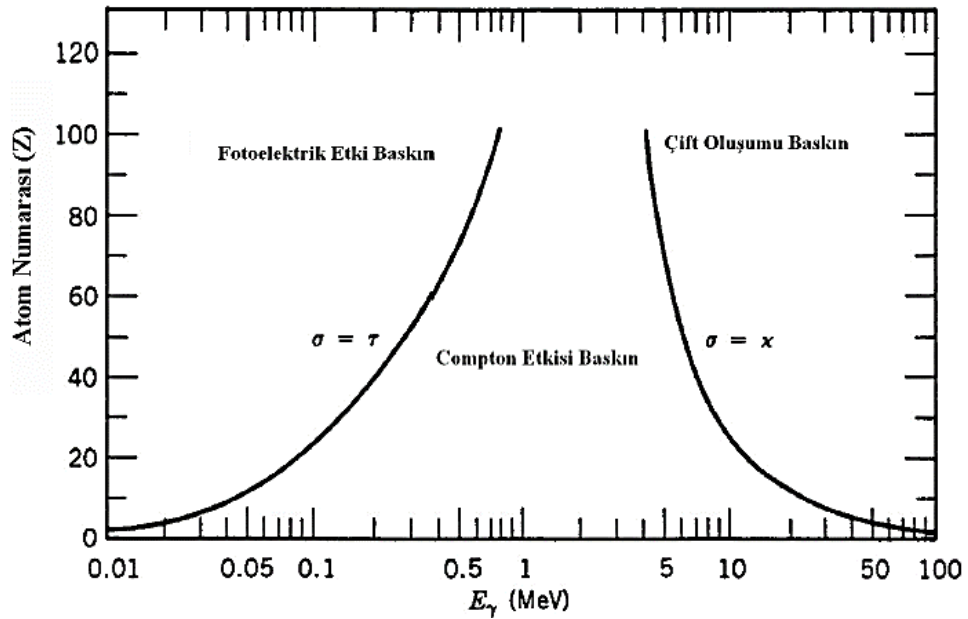
- **Eritme metodu;** Alaşımın içerisindeki metallere yüksek erime sıcaklığına sahip olan metal, grafit şeklindeki pota içerisinde eritilir. Bir sonraki aşamada ise daha düşük erime sıcaklığına sahip metaller sırası ile eritilir. Bu durumda meydana gelebilecek oksitlenmeye karşı oksit önleyici maddeler ilave edilir. Uçma durumunun sebep olabileceği eksiklik ise erime sıcaklığı daha düşük olan metalden bir miktar katılarak giderilir.
- **Toz karışım metodu;** Bu yöntemin temel mantığında metal tozlarının yüksek basınç altında preslenmesi düşüncesi yatar.
- **Sinterleme metodu;** Bu yöntem de öncelikle alaşımı meydana getiren metaller belirli oranlarda karıştırılır. Belli bir basınç altında ve preslendikten sonra yüksek

sıcaklıklarda uzun bir zaman ısıtılarak ve difüzyon işlemiyle birbiri içerisine nüfuz ederek dayanıklı katı bir yapı oluşturulur. Bu işlemden dolayı parçacıklar arasında boyun büyümesi meydana gelir. Boyun büyümesi saf mukavemet özelliğinin kuvvetlenmesine sebep olur.

Elektromanyetik Radyasyonun Madde İle Etkileşimi

Elektromanyetik radyasyon bir madde ile etkileştiğinde, madde üzerine düşen ışın, atomların bağlı elektronları, serbest elektronları ve çekirdeği ile etkileşir. Bu etkileşmeler ile birlikte bazı temel olaylar meydana gelir. Bunlar; Elektromanyetik radyasyonun enerjisinin bir kısmını kaybetmesiyle oluşan (inkoherent, Compton) veya hiç kaybetmemesiyle oluşan (koherent) saçılma olayı ve elektromanyetik radyasyonun tamamen soğurulmasıyla meydana gelen fotoelektrik olay ve çift oluşumdur. Şekil 11’de fotoelektrik, Compton ve çift oluşumu olaylarının baskın olduğu bölgeler gösterilmektedir.

Bir radyasyon demeti x kalınlığındaki bir maddeden geçirilirse, gelen demet ve madde arasındaki etkileşmelerin kompleks bir sonucu olarak, çıkan radyasyon demetinin şiddetinde azalma olduğu gözlenir. Madde ile gelen demet arasında gerçekleşen soğurulma ve saçılma olayları için hedef materyalin kalınlığı ile atom numarasının değeri de önemli bir etkendir. Soğurucu materyal belli bir kalınlıktan daha ince olduğunda, bütün parçacıklar soğurucu materyali geçer ancak soğurucu materyal belli bir kalınlıktan daha büyük ise parçacıklar bütün enerjisini kaybeder ve soğurucu materyalden çıkamaz (Gümüş 2011).



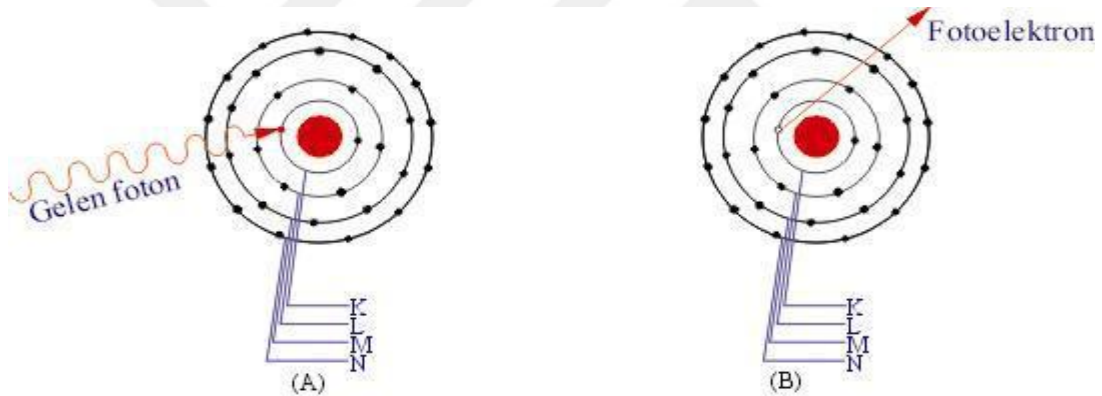
Şekil 11. Fotoelektrik, Compton ve çift oluşumu olaylarının baskın olduğu bölgeler (Yavuz 2011).

Elektromanyetik dalganın soğurulması

Madde içerisine giren bir foton, madde atomunun bağlı elektronları, serbest elektronları ve çekirdeği ile etkileşirler. Elektromanyetik radyasyonun soğurulması çeşitli olaylar sonucu gözlenmekle beraber bu olayların en baskın olanları fotoelektrik olay ve çift oluşumdur. Bu olayların meydana gelme ihtimaliyeti foton enerjisi ile değişmektedir. Fotoelektrik olay 0,01 MeV ile 0,5 MeV arasında daha etkindir. Çift oluşum olayı ise 1,02 MeV'den başlar ve artan foton enerjisi ile artar (Gümüş 2011).

Fotoelektrik olay

$h\nu$ enerjisine sahip bir foton, atomda bulunan bağlı elektronlardan biriyle etkileştiğinde, fotonun enerjisinin tamamının soğurularak elektronun serbest hale geçmesi olayına fotoelektrik olay, serbest hale geçen elektrona da fotoelektron denir. Bu olayda elektronun kazandığı kinetik enerji $K_e = h\nu - E_b$ ile formülize edilir. Burada K_e elektronun kazandığı kinetik enerji, $h\nu$ gelen fotonun enerjisi ve E_b ise elektronun bağlanma enerjisidir.



Şekil 12. Fotoelektrik olay; A) Etkileşmeden önce B) Etkileşmeden sonra (Gümüş 2011).

Fotoelektrik olay serbest elektron ile meydana gelmez. Bunun nedeni de serbest elektronda kinetik enerji ve momentumun korunmamasıdır. Bağlı elektronları düşündüğümüzde ise atomun bir geri tepmesi olacağından momentum korunur.

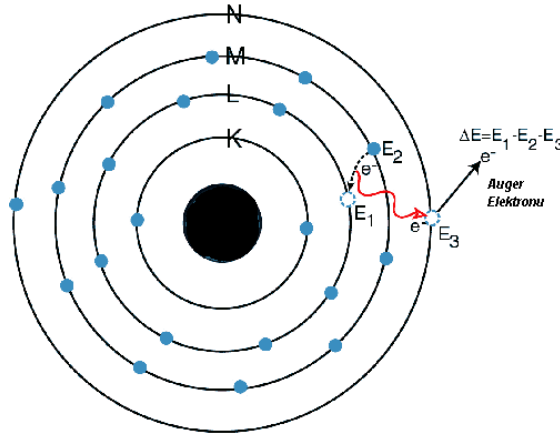
Fotoelektrik etki düşük atom numaralı elementlerde daha azdır. Bunun nedeni ise söz konusu elementlerin bağlanma enerjisinin düşük olmasıdır.

Fotoelektrik olayın foton enerjisinin fazla olduğu durumlarda atomun iç yörüngelerinde, düşük olduğu durumlarda ise dış yörüngelerde meydana gelme ihtimali artmaktadır.

Auger olayı

Bir atom uyarıldığında atomun iç tabakalarında bir boşluk meydana gelir. Daha üst tabakalardan bir elektron geçişi ile bu boşluk doldurulur. Böylece atom daha düşük enerji seviyesine geçmiş olur. Ortaya çıkan enerji daha dış yörüngedeki elektrona koparmak için

kullanılırsa atom ışımasız bir geçiş yapacaktır. Meydana gelen olaya Auger olayı, sökülen elektrona da Auger elektronu denir.

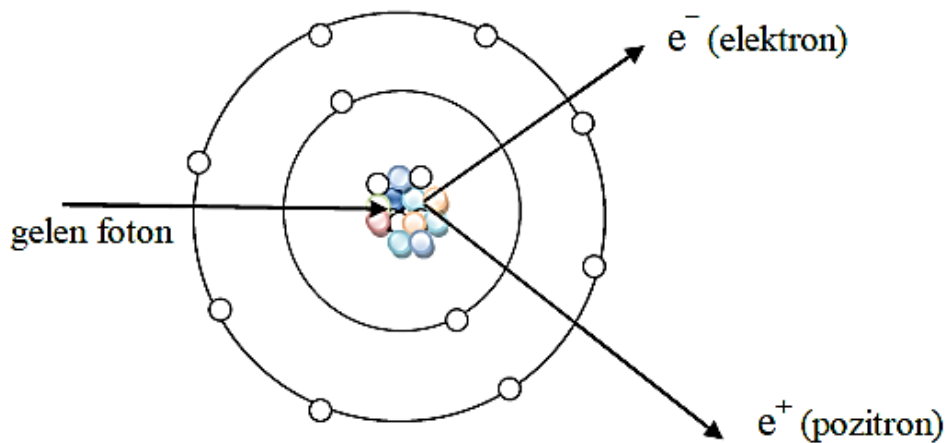


Şekil 13. Auger olayı

Auger olayı, elektronların sıkı bağlı olmadığı ve karakteristik fotonların daha rahat soğurulduğu atom numarası düşük olan elementlerde daha yaygın görülür.

Çift oluşum

Bu olayı bir gama fotonunun bir elektron ve bir pozitron çiftine dönüşmesidir. Elektronun ve pozitronun yükleri zıt işaretli olmakla beraber kütleleri ve yükleri eşittir. Bu olayda enerjisi 1.02 MeV veya daha büyük olan bir foton, atom çekirdeğinin yakınından geçer. Foton aynı anda biri negatif yüklü elektron diğeri ise pozitif yüklü pozitron olmak üzere iki parçacığa dönüşür. Gelen fotonun enerjisi en az 1.02 MeV olmalıdır. Çünkü bir elektron veya pozitronun durgun kütle enerjisi $m_0 c^2 = 0.511$ MeV'dir. Çift oluşum olayı için eşik enerjisi ise $2m_0 c^2 = 1.02$ MeV'dir. Çift oluşum olayında yük, çizgisel momentum ve toplam enerji korunur. Bu olay çekirdek etrafında gerçekleşir. Momentumun korunumu sebebiyle bu olayın ağır çekirdeklerde meydana gelme ihtimali daha yüksektir. Hafif çekirdeklerde de çift oluşum olayı meydana gelebilir. Bu durumda da eşik enerjisinin daha yüksek olması gerekir.



Şekil 14. Çift oluşum

Elektromanyetik radyasyonun saçılması

Elektromanyetik radyasyonun madde ile etkileşmesi olaylarından biri olan saçılma, gelen ve saçılan ışının enerjisine göre koherent ve inkoherent olarak iki sınıfta gruplandırılır.

Koherent saçılma

Koherent saçılma, fotonların atomdan, enerjilerinde bir değişiklik olmadan saçılması olarak tarif edilir. Elastik veya Rayleigh saçılması olarak da adlandırılabilir. Bu saçılmada gelen fotonla saçılan fotonun dalga boyları aynıdır. Gelen ve saçılan radyasyonun toplam şiddeti, her bir elektron tarafından saçılan radyasyonun genliklerinin toplamı ile bulunur. Bu saçılma, Rayleigh, Delbruck, Thomson ve Nükleer Rezonans saçılmaları olarak sınıflandırılır.

Rayleigh saçılması

Bu saçılmada bağlı bir elektronun üzerine bir foton gelir. Elektron atomdan sökülecek kadar enerji alamaz. Bu saçılmada elektronların tümü gelen radyasyonun frekansında titreşime zorlanırlar. Eğer bu frekans atom elektronlarının doğal frekanslarından daha büyük ise elektronların tümünden saçılan radyasyon gelen radyasyon ile zıt fazda olacaktır.

Bu saçılmada gelen fotonun enerjisi, 0,1 - 0,5 MeV arasında olması gereklidir (Vangrieken and Markowicz 1992).

Büyük enerjili fotonların hafif elementlerden saçılmasında Rayleigh saçılması, Compton saçılması yanında ihmal edilebilir.

Delbruck saçılması

Bu saçılmaya elastik nükleer potansiyel saçılma da denilmektedir. Delbruck saçılması fotonun, çekirdeğin oluşturduğu Coulomb alanından saçılmasıdır. Bu olayda çekirdek çevresindeki durgun Coulomb alanında bir elektron-pozitron çifti oluşur. Atomun tamamen geri tepmesiyle bu çiftin yok olması enerji ve faz bakımından, gelen fotonun aynısı olan yeni bir foton meydana getirir. Bu olayın etkisi oldukça küçük olduğundan deney sonuçlarında çok net olarak gözlenememektedir.

Thomson saçılması

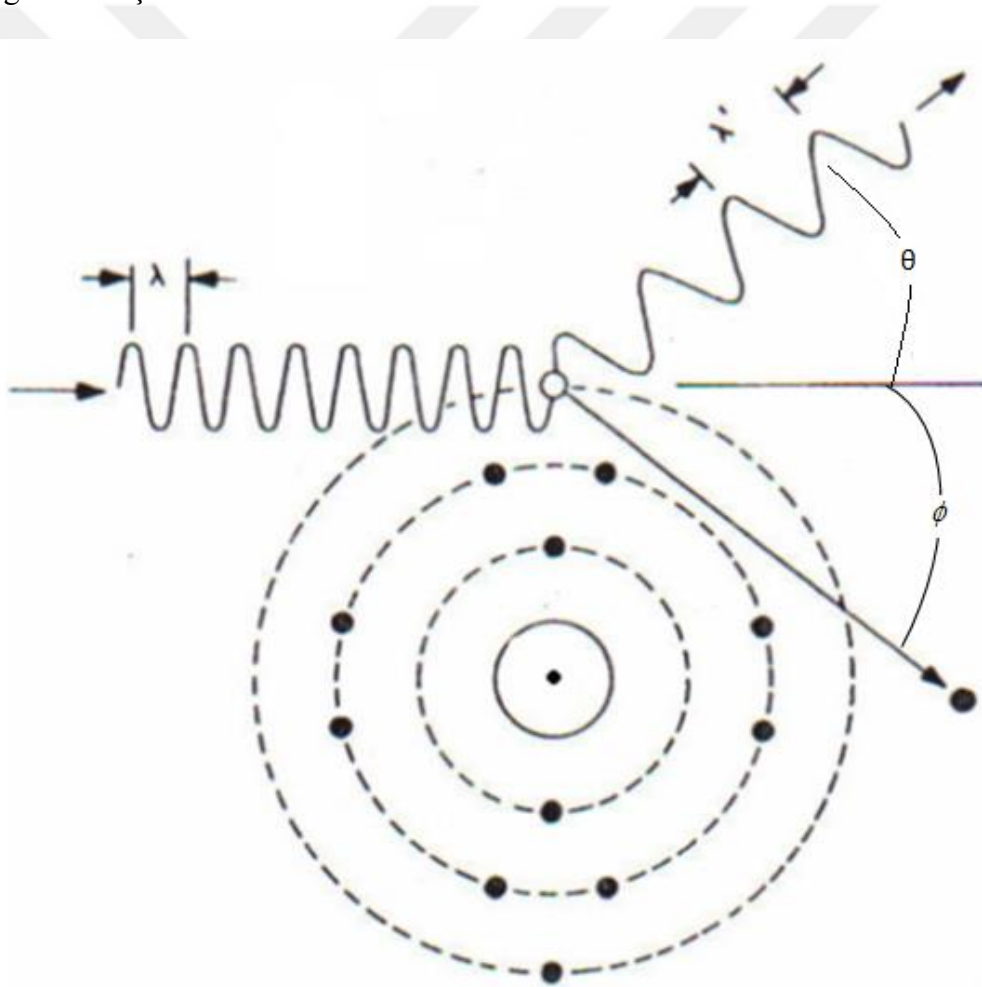
Klasik olarak bir tek yük sistemi gibi düşünülen çekirdek, gelen dalga tarafından salındırılır. Çekirdeğin kütlesi çok büyük olduğundan bu etki çok küçüktür. Gelen fotonun dalga boyunun nükleer yarıçaptan çok büyük olması durumunda maksimum etki gözlenir.

İnkoharent saçılma

İnkoharent saçılmada gelen ve saçılan fotonlar arasında enerji farkı vardır. Yani gelen ve saçılan fotonların dalga boyları birbirinden farklıdır. Bu saçılmada fazlar arasında bir bağlantı yoktur. Bu sebeple de saçılan dalgalar arasında bir girişim gözlenemez. Bu durumda atom tarafından saçılan ışının toplam şiddeti, atomun her bir elektronu tarafından saçılma şiddetleri toplanarak elde edilir.

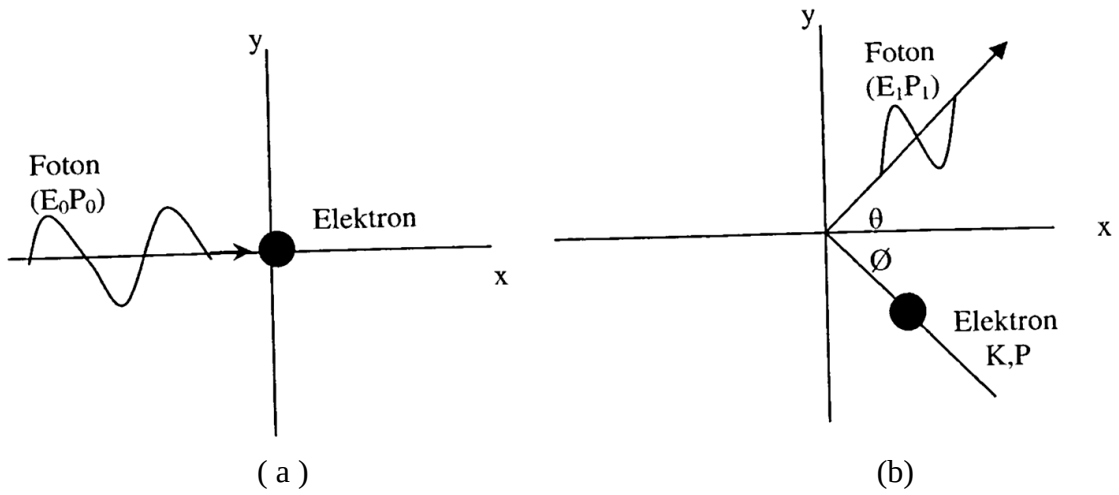
Compton saçılması

Işığın tanecikli yapıda olduğunu göstermesi, Compton saçılmasının en belirgin özelliğidir. Bu olayda atomun serbest veya zayıf elektronuna çarpan foton, enerjisinin bir kısmını ona aktarır. Bu durumda geliş doğrultusu ile θ açısı yaparak saçılır. Bu durum Şekil 15’de gösterilmiştir.



Şekil 15. Compton olayı

Şekil 16 (a)’da momentumu P_0 ve rölativistik enerjisi E_0 olan bir foton, durgun kütle enerjisi m_0c^2 olan bir elektron üzerine gönderilmiştir. Şekil 16 (b)’de foton momentumu P_1 ve enerjisi E_1 ve saçılma açısı θ olacak şekilde saçılmaktadır. Elektron ise saçılmadan sonra momentumu P kinetik enerjisi K ve saçılma açısı ϕ olacak şekilde saçılır.



Şekil 16. (a) Compton saçılmasında gelen foton

(b) Compton açılmasında saçılan foton

Momentumun korunumu prensibine göre;

$$P_0 = P_1 \cos \theta + P \cos \phi \quad (2.1)$$

$$0 = P_1 \sin \theta - P \sin \phi \quad (2.2)$$

Enerjinin korunumuna göre;

$$E_0 + m_0 c^2 = E_1 + K + m_0 c^2 \quad (2.3)$$

$$E_0 - E_1 = K \quad (2.4)$$

$$P = E / c = h\nu / c \quad (2.5)$$

$$cP_0 - cP_1 \cos \theta - cP \cos \phi = K \quad (2.6)$$

Elektronun toplam enerjisi için;

$$E^2 = P^2 c^2 + (m_0 c^2)^2 \quad (2.7)$$

olarak elde edilir.

$$(K + m_0 c^2)^2 = P^2 c^2 + (m_0 c^2)^2 \quad (2.8)$$

$$K^2 + 2K m_0 c^2 = P^2 c^2 \quad (2.9)$$

$$(P_0 - P_1)^2 + 2m_0 c(P_0 - P_1) = P_0^2 + P_1^2 - 2P_0 P_1 \cos \theta \quad (2.10)$$

$$m_0 c(P_0 P_1) = P_0 P_1 (1 - \cos \theta) \quad (2.11)$$

gelen ve saçılan fotonların dalgaboyları arasındaki fark;

$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta) \quad (2.12)$$

Burada ;

$$\lambda_c = h / m_0 c \quad (2.13)$$

(2.13) eşitliği ile belirtilen Compton dalgaboyudur. (2.12) eşitliğine göre ise Compton saçılmasının sadece θ açısı ile değiştiğini söyleyebiliriz.

İnelastik saçılmada fotonlar çoğunlukla anizotropik dağılım gösterirler ve aynı zamanda farklı enerjilerde farklı açılara sahip olurlar. Gelen ve saçılan foton arasında θ açısı yaparak $d\Omega$ katı açısı içine saniyede saçılan fotonların sayısının bilinmesi önemlidir. Bunun için açığa bağımlı diferansiyel tesir kesiti tanımlanır.

Diferansiyel tesir kesiti, birim katı açı başına düşen tesir kesiti ($d\sigma / d\Omega$) olarak tarif edilmektedir. İnkoharent saçılmada diferansiyel tesir kesiti ;

$$\frac{d\sigma_{inc}(\theta)}{d\Omega} = \frac{d\sigma_{KN}(\theta)}{d\Omega} S(x, Z) \quad (2.14)$$

Burada $S(x, Z)$ inkoharent saçılma fonksiyonudur. $\frac{d\sigma_{KN}(\theta)}{d\Omega}$ Klein–Nishina diferansiyel tesir kesiti olup polarize olmamış fotonlar için;

$$\frac{d\sigma_{KN}(\theta)}{d\Omega} = \frac{r_0^2}{2} \left[\frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \right]^2 (1 + \cos^2 \theta) \left(1 + \frac{\alpha^2(1 - \cos \theta)^2}{(1 + \cos^2 \theta)[1 + \alpha(1 - \cos \theta)]} \right) \quad (2.15)$$

Burada $\alpha = hv / m_0 c^2$, r_0 klasik elektronun yarıçapıdır.

Nükleer saçılma

Bu saçılma inkoharent saçılma olarak da adlandırılabilir. Fotonun atomun çekirdeği ile etkileşmesi sonucu meydana gelmektedir. Bu saçılmanın toplam inkoharent saçılmadaki hissesi oldukça azdır (Şahin 1999).

Raman saçılması

Raman etkisi, hedef elementin K, L₁, L₂, L₃, ... soğurma kıyısının enerjisinin gelen foton enerjisinin altında olduğu durumlarda meydana gelir. Moleküller tarafından fotonun soğurulması olayıdır. Söz konusu molekül olaydan önce uyarılmış bir durumda değil ise gelen fotondan daha küçük bir enerjiye sahip foton yayınlanır. Molekül uyarılmış dönme ve titreşim enerji seviyesinde ise daha fazla enerjiye sahip foton yayınlanır.

Gama Işınları

Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir. Bu ışınlar atom çekirdeğinin enerji seviyelerindeki farklılıklarından meydana gelir. Çekirdek bir alfa ve bir beta parçacığı yayımladıktan sonra genellikle kararlı bir durumda olmaz. Fazla çekirdek enerjisi bir elektromagnetik radyasyon olarak yayınlanır. Gama ışınları, alfa ve beta parçacıklarından daha yüksek enerjili ve dolayısıyla daha nüfuz edici ışınlardır. Gama ışınlarının alfa ve beta parçacıklarına göre madde içinde nüfuz etme kabiliyetleri çok fazla olmasına rağmen, iyonlaştırma etkileri ise daha azdır. Gama ışınlarının birkaç cm kalınlığındaki kurşun tuğlalarla belli bir kısmı durdurulabilir. Madde içerisinden geçerken üstel bir fonksiyon şeklinde bir şiddet azalmasına uğrarlar. Yüksüz olduklarından elektrik ve manyetik alanda sapma göstermezler.

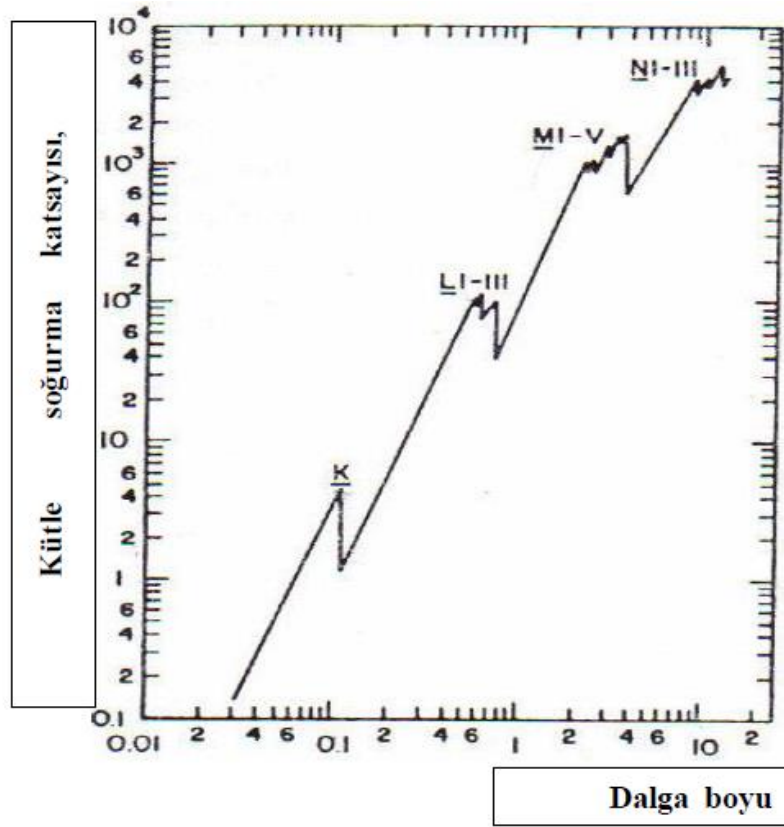
Gama ışınları yüksek giricilik özelliklerinden dolayı canlı dokulara zarar verebilir, canlı hücreleri öldürebilir, bu özelliğinden dolayı tıpta, kanserli hücreleri öldürmek için kullanılmaktadır. Gama ışınları uzayda çok uzun mesafeler kat ederek yerküreye kadar gelir ve yerküre atmosferi tarafından soğurulurlar. Işığın farklı dalga boyları yerküre atmosferini geçerek farklı katmanlara ulaşırlar. Gama ışınları evrenin en sıcak bölgelerinde üretilen ışığın enerjik formlarıdır (Uğurlu 2013).

Soğurma Kısıları

Bir elementin atomundaki herhangi bir orbitalinden elektron koparabilecek en küçük enerjili veya en büyük dalgaboylu fotonun enerjisi, atomun o enerji seviyesinin soğurma kıyısıdır (Bertin 1975). Soğurma kıyısı bir elementin tabakalarındaki elektronların bağlanma enerjisine karşılık gelir. Soğurma dalgaboyu, atomun belli bir tabakasındaki bir elektronun soğurma kıyısının dalgaboyundan daha kısadır (Jenkins 1974).

Her atom, farklı uyarma potansiyellerine sahip olduğundan, birden çok soğurma kıyısı vardır. Bir atomun her kabuğunda $(2n-1)$ tane alt kabuk bulunmaktadır. K kabuğunda bir alt kabuk olduğundan bir soğurma kıyısı vardır ve $K(\lambda_{Kab})$ olarak adlandırılır. L tabakasının üç alt tabakası olup $L(\lambda_{LIab}, \lambda_{LIIab}, \lambda_{LIIIab})$ olan üç soğurma kıyısı ve M tabakasının beş alt tabakası olup $M(\lambda_{MIab}, \lambda_{MIIab}, \lambda_{MIIIab}, \lambda_{MIVab}, \lambda_{MIVab})$ olan beş soğurma kıyısı mevcuttur. Her elementte çekirdeğe yakın tabakalara gidildikçe soğurma kıyısı dalga boyunda küçülme görülür. $((\lambda_{Kab} < \lambda_{LIab} < \lambda_{LIIab} < \lambda_{LIIIab} < \lambda_{MIab} < \lambda_{MIIab} < \lambda_{MIIIab} < \lambda_{MIVab} < \lambda_{MIVab})$.

K kabuğundan bir elektron koparabilmek için yeterli enerjiye sahip bir X-ışını fotonu aynı zamanda L ve M kabuklarının birinden de elektron koparabilir. Dalgaboyu λ_{LIab} ve λ_{LIIab} arasında olan bir foton ilgili elementin L_{II} , L_{III} , M ve N kabuklarından elektron koparabilir. Fakat L_I veya K kabuğundan koparamaz.



Şekil 17. Uranyum için X-ışını soğurma kıyıları (Yavuz 2011).

X-ışını Spektroskopisinde Kimyasal Kayma

Fotonlar veya parçacıklar atomun üzerine düştüğü zaman iç tabakalardan bir elektronu koparabilir. Dış elektronik tabakalardan bir elektron tarafından bu boşluk doldurulduğunda karakteristik X-ışını yayınlanabilir. Eğer atom sürekli X-ışınlarıyla bombardıman edilirse, gelen fotonun enerjisi iç elektronları uyarmak için veya atomun iyonizasyonu için yeterliyse radyasyon soğurulabilir.

Soğurma kıyısının pozisyonu elektronun bağlanma enerjisi hakkında bize bilgi verir. Buradaki bir problem, kıyının mutlak soğurma enerjisinin belirlenmesini sağlayan tam yapıya sahip olmasıdır.

Emisyon spektrumu, diğer yandan farklı tabakalar arasındaki bağlama enerjisindeki farklılık hakkında bilgi verir. X-ışınları spektroskopisi atomik yapıya ilişkin bilginin ana kaynağıdır.

X-ışını Spektroskopisinde Kimyasal Kaymanın Keşfi

1920'lerin başında, kimyasal kayma atomun kimyasal çevresine bağlı olan soğurma kıyısının pozisyonu ve X-ışını radyasyonunun dalgalı boyları ile keşfedildi. Manne Siegbahn grubunun üyelerinden Bergen-gren 1920'de fosforun farklı modifikasyonları için farklı olan K-soğurma spektrumlarını keşfetti. 1921'de aynı gruptan Lindh kimyasal değerlere bağlı olan

klorun X-ışını soğurma kıyısının pozisyonunu buldu. Tablo 3’de bazı bileşiklerde X-ışınları emisyonunda kimyasal kayma gösterilmiştir.

Tablo 3. Bazı bileşikler için X-ışınları emisyonunda kimyasal kayma (Bäcklin 1925).

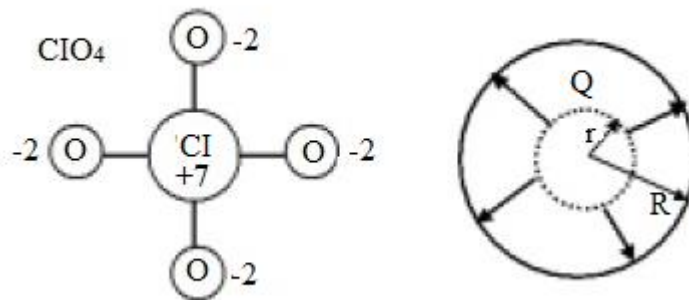
Bileşik	Kayma (eV)
Al-Al ₂ O ₃	0.31
Si-SiO ₂	0.57
P-P ₂ O ₅	0.89
S-Ba ₂ SO ₄	1.31

Kimyasal çevreye bağlı olan X-ışını emisyon çizgilerinin dalgaboyu 1920’lerin ortasında Lindh ve Lundguist (1924), Ray (1925) ve Bäcklin (1925) tarafından keşfedildi.

X-ışını Spektroskopisinde Kimyasal Kaymanın Yorumlanması

X-ışını soğurma spektrumunda kimyasal kaymaların ana sebebine 1920’lerin başlarında farkına varıldı. Wenzel (1922) ve Coster (1924) tarafından geliştirilen model klor iyonu için gösterildi. Burada klor iyonunun valansı +7 ve çevresindeki oksijen iyonlarının valansı -2 dir. Sonsuzdan gelen r yarıçaplı küreye eşit olarak dağıtıldığı varsayılan merkez iyonunun kesin yükü Q ise, tabakanın içindeki potansiyel $Q/4\pi\epsilon_0$ ’ye kadar değiştirildiğinde tabakanın içindeki elektronların bağlanma enerjisi aynı miktarda değişir. R yarıçaplı küresel tabakanın yükü eşit bir şekilde dağıtıldığında etkin enerji kayması;

$$\Delta E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \quad (2.16)$$



Şekil 18. Wenzel ve Coster tarafından Cl iyonu için geliştirilen model

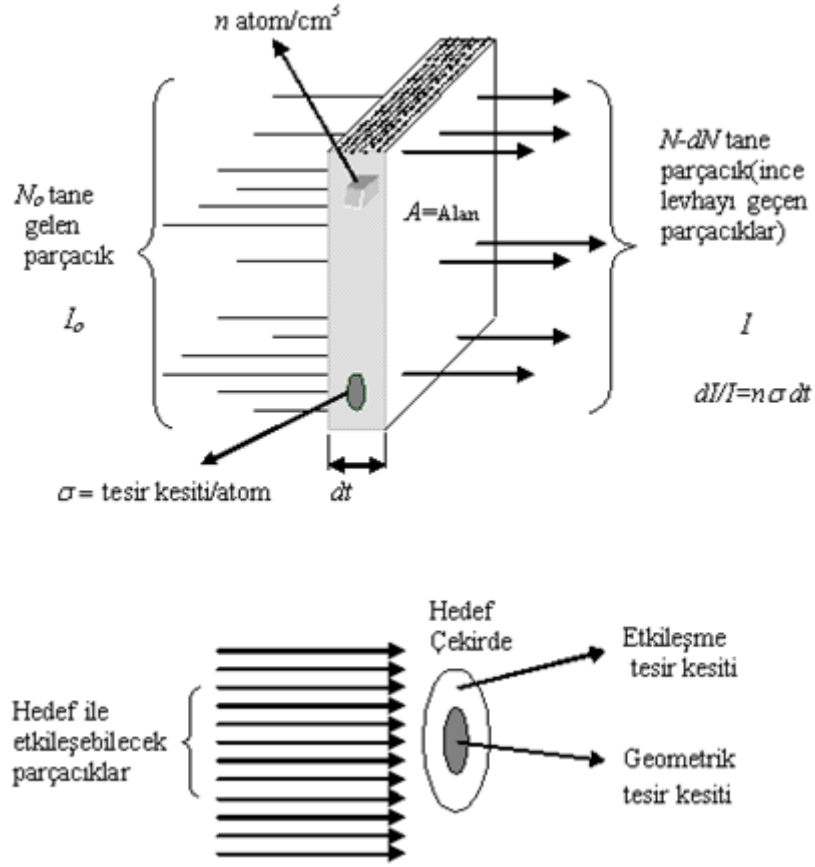
Tesir Kesitleri

Bir olayın meydana gelme olasılığının bir ölçüsü olan tesir kesiti, hedef parçacığı çevreleyen hayali bir alanla sembolize edilir. Hedef parçacığın tesir kesiti, gelen parçacığın

enerjisine ve olayın tabiatına bağlıdır. Tesir kesiti parçacığın geometrik kesitinden küçük veya büyük olabilir. Tesir kesiti, ışığın madde ile etkileşmesine bağlı olarak, saçılma ve soğurma tesir kesiti olarak adlandırılır. Bir moleküldeki atomları bir arada tutan bağlar ve moleküllerin bağlanma enerjilerindeki değişim, tesir kesitlerini etkileyen parametrelerdir.

Deneyssel olarak hesaplanan tesir kesiti, teorik değerlerle karşılaştırılabilir. Tesir kesitinin bu özelliği onun nükleer işlemlerde kullanılmasına olanak sağlar. Tesir kesiti suni radyoizotopların üretilmesi, soğurma ve saçılma gibi olaylarda, gelen ışınların parçacıklarının hedef çekirdeğe çarptıkları zaman meydana gelebilecek olayların olasılığını belirtmek için kullanılır. Bunun yanı sıra tıbbi fizik, enerji taşıma ve depolama, atomların yapısı, yaş tayini, ilaç sanayi gibi birçok alanda kullanılır.

A yüzeyine ve dt kalınlığına sahip ince bir levha üzerine I_0 şiddetiyle gelmekte olan bir foton demetini düşünelim. Bu foton demeti ince levhadan geçerken atomlardan birine çok yaklaşıyorsa, bu atom tarafından fotonun yutulma yada saçılma ihtimali vardır. σ 'nın bir atomu kuşatan etkin alan olduğunu varsayalım. Eğer gelen foton bu alana düşerse foton bu alanla etkileşme yapacaktır. Levhanın birim hacmi başına n tane hedef atomu olsun. Levha o kadar ince olsun ki, hiçbir atom öteki atom üzerine binmesin ve böylece her atomun gelen fotonla aynı ölçüde etkileşme ihtimali olsun. Eğer maddenin birim hacminde n tane atom varsa Adt hacminde $nAdt$ tane atom bulunur. Birim yüzeye düşen atom sayısı ise ndt olur. Bir atomun işlem gördüğü etkin alan σ ise ndt sayıda atomun işlem gördüğü etkin alan $n\sigma dt$ olur. Buna göre toplam etkin alan $nA\sigma dt$ dir. Bu olay Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. Tesir kesiti ile gelen demetin şiddeti arasındaki ilişki ve tesir kesitinin geometrik yorumu

Etkin alan kesri f ise ;

$$f = \sigma A n dt / A = \sigma n dt \quad (2.17)$$

Etkin alan kesrini I şiddetinde meydana gelen değişim olarakda adlandırabiliriz.

$$dI = -fI \quad (2.18)$$

f nin (2.18) eşitliğindeki değeri yerine yazılırsa;

$$-dI / I = \sigma n dt \quad (2.19)$$

Eksi işaretinin konulmasının amacı I şiddeti ile dt kalınlığının ters orantılı olmasından dolayıdır. Yani dt kalınlığı arttıkça I şiddeti azalacaktır. $t=0$ da $I=I_0$ olduğunu kabul edersek ve 2.19 eşitliğinin integralini alırsak

$$I = I_0 e^{-\sigma n t} \quad (2.20)$$

Gelen ışın demetindeki N parçacık sayısı ışın demetinin şiddetiyle orantılıdır. (2.20) denklemini şu şekilde ifade edebiliriz.

$$N = N_0 e^{-\sigma n t} \quad (2.21)$$

N_0 levhaya gelen parçacıkların sayısı, N ise t kalınlığını geçen parçacıkların sayısıdır. Şayet $n\sigma t \ll 1$ ise bu durum σ 'nın değerinin çok küçük ve levhanın geometrik olarak çok ince olmasını ifade eder. Buna göre; $e^{-n\sigma t} \ll 1$ ise $e^{-n\sigma t} = (1 - n\sigma t)$ yazılabilir. (2.21) ifadesi

$$N = N_0(1 - n\sigma t) \quad (2.22)$$

şeklinde yazılabilir. Bu durumda t kalınlığını geçerken etkileşmeye giren parçacıkların sayısı N_s için;

$$N_s = N_0 - N = N_0 - N_0(1 - n\sigma t)$$

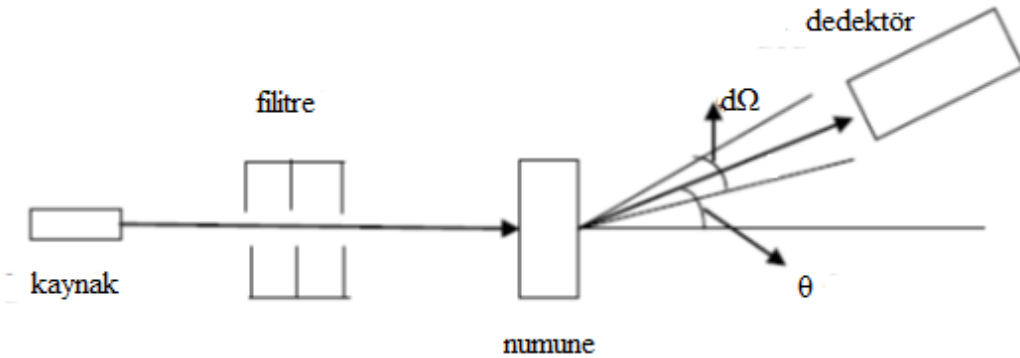
$$N_s = N_0 n\sigma t \quad (2.23)$$

yazılabilir. Buradan da σ için

$$\sigma = \frac{N_s}{N_0 n t} \quad (2.24)$$

ifadesi elde edilir. Birimi barn ($1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}$) olarak verilir (Şahin 1999).

Diferansiyel tesir kesitleri



Şekil 20. Klasik saçılma deneyinin şematik gösterimi (Yavuz 2011).

Şekil 20’de klasik saçılma deneyi gösterilmiştir. Dedektörde sayılan parçacık sayısı; radyasyon enerjisi, hedefin cinsi, saçılma yönü, dedektör genişliği ve hedef-dedektör mesafesi gibi parametrelere bağlıdır. Şekil 20’de gelen demet şiddeti I , saçıcı merkezlerin sayısı n , katı açı $d\Omega$ dedektörle – hedef arasındaki mesafe r , dedektör alanı A olmak üzere $d\Omega = \frac{A}{r^2}$ dir. Bu ifadeyi şu şekilde yazabiliriz.

$$d\Omega = \sin \theta d\theta d\phi \quad (2.25)$$

Burada ϕ azimütal açı olarak isimlendirilir. Küresel koordinatlarda yüzey elemanı

$$dS = r^2 \sin \theta d\theta d\phi \quad (2.26)$$

şeklinde yazılabilir. θ nin artışı $r d\theta$, ϕ nin artışı da $r \sin \theta d\phi$ artışını getirir. Barn diferansiyel tesir kesitinin birimidir. Tesir kesiti birimleri için çevirme faktörü;

$$C.F = \frac{N_A}{M} 10^{-24} \quad (2.27)$$

Burada N_A Avagadro sayısı iken M rölatif atom ağırlığıdır.

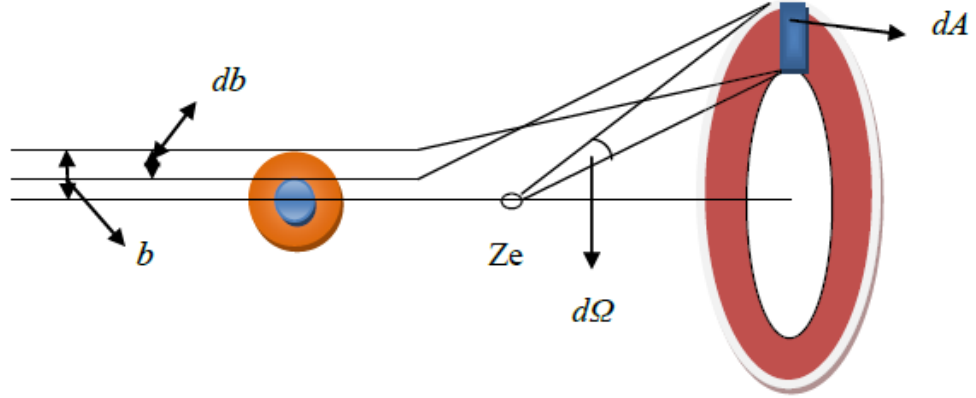
Diferansiyel tesir kesitinin azimütal açıdan bağımsız olduğunu düşündüğümüzde;

$$d\Omega = \sin \theta d\theta d\phi = 2\pi \sin \theta d\theta \quad (2.28)$$

şeklinde yazılabilir. Bu ifade üzerinde gerekli düzenlemeler yapıldığında;

$$\frac{d\sigma}{d\theta} = 2\pi \sin \theta \frac{d\sigma}{d\Omega} \quad (2.29)$$

şeklinde yazılır. Saçılma açısı belli enerjiler için çarpışma parametresine bağlıdır. Uyarıcı parçacıkların geliş doğrultusuna dik hedefteki saçıcı merkezle saçılmanın olduğu maksimum mesafe çarpışma mesafesidir. Saçılma açısı b çarpma parametresinin fonksiyonudur. Şekil 21'e bakacak olursak;



Şekil 21. Diferansiyel tesir kesitinin gösterimi (Yavuz, 2011).

db kesitli halkadan gelen parçacıkların sayısı, kesit alanı ile birim kesitten gelen parçacıkların sayısı I nin çarpımına eşittir. Bundan dolayı;

$$dN = I 2\pi b db \quad (2.30)$$

$$dN = I 2\pi b \frac{db}{d\theta} d\theta \quad (2.31)$$

Katı içinden saçılan parçacıkların saçıldığı çemberin yarıçapını bir birim olarak kabul edersek

$$2\pi \sin \theta d\theta / 2\pi = \sin \theta d\theta \quad (2.32)$$

Tüm dA 'lar şekil 21'deki halkanın tamamını oluşturacaktır. Bundan dolayı;

$$dA = 2\pi \sin \theta d\theta \quad (2.33)$$

Katı açısı içerisinde birim zamanda saçılan parçacık sayısı;

$$nI 2\pi b \frac{db}{d\theta} d\theta \quad (2.34)$$

2.34 ifadesi 2.29 eşitliğinde kullanılırsa;

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{nI 2\pi b \frac{db}{d\theta} d\theta}{d\Omega nl} \quad (2.35)$$

$$\frac{d\sigma}{d\theta} = 2\pi b \frac{db}{d\theta} \quad (2.36)$$

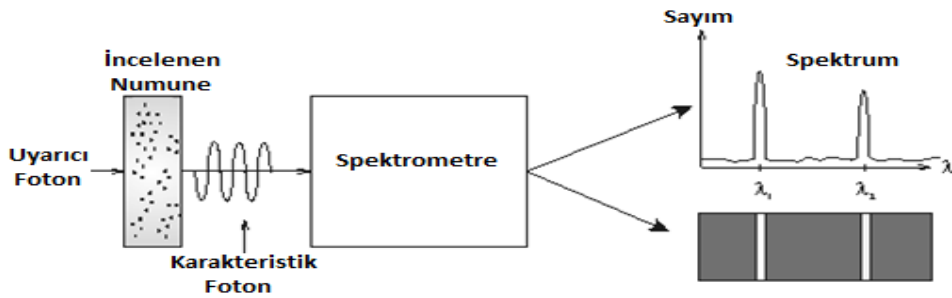
2.36 ifadesi ile diferansiyel tesir kesiti çarpma parametresine bağlanmış olur.

MATERYAL ve YÖNTEM

X-Işınları Floresans Tekniği

XRF, materyallerin tüm çeşitlerinin kimyasal bileşimini hesaplamak için kullanılan analitik bir yöntemdir. Materyaller katı, sıvı, toz, filtrelenmiş veya başka bir formda olabilir. *XRF* bazen tabakalar ve kaplamaların birleşimi ve kalınlığını hesaplamak için kullanılabilir. Bu method hızlı, doğru ve tahribatsızdır. *XRF* uygulamaları çok geniştir. Su ve atık maddelerin çevresel analizi, mineroloji ve jeoloji, plastik ve yiyecek endüstrisi, polimer, yağ ve metal gibi alanları içerir.

Günümüzde *XRF* tekniği ile ilgili uygulamalar için pek çok spektrometre geliştirilmiştir. *X*-ışını spektrometrelerinin temel fonksiyonu karakteristik çizgi şiddetlerini ölçmek ve numuneden gelen çok enerjili şüayı ayırmaktır. *X*-ışını flöresans yöntemlerinde, bir *X*-ışını tüpünde numuneyi hedef alana yerleştirerek *X*-ışınları yayımlama (emisyon) spektrumunu elde etmek uygun gibi görünmekle birlikte, bunun birçok materyale uygulanmasındaki zorluklar nedeniyle çok başvurulan bir yöntem değildir. Bunun yerine, numunenin ışınlanması daha yaygın olarak *X*-ışınları tüpünden yayımlanan *X*-ışınları veya radyoaktif kaynaklardan sağlanan γ -ışını demetiyle yapılır. Bu durumda birincil *X*-ışınları numunedeki elementler tarafından soğurulurlar ve kendi karakteristik *X*-ışını flöresansını yayarlar. Bu işlem *X*-ışını flöresans veya yayım yöntemi olarak adlandırılır (Şekil 22). *X*-ışını flöresansı, atom numarası oksijenden büyük olan elementlerin kalite analizinde en çok kullanılan analitik yöntemlerden biridir.



Şekil 22. *X*-ışını emisyon spektroskopisi

Spektrometrik sistem iki ana gruba ayrılır: Enerji Ayrımlı *X*-ışınları Spektrometresi (*EDXRF*) ve Dalgaboyu Ayrımlı *X*-ışınları Spektroskopisi (*WDXRF*). Elementler analiz edilebilir ve onların dedeksiyon seviyeleri başlıca spektrometre sisteminin kullanımına bağlıdır.

EDXRF için elementel aralık sodyumdan uranyuma kadar uzanır. Konsantrasyon seviyeleri ppm seviyelerinden %100'e kadar uzanır. Genel olarak ifade etmek gerekirse yüksek atom numarasına sahip elementler hafif elementlerden daha iyi dedeksiyon limitine sahiptir.

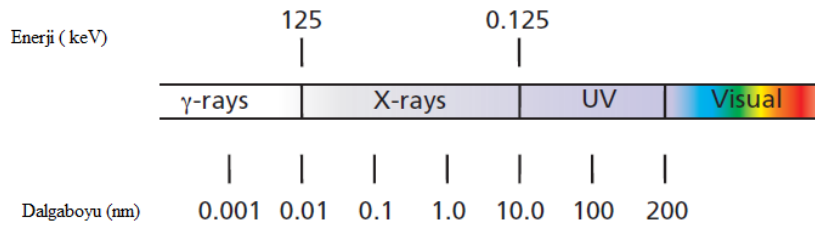
XRF analizinin tekrarlanabilirliği ve hassaslığı çok yüksektir. İyi standart özellikler mevcut olduğu zaman çok doğru sonuçlar mümkündür. Ayrıca uygulamalarda belli standartların olmadığı yerler bulunabilir. Ölçüm süresi belirlenecek element sayısına bağlıdır. Ölçümden sonraki analiz zamanı sadece birkaç dakikadır.

XRF'in temelleri

XRF'de, bir kaynak tarafından üretilen *X*-ışınları numuneyi ışınlamaya yarar. Kaynak *X*-ışınları tüpüdür. Alternatif olarak sinkrotron veya radyoaktif materyal kullanılabilir. Numunedeki elementler bu elementler için karakteristik olan ayırık enerjilere sahip floresans *X*-ışını radyasyonu yayar. Farklı enerji farklı renk ile eşdeğerdir. Numune tarafından yayınlanan radyasyonun enerjilerinin ölçülmesi ile hangi elementlerin mevcut olduğunu belirlemek mümkündür. Bu adım nitel analiz olarak adlandırılır. Yayınlanan enerjilerin şiddetlerinin ölçülmesi ile numunede her bir elementin ne kadar olduğunu belirlemek ise nicel analiz olarak isimlendirilir.

X-ışınları

Şekil 23'de gösterildiği üzere *X*-ışınları, γ -ışınları ve ultraviyole ışın arasındaki enerjilere ve dalgaboylarına sahiptir. *X*-ışınlarının dalgaboyları 0.01 ile 10 nm arasındadır. Enerjileri ise 0.125 keV'den 125 keV'e kadar değişir. $E = hc / \lambda$ bağıntısına göre *X*-ışınlarının dalgaboyu onların enerjileri ile ters orantılıdır. E keV'deki enerji ve λ nm mertebesinde dalgaboyudur. h Plank sabiti ve c ışık hızıdır.

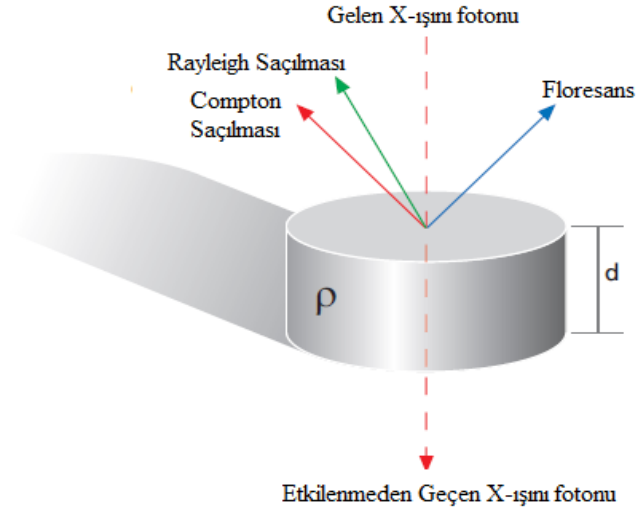


Şekil 23. *X*-ışınları ve diğer elektromagnetik radyasyon

X-ışınlarının madde ile etkileşimi

X-ışınlarının madde ile etkileştiği zaman 3 ana olay meydana gelir: Floresans, Compton saçılması ve koherent saçılması. *X*-ışınları fotonları malzeme levhasına doğru direkt olarak gönderildiğinde ya soğurma ya da saçılma olayı meydana gelir. Saçılma olayı, gelen fotonun enerjisinde bir değişim meydana geliyorsa Compton saçılması, enerjisinde bir değişim meydana

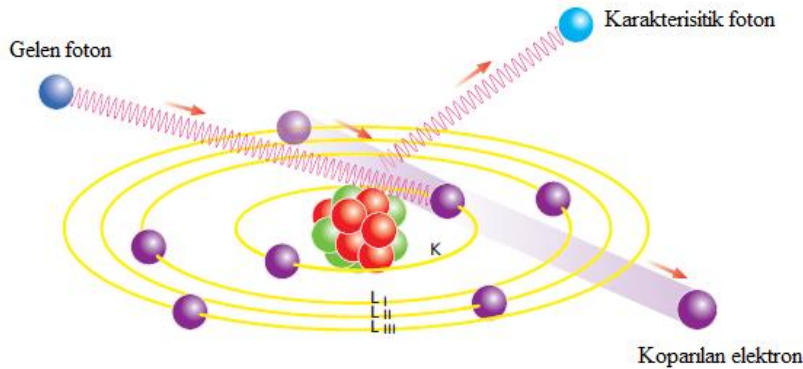
gelmiyorsa koherent saçılma olarak adlandırılır. Soğurulma ve saçılma olayı X-ışınlarının enerjisine, malzemenin yapısına, yoğunluk ve kalınlığına bağlıdır.



Şekil 24. X-ışınlarının madde ile 3 ana etkileşimi

Karakteristik floresans radyasyon üretimi

Bir atomun klasik modeli, pozitif yüklü protonlar ve yüksüz nötronlara sahip bir çekirdek ve kabuklar veya yörüngelerde gruplanmış elektronlarla çevrilidir. En içteki tabaka K tabakası olarak adlandırılır. Daha sonra ise daha dış tabakaya doğru L-tabakası, M-tabakası, vb.. şeklinde devam eder. L tabakası L_I , L_{II} , L_{III} olarak adlandırılan 3 alt tabakaya sahiptir. M tabakası M_I , M_{II} , M_{III} , M_{IV} , M_V olarak adlandırılan 5 alt tabakaya sahiptir. K tabakası 2, L tabakası 8 ve M tabakası ise 18 elektron içerebilir. Bir elektronun enerjisi işgal ettiği kabuğa bağlıdır. Yeterli enerjiye sahip elektronlar ve X-ışını fotonları gibi parçacıklarla atom ışıma yaptığı zaman atomdan elektron uzaklaşır. Örneğin K tabakasından bir elektron uzaklaştığı zaman atomun orijinal konfigürasyonuna geri dönme isteğinden dolayı daha dış tabakalardan (L,M tabakası gibi) bir elektron oluşan boşluğu doldurur. İki enerji seviyesindeki farka eşit bir karakteristik X-ışını fotonu yayınlanır. Her atom kendine özgü enerji seviyelerine sahiptir. Bu yüzden yayımlanan radyasyon atomun karakteristiğidir.



Şekil 25. Karakteristik radyasyonun üretimi

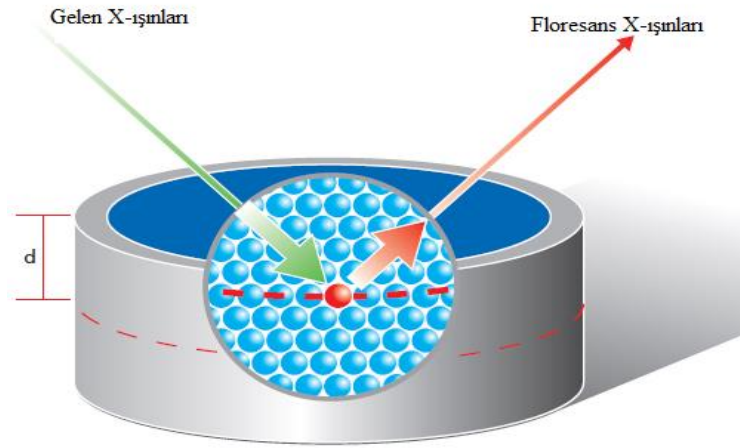
Soğurma ve yayınlama etkileri

Numunenin içindeki atomlara ulaşmak için, X-ışınlarının numunenin üzerindeki tabakaya nüfuz etmeleri gerekir ve bu tabaka gelen radyasyonun bir kısmını soğuracaktır. Ayrıca üretilen karakteristik radyasyon numuneden uzaklaşmak için bu tabakaya nüfuz etmek zorundadır.

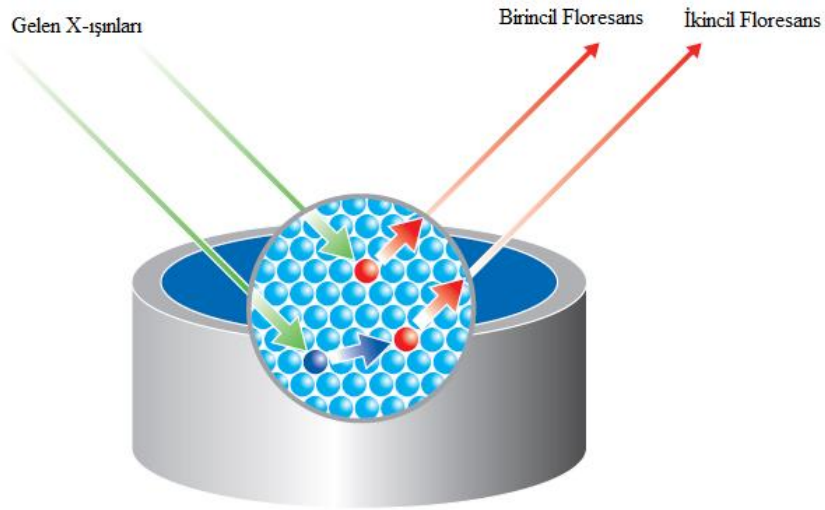
Soğurmanın büyüklüğü; radyasyonun enerjisi, geçen atomların d yol genişliği ve numunenin yoğunluğuna bağlıdır. Soğurma tabakadaki elementlerin atom numarası, yoğunluk ve yol uzunluğunun artmasıyla artar. Ayrıca radyasyon enerjisinin azalmasıyla da artar.

Gelen radyasyon X-ışınları ve numunenin kendisinden yayımlanan karakteristik radyasyondan oluşur. Floresans X-ışınları bazen numunedeki diğer elementlerden koparılan elektronlardan olabilir. Bu kaynaktan gelen X-ışınlarında olduğu gibi floresans radyasyonu ile sonuçlanır. Kaynaktan gelen X-ışınları ile doğrudan üretilen karakteristik radyasyon birincil floresans olarak adlandırılırken diğer atomların birincil floresansı ile numunede üretilenler ise ikincil floresans olarak adlandırılır.

Bir spektrometre birincil ve ikincil floresansların toplamını ölçecektir. İki dağılım arasını ayırmak mümkün değildir. Karakteristik radyasyon için ikincil floresansın dağılımı önemli olabilir. Benzer şekilde üçüncül ve daha yüksek dereceli radyasyon oluşabilir.

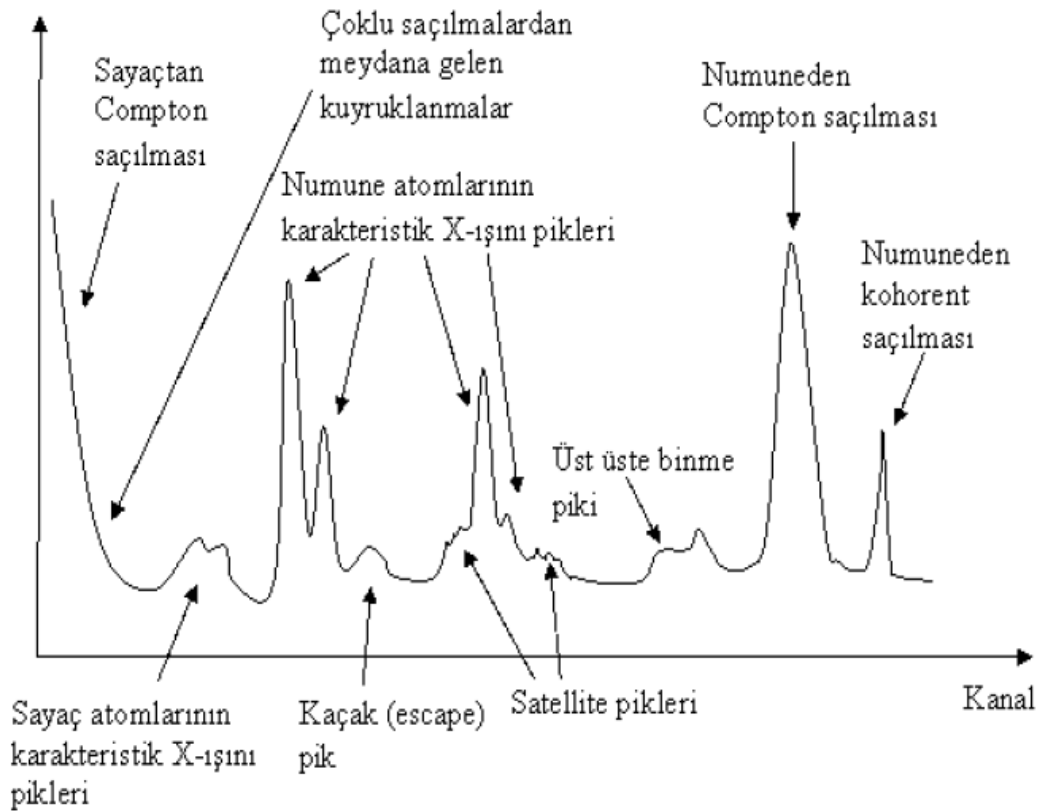


Şekil 26. Gelen ve floresans X-ışınlarının soğurulması



Şekil 27. Birincil ve ikincil floresans

X-ışınları Spektrumunun İncelenmesi



Şekil 28. İdeal bir X-ışını spektrumu (Yavuz 2011).

Şekil 28’de görüldüğü gibi X-ışını spektrometresinde elde edilen bir spektrumda, incelenen elemente bağlı oluşan pikler gösterilmiştir. Şimdi bu pikleri ve oluşum sebeplerini inceleyelim.

Koharent saçılma pikleri

Uyarıcı kaynaktan çıkan birincil fotonların doğrudan sayacı görmeleri, uygun bir deney geometrisi ile sağlanabilmektedir. Buna rağmen spektrumda uyarıcı kaynak ışınlarının enerjilerine karşılık gelen enerjide spektrum pikleri oluşmaktadır. Söz konusu pikler kaynak

ışınlarının numuneden enerjilerini kaybetmeden aynı fazlı saçılması sonucunda meydana gelmektedir.

Compton pikleri

Uyarıcı kaynaktan çıkarak numunede Compton saçılmasına uğrayarak belirli miktar enerji kaybeden fotonlara ait olan pik, koharent saçılma pikinin düşük enerjili bölgesinde oluşur. Numunenin iç kısmında oluşan karakteristik X-ışınları da bir veya birden fazla Compton saçılmasına uğrayabilirler. Sayaçtaki tuzaklamalar sebebiyle Compton pikinin ve diğer piklerin yüksek enerjili yamaçları düşük enerjili yamaçlarına oranla daha diktir. Sayaçta oluşan Compton saçılmasından dolayı spektrumun en düşük enerjili bölgesinde yüksek temel saymalı bir bölüm meydana gelir.

Karakteristik X-ışını pikleri

Numuneden uyarılma sonucu yayımlanan karakteristik X-ışını pikleri, kaynak maddesi ve kolimatörün karakteristik X-ışını piklerine bağlı olarak koharent saçılma tepesinin düşük enerjili bölgesinde meydana gelir. Ölü tabakadaki sayaç atomları detektöre gelen X-ışınları tarafından uyarılabilir. Bunun sonucunda yayımlanan sayaç atomlarının karakteristik çizgileri, numuneden gelenler gibi sayılırlar ve sayaç maddelerinin karakteristik çizgileri olarak kaydedilirler.

Auger pikleri

Bir atom uyarıldığında yayımlanan karakteristik X-ışınları, aynı atomun dış kabuklarında bulunan bir elektronu sökebilir. Auger elektronlarının spektrumu, soğurulan X-ışını tepesinin düşük enerjili bölgesinde yer alır. Bu olay büyük atom numaralılarından ziyade bağlanma enerjisinin daha az olduğu düşük atom numaralı elementlerde daha fazla görülür.

Üst üste binme pikleri

İki foton sistemin puls ayırma zamanından daha az bir sürede sayaca geldiğinde sistem bu iki foton için tek puls verir. İki puls arasındaki zaman ne kadar az ise, tek pulsun büyüklüğü kendisini oluşturan foton pulslarının büyüklüklerinin ayrı ayrı toplamına o kadar yaklaşır. Keskin olan piklerin genişlemesine ve kaymasına ikinci veya daha yüksek mertebelerin üst üste binme etkileri neden olur.

Kaçak (Escape) pikler

Bir foton sayaca doğru geldiğinde ve sayaç atomunun iç tabakalarından bir elektron söktüğünde bu fotoelektron elektron-hole çiftleri oluşturur. Bu oluşumdan sonra foton

ilerlerken atomdan karakteristik X -ışını yayınlanır. Bu olayın sayaç yüzeyine yakın bir yerde gerçekleşmesi durumunda karakteristik ışın başka etkileşimlere ihtiyaç duymadan sayaçtan kaçabilir. Bundan dolayı sayaç gelen fotonu geliş enerjisine kıyasla daha düşük bir enerjili foton olarak sayar. Meydana gelen kaçak pikler asıl piklerin düşük enerjili bölgesinde yer alır.

Satellite pikler

Auger olayının sonunda atom iki kere iyonlaşmıştır. Bir başka deyişle iç tabakalarında iki boşluk oluşmuş bir atom söz konusudur. İki kere iyonlaşmış atom sadece Auger olayında vuku bulmaz. Birincil veya ikincil fotonlarla ya da elektronlarla da atom aynı anda iki kez iyonlaştırılabilir. Ancak bir X -ışını halinin yarı ömrünün 10^{-16} s gibi çok kısa ve uyarıcı demetteki elektron yoğunluğunun hedef atomdakine kıyasla az olmasından dolayı elektronlarla iyonlaştırmada, aynı atom için ard arda iki kez çarpışma ve iki kez iyonlaşmış halde bulunma hemen hemen mümkün değildir. İki kere iyonlaşmış atomlardan yayımlanan çizgilerin dalga boyları, bir kere iyonlaşmış atomlardan yayımlanan çizgilerin dalga boylarından birazcık farklıdır. Bu tür çizgiler Satellite veya non-diyagram çizgileri olarak adlandırılmaktadır (Yavuz 2011).

Enerji Ayırmalı X -Işını Flöresans Spektrometresi

EDXRF materyallerin birçok çeşidinin kimyasal bileşiminin hesaplanması için basit, en doğru ve ekonomik analitik metodlardan birini sağlar. Sodyum (11)'den Uranyum (92)'e kadar çok çeşitli elementler için kullanılabilir ve alt ppm seviyesinde tespit limitleri sağlar. Ayrıca aynı anda ve kolayca %100'e kadar konsantrasyonları ölçebilir.

Numune materyalindeki atomlar; bir X -ışını tüpü veya radyoizotop kaynaktan salınan X -ışınları ile uyarılır. Hassasiyeti artırmak için, birincil uyarma radyasyonu, X -ışını tüpü ile numune arasındaki belirli hedefler kullanılarak polarize edilebilir.

Fotoelektrik iyonizasyondan sonra atomlar tarafından yayılan tüm elemente özgü X -ışını floresans sinyalleri sabit monte edilmiş yarıiletken bir dedektörde veya belirlenmiş gaz orantılı sayaç ile aynı anda ölçülür.

Numune içindeki elementin konsantrasyonuyla orantılı olan her bir element sinyalinin radyasyon yoğunluğu, depolanmış bir kalibrasyon eğrisi kümesinden dahili olarak yeniden hesaplanır ve doğrudan konsantrasyon birimlerinde gösterilebilir.

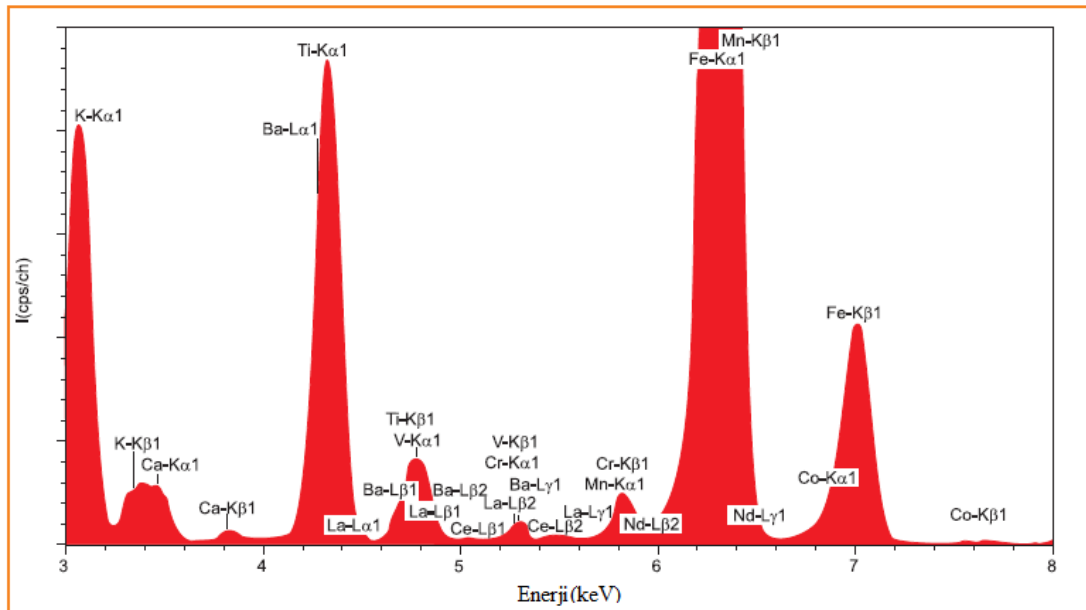
EDXRF, analiz numuneyi uyarmak için iyonlaştırıcı radyasyon kullanımını içerir. Bu uyarma, elektronları numunedeki elementlerin atomik kabuklarından çıkarır. Dış atomik kabuktan başka bir elektron bu boşluğu doldurduğunda X -ışını enerjileri yayınlanır. Her bir

element bu değiştirme işleminde belli bir enerji seviyesi oluşturduğundan bu enerjiler karakteristik işınlar olarak bilinir. rnek vermek gerekirse; Bir manganez atomunun K kabuğundan bir elektron çıkarılırsa, o atomun L kabuğundan bir elektron K kabuğuna taşındığında 5.892 keV'lik bir enerji üretilir.

EDXRF spektrometreleri, karakteristik X-işınlarını elektriksel sinyallere dönüştürmek için yarıiletken bir malzeme kullanır (X-işını dedektörü). Spektrometre elektronığı, dedektör tarafından üretilen sinyalleri sayısallaştırır ve bu bilgiyi görüntüleme ve analiz için bir PC'ye veya dahili elektroniklere gönderir.

EDXRF, dedektör sinyalinin puls yüksekliğinin dalgaboyu ile X-işını foton enerjisinin orantılı olduğu gerçeğinden yararlanır. Bu X-işınları enerjiye karşılık şiddetin spektrumu olarak algılanabilir ve görüntülenebilir. Piklerin pozisyonları numunede hangi elementlerin bulunduğunu tanımlar (Kalitatif analiz). Dedektöre ulaşan aynı enerji seviyesindeki enerjilerin sayılması ve karşılaştırılmasında yüzdeleri belirleyebiliriz (Kantitatif analiz).

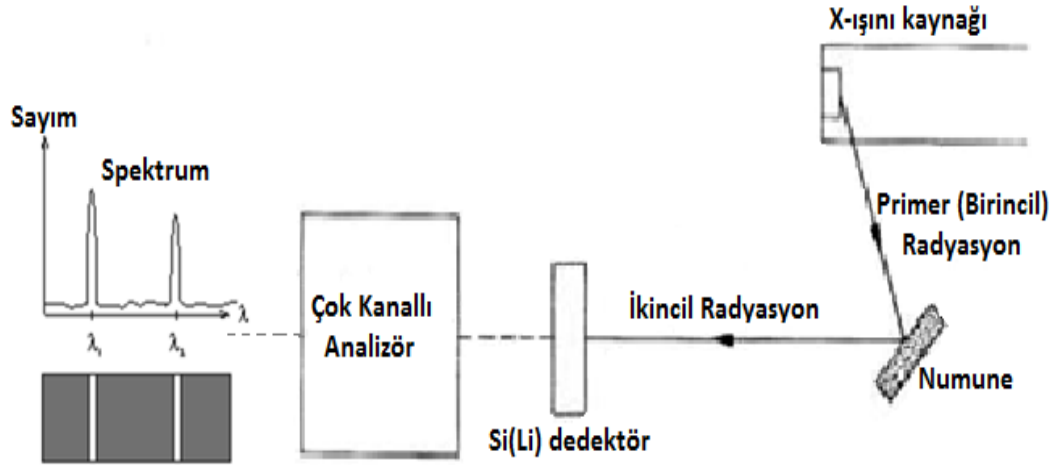
EDXRF analizörü ayrıca numuneyi uyarmak için bir X-işını kaynağı kullanır ancak iki yoldan biriyle uyarılabilir: Birinci yol, numuneyi X-işınlarıyla doğrudan uyarmaktır. İlgili elementin uyarılmasını artırmak veya ilgilenilen bölgedeki arka planı azaltmak için kaynak ve numune arasına çeşitli elementlerden yapılmış bir filtre yerleştirilebilir. İkinci yol ise hedef üzerindeki kaynak, hedef elemanın uyarıldığı ve floresans olduğu daha sonra hedef floresansın numuneyi uyarmak için kullanıldığı ikincil bir hedefi kullanmaktır.



şekil 29. EDXRF spektrometre ile ölçülen toprak numunenin tipik spektrum rneği

X-işını kaynağından çıkan primer radyasyon numuneye gönderilir ve numuneden yayımlanan ikincil X-işınları karakteristik çizgileri içerir. Bu spektrometrede difraksiyon

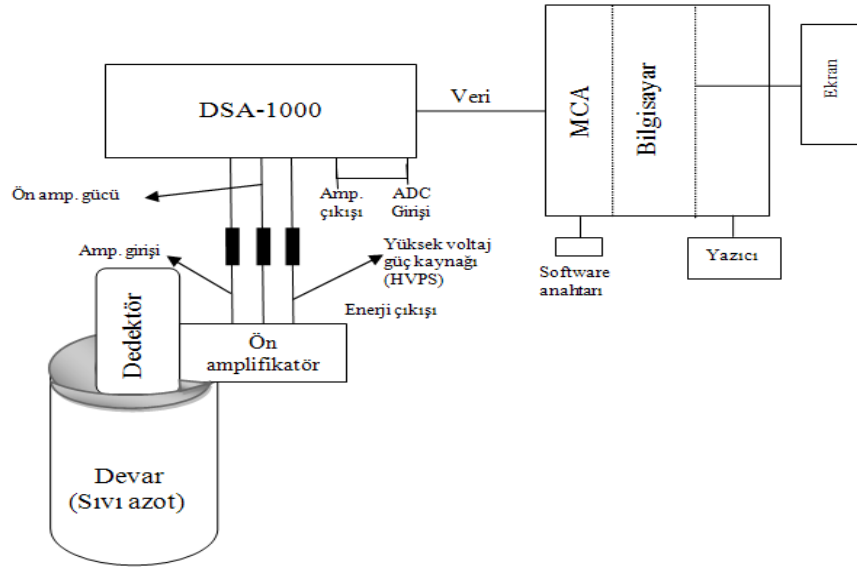
yoktur. Dedektör tarafından algılanan ikincil radyasyon, enerjilerine göre, çok kanallı analizör ile (multi-channel analyzer) ayrılır.



Şekil 30. Enerji ayırmalı X-ışını spektrometresi

Bu çalışmada kullanılan enerji ayırmalı X-ışını spektrometresinin esas bileşenleri, X-ışını uyarıcı kaynak, Si(Li) katıhal sayacı, önyükseltici (preamplifier), yükseltici (amplifier), analog sayısal dönüştürücü (ADC), yüksek voltaj kaynağı (high voltage supplier), çok kanallı analizör (MCA), sistemin tüm birimlerini yöneten spektrumları alan ve değerlendirmede kullanılan Genie-2000 programının yüklü olduğu bir bilgisayar ve bilgisayar ile sistemin diğer birimleri arasında interface görevi yapan bir dandıldan (software key) oluşmaktadır.

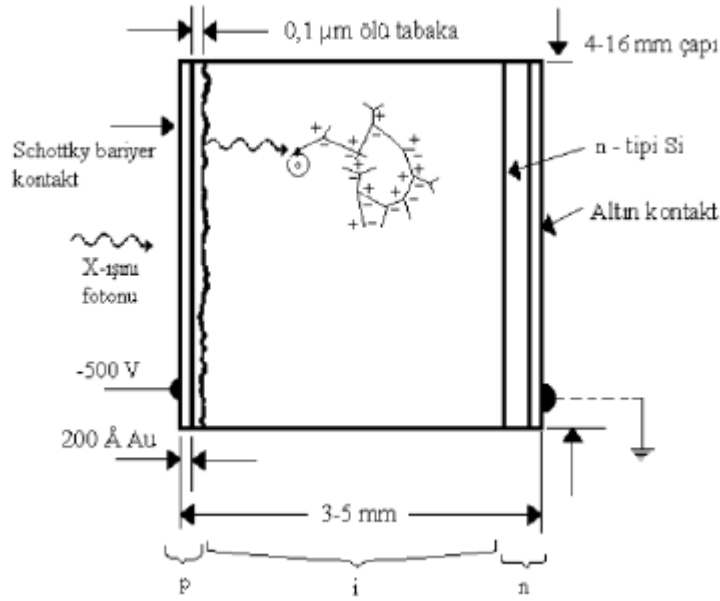
Kullandığımız DSA-1000 sayma sistemi, yüksek voltaj güç kaynağı, yükseltici, ADC ve MCA'yı ihtiva etmektedir. Yüksek voltaj güç kaynağı, amplifikatör ve ADC'nin koşulları Genie-2000 programı ile kontrol edilmektedir. DSA-1000, gelişmiş dijital sinyal proses teknikleriyle donanımlı çok kanallı bir analizördür. DSA-1000, sinyal prosesinin sonrasında sinyalleri sayısallaştıran dönüştürücü sistemlerden farklı olarak sinyal prosesinin öncesinde ön yükselticiden alınan sinyalleri sayısallaştırır. Analog devre sayısının azalmasıyla hassasiyet, yeniden üretilebilirlik ve kararlılığın artması sağlanmış olur. Dijital sinyal proseslerinin kullanımı pulsların daha hızlı ve hassas olarak işlenmesini sağlayarak sinyal toplama performansının ve spektrum rezolüsyonunun artmasını sağlar.



Şekil 31. Sayma sistemi

Si(Li) Dedektör

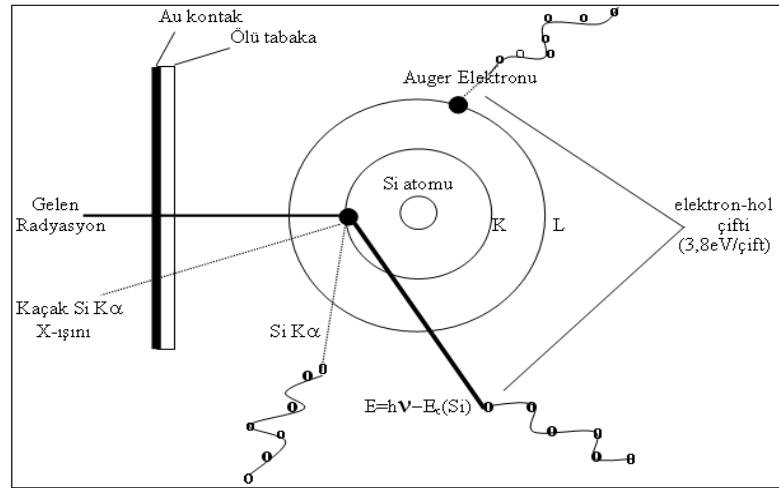
İncelemek istediğimiz elementlerin karakteristik X-ışını spektrumlarını elde etmek için araştırma alanlarına bağlı olarak çeşitli yarı iletken dedektörler kullanılmaktadır. Çalışmanın amacına göre dedektör seçiminde, dedektörün hassas olduğu enerji aralığı ve ayırma gücü gibi bir takım özellikler çalışma açısından oldukça önemlidir. Enerji ayırmalı X-ışını spektroskopisinde ayırma gücü en yüksek dedektörler yarı iletken dedektörlerdir. Çalışmamızda karakteristik X-ışınlarının enerjileri hem birbirine yakın değerlere hem de düşük enerji bölgesine düşen değerlere sahip olduğu için, yarı iletken dedektörlerden biri olan Si(Li) dedektörü kullanılmıştır. Karakteristik X-ışını şiddet ölçümlerinde kullanılan en önemli dedektörlerden biri lityum sürüklenmiş katıhal dedektörü olup, pozitif ve negatif (p tipi ve n tipi) bölgeleri arasında intristik (i-tipi) bölgeye sahip bir kristalden ibarettir (Şekil 32). Ayrıca böyle bir sayaç p-i-n tipi bir diyottur. Intristik bölge, uygun şartlarda p-tipi germanyum (veya silisyum) içerisine lityum sürüklenmesiyle meydana gelmiştir. Dedektörün p-tipi tabakası aktif değildir ve sayma sistemine katkısı olmayan bu tabaka ölü tabaka olarak bilinir.



Şekil 32. Si(Li) katihal yarıiletken dedektörünün şematik gösterimi

Sayım için önemli bir faktör olan geometrik verimlilik, dedektörün alanı ile doğru orantılı, ancak ayırma gücü ile ters orantılıdır. Elektrotlar, lityum sürüklenmesiyle elde edilmiş silisyum yüzeyine yaklaşık olarak 200 Å kalınlığında altın buharlaştırılmasıyla elde edilmiştir. Dedektör, en uygun ayırma gücünü elde etmek ve gürültüyü azaltmak için sıvı azot (-196°C) sıcaklığında tutulmaktadır ve dış yüzeyden gelebilecek yüzey kirlenmesini önlemek için 0,008 mm kalınlığında berilyum pencere ile koruma altına alınmıştır.

E enerjili bir foton dedektörün aktif alanına düştüğünde silisyum atomlarıyla etkileşir. Bu etkileşme neticesinde oluşan fotoelektronlar dedektör içerisinde hareket ederken, yolları boyunca elektron-hole (boşluk) çiftleri meydana getirirler. Bu olay, fotoelektronun enerjisi artık elektron-hole çiftleri meydana getirmeye yetmeyecek duruma gelinceye kadar devam eder. Si(Li) dedektörüne yaklaşık -500 voltluk ters besleme potansiyeli uygulanır. Meydana gelen elektrik alanı, fotonların oluşturduğu elektron-hole yüklerini toplar. Ters beslemeden dolayı elektronlar n-tipi bölgeye, boşluklar p-tipi bölgeye sürüklenir ve dedektör içine gelen fotonun enerjisi ile orantılı olarak elektron-hole çiftleri oluşur. n ve p tipi bölgelerde, elektrik alan vasıtasıyla toplanan yükler, akım pulsundan potansiyel pulsuna dönüştürülür. Deney sisteminde kullanılan elektronik sistem vasıtasıyla, potansiyel pulsu, puls yükseklik analizöründe enerjisine karşılık gelen kanala yerleştirilir. Bir Si(Li) dedektörün çalışma prensibi Şekil 33’de gösterilmiştir.



Şekil 33. Si(Li) dedektörde X-ışını dedeksiyon işlemi

Gelen radyasyon dedektördeki Si atomlarının iyonize olmasına neden olur. Gelen radyasyonun enerjisi, bir elektron hol çifti oluşturabilmek için gerekli olan $E_c=3,8\text{eV}$ 'dan büyük olmalıdır.

Yüksek voltaj kaynağı (High voltage supplier)

Dedektörde oluşan yükleri toplamak için dedektöre yüksek gerilim uygulanmaktadır. Uygulanan dc gerilimi -500 V ile -1500 V aralığında değişmektedir. En iyi çalışma gerilimi deneyci tarafından önceden belirlenmektedir ve bu gerilim küçük bir dedektör için birkaç yüz volt, büyük bir dedektör için beş bin volta kadar değişebilir. Genie-2000 programında dedektör üzerine uygulanabilecek maksimum gerilim -500 V'a ayarlanmış olup deney süresince uygulanan bu gerilim sabit tutulmaktadır.

Ön yükseltici (Preamplifier)

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.

Yükseltici (Amplifier)

Bir yükselticinin birinci görevi; ön yükselticinin çıkış puls genliklerini ayırt etmek ve sayılması için uygun voltaj 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.

Analog sayısal dönüştürücü (ADC)

Analog sayısal dönüştürücünün görevi yükselticiden gelen analog pulsunu, onun genliğiyle orantılı bir tam sayıya çevirmektir. Ön yükselticiden gelen potansiyel pulsları liner yükselticide büyültüldükten sonra *ADC*'ye gönderilirler. *ADC*'de analog işlemleri yapılan bu pulslar 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 geldiğinde enerjiye veya dalga boyuna karşı şiddet desenleri oluştururlar ki bu desene *X*-ışını spektrumu denir.

Çok kanallı analizör (MCA)

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.

Numunelerin Hazırlanması ve Deney Geometrisi

Bu çalışmada 13 mm çapında saf V_2O_5 (Vanadyum Pentoksit), Y_2O_3 (İtriyum(III) Oksit), Cu_2O (Bakır Oksit), TiO_2 (Titanyum Dioksit) ve saf 3d geçiş metallerinden Fe (demir), Co (Kobalt), Ni (Nikel), Cu (Bakır), Zn (Çinko), saf 4d geçiş metallerinden Y (İtriyum) ve Nb (Niobyum) ve bunların muhtelif oranda karışmasıyla elde edilen $(V_2O_5)_{0.5} M_{0.5}$ ($M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$); $(Y_2O_3)_{0.5} M_{0.5}$ ($M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$); $(Cu_2O)_{0.5} M_{0.5}$ ($M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$); $(TiO_2)_{0.5} M_{0.5}$ ($M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımları kullanılmıştır. Numunelerin hazırlanması sırasında gelebilecek her türlü zararı ve hatayı en aza indirgeyecek araç-gereçler kullanılmıştır. Hazırlanan numuneler hassasiyeti yüz binde bir olan hassas bir terazi ile tartılmıştır. Belirli miktarda alınan numuneler bir press makinesi yardımıyla foil şekline getirilmiş ve kütlesi hassasiyeti yüz binde bir olan bir terazi yardımıyla ölçülmüştür. Alaşımı oluşturmadan önce alaşımdaki elementlerin atom ağırlıkları göz önüne alınarak, belirli kütlelerde hassas terazi ile ölçüm yapılarak maddeler karıştırılmıştır. Muhtelif oranda bir araya gelen maddeler bir çalkalayıcı yardımıyla karıştırılmıştır. Daha sonra bir di-set (deney seti) içine konan karışım press makinesi yardımıyla yaklaşık 12 ton basınç uygulanarak daire şeklinde numune haline getirilmiştir. Çalışmada kullanılan numunelerin bazı özellikleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Çalışmada kullanılan numunelerin özellikleri

Numune	Kütle (g)	Çap (mm)	Kalınlık (g/cm ²)
Fe	0,7355	13	0,5544
Co	0,7432	13	0,5602
Ni	0,6825	13	0,5144
Cu	0,6652	13	0,5014
Zn	0,6397	13	0,4822
Y	0,5968	13	0,4498
Nb	0,6762	13	0,5097
V ₂ O ₅	0,6405	13	0,4828
Y ₂ O ₃	0,6621	13	0,4990
Cu ₂ O	0,5717	13	0,4309
TiO ₂	0,6714	13	0,5060
V ₂ O ₅ Fe	0,5576	13	0,4203
V ₂ O ₅ Co	0,6457	13	0,4867
V ₂ O ₅ Ni	0,6436	13	0,4851
V ₂ O ₅ Cu	0,4816	13	0,3630
V ₂ O ₅ Zn	0,6566	13	0,4949
V ₂ O ₅ Y	0,5626	13	0,4241
V ₂ O ₅ Nb	0,5477	13	0,4128
Y ₂ O ₃ Fe	0,4799	13	0,3617
Y ₂ O ₃ Co	0,4236	13	0,3193
Y ₂ O ₃ Ni	0,4971	13	0,3747
Y ₂ O ₃ Cu	0,3855	13	0,2906
Y ₂ O ₃ Zn	0,5040	13	0,3799
Y ₂ O ₃ Y	0,4575	13	0,3448
Y ₂ O ₃ Nb	0,4699	13	0,3542
Cu ₂ OFe	0,3899	13	0,2939
Cu ₂ OCo	0,5005	13	0,3772
Cu ₂ ONi	0,4964	13	0,3741
Cu ₂ OCu	0,3082	13	0,2323
Cu ₂ OZn	0,4219	13	0,3180
Cu ₂ OY	0,3883	13	0,2926
Cu ₂ ONb	0,5126	13	0,3864
TiO ₂ Fe	0,4550	13	0,3430
TiO ₂ Co	0,4235	13	0,3192
TiO ₂ Ni	0,5835	13	0,4398
TiO ₂ Cu	0,5641	13	0,4252
TiO ₂ Zn	0,6031	13	0,4546
TiO ₂ Y	0,4810	13	0,3625
TiO ₂ Nb	0,5776	13	0,4354



Şekil 34. Ölçümlerde kullanılan hassasiyeti yüzde binde bir olan terazi

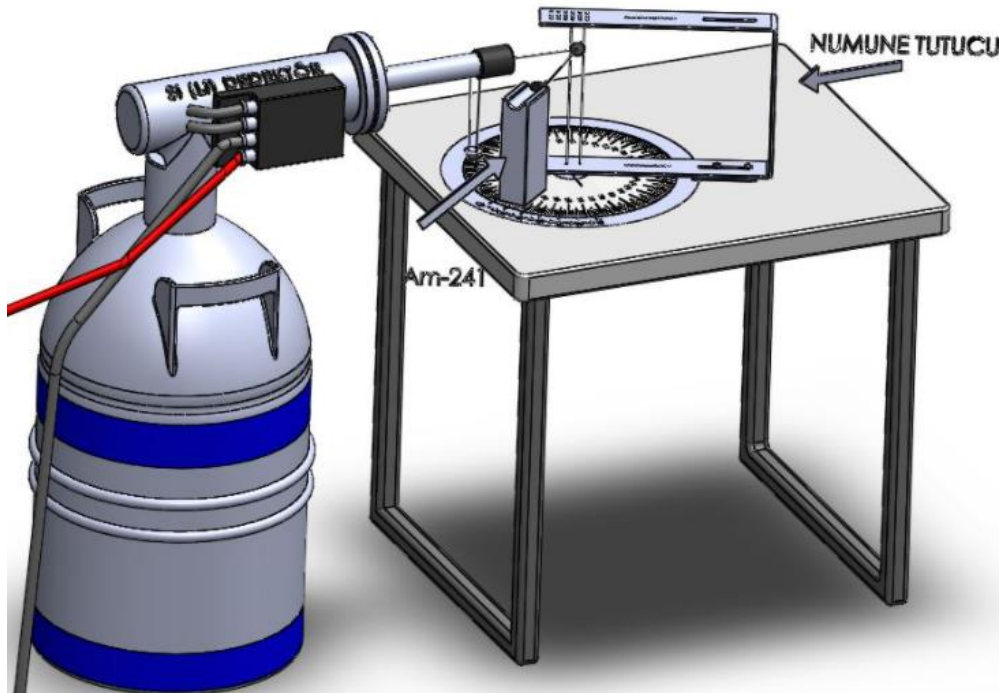


Şekil 35. Ölçümlerde alaşım oluşturulurken kullanılan çalkalayıcı



Şekil 36. Ölçümlerde kullanılan press makinesi

Bu çalışmada deney düzeneği; 100 mCi şiddetinde olan 59,54 keV'lik γ -ışınları yayınlayan Am-241 radyoaktif nokta kaynak, Aktif çapı 3,91 mm, aktif alanı 12 mm² ve 5,9 keV'de FWHM'u 160 eV olan bir Si (Li) dedektör , daire şeklinde üzerinde açılar bulunduğu bir düzenek, numuneyi bağlamak için kullanılan bir numune tutucudan oluşmaktadır. Deney geometrisinde Si(Li) dedektör dış ortamdan gelebilecek yüzey kirlenmelerini önleyecek şekilde Be pencere ile koruma altına alınmıştır. Ölçümler sırasında 4.2 mm kalınlığında ve 3 mm çapında kurşundan oluşan bir kolimatör kullanılmıştır (Şekil 37).



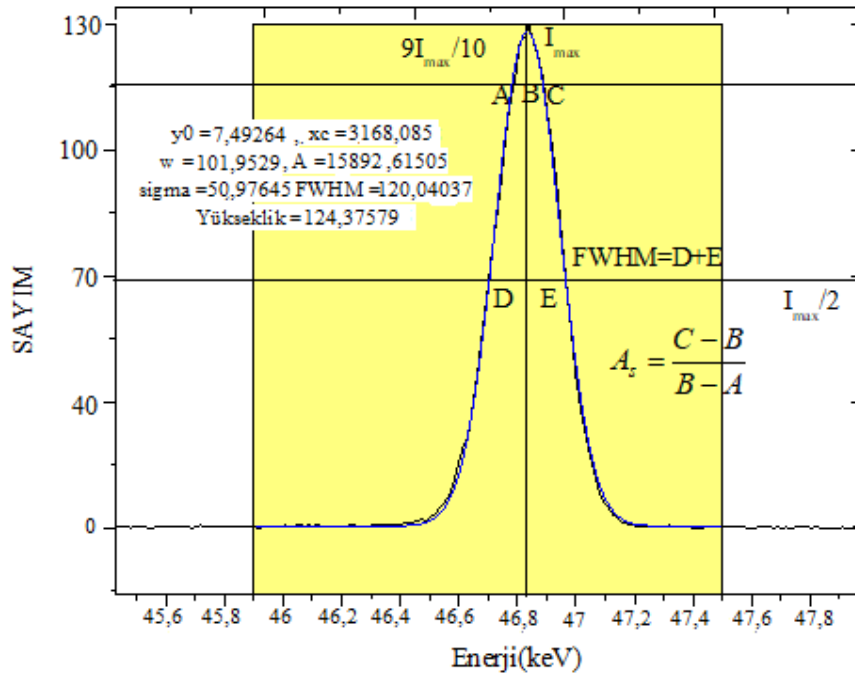
Şekil 37. Ölçümler için kullanılan Si(Li) dedektör, Am-241 radyoaktif kaynak, açı düzeneği ve numune tutucudan oluşan deney geometrisi



Şekil 38. Ölçüm sonucunda spektrumları elde etmek için kullanılan Genie-2000 programının yüklü olduğu bilgisayar

FWHM, Pik Tepesi Enerjisi ve Asimetri İndeksinin Bulunması

Bir elementin radyoaktif bir kaynak veya başka bir uyarıcı kaynakla uyarıldığını yahut kimyasal çevresinin değiştiğini düşünelim. Bu durumda elementin elektronik yük dağılımı değişecektir. Bundan dolayı foton enerjileri, spektral çizgi genişlikleri, geçiş hızları, seviye ömürleri gibi bazı atomik parametrelerde değişimler meydana gelebilir. Bu değişimlerin neticesinde X-ışını tepelerinde enerji kaymaları, yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM) ve asimetri indeksi değerlerinde değişimler oluşur. Asimetri indeksi spektrumda gözlenen pikin merkezinden yani şiddetin en fazla olduğu noktadan çizilen bir doğrunun, pik yüksekliğinin 9/10'u olan noktada sağ ve sol tarafında kalan genişliklerin oranlanması ile bulunur. Şekil 39'da bir Compton pikinin FWHM, pik tepesi enerjisi ve asimetri indeksi gösterilmiştir.



Şekil 39. Asimetri indeksi, pik enerjisi ve FWHM parametrelerinin gösterimi

Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesit Oranının Deneysel Hesaplanması

Bu çalışmada ölçümler sonucunda spektrumları elde etmek için Genie-2000 bilgisayar programı kullanılmıştır. Elde edilen ham veriler Matlab 8.5 yazılı programı vasıtasıyla bir metin dosyasına dönüştürülmüştür. Spektrumdaki Compton ve koherent pik alanları Origin 8.5 programının pik analiz sihirbaz uygulaması ile hesaplanmıştır.

Koherent / Compton saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarını deneysel olarak belirlemek için Scofield (1973, 1974) ile Hubbell (1994)'in tablolarından yararlanılmıştır. Koherent / Compton saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarını hesaplarken gerekli olan verim faktörünü ($I_0 G \varepsilon$) elde etmek için ölçülerin alındığı deney geometrisinde aynı deney koşulları muhafaza edilerek V_2O_5 , Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb saf elementlerinin K X-ışınları ölçülmüş ve elde edilen K X-ışını şiddetlerinden faydalanılmıştır. Bu şekilde elde edilen $I_0 G \varepsilon$ değerlerinin enerjiye göre değişimi Şekil 40'da verilmiştir.

Koherent / Compton saçılma diferansiyel tesir kesit oranı deneysel olarak 3.1 eşitliği ile formülize edilir.

$$\frac{d\sigma_{koherent}}{d\sigma_{Compton}} = \frac{N_{koherent}}{N_{Compton}} \frac{\beta_{\gamma t(Compton)}}{\beta_{\gamma t(koherent)}} \frac{\beta_{\gamma a(Compton)}}{\beta_{\gamma a(koherent)}} \frac{\varepsilon_{\gamma(Compton)}}{\varepsilon_{\gamma(koherent)}} \quad (3.1)$$

$N_{koherent}$ ve $N_{Compton}$ sırasıyla koherent ve Compton saçılma piklerinin sayısıdır. $\beta_{\gamma t}$ ve $\beta_{\gamma a}$ koherent veya Compton saçılma piklerine karşılık gelen hedef ve havanın soğurma düzeltme

faktörleridir. $\mathcal{E}_{\gamma(Compton)}$ ve $\mathcal{E}_{\gamma(koherent)}$ Compton ve koherent saçılma fotonları için Si(Li) dedektörün foto-pik verimleridir.

Hedef ve hava için soğurma düzeltme faktörleri;

$$\beta_{\gamma t} = \frac{1 - \exp \left[(-1) \left(\frac{\mu_i}{\cos \theta_1} + \frac{\mu_s}{\cos \theta_2} \right) t_t \right]}{\left(\frac{\mu_i}{\cos \theta_1} + \frac{\mu_s}{\cos \theta_2} t_t \right)} \quad (3.2)$$

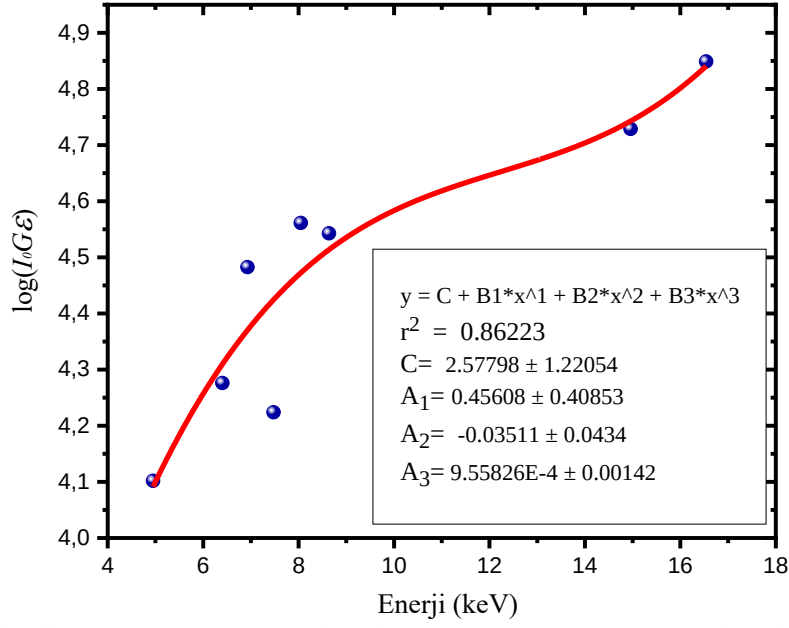
$$\beta_{\gamma a} = \frac{1 - \exp \left[(-1) \left(\frac{\mu_i}{\cos \theta_1} + \frac{\mu_s}{\cos \theta_2} \right) t_a \right]}{\left(\frac{\mu_i}{\cos \theta_1} + \frac{\mu_s}{\cos \theta_2} t_a \right)} \quad (3.3)$$

Burada μ_i ve μ_s sırasıyla 59,54 ve 53,3 keV'deki foton enerjilerindeki kütle soğurma katsayılarıdır. Kütle soğurma katsayıları WinXCom programından elde edilmiştir. t_t ve t_a ise sırasıyla numune ve havanın kütle kalınlıklarıdır. θ_1 ve θ_2 ise gelen ve normal hedeften saçılan γ -ışınlarının açılarıdır.

Verilen enerjideki dedektörün verimliliği, detektörden belirli uzaktaki standart kaynaktan gelen fotonların sayılarının bilinmesi ile hesaplanabilir. Bu şekilde hesaplanan verimlilik tüm geometri ve absorpsiyon faktörlerini kapsar. Bu verimlilik 3.4 eşitliği ile formülize edilir.

$$E_{\gamma} = \frac{A_c}{N_{\lambda} P_{\gamma}} \quad (3.4)$$

Burada A_c , dedektörde sayılan ve E enerjisinde kaynaktan gelen fotonların sayısıdır. N_{λ} kaynağın aktivitesi ve P_{γ} mutlak gama ışıını emisyon olasılığıdır.



Şekil 40. Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesit Oranlarını hesaplamak için $I_0 G \varepsilon$ değerleri

Koherent / Compton Saçılma Diferansiyel Tesir Kesit Oranının Teorik Hesaplanması

Polarize olmayan fotonlar için koherent saçılma diferansiyel tesir kesiti şu şekilde ifade edilir:

$$\frac{d\sigma_{coh}}{d\Omega} = \frac{r_0^2}{2} (1 + \cos^2 \theta) |F(x, Z)|^2 \quad (3.5)$$

Burada r_0 klasik elektronun yarıçapı, θ saçılma açısı, $|F(x, Z)|$ atomik form faktörü, Z atom numarası, x momentum transferidir.

$$x = \sin(\theta / 2) / \lambda \quad (3.6)$$

Burada λ numuneye gelen fotonun dalgaboyudur.

Teorik olarak Compton saçılma diferansiyel tesir kesiti ;

$$\frac{d\sigma_{com}}{d\Omega} = \frac{d\sigma_{KN}}{d\Omega} S(x, Z) \quad (3.7)$$

3.7 eşitliğinde $S(x, Z)$ inkoharent saçılma fonksiyonudur. $\frac{d\sigma_{KN}}{d\Omega}$ rastgele yönelen elektrona çarpan polarize olmayan fotonlar için çarpışma tesir kesiti olup 3.8 eşitliği ile formülize edilir.

$$\frac{d\sigma_{KN}}{d\Omega} = \frac{r_o^2}{2} \left[\frac{1}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \right]^2 \left[(1 + \cos^2 \theta) + \frac{\alpha^2(1 - \cos \theta)^2}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \right] \quad (3.8)$$

Burada $\alpha = E/m_0c^2$ dir. (3.8) eşitliği Klain – Nishina eşitliği olarak bilinir. $F(x, Z)$ ve $S(x, Z)$ 'nin teorik değerleri rölativistik olmayan Hartree – Fock hesaplamalarının temelinde Hubble'ın (1975) tablosundan elde edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmanın ilk bölümünde 13 mm çapında V_2O_5 (Vanadyum Pentoksit), Y_2O_3 (İtriyum(III) Oksit), Cu_2O (Bakır Oksit), TiO_2 (Titanyum Dioksit) metal oksitleri ve saf 3d geçiş metallerinden Fe (demir), Co (Kobalt), Ni (Nikel), Cu (Bakır), Zn (Çinko), saf 4d geçiş metallerinden Y (İtriyum) ve Nb (Niobyum) ve bunların muhtelif oranda karışmasıyla elde edilen $(V_2O_5)_{0.5} M_{0.5}$ (M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb); $(Y_2O_3)_{0.5} M_{0.5}$ (M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb); $(Cu_2O)_{0.5} M_{0.5}$ (M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb); $(TiO_2)_{0.5} M_{0.5}$ (M= Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb) alaşımları 100 mCi şiddetinde olan Am-241 radyoaktif kaynaktan yayımlanan 59,54 keV foton enerjisi ile 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik açılarda uyarıldı . Yayımlanan γ -ışınları bir Si(Li) detektör yardımı ile detekte edildi. Elde edilen spektrumdaki Compton ve koherent net pik alanları Origin 8.5 programı ile belirlenerek her bir alaşım için Compton ve koherent piklerinin kimyasal etkiye bağlı değişimi analiz edildi.

Seçilen 3d ve 4d geçiş metalleri , metal oksitler ve alaşımlar için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında Compton ve koherent piklerinin yarı maksimumdaki tam genişlik (Full Width Half Maximum) (FWHM), asimetri indeksi ve pik tepesi enerji değerleri Tablo 5 – 43 arasında sunulmuştur. Seçilen bazı 3d ve 4d geçiş metalleri , metal oksitler ve alaşımların 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton piklerine ait enerji – sayım grafikleri şekil 41 – 52 arasında sunulmuştur. Seçilen bazı alaşımlarda, kendisini oluşturan saf 3d ve 4d geçiş metali ile metal oksitin pik tepesi enerjileri göz önünde bulundurularak Compton ve koherent pikleri için hesaplanan kimyasal kayma değerleri Tablo 44 – 71 arasında verilmiştir. Seçilen bazı alaşımların, kendisini oluşturan saf 3d ve 4d geçiş metali ile metal oksit için Compton piklerinde 45°'de meydana gelen kimyasal kaymalar Şekil 53 – 61 arasında gösterilmiştir.

Tablo 5. Saf Fe elementi için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf Fe</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.875	1.031	46.042	0.082	1.000	59.531
35°	1.937	1.036	46.517	0.122	0.978	59.529
45°	1.996	1.047	47.060	0.162	1.028	59.539
55°	2.182	1.049	47.646	0.163	1.029	59.566
65°	2.292	1.054	48.406	0.167	0.945	59.543
75°	2.316	1.057	49.313	0.175	0.942	59.546
85°	2.426	1.091	50.337	0.194	1.057	59.551

Tablo 6. Saf Co elementi için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf Co</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	2.103	1.006	45.946	0.139	1.006	59.548
35°	2.257	0.982	46.373	0.181	1.009	59.567
45°	2.313	0.975	46.851	0.193	0.989	59.549
55°	2.424	0.972	47.441	0.196	0.983	59.544
65°	2.446	1.032	48.173	0.208	1.031	59.581
75°	2.479	1.065	49.000	0.211	1.039	59.563
85°	2.506	1.067	49.868	0.215	0.943	59.548

Tablo 7. Saf Ni elementi için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf Ni</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	2.186	1.018	45.993	0.178	1.004	59.549
35°	2.269	1.019	46.268	0.185	0.994	59.534
45°	2.406	1.032	46.940	0.188	0.979	59.571
55°	2.424	1.055	47.538	0.198	0.979	59.589
65°	2.519	1.065	48.204	0.202	0.974	59.579
75°	2.534	1.069	49.031	0.215	0.970	59.530
85°	2.564	1.071	49.811	0.261	0.979	59.537

Tablo 8. Saf Cu elementi için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf Cu</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	2.279	0.998	45.997	0.108	0.998	59.547
35°	2.496	1.019	46.329	0.111	1.029	59.557
45°	2.574	1.020	46.841	0.168	0.970	59.525
55°	2.650	1.022	47.307	0.171	0.964	59.554
65°	2.668	1.042	48.092	0.173	0.948	59.557
75°	2.750	1.044	48.959	0.179	1.069	59.551
85°	2.885	1.048	49.862	0.271	0.936	59.550

Tablo 9. Saf Zn elementi için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

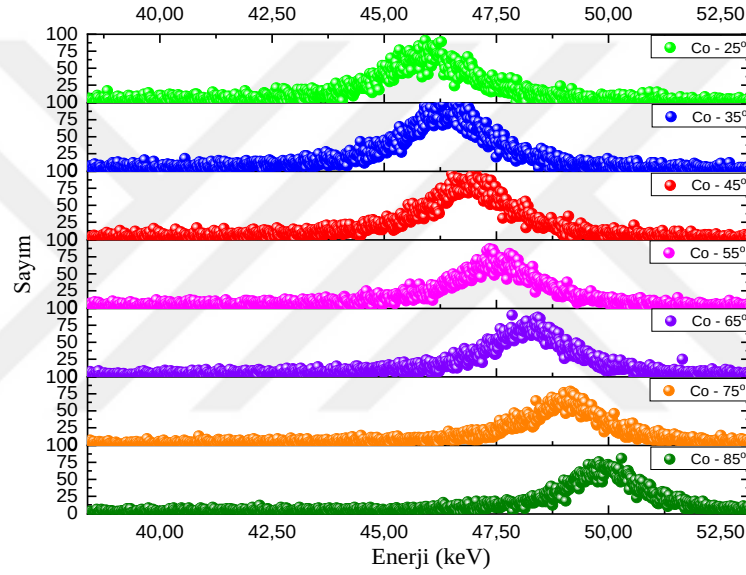
<i>Saf Zn</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	2.332	0.994	46.034	0.143	0.967	59.531
35°	2.446	0.989	46.249	0.181	0.954	59.535
45°	2.573	1.020	46.903	0.207	1.054	59.572
55°	2.588	0.966	47.515	0.213	1.055	59.576
65°	2.635	1.051	48.266	0.219	1.056	59.576
75°	2.739	1.054	49.099	0.256	1.085	59.541
85°	2.821	1.064	49.975	0.279	1.086	59.552

Tablo 10. Saf Y elementi için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

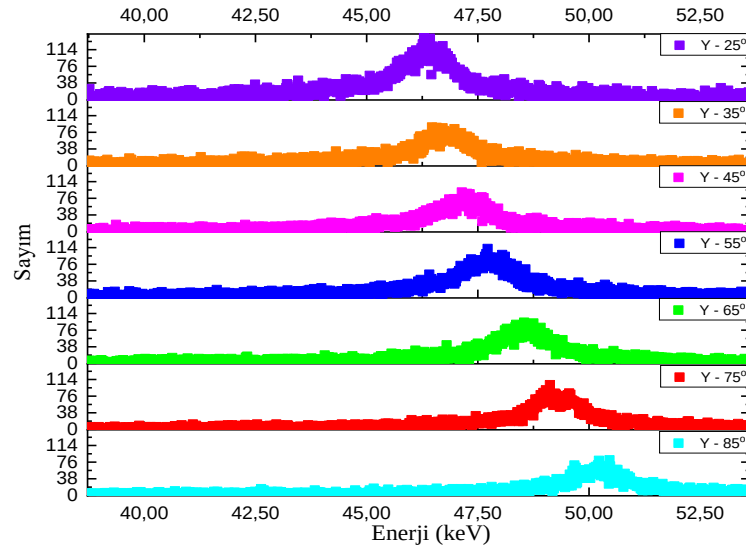
<i>Saf Y</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.506	0.994	46.200	0.140	0.990	59.550
35°	1.544	0.993	46.494	0.164	1.013	59.535
45°	1.750	1.019	46.904	0.188	1.034	59.545
55°	1.757	1.025	47.473	0.209	0.956	59.545
65°	1.759	0.969	48.291	0.213	0.950	59.546
75°	1.774	1.040	48.881	0.218	1.056	59.533
85°	1.776	1.050	49.769	0.276	1.085	59.533

Tablo 11. Saf Nb elementi için Compton ve koherent piklerinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf Nb</i>						
	<i>COMPTON</i>			<i>KOHERENT</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.872	1.005	45.870	0.070	1.002	59.261
35°	2.101	1.006	45.977	0.078	0.994	59.530
45°	2.111	1.009	46.504	0.081	0.982	59.530
55°	2.121	1.009	46.908	0.100	1.027	59.555
65°	2.308	1.031	47.799	0.117	0.975	59.541
75°	2.339	1.035	48.535	0.134	1.034	59.548
85°	2.458	1.042	49.302	0.188	0.948	59.531



Şekil 41. Saf Co elementinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği



Şekil 42. Saf Y elementinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği

Tablo 12. V₂O₅ metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf V₂O₅</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.741	1.055	46.853	0.134	0.973	59.538
35°	1.751	1.075	47.241	0.084	0.944	59.544
45°	1.714	1.088	47.682	0.061	1.076	60.149
55°	1.532	1.008	48.242	0.873	0.866	59.549
65°	1.621	1.069	48.954	0.895	0.914	59.545
75°	1.571	1.048	49.179	0.009	0.361	59.553
85°	1.456	0.974	50.177	0.065	0.951	59.557

Tablo 13. Y₂O₃ metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

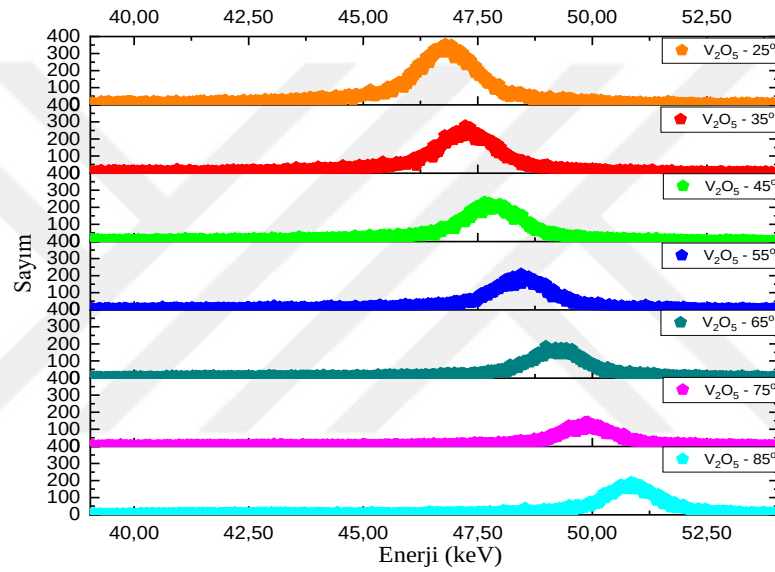
<i>Saf Y₂O₃</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.582	1.004	45.847	0.081	1.002	59.556
35°	1.662	1.011	46.012	0.083	1.003	59.501
45°	1.895	1.024	46.636	0.106	1.009	59.531
55°	1.935	1.026	47.148	0.112	1.013	59.513
65°	1.989	1.041	47.890	0.118	1.022	59.528
75°	1.999	1.043	48.782	0.148	1.041	59.569
85°	2.070	1.084	51.028	0.167	0.958	59.564

Tablo 14. Cu₂O metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

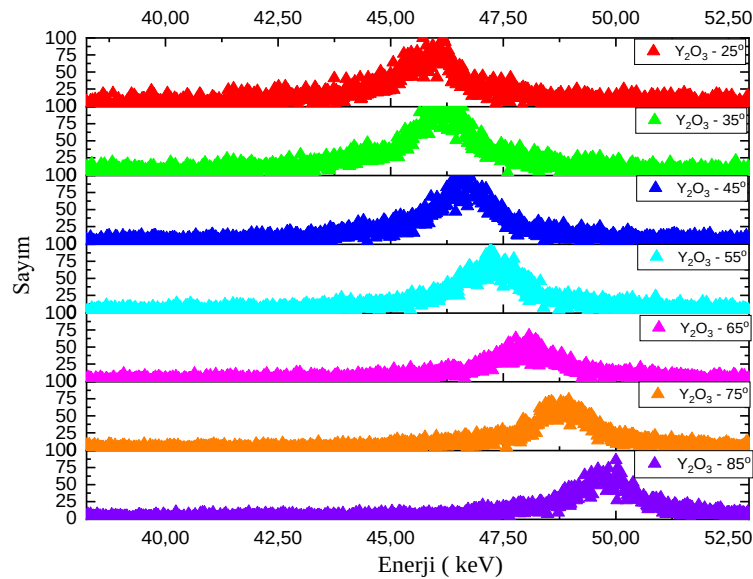
<i>Saf Cu₂O</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.997	0.999	46.318	0.189	0.946	59.544
35°	2.148	1.002	46.563	0.189	0.977	59.541
45°	2.316	0.985	47.068	0.191	0.997	59.539
55°	2.367	1.021	47.629	0.196	0.869	59.534
65°	2.489	0.973	48.511	0.214	0.861	59.545
75°	2.610	1.040	49.309	0.235	0.869	59.542
85°	2.687	0.965	50.208	0.256	0.889	59.530

Tablo 15. TiO_2 metal oksiti için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Saf TiO_2</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.829	0.995	46.082	0.139	0.982	59.550
35°	1.865	0.989	46.287	0.147	1.069	59.521
45°	2.149	1.005	46.852	0.150	0.955	59.535
55°	2.151	0.978	47.388	0.153	1.049	59.523
65°	2.192	1.032	48.200	0.169	0.941	59.536
75°	2.304	0.962	49.045	0.181	0.939	59.555
85°	2.378	1.062	50.618	0.201	0.937	59.547



Şekil 43. V_2O_5 metal oksitin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği



Şekil 44. Y_2O_3 metal oksitin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği

Tablo 16. V_2O_5Fe alaşımları için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

V_2O_5Fe						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.621	0.995	45.913	0.120	0.994	59.563
35°	1.623	1.021	46.435	0.176	0.986	59.545
45°	1.702	1.034	46.889	0.187	0.982	59.525
55°	1.704	1.040	47.570	0.194	0.971	59.551
65°	1.761	1.042	48.331	0.195	0.952	59.559
75°	1.793	0.945	49.170	0.217	0.941	59.554
85°	1.816	1.065	50.114	0.206	1.064	59.544

Tablo 17. V_2O_5Co alaşımları için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

V_2O_5Co						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.472	1.011	46.271	0.075	1.022	59.567
35°	1.538	0.984	46.401	0.145	0.954	59.511
45°	1.585	0.982	46.810	0.172	1.054	59.515
55°	1.681	0.974	47.377	0.212	0.942	59.557
65°	1.704	1.043	48.006	0.256	0.938	59.564
75°	1.737	0.954	48.852	0.272	1.062	59.551
85°	1.768	0.944	49.440	0.264	0.924	59.553

Tablo 18. V_2O_5Ni alaşımları için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

V_2O_5Ni						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.626	0.988	46.147	0.109	0.989	59.538
35°	1.629	1.013	46.367	0.180	1.012	59.520
45°	1.691	1.016	47.005	0.197	1.016	59.544
55°	1.728	1.022	47.450	0.199	1.024	59.569
65°	1.805	0.962	48.292	0.202	0.969	59.585
75°	1.833	0.956	49.292	0.234	0.956	59.593
85°	1.876	0.950	50.225	0.262	0.958	59.569

Tablo 19. V_2O_5Cu alaşıımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

V_2O_5Cu						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.608	0.992	46.373	0.019	0.985	59.548
35°	1.748	0.987	46.658	0.072	0.982	59.574
45°	1.785	1.014	47.252	0.104	1.021	59.554
55°	1.789	1.044	47.474	0.122	0.965	59.554
65°	1.840	0.952	48.424	0.160	0.960	59.548
75°	1.877	1.072	49.285	0.184	1.058	59.578
85°	1.924	1.079	50.070	0.210	0.926	59.547

Tablo 20. V_2O_5Zn alaşıımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

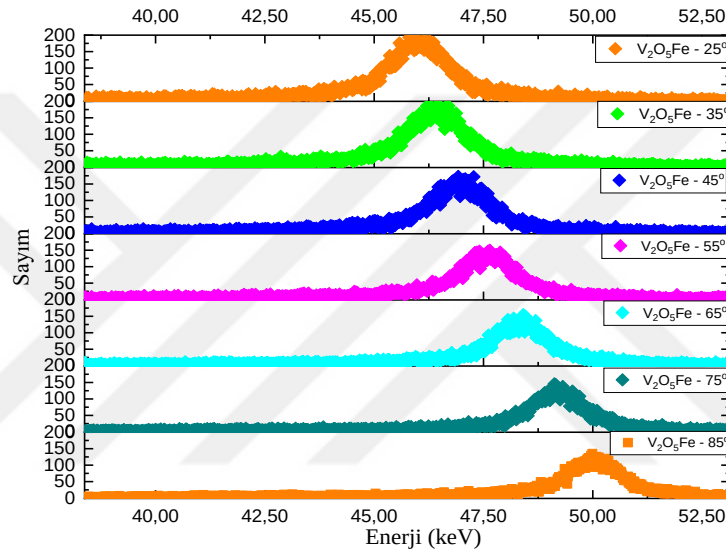
V_2O_5Zn						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.392	1.021	46.091	0.111	1.008	59.524
35°	1.602	1.024	46.692	0.157	1.009	59.568
45°	1.663	1.028	47.080	0.227	0.988	59.539
55°	1.744	0.964	47.825	0.239	1.017	59.571
65°	1.868	0.963	48.633	0.257	0.961	59.598
75°	1.924	1.048	49.650	0.305	0.944	59.660
85°	1.965	1.044	50.691	0.376	0.942	59.537

Tablo 21. V_2O_5Y alaşıımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

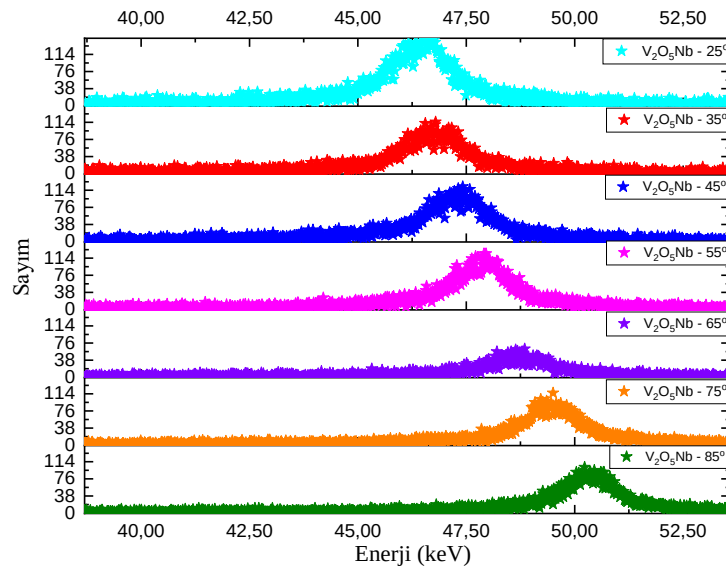
V_2O_5Y						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Açı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.702	1.008	46.448	0.189	1.003	59.563
35°	1.732	1.013	46.746	0.195	0.974	59.566
45°	1.736	1.014	47.305	0.197	1.036	59.530
55°	1.804	1.017	47.599	0.198	0.957	59.475
65°	1.810	1.033	48.317	0.217	1.056	59.548
75°	1.846	1.038	48.735	0.228	1.058	59.536
85°	1.897	1.043	50.041	0.357	0.944	59.546

Tablo 22. V_2O_5Nb alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

V_2O_5Nb						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.540	0.998	46.451	0.201	1.010	59.543
35°	1.588	1.003	46.755	0.212	0.986	59.567
45°	1.755	0.989	47.257	0.214	1.015	59.569
55°	1.830	1.016	47.856	0.218	1.016	59.576
65°	1.859	0.971	48.625	0.219	1.018	59.571
75°	1.880	1.043	49.470	0.261	0.982	59.564
85°	1.894	1.075	50.440	0.293	0.977	59.567



Şekil 45. V_2O_5Fe alaşımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği



Şekil 46. V_2O_5Nb alaşımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği

Tablo 23. Y_2O_3Fe alaşımları için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

Y_2O_3Fe						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.753	1.003	46.439	0.194	0.999	59.554
35°	1.777	0.987	46.700	0.204	1.008	59.548
45°	1.970	1.015	47.127	0.207	1.022	59.522
55°	1.973	0.975	47.795	0.230	0.971	59.544
65°	2.057	1.029	48.508	0.246	0.970	59.549
75°	2.087	1.037	49.498	0.251	0.951	59.558
85°	2.090	1.042	50.428	0.541	1.064	59.533

Tablo 24. Y_2O_3Co alaşımları için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

Y_2O_3Co						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.539	1.009	45.757	0.098	0.991	59.552
35°	1.549	1.010	46.046	0.121	1.015	59.536
45°	1.939	1.018	47.337	0.129	0.976	59.549
55°	1.960	1.018	47.628	0.134	0.968	59.515
65°	2.036	1.029	48.042	0.169	1.058	59.550
75°	2.055	1.056	48.913	0.187	1.058	59.561
85°	2.150	1.076	49.967	0.225	1.061	59.537

Tablo 25. Y_2O_3Ni alaşımları için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

Y_2O_3Ni						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.621	1.000	46.654	0.383	1.008	59.499
35°	1.738	1.001	47.030	0.395	0.985	59.478
45°	2.044	1.007	47.621	0.425	1.026	59.530
55°	2.083	0.993	48.098	0.462	1.038	59.523
65°	2.087	1.038	48.645	0.488	0.951	59.515
75°	2.135	1.041	50.198	0.518	0.950	59.515
85°	2.180	1.082	51.339	0.525	1.068	59.518

Tablo 26. Y_2O_3Cu alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saılma aılardaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

Y_2O_3Cu						
Compton				Koherent		
$A_{\text{çı}}$	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.499	1.003	46.327	0.165	0.993	59.539
35°	1.818	1.012	46.635	0.218	0.992	59.549
45°	1.953	0.984	47.145	0.219	1.008	59.551
55°	1.977	0.979	47.678	0.225	0.980	59.561
65°	2.091	1.041	48.409	0.254	0.971	59.556
75°	2.150	1.060	49.432	0.260	1.034	59.602
85°	2.165	1.064	49.839	0.421	1.040	59.537

Tablo 27. Y_2O_3Zn alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saılma aılardaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

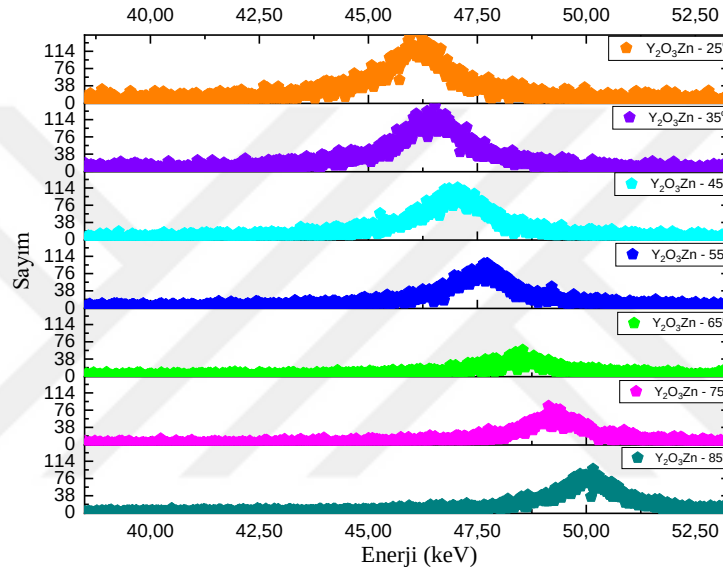
Y_2O_3Zn						
Compton				Koherent		
$A_{\text{çı}}$	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.686	0.996	45.770	0.006	0.998	59.545
35°	1.691	1.014	46.358	0.068	0.993	59.519
45°	1.941	1.024	46.597	0.109	1.015	59.541
55°	2.106	1.037	47.466	0.123	0.980	59.520
65°	2.132	0.957	48.421	0.159	1.029	59.484
75°	2.133	1.049	48.858	0.177	0.963	59.526
85°	2.180	1.066	49.665	0.273	0.957	59.549

Tablo 28. Y_2O_3Y alaşımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saılma aılardaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

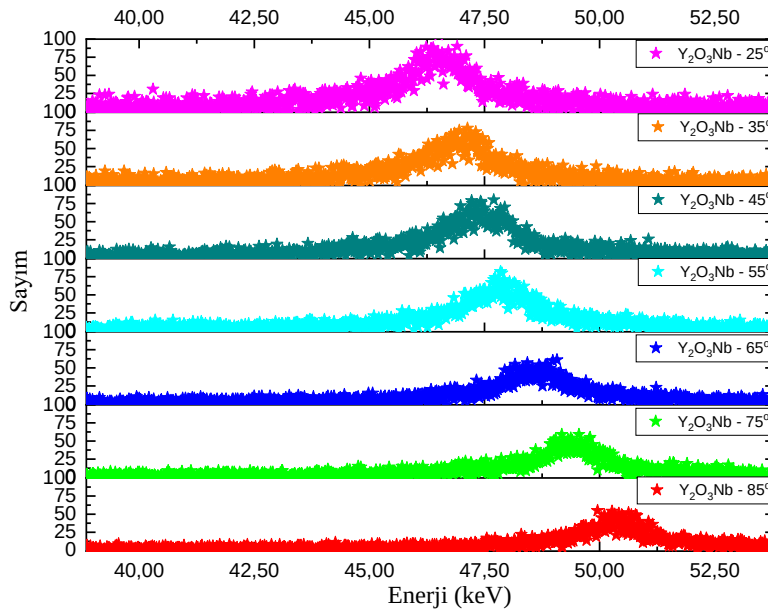
Y_2O_3Y						
Compton				Koherent		
$A_{\text{çı}}$	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.569	0.995	46.336	0.217	0.996	59.543
35°	1.582	0.990	46.602	0.236	0.996	59.540
45°	1.763	1.019	47.214	0.237	0.989	59.560
55°	1.819	1.025	47.672	0.247	0.986	59.575
65°	1.845	1.026	48.593	0.247	0.977	59.607
75°	1.927	1.031	49.501	0.314	1.070	59.553
85°	1.948	1.066	50.329	0.351	0.915	59.544

Tablo 29. Y_2O_3Nb alaşıımı için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

	Y_2O_3Nb					
	Compton			Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.662	1.010	46.422	0.199	0.997	59.549
35°	1.704	0.984	46.815	0.300	1.007	59.587
45°	2.074	1.029	47.375	0.310	0.972	59.599
55°	2.076	1.043	47.815	0.320	1.031	59.602
65°	2.078	1.051	48.409	0.330	0.965	59.571
75°	2.126	1.056	49.219	0.360	0.961	59.579
85°	2.189	1.075	50.183	0.401	0.936	59.579



Şekil 47. Y_2O_3Zn alaışımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği



Şekil 48. Y_2O_3Nb alaışımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği

Tablo 30. Cu₂OFe alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Cu₂OFe</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.858	1.001	46.474	0.181	1.022	59.543
35°	2.035	0.993	46.769	0.194	1.012	59.551
45°	2.311	1.018	47.255	0.205	1.031	59.546
55°	2.367	1.019	47.764	0.213	0.947	59.574
65°	2.386	1.020	48.536	0.220	0.944	59.587
75°	2.450	1.025	49.378	0.321	0.942	59.552
85°	2.520	1.032	50.227	0.345	0.934	59.551

Tablo 31. Cu₂OCo alaşımı iin Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Cu₂OCo</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.880	0.999	46.233	0.183	0.992	59.545
35°	2.033	0.995	46.315	0.190	1.010	59.524
45°	2.333	0.996	46.907	0.193	0.948	59.537
55°	2.379	1.008	47.608	0.206	0.956	59.539
65°	2.511	0.996	48.411	0.197	1.055	59.532
75°	2.513	1.009	49.228	0.255	1.070	59.521
85°	2.502	0.980	50.274	0.267	0.915	59.535

Tablo 32. Cu₂ONi alaşımı iin Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Cu₂ONi</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.979	1.001	46.069	0.171	0.990	59.530
35°	2.119	1.006	46.322	0.206	0.981	59.527
45°	2.250	1.007	47.173	0.213	0.978	59.546
55°	2.321	1.018	47.717	0.224	0.966	59.564
65°	2.462	0.980	48.604	0.267	0.972	59.553
75°	2.503	0.978	49.441	0.189	0.958	59.546
85°	2.587	1.027	50.450	0.190	0.943	59.540

Tablo 33. Cu₂OCu alaşımı iin Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>Cu₂OCu</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.994	1.004	45.732	0.081	1.002	59.499
35°	2.125	1.006	45.998	0.111	0.999	59.499
45°	2.205	1.007	46.520	0.142	1.006	59.520
55°	2.386	1.010	47.427	0.152	1.033	59.526
65°	2.448	1.008	48.186	0.152	0.968	59.527
75°	2.509	1.012	49.435	0.168	0.957	59.552
85°	2.591	1.028	50.825	0.192	1.054	59.568

Tablo 34. Cu₂OZn alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

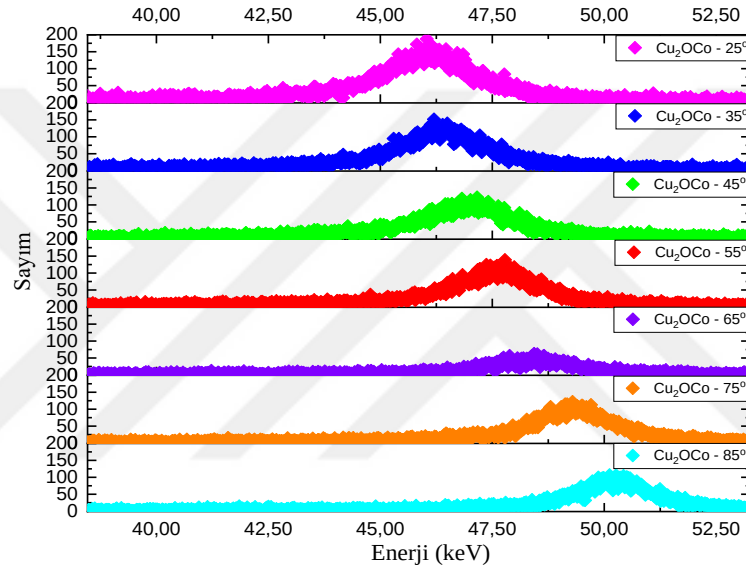
<i>Cu₂OZn</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.994	1.002	46.319	0.184	0.998	59.544
35°	2.198	0.997	46.654	0.196	0.996	59.566
45°	2.389	1.006	47.115	0.262	0.995	59.599
55°	2.527	1.026	47.725	0.271	0.991	59.561
65°	2.599	0.969	48.479	0.318	0.924	59.594
75°	2.623	1.034	49.414	0.322	1.081	59.584
85°	2.627	1.040	50.402	0.343	0.915	59.535

Tablo 35. Cu₂OY alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

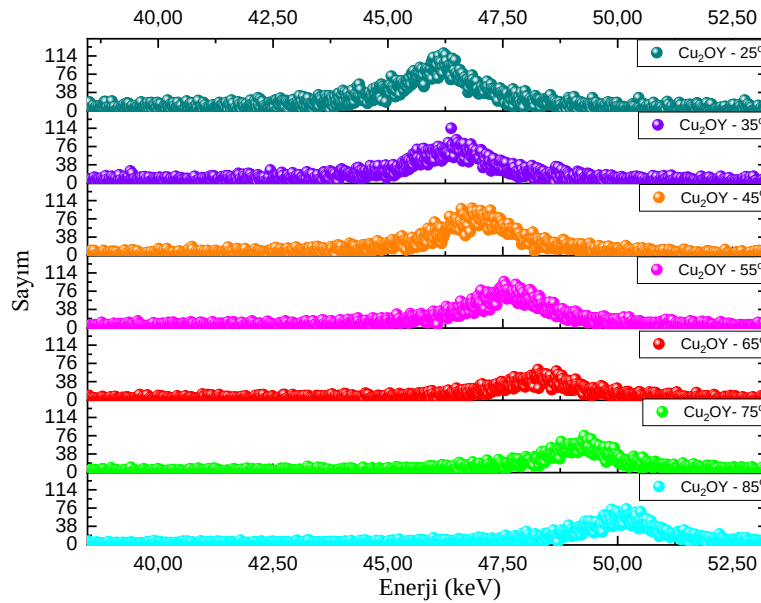
<i>Cu₂OY</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.805	0.999	46.144	0.180	0.996	59.530
35°	1.861	1.005	46.388	0.187	0.992	59.532
45°	2.171	0.992	46.944	0.208	1.024	59.496
55°	2.241	1.009	47.645	0.235	1.029	59.548
65°	2.244	1.012	48.289	0.284	1.030	59.530
75°	2.305	0.983	49.904	0.305	1.054	59.721
85°	2.378	1.021	50.582	0.347	1.065	59.509

Tablo 36. Cu_2ONb alaşımını için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

Cu_2ONb						
Compton				Koherent		
Aı	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.862	0.996	46.097	0.180	0.996	59.530
35°	2.070	1.005	46.826	0.187	0.992	59.532
45°	2.233	1.011	47.219	0.208	1.024	59.496
55°	2.451	0.986	47.493	0.235	1.029	59.548
65°	2.499	1.027	48.266	0.284	1.030	59.530
75°	2.537	1.028	49.079	0.305	1.054	59.721
85°	2.594	0.960	50.100	0.347	1.065	59.509



şekil 49. Cu_2OCo alaşımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği



şekil 50. Cu_2OY alaşımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği

Tablo 37. TiO₂Fe alaşımı için Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>TiO₂Fe</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.855	1.003	46.331	0.218	1.006	59.555
35°	1.915	1.008	46.723	0.224	1.016	59.542
45°	2.208	0.998	47.051	0.231	1.017	59.547
55°	2.360	0.989	47.903	0.234	1.029	59.548
65°	2.416	1.014	48.819	0.235	1.070	59.547
75°	2.648	1.017	49.612	0.242	1.092	59.539
85°	3.659	1.019	49.879	0.250	1.096	59.547

Tablo 38. TiO₂Co alaşımı iin Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>TiO₂Co</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.391	1.002	46.444	0.154	1.004	59.543
35°	1.703	0.994	46.549	0.174	0.993	59.573
45°	2.307	0.990	46.668	0.180	0.992	59.543
55°	2.437	0.988	47.177	0.193	1.019	59.546
65°	2.446	1.024	48.411	0.257	0.957	59.539
75°	2.490	1.027	48.598	0.289	1.047	59.532
85°	2.821	1.029	49.388	0.320	0.952	59.522

Tablo 39. TiO₂Ni alaşımı iin Compton ve koherent piklerinin 25°,35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

<i>TiO₂Ni</i>						
<i>Compton</i>				<i>Koherent</i>		
<i>Aı</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>	<i>FWHM (keV)</i>	<i>A_s</i>	<i>E (keV)</i>
25°	1.720	1.001	46.434	0.253	0.993	59.550
35°	2.080	1.002	46.810	0.253	1.019	59.559
45°	2.284	1.013	47.403	0.258	1.021	59.546
55°	2.456	1.003	47.950	0.260	1.028	59.552
65°	2.654	1.005	48.805	0.262	0.954	59.543
75°	2.725	1.018	49.671	0.273	1.087	59.555
85°	2.762	1.031	50.672	0.274	1.099	59.546

Tablo 40. TiO₂Cu alaşımları için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

TiO ₂ Cu						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A _s	E (keV)	FWHM (keV)	A _s	E (keV)
25°	2.297	1.000	46.384	0.249	1.004	59.556
35°	2.520	1.004	46.725	0.264	0.994	59.581
45°	2.679	1.004	47.208	0.291	0.989	59.555
55°	2.771	0.994	47.745	0.302	0.982	59.537
65°	2.777	0.988	48.787	0.309	1.027	59.546
75°	2.895	0.983	49.471	0.349	0.912	59.545
85°	3.014	1.018	50.453	0.327	1.094	59.537

Tablo 41. TiO₂Zn alaşımları için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

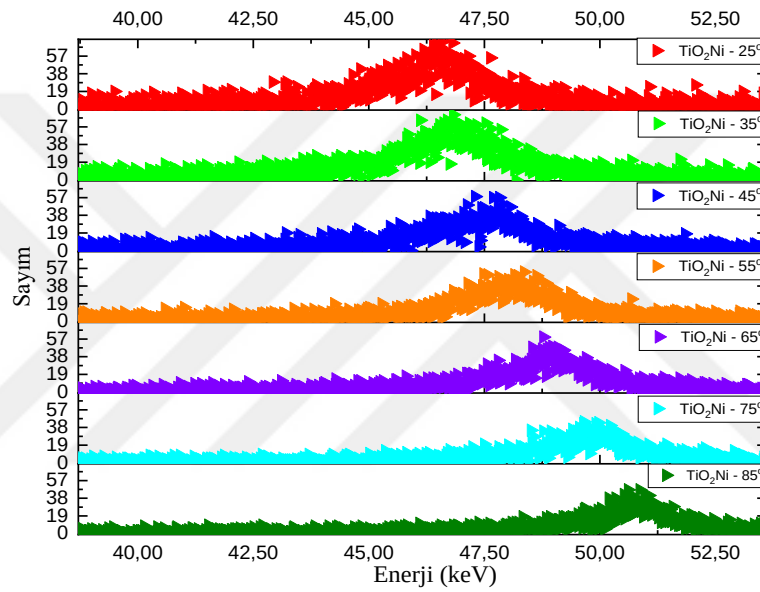
TiO ₂ Zn						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A _s	E (keV)	FWHM (keV)	A _s	E (keV)
25°	1.630	1.007	46.535	0.265	0.999	59.564
35°	1.936	0.985	46.552	0.254	0.990	59.544
45°	2.336	1.016	46.984	0.280	0.968	59.553
55°	2.444	1.018	47.491	0.283	0.959	59.563
65°	2.460	1.023	48.262	0.285	1.062	59.546
75°	2.615	0.981	48.849	0.301	0.935	59.548
85°	2.629	0.966	49.652	0.311	0.929	59.548

Tablo 42. TiO₂Y alaşımları için Compton ve koherent piklerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

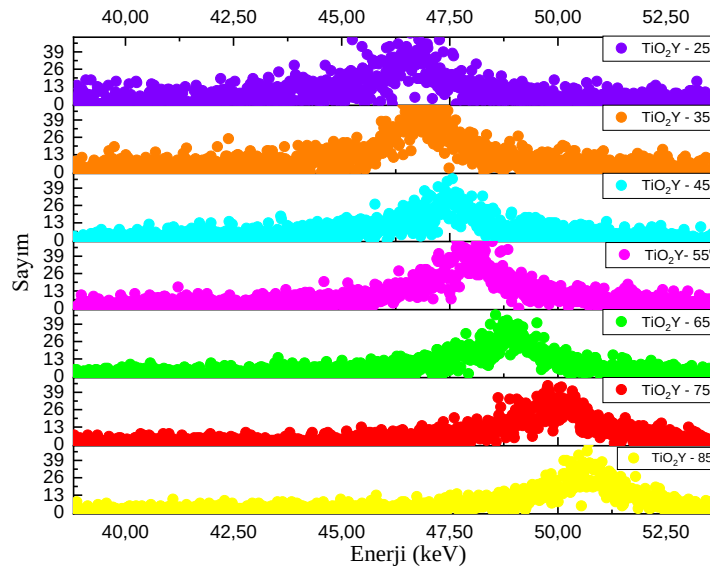
TiO ₂ Y						
Compton				Koherent		
Açı	FWHM (keV)	A _s	E (keV)	FWHM (keV)	A _s	E (keV)
25°	1.630	1.007	46.535	0.265	0.999	59.564
35°	1.936	0.985	46.552	0.254	0.990	59.544
45°	2.336	1.016	46.984	0.280	0.968	59.553
55°	2.444	1.018	47.491	0.283	0.959	59.563
65°	2.460	1.023	48.262	0.285	1.062	59.546
75°	2.615	0.981	48.849	0.301	0.935	59.548
85°	2.629	0.966	49.652	0.311	0.929	59.548

Tablo 43. TiO_2Nb alaşımını için Compton ve koherent piklerinin $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarından yarı maksimumdaki tam genişlik (FWHM), asimetri indeksi (A_s) ve pik tepesi enerjisi (E) değerleri

TiO_2Nb						
COMPTON				KOHERENT		
$A_{ı}$	FWHM (keV)	A_s	E (keV)	FWHM (keV)	A_s	E (keV)
25°	1.310	1.000	46.455	0.226	1.004	59.560
35°	1.729	0.998	46.550	0.233	1.018	59.547
45°	1.854	0.992	47.216	0.248	1.023	59.545
55°	1.874	1.010	47.648	0.250	0.939	59.540
65°	2.110	0.982	48.783	0.255	1.063	59.522
75°	2.128	1.040	49.298	0.265	0.935	59.531
85°	2.143	1.040	50.516	0.295	1.066	59.540



şekil 51. TiO_2Ni alaşımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği



şekil 52. TiO_2Y alaşımının $25^\circ, 35^\circ, 45^\circ, 55^\circ, 65^\circ, 75^\circ$ ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği

Tablo 44. V_2O_5Fe alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Fe elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Aı</i>	$\Delta E_1 = E_{V2O5Fe} - E_{V2O5}$	$\Delta E_2 = E_{V2O5Fe} - E_{Fe}$	$\Delta E_3 = E_{V2O5Fe} - E_{V2O5}$	$\Delta E_4 = E_{V2O5Fe} - E_{Fe}$
25°	-940	-129	25	32
35°	-806	-82	1	16
45°	-793	-171	-624	-14
55°	-672	-76	2	-15
65°	-623	-75	14	16
75°	-9	-143	1	8
85°	-63	-223	-13	-7

Tablo 45. V_2O_5Co alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Co elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Aı</i>	$\Delta E_1 = E_{V2O5Co} - E_{V2O5}$	$\Delta E_2 = E_{V2O5Co} - E_{Co}$	$\Delta E_3 = E_{V2O5Co} - E_{V2O5}$	$\Delta E_4 = E_{V2O5Co} - E_{Co}$
25°	-582	325	29	19
35°	-840	28	-33	-56
45°	-872	-41	-634	-34
55°	-865	-64	8	13
65°	-948	-167	19	-17
75°	-327	-148	-2	-12
85°	-737	-428	-4	5

Tablo 46. V_2O_5Ni alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Ni elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Aı</i>	$\Delta E_1 = E_{V2O5Ni} - E_{V2O5}$	$\Delta E_2 = E_{V2O5Ni} - E_{Ni}$	$\Delta E_3 = E_{V2O5Ni} - E_{V2O5}$	$\Delta E_4 = E_{V2O5Ni} - E_{Ni}$
25°	-706	154	0	-11
35°	-874	99	-24	-14
45°	-677	65	-605	-27
55°	-792	-88	20	-20
65°	-662	88	40	6
75°	113	261	40	63
85°	48	414	12	32

Tablo 47. V_2O_5Cu alaşımda V_2O_5 metal oksiti ve Cu elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{V_2O_5Cu} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_2 = E_{V_2O_5Cu} - E_{Cu}$	$\Delta E_3 = E_{V_2O_5Cu} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_4 = E_{V_2O_5Cu} - E_{Cu}$
25°	-480	376	10	1
35°	-583	329	30	17
45°	-430	411	-595	29
55°	-768	167	5	0
65°	-530	332	3	-9
75°	106	326	25	27
85°	-107	315	10	3

Tablo 48. V_2O_5Zn alaşımda V_2O_5 metal oksiti ve Zn elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

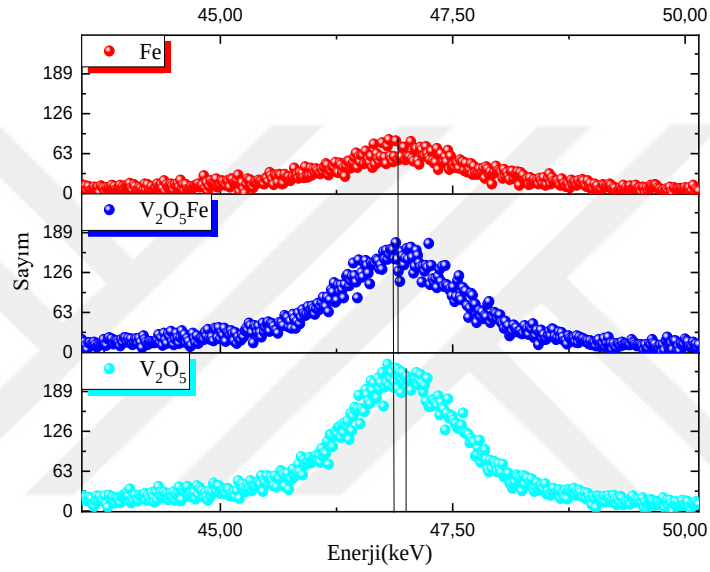
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{V_2O_5Zn} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_2 = E_{V_2O_5Zn} - E_{Zn}$	$\Delta E_3 = E_{V_2O_5Zn} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_4 = E_{V_2O_5Zn} - E_{Zn}$
25°	-762	57	-14	-7
35°	-549	443	24	33
45°	-602	177	-610	-33
55°	-417	310	22	-5
65°	-321	367	53	22
75°	471	551	107	119
85°	514	716	-20	-15

Tablo 49. V_2O_5Y alaşımda V_2O_5 metal oksiti ve Y elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

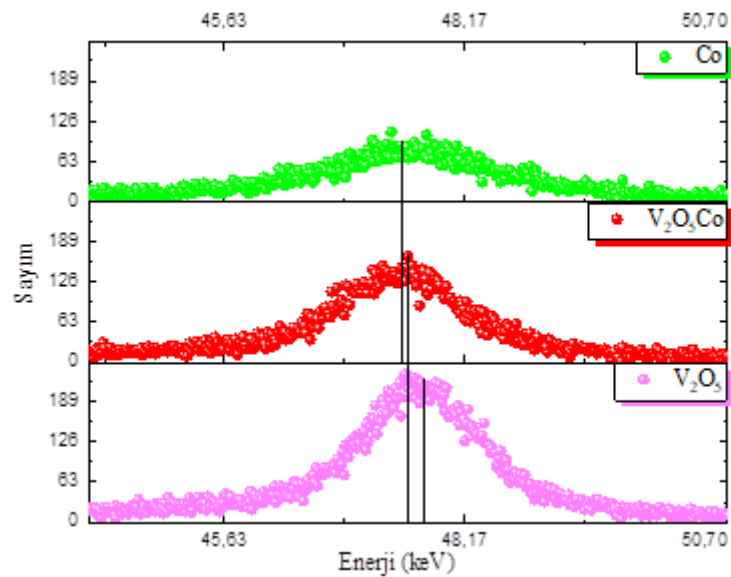
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{V_2O_5Y} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_2 = E_{V_2O_5Y} - E_Y$	$\Delta E_3 = E_{V_2O_5Y} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_4 = E_{V_2O_5Y} - E_Y$
25°	-405	248	25	13
35°	-495	252	22	31
45°	-377	401	-619	-15
55°	-643	126	-74	-70
65°	-637	26	3	2
75°	-444	-146	-17	3
85°	-136	272	-11	13

Tablo 50. V_2O_5Nb alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Nb elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

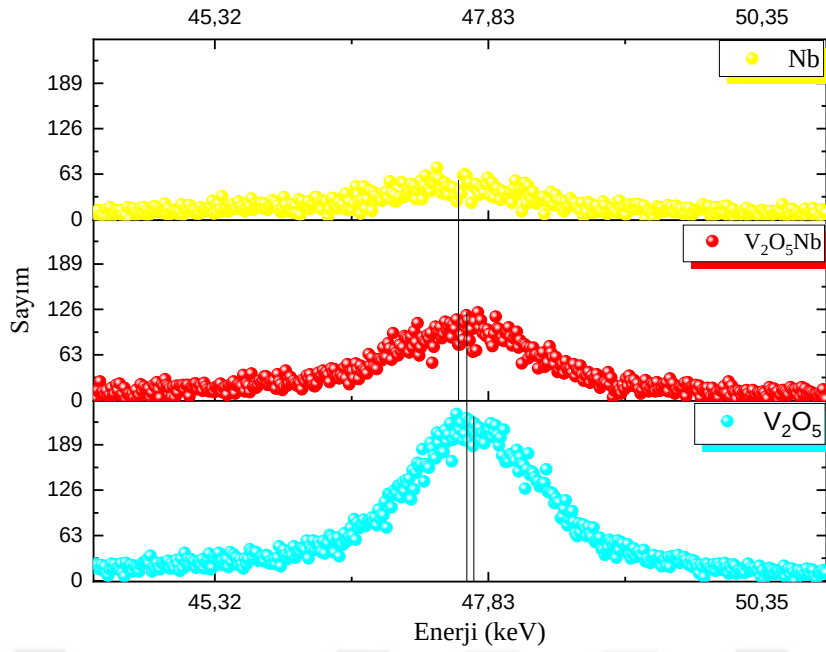
Aı	Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)	Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)	Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)	Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)
	$\Delta E_1 = E_{V_2O_5Nb} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_2 = E_{V_2O_5Nb} - E_{Nb}$	$\Delta E_3 = E_{V_2O_5Nb} - E_{V_2O_5}$	$\Delta E_4 = E_{V_2O_5Nb} - E_{Nb}$
25°	-402	581	5	282
35°	-486	778	23	37
45°	-425	753	-580	39
55°	-386	948	27	21
65°	-329	826	26	30
75°	291	935	11	16
85°	263	1138	10	36



Şekil 53. V_2O_5Fe alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Fe elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma



Şekil 54. V_2O_5Co alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Co elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma



Şekil 55. V_2O_5Nb alaşımında V_2O_5 metal oksiti ve Nb elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma

Tablo 51. Y_2O_3Fe alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Fe elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Fe} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Fe} - E_{Fe}$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Fe} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Fe} - E_{Fe}$
25°	592	397	-2	23
35°	688	183	47	19
45°	491	067	-9	-17
55°	647	149	31	-22
65°	618	102	21	6
75°	716	185	-11	12
85°	-600	91	-31	2

Tablo 52. Y_2O_3Co alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Co elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Co} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Co} - E_{Co}$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Co} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Co} - E_{Co}$
25°	-90	-189	-4	4
35°	34	-327	35	-31
45°	701	486	18	0
55°	480	217	2	-29
65°	152	-131	22	-31
75°	131	-87	-8	-2
85°	-1061	99	-27	-11

Tablo 53. Y₂O₃Ni alaşımda Y₂O₃ metal oksiti ve Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Ni} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Ni} - E_{Ni}$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Ni} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Ni} - E_{Ni}$
25°	807	661	-57	-50
35°	1018	762	-23	-56
45°	985	681	-1	-41
55°	950	560	10	-66
65°	755	441	-13	-64
75°	1416	1167	-54	-15
85°	311	1528	-46	-19

Tablo 54. Y₂O₃Cu alaşımda Y₂O₃ metal oksiti ve Cu elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Cu} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Cu} - E_{Cu}$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Cu} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Cu} - E_{Cu}$
25°	480	330	-17	-8
35°	623	306	48	-8
45°	509	304	20	26
55°	530	371	48	7
65°	519	317	28	-1
75°	650	473	33	51
85°	-1189	-23	-27	-13

Tablo 55. Y₂O₃Zn alaşımda Y₂O₃ metal oksiti ve Zn elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

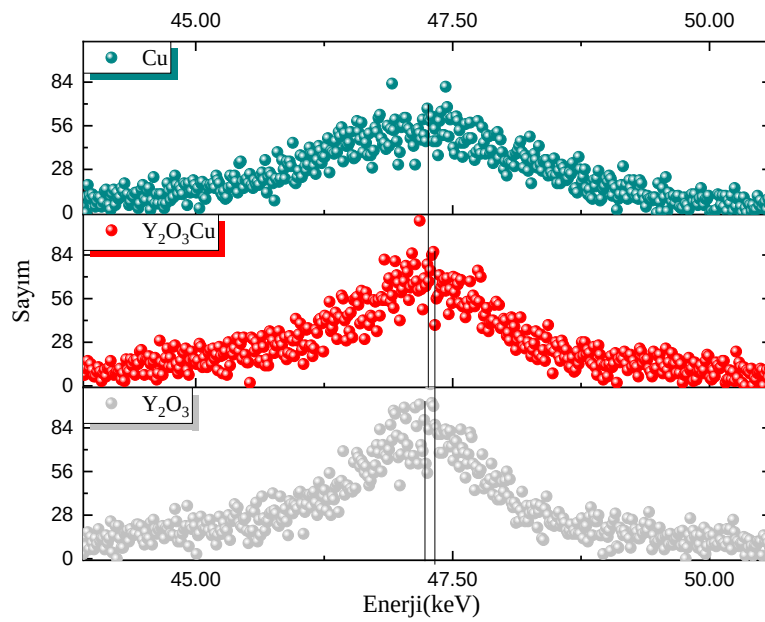
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Zn} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Zn} - E_{Zn}$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Zn} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Zn} - E_{Zn}$
25°	-77	-264	-11	14
35°	346	109	18	-16
45°	-39	-306	10	-31
55°	318	-49	7	7
65°	518	155	-44	-92
75°	76	-241	-43	-15
85°	-63	310	-15	-3

Tablo 56. Y_2O_3Y alaşımda Y_2O_3 metal oksiti ve Y elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

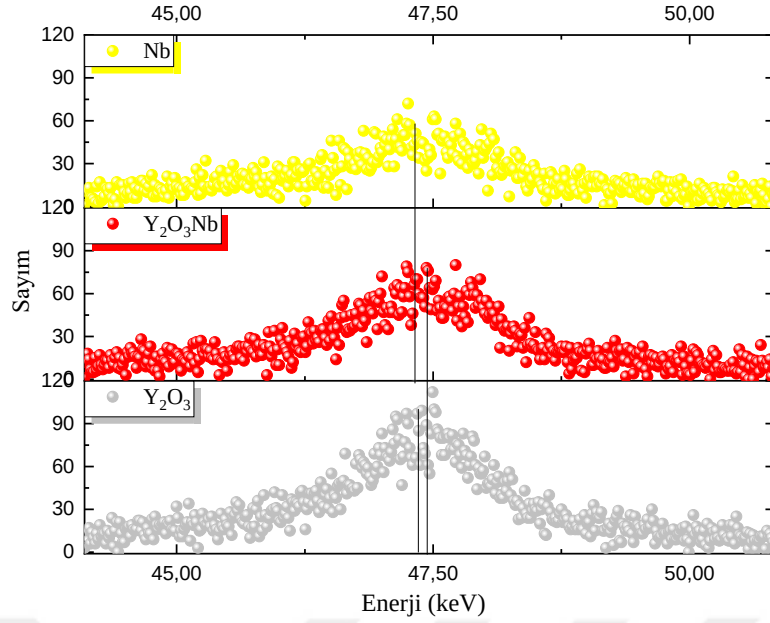
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Y} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Y} - E_Y$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Y} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Y} - E_Y$
25°	489	136	-13	-7
35°	590	108	39	5
45°	578	310	29	15
55°	524	199	62	30
65°	703	302	79	61
75°	719	620	-16	20
85°	699	560	-20	11

Tablo 57. Y_2O_3Nb alaşımda Y_2O_3 metal oksiti ve Nb elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Y_2O_3Nb} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_2 = E_{Y_2O_3Nb} - E_{Nb}$	$\Delta E_3 = E_{Y_2O_3Nb} - E_{Y_2O_3}$	$\Delta E_4 = E_{Y_2O_3Nb} - E_{Nb}$
25°	575	552	-7	288
35°	803	838	86	57
45°	739	871	68	69
55°	667	907	89	47
65°	519	610	43	30
75°	437	684	10	31
85°	-845	881	15	48



Şekil 56. Y_2O_3Cu alaşımda Y_2O_3 metal oksiti ve Cu elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma



Şekil 57. Y_2O_3Nb alaşımında Y_2O_3 metal oksiti ve Nb elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma

Tablo 58. Cu_2OFe alaşımının Cu_2O metal oksiti ve Fe elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2OFe} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2OFe} - E_{Fe}$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2OFe} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2OFe} - E_{Fe}$
25°	156	432	-1	12
35°	206	252	10	22
45°	187	195	7	7
55°	135	118	40	8
65°	25	130	42	44
75°	69	65	10	6
85°	19	-110	21	0

Tablo 59. Cu_2OCo alaşımında Cu_2O metal oksiti ve Co elementi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2OCo} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2OCo} - E_{Co}$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2OCo} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2OCo} - E_{Co}$
25°	-85	287	1	-3
35°	-248	-58	-17	-43
45°	-161	56	-2	-12
55°	-21	167	5	-5
65°	-100	238	-13	-49
75°	-81	228	-21	-42
85°	66	406	5	-13

Tablo 60. Cu₂ONi alaşımının Cu₂O metal oksiti ve Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Aı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2ONi} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2ONi} - E_{Ni}$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2ONi} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2ONi} - E_{Ni}$
25°	-249	76	-14	-19
35°	-241	54	-14	-7
45°	105	233	7	-25
55°	88	179	30	-25
65°	93	400	8	-26
75°	102	410	4	16
85°	242	639	10	3

Tablo 61. Cu₂OCu alaşımının Cu₂O metal oksiti ve Cu elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Aı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2OCu} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2OCu} - E_{Cu}$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2OCu} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2OCu} - E_{Cu}$
25°	-586	-265	-45	-48
35°	-565	-331	-42	-58
45°	-548	-321	-19	-55
55°	-202	120	-8	-28
65°	-325	94	-18	-30
75°	126	476	-10	1
85°	617	963	38	18

Tablo 62. Cu₂OZn alaşımının Cu₂O metal oksiti ve Zn elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

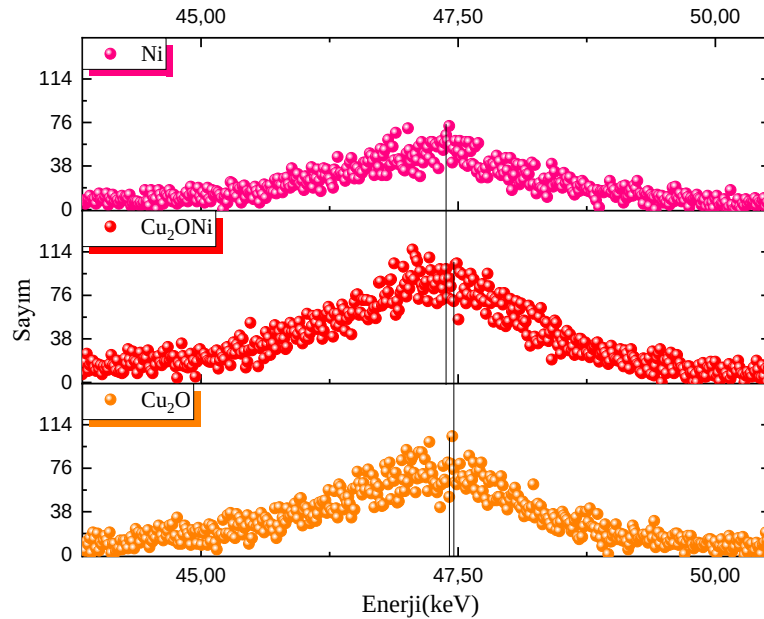
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Aı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2OZn} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2OZn} - E_{Zn}$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2OZn} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2OZn} - E_{Zn}$
25°	1	285	0	13
35°	91	405	25	31
45°	47	212	60	27
55°	96	210	27	-15
65°	-32	213	49	18
75°	105	105	42	43
85°	194	427	5	-17

Tablo 63. Cu₂OY alaışımının Cu₂O metal oksiti ve Y elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

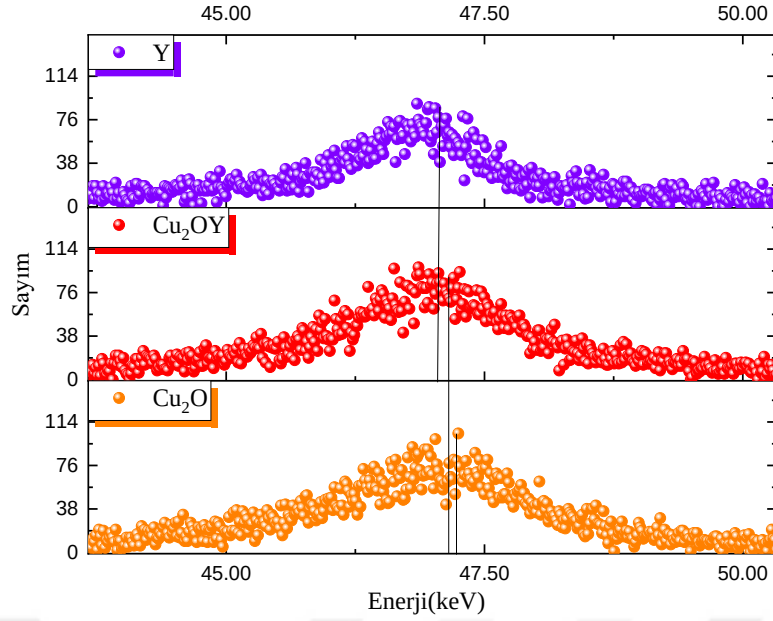
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2OY} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2OY} - E_Y$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2OY} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2OY} - E_Y$
25°	-174	-56	-14	-20
35°	-175	-106	-9	-3
45°	-124	40	-43	-49
55°	16	172	14	3
65°	-222	-222	-15	-16
75°	595	595	179	188
85°	374	813	-21	-24

Tablo 64. Cu₂ONb alaışımının Cu₂O metal oksiti ve Nb elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{Cu_2ONb} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_2 = E_{Cu_2ONb} - E_{Nb}$	$\Delta E_3 = E_{Cu_2ONb} - E_{Cu_2O}$	$\Delta E_4 = E_{Cu_2ONb} - E_{Nb}$
25°	-221	227	-8	275
35°	263	849	13	24
45°	151	715	54	63
55°	-136	585	3	-18
65°	-245	467	-18	-14
75°	-230	544	-10	-16
85°	-108	798	8	7



Şekil 58. Cu₂ONi alaışımında Cu₂O metal oksiti ve Ni elementi için 45°'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma



Şekil 59. Cu₂OY alaşımında Cu₂O metal oksiti ve Y elementi için 45°'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma

Tablo 65. TiO₂Fe alaşımının TiO₂ metal oksiti ve Fe elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{TiO_2Fe} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_2 = E_{TiO_2Fe} - E_{Fe}$	$\Delta E_3 = E_{TiO_2Fe} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_4 = E_{TiO_2Fe} - E_{Fe}$
25°	249	289	5	24
35°	436	206	21	13
45°	199	-9	12	8
55°	515	257	25	-18
65°	619	413	11	4
75°	567	299	-16	-7
85°	-739	-458	0	-4

Tablo 66. TiO₂Co alaşımının TiO₂ metal oksiti ve Co elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{TiO_2Co} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_2 = E_{TiO_2Co} - E_{Co}$	$\Delta E_3 = E_{TiO_2Co} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_4 = E_{TiO_2Co} - E_{Co}$
25°	362	498	-7	-5
35°	262	176	52	6
45°	-184	-183	8	-6
55°	-211	-264	23	2
65°	211	238	3	-42
75°	-447	-402	-23	-31
85°	1230	-480	-25	-26

Tablo 67. TiO₂Ni alaşımasının TiO₂ metal oksiti ve Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{\text{TiO}_2\text{Ni}} - E_{\text{TiO}_2}$	$\Delta E_2 = E_{\text{TiO}_2\text{Ni}} - E_{\text{Ni}}$	$\Delta E_3 = E_{\text{TiO}_2\text{Ni}} - E_{\text{TiO}_2}$	$\Delta E_4 = E_{\text{TiO}_2\text{Ni}} - E_{\text{Ni}}$
25°	352	441	0	1
35°	523	542	38	25
45°	551	463	11	-25
55°	562	412	29	-37
65°	605	601	7	-36
75°	626	640	0	25
85°	54	861	-1	9

Tablo 68. TiO₂Cu alaşımasının TiO₂ metal oksiti ve Cu elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{\text{TiO}_2\text{Cu}} - E_{\text{TiO}_2}$	$\Delta E_2 = E_{\text{TiO}_2\text{Cu}} - E_{\text{Cu}}$	$\Delta E_3 = E_{\text{TiO}_2\text{Cu}} - E_{\text{TiO}_2}$	$\Delta E_4 = E_{\text{TiO}_2\text{Cu}} - E_{\text{Cu}}$
25°	302	387	6	9
35°	438	396	60	24
45°	356	367	20	30
55°	357	438	14	-17
65°	587	695	10	-11
75°	426	512	-10	-6
85°	-165	591	-10	-13

Tablo 69. TiO₂Zn alaşımasının TiO₂ metal oksiti ve Zn elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

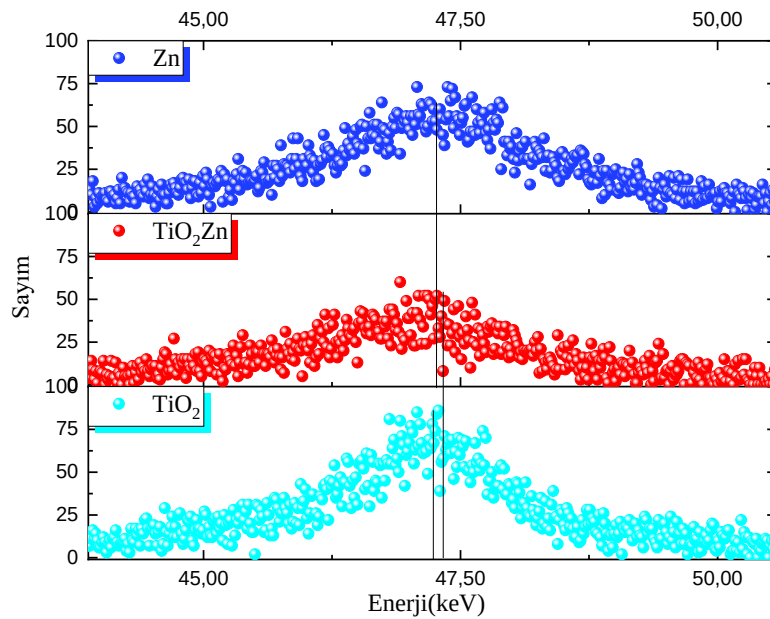
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{\text{TiO}_2\text{Zn}} - E_{\text{TiO}_2}$	$\Delta E_2 = E_{\text{TiO}_2\text{Zn}} - E_{\text{Zn}}$	$\Delta E_3 = E_{\text{TiO}_2\text{Zn}} - E_{\text{TiO}_2}$	$\Delta E_4 = E_{\text{TiO}_2\text{Zn}} - E_{\text{Zn}}$
25°	453	501	14	33
35°	265	303	23	9
45°	132	81	18	-19
55°	103	-24	40	-13
65°	62	-4	10	-30
75°	-196	-250	-7	7
85°	-966	-323	1	-4

Tablo 70. TiO₂Y alaşımasının TiO₂ metal oksiti ve Y elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

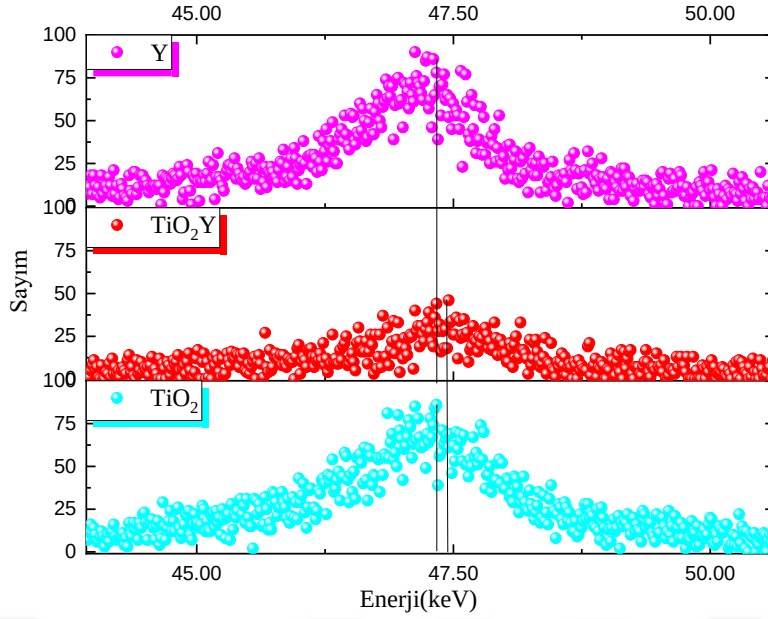
	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{TiO_2Y} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_2 = E_{TiO_2Y} - E_Y$	$\Delta E_3 = E_{TiO_2Y} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_4 = E_{TiO_2Y} - E_Y$
25°	488	370	-2	-2
35°	524	317	29	15
45°	496	444	7	-3
55°	508	423	14	-8
65°	666	575	13	3
75°	626	790	0	22
85°	36	885	8	22

Tablo 71. TiO₂Nb alaşımasının TiO₂ metal oksiti ve Nb elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarındaki Compton ve koherent piklerinde meydana gelen kimyasal kayma (ΔE) değerleri

	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Compton Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>	<i>Kimyasal Kayma Koherent Piki (eV)</i>
<i>Açı</i>	$\Delta E_1 = E_{TiO_2Nb} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_2 = E_{TiO_2Nb} - E_{Nb}$	$\Delta E_3 = E_{TiO_2Nb} - E_{TiO_2}$	$\Delta E_4 = E_{TiO_2Nb} - E_{Nb}$
25°	373	585	10	299
35°	263	573	26	17
45°	364	712	10	15
55°	260	740	17	-15
65°	583	984	-14	-19
75°	253	763	-4	-17
85°	-102	1214	-7	9



Şekil 60. TiO₂Zn alaışımında TiO₂ metal oksiti ve Zn elementine göre 45°'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma



Şekil 61. TiO_2Y alaşımında TiO_2 metal oksiti ve Y elementi için 45° 'lik saçılma açısındaki Compton pikinde meydana gelen kimyasal kayma

Bu tez çalışmasının ikinci kısmında öncelikle çalışmada kullanılan saf 3d geçiş metalleri (Fe, Co, Ni, Cu, Zn) ve saf 4d geçiş metallerinin (Y, Nb) 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri eşitlik 3.1 yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra aynı geçiş metalleri için $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının teorik değerleri eşitlik 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8 yardımıyla belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler Tablo 72 – 78 arasında verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan 3d ve 4d geçiş metallerinin 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında teorik ve deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranları değerlerinin atom numarasına göre değişimi sırasıyla şekil 62 ve 63'de gösterilmiştir. Şekil 64 ve şekil 65'de ise sırasıyla teorik ve deneysel değerler için $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının saçılma açısına bağlı değişimi gösterilmiştir. Daha sonra ise V_2O_5 , Y_2O_3 , Cu_2O , TiO_2 için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri eşitlik 3.1 yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 79-82 arasında verilmiştir. $(\text{V}_2\text{O}_5)_{0.5} \text{M}_{0.5}$ ($\text{M} = \text{Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb}$); $(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.5} \text{M}_{0.5}$ ($\text{M} = \text{Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb}$); $(\text{Cu}_2\text{O})_{0.5} \text{M}_{0.5}$ ($\text{M} = \text{Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb}$); $(\text{TiO}_2)_{0.5} \text{M}_{0.5}$ ($\text{M} = \text{Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb}$) alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri eşitlik 3.1 yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen veriler Tablo 83 – 110 arasında verilmiştir. Seçilen her bir alaşım için deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının saçılma açısına bağlı değişimi şekil 66 – 69 arasında gösterilmiştir. Literatürde metal oksitler veya alaşımlar için teorik $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma

diferansiyel tesir kesit oranları hesaplama yöntemi mevcut olmadığı için teorik değerler hesaplanamamıştır.

Tablo 72. Saf Fe elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

Saf Fe	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2,305	2,188
35°	0,998	1,174
45°	0,618	0,622
55°	0,322	0,343
65°	0,303	0,207
75°	0,169	0,146
85°	0,124	0,113

Tablo 73. Saf Co elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

Saf Co	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2,338	2,247
35°	1,432	1,248
45°	0,655	0,682
55°	0,341	0,386
65°	0,291	0,233
75°	0,210	0,161
85°	0,136	0,123

Tablo 74. Saf Ni elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

Saf Ni	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2,388	2,316
35°	1,482	1,277
45°	0,668	0,731
55°	0,419	0,425
65°	0,339	0,260
75°	0,169	0,177
85°	0,132	0,134

Tablo 75. Saf Cu elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

Saf Cu	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2,482	2,398
35°	1,502	1,318
45°	0,697	0,765
55°	0,513	0,463
65°	0,292	0,288
75°	0,174	0,195
85°	0,140	0,157

Tablo 76. Saf Zn elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

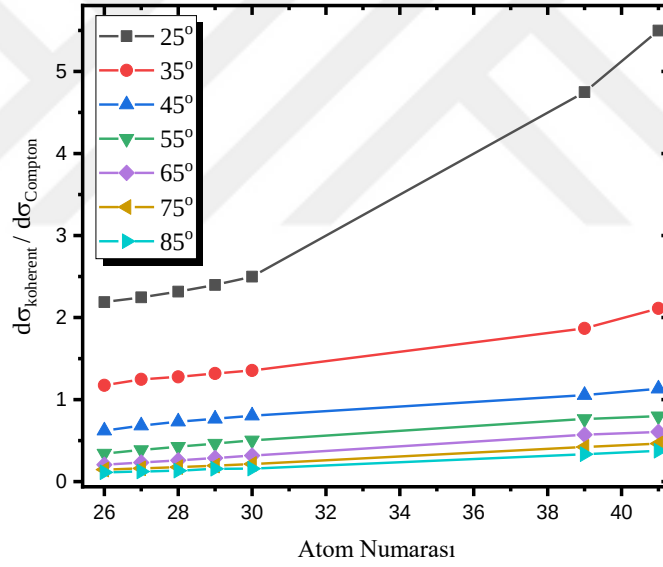
Saf Zn	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.486	2,499
35°	1.565	1,355
45°	0.734	0,804
55°	0.592	0,504
65°	0.435	0,318
75°	0.249	0,214
85°	0.172	0,159

Tablo 77. Saf Y elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

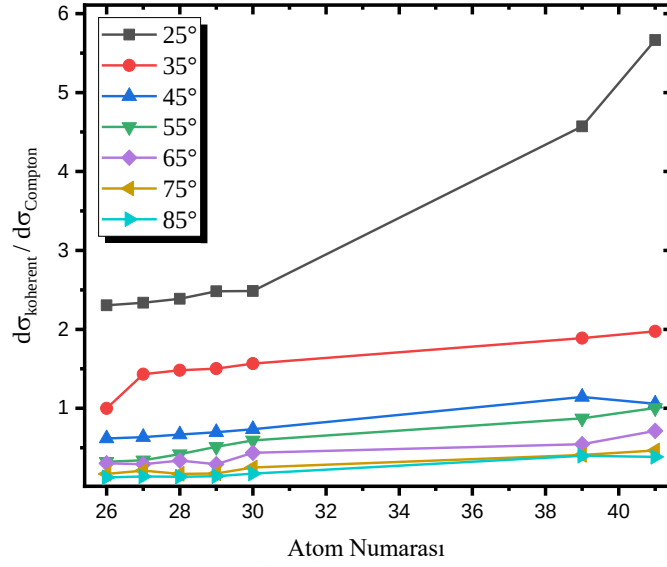
Saf Y	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	4,571	4,748
35°	1,889	1,868
45°	1,144	1,055
55°	0,872	0,764
65°	0,545	0,571
75°	0,408	0,423
85°	0,398	0,335

Tablo 78. Saf Nb elementi için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel ve teorik değerleri

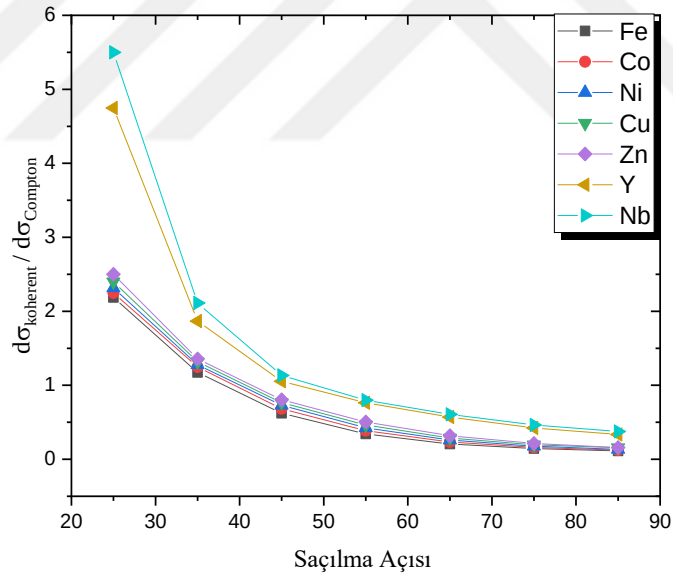
Saf Nb	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	5,665	5,499
35°	1,975	2,112
45°	1,057	1,133
55°	1,003	0,798
65°	0,714	0,607
75°	0,466	0,463
85°	0,384	0,375



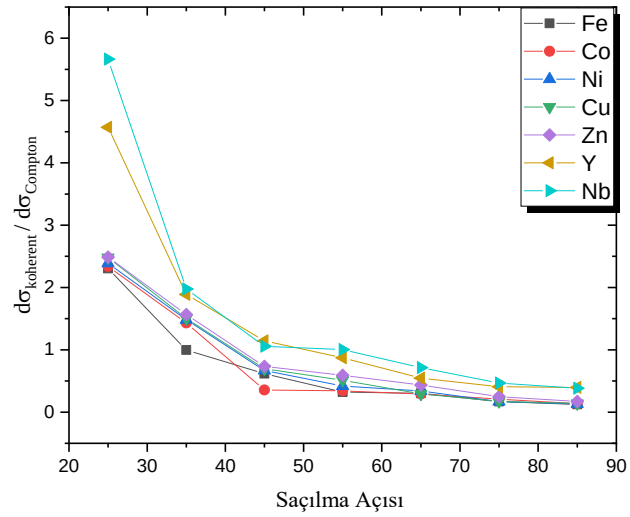
Şekil 62. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında teorik $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin atom numarasına göre değişimi



Şekil 63. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin atom numarasına göre değişimi



Şekil 64. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında teorik $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi



Şekil 65. 3d ve 4d geçiş metallerinin 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi

Tablo 79. V_2O_5 metal oksiti için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Saçılma Açısı	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
25°	1,426	-
35°	0,875	-
45°	0,484	-
55°	0,249	-
65°	0,171	-
75°	0,115	-
85°	0,098	-

Tablo 80. Y_2O_3 metal oksiti için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Saçılma Açısı	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
25°	5.204	-
35°	1.841	-
45°	1.057	-
55°	0.966	-
65°	0.654	-
75°	0.386	-
85°	0.356	-

Tablo 81. Cu₂O metal oksiti için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu ₂ O	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.382	-
35°	1.236	-
45°	0.697	-
55°	0.473	-
65°	0.279	-
75°	0.174	-
85°	0.140	-

Tablo 82. TiO₂ metal oksiti için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO ₂	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1,396	-
35°	0,818	-
45°	0,393	-
55°	0,230	-
65°	0,166	-
75°	0,120	-
85°	0,102	-

Tablo 83. V_2O_5Fe alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saılma aılalarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

V_2O_5Fe	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saılma Aılısı		
25°	1,832	-
35°	0,950	-
45°	0,582	-
55°	0,328	-
65°	0,182	-
75°	0,152	-
85°	0,108	-

Tablo 84. V_2O_5Co alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saılma aılalarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

V_2O_5Co	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saılma Aılısı		
25°	1.631	-
35°	0.933	-
45°	0.495	-
55°	0.297	-
65°	0.195	-
75°	0.162	-
85°	0.115	-

Tablo 85. V_2O_5Ni alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

59,54 keV		
V_2O_5Ni	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.691	-
35°	1.052	-
45°	0.541	-
55°	0.327	-
65°	0.239	-
75°	0.198	-
85°	0.123	-

Tablo 86. V_2O_5Cu alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerler

59,54 keV		
V_2O_5Cu	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.952	-
35°	1.095	-
45°	0.681	-
55°	0.357	-
65°	0.281	-
75°	0.195	-
85°	0.121	-

Tablo 87. V_2O_5Zn alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

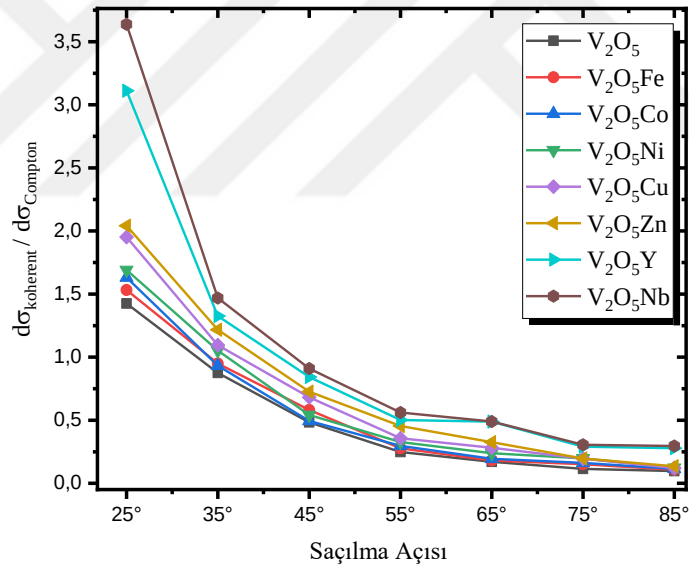
V_2O_5Zn	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.041	-
35°	1.217	-
45°	0.726	-
55°	0.454	-
65°	0.326	-
75°	0.197	-
85°	0.134	-

Tablo 88. V_2O_5Y alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

V_2O_5Y	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3,112	-
35°	1,326	-
45°	0,843	-
55°	0,502	-
65°	0,489	-
75°	0,291	-
85°	0,279	-

Tablo 89. V_2O_5Nb alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

V_2O_5Nb	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3.638	-
35°	1.468	-
45°	0.910	-
55°	0.561	-
65°	0.490	-
75°	0.306	-
85°	0.295	-



Şekil 66. V_2O_5 ve $(V_2O_5)_{0.5}M_{0.5}$ ($M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi

Tablo 90. Y_2O_3Fe alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saılma aılalarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Y_2O_3Fe	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saılma Aıısı		
25°	3.401	-
35°	1.512	-
45°	0.759	-
55°	0.489	-
65°	0.439	-
75°	0.325	-
85°	0.239	-

Tablo 91. Y_2O_3Co alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saılma aılalarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Y_2O_3Co	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saılma Aıısı		
25°	3.634	-
35°	1.628	-
45°	0.743	-
55°	0.502	-
65°	0.451	-
75°	0.366	-
85°	0.278	-

Tablo 92. Y_2O_3Ni alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

59,54 keV		
Y_2O_3Ni	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı (θ)		
25°	3.714	-
35°	1.811	-
45°	0.832	-
55°	0.633	-
65°	0.519	-
75°	0.417	-
85°	0.299	-

Tablo 93. Y_2O_3Cu alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

59,54 keV		
Y_2O_3Cu	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3.719	-
35°	1.894	-
45°	0.822	-
55°	0.687	-
65°	0.507	-
75°	0.434	-
85°	0.312	-

Tablo 94. Y_2O_3Zn alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

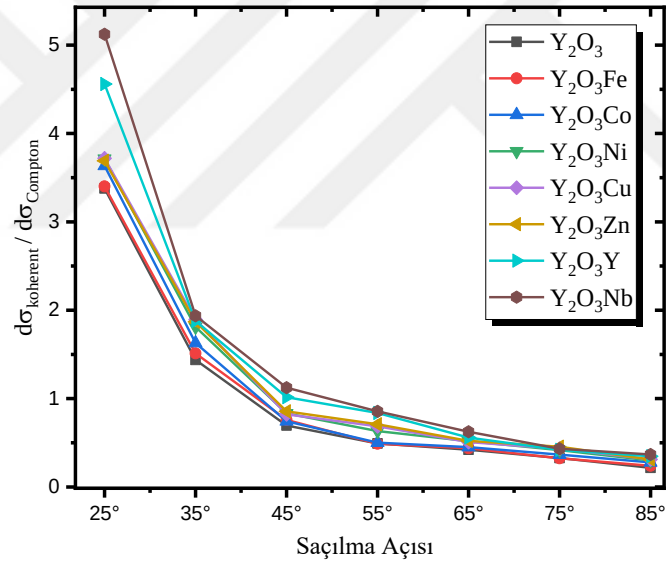
Y_2O_3Zn	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3.691	-
35°	1.869	-
45°	0.856	-
55°	0.709	-
65°	0.521	-
75°	0.455	-
85°	0.310	-

Tablo 95. Y_2O_3Y alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Y_2O_3Y	59,54 keV	
	$d\sigma_{koherent} / d\sigma_{Compton}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	4.559	-
35°	1.878	-
45°	1.016	-
55°	0.837	-
65°	0.559	-
75°	0.42	-
85°	0.348	-

Tablo 96. Y_2O_3Nb alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Y_2O_3Nb	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	5.123	-
35°	1.936	-
45°	1.123	-
55°	0.856	-
65°	0.624	-
75°	0.432	-
85°	0.367	-



Şekil 67. Y_2O_3 ve $(Y_2O_3)_{0.5}M_{0.5}$ ($M = Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Nb$) alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi

Tablo 97. Cu₂OFe alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu ₂ OFe	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.284	-
35°	1.089	-
45°	0.689	-
55°	0.423	-
65°	0.236	-
75°	0.149	-
85°	0.119	-

Tablo 98. Cu₂OCo alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu ₂ OCo	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.291	-
35°	1.110	-
45°	0.678	-
55°	0.432	-
65°	0.245	-
75°	0.152	-
85°	0.122	-

Tablo 99. Cu₂ONi alaşımını için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu ₂ ONi	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.315	-
35°	1.209	-
45°	0.698	-
55°	0.469	-
65°	0.263	-
75°	0.158	-
85°	0.132	-

Tablo 100. Cu₂OCu alaşımını için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu ₂ OCu	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.452	-
35°	1.329	-
45°	0.736	-
55°	0.505	-
65°	0.287	-
75°	0.177	-
85°	0.145	-

Tablo 101. Cu₂OZn alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

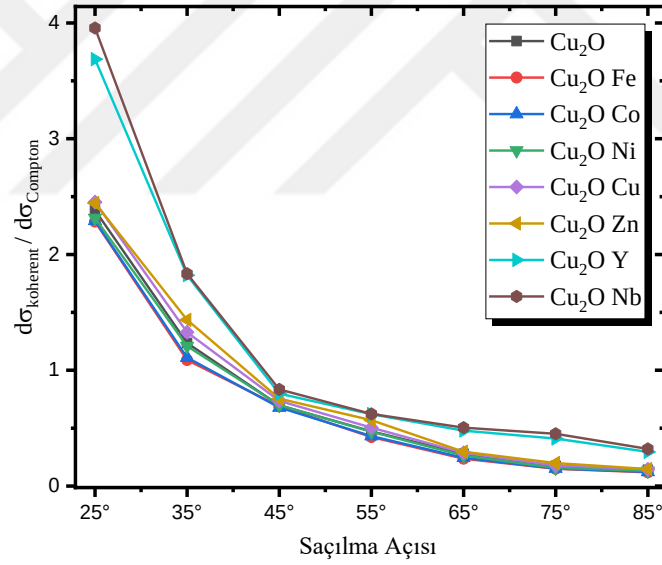
Cu ₂ OZn	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	2.444	-
35°	1.435	-
45°	0.755	-
55°	0.569	-
65°	0.296	-
75°	0.199	-
85°	0.147	-

Tablo 102. Cu₂OY alaşımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°,75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu ₂ OY	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3.687	-
35°	1.821	-
45°	0.798	-
55°	0.621	-
65°	0.479	-
75°	0.41	-
85°	0.295	-

Tablo 103. Cu_2ONb alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saılma aılarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

Cu_2ONb	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saılma Aıısı		
25°	3.956	-
35°	1.834	-
45°	0.835	-
55°	0.623	-
65°	0.504	-
75°	0.452	-
85°	0.321	-



Şekil 68. Cu_2O ve $(\text{Cu}_2\text{O})_{0.5} \text{M}_{0.5}$ ($\text{M} = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Zn}, \text{Y}, \text{Nb}$) alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saılma aılarda deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saılma aısına gşe değişimi

Tablo 104. TiO_2Fe alaşıımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO_2Fe	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.821	-
35°	0.925	-
45°	0.453	-
55°	0.269	-
65°	0.202	-
75°	0.133	-
85°	0.118	-

Tablo 105. TiO_2Co alaşıımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO_2Co	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.819	-
35°	0.952	-
45°	0.466	-
55°	0.289	-
65°	0.196	-
75°	0.152	-
85°	0.115	-

Tablo 106. TiO₂Ni alaşıımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO ₂ Ni	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.867	-
35°	0.986	-
45°	0.501	-
55°	0.312	-
65°	0.202	-
75°	0.156	-
85°	0.120	-

Tablo 107. TiO₂Cu alaşıımı için 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75° ve 85°'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO ₂ Cu	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.916	-
35°	1.048	-
45°	0.573	-
55°	0.349	-
65°	0.236	-
75°	0.174	-
85°	0.133	-

Tablo 108. TiO_2Zn alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}}$ / $d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

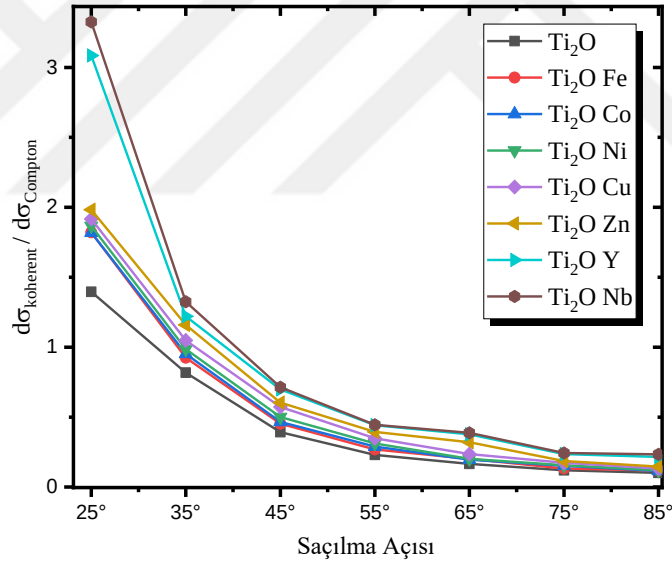
TiO_2Zn	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	1.983	-
35°	1.159	-
45°	0.604	-
55°	0.395	-
65°	0.321	-
75°	0.186	-
85°	0.146	-

Tablo 109. TiO_2Y alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}}$ / $d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO_2Y	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3.085	-
35°	1.221	-
45°	0.698	-
55°	0.442	-
65°	0.376	-
75°	0.236	-
85°	0.215	-

Tablo 110. TiO_2Nb alaşımı için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranlarının deneysel değerleri

TiO_2Nb	59,54 keV	
	$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$	
	Den.	Teo.
Saçılma Açısı		
25°	3.325	-
35°	1.325	-
45°	0.714	-
55°	0.445	-
65°	0.388	-
75°	0.244	-
85°	0.234	-



Şekil 69. TiO_2 ve $(\text{TiO}_2)_{0.5} \text{M}_{0.5}$ ($\text{M} = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Zn}, \text{Y}, \text{Nb}$) alaşımları için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarında deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ saçılma diferansiyel tesir kesit oranı değerlerinin saçılma açısına göre değişimi

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmanın birinci bölümünde Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb saf metallerin, TiO_2 , V_2O_5 , Cu_2O ve Y_2O_3 metal oksitlerin ve bunların muhtelif oranlarda karışmasıyla elde edilen alaşımların 59.54 keV foton enerjisi için 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki koherent ve Compton saçılma piklerinin yarı maksimumdaki tam genişlik (full width half maximum, FWHM), pik tepesi enerjisi (E) ve asimetri indeksi (As) parametreleri incelendi. Elde edilen sonuçlar saf geçiş metalleri için tablo 5-11 arasında, metal oksitler için tablo 12-15 arasında ve seçilen alaşımlar için tablo 16-43 arasında verilmiştir.

Saf metallerde FWHM değerlerinin açı arttıkça hem koherent hem de Compton pikleri için arttığı görülmektedir. Saçılma açısının artmasının, pikin daha düzensiz ve yayvan olmasına sebep olarak pik şiddeti artışıyla FWHM'nin artmasına neden olduğu görülmektedir. Alaşım formunda artan açı ile Compton pikinin şiddeti arttığı için, FWHM değerlerinde belirgin bir değişiklik olmamıştır. Ancak koherent pikin şiddetindeki azalma, piki daha yayvan hale getirerek FWHM değerlerinin artmasına sebep olmuştur.

Compton ve koherent saçılma pik tepesi enerjilerine bakıldığında, genel olarak tüm saf metallerde ve alaşımlarda 59.54 keV enerjili koherent pik tepesi enerjisinin artan saçılma açısıyla çok değişmediği görülmektedir. Buna karşın saçılma açısının artmasıyla Compton saçılması için pik tepesi enerjisinin arttığı görülmektedir.

Her iki saçılma pikinin asimetri indekslerinin hesabı yapıldığında artan saçılma açısı ile genel olarak tüm numunelerde özellikle Compton pikinde simetriklikten uzaklaşıldığı gözlemlendi. V_2O_5 trigonal yapıda ve koordinasyon sayısı 3, Ti_2O tetragonal yapıda koordinasyon sayısı 4, Cu_2O basit kübik yapıda koordinasyon sayısı 6 ve Y_2O_3 yüzey merkezli kübik yapıda ve koordinasyon sayısı 12'dir. Fe'nin koordinasyon sayısı 6 ve diğer alaşım oluşturulan metallerin tamamı 12 koordinasyon sayısına sahiptir. V_2O_5 , TiO_2 ve Y_2O_3 alaşımlarında Fe hariç tüm metallerin koordinasyon sayısı azaldığı için her iki pikin de asimetrik olduğu görülmektedir. Cu_2OX (X; Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb) alaşımlarında elde edilen piklerin diğerlerine nazaran daha simetrik olduğu söylenebilir. Bu durum Cu'nun elektronik konfigürasyonuna atfedilebilir. d orbitalinde tek bir boşluk olması sebebiyle pik simetrisi çok fazla bozulmamaktadır.

Ayrıca bazı saf metallerin, metal oksitlerin ve alaşımların 25° , 35° , 45° , 55° , 65° , 75° ve 85° 'lik saçılma açılarındaki Compton piklerinin enerji-sayım grafiği şekil 41-52 arasında verilmiştir. Ayrıca hem koherent hem de Compton piklerindeki kimyasal kayma değerleri V_2O_5X , Y_2O_3X , Cu_2OX ve TiO_2X (X ; Co, Fe, Ni, Cu, Zn, Nb ve Y) alaşımları için Tablo 44-71 arasında sırasıyla sunulmuştur. V_2O_5Fe için saf Fe metali ve V_2O_5 oksiti referans alındığında Compton pikinde sırasıyla $-x$ doğrultusunda 75-223 eV ve 9-940 eV, koherent pikinde ise 7-32 eV ve 1-624 eV aralığında kaymalar görülmektedir. Buradan Compton pik tepesi enerjisinin V_2O_5 oksitinin farklı metallerle elde edilen alaşımlarında kimyasal çevreden ve saçılma açısından etkilendiği buna karşın koherent pikin kimyasal çevreden ve saçılma açısından daha az etkilendiği görülmektedir. Tüm alaşımlar göz önüne alındığında Compton piki için kimyasal kayma 9-1149 eV aralığında değişirken, koherent için bu aralık 1-282 eV'dir. Koherent pikinde meydana gelen küçük miktardaki kimyasal kaymalar ölçümler sırasında numunelerde meydana gelen oksitlenme, deney sistemi, sayma veya verim hatası gibi etkenlerden kaynaklanmıştır. Ayrıca alaşımı oluşturan metallerin Compton pik tepesi enerjisinde hatırı sayılır kaymalar olduğu görülmektedir. Saçılma açısı arttıkça tüm alaşımlar için Compton piklerinde kimyasal kayma değerleri değişkenlik göstermektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb saf metalleri için eşitlik 3.1-3.4 arasındaki denklemler ile deneysel, eşitlik 3.5 – 3.8 arasındaki denklemler vasıtası ile teorik $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı hesaplandı. Ayrıca TiO_2X , V_2O_5X , Cu_2OX ve Y_2O_3X (X ; Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb) alaşımları için ise eşitlik 3.1-3.4 arasındaki denklemler vasıtasıyla deneysel $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı hesaplandı. Öncelikle saf metaller için elde edilen $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranları Tablo 72-78 arasında saçılma açısına bağlı olarak verilmiştir. Hem teorik hem de deneysel olarak elde edilen sonuçların birbiri ile uyum içinde olduğu açıktır. Saçılma açısı arttıkça tüm metaller için $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının azaldığı görülmektedir. Buna ek olarak atom numarası arttıkça $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının arttığı gözlemlendi. Şekil 62 ve 63'de teorik ve deneysel olarak elde edilen $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının atom numarasına karşılık değişimi verilmiştir. Şekilden özellikle 25° ve 35° gibi küçük açılarda atom numarası arttıkça $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının önemli ölçüde arttığı fark edilmektedir. Bu artış 45° 'yi geçtikten sonra yavaşlamaktadır. Genel olarak tüm saf elementlere bakıldığında 25° 'lik saçılma açısında koherent saçılma pikinin şiddetinin daha büyük olduğu görüldü. Saçılma açısı arttıkça ($45 \leq \theta \leq 85$) Compton pik şiddetinin koherent pik şiddetine kıyasla arttığı görülmektedir. Bunun nedeni artan açıyla çoklu Compton saçılma ihtimaliyetinin artmasıdır. Değişen açıyla yük merkezinin değişmesinden dolayı fotondan numuneye momentum aktarımı artmaktadır. Ayrıca artan saçılma açısıyla birlikte koherent saçılma diferansiyel tesir kesiti hızla azalırken Compton saçılma diferansiyel tesir kesiti daha yavaş azalmaktadır. Compton saçılması daha baskın hale

geldiğinden $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı saçılma açısı arttıkça azalmaktadır. Şekil 64 ve 65’de ise saf metallerin $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının saçılma açısına bağlı değişimi gösterilmiştir. Tüm metaller için saçılma açısı arttıkça $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının azaldığı görülmektedir. V_2O_5 , Y_2O_3 , Cu_2O , TiO_2 metal oksitleri için saçılma açısına bağlı olarak $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ değişimi tablo 79-82 arasında verilmiştir.

TiO_2X , V_2O_5X , Cu_2OX ve Y_2O_3X (X; Co, Fe, Ni, Cu, Zn, Nb ve Y) alaşımları için de 59.54 keV enerjili fotonlar için $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı deneysel olarak elde edildi. Tablo 83-89 arasında V_2O_5X (X; Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb) alaşımları için saçılma açısına bağlı olarak $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ değişimi görülmektedir. Ayrıca Şekil 66’da $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının saçılma açısına bağlı değişimi çizilmiştir. Bu çizelgeler ve şekilden saçılma açısı arttıkça Compton saçılmasının arttığı ve $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının azaldığı görülmektedir. V_2O_5 oksitine Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb metalleri eklenerek elde edilen alaşımlarda eklenen tüm metallerin atom numarası V_2O_5 ’in ortalama atom numarasından büyük olduğu için bu durum alaşımların ortalama atom numarasını artırmıştır. Bu sebeple V_2O_5X alaşımlarında sırasıyla Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb için $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı artmıştır. Fe, Co, Ni, Cu, Zn metallerinin atom numaraları birbirine yakın olduğundan $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının atom numarasına bağlı değişimi yavaştır. Daha yüksek atom numaralı 4d geçiş metallerinden Nb ve Y elementleri ile oluşturulan alaşımların daha yüksek $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum daha yüksek atom numaralı numuneler için koherent saçılmanın daha baskın olması ile açıklanabilir.

Tablo 90-96 arasında Y_2O_3X (X: Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Nb ve Y) alaşımları için saçılma açısına bağlı olarak $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ değişimi verilmiştir. V_2O_5X alaşımlarında olduğu gibi saçılma açısı azaldıkça $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı artmıştır. Y’nin atom numarası Nb hariç diğer metallerden büyük olduğu için Fe, Co, Ni, Cu, Zn metalleriyle oluşturulan alaşımların $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranları Y_2O_3Y ve Y_2O_3Nb ’ye oranla daha küçüktür. Y_2O_3Y ve Y_2O_3 için elde edilen sonuçlar neredeyse birbirine yakındır. Şekil 67’den de görüldüğü gibi saçılma açısı arttıkça alaşımın kütle merkezi ciddi miktarda değiştiği için 25° - 45° aralığında $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı hızla azalırken 45° - 85° aralığında daha yavaş bir şekilde azalmaktadır.

Tablo 97-103 arası ve şekil 68, Cu_2OX (X: Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb) alaşımları için $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının saçılma açısına bağlı değişimini göstermektedir. Diğer alaşımlarda olduğu gibi saçılma açısının artması $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranlarını azaltmaktadır. Yine bu alaşım grubunda da ilave edilen metaller ortalama atom numarasını artırdığından saçılma açısı arttıkça Compton saçılma ihtimaliyetini artırmıştır. Bu nedenle diğer alaşımlarda olduğu gibi

$d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranları sırasıyla Cu_2OX (X: Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb) alaşımları için artmaktadır.

Son olarak Tablo 104-110 arası ve şekil 69, TiO_2X (X: Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y ve Nb) alaşımlarının $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının saçılma açısına karşılık değişimini ortaya koymaktadır. Saf TiO_2 'ye nazaran TiO_2X alaşımlarının $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının büyük bir artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu TiO_2 ile oluşturulan alaşımlarda kullanılan metallerin atom numarasının TiO_2 'nin ortalama atom numarasından belirgin bir şekilde büyük olmasına atfedilebilir. Aynı durum $\text{V}_2\text{O}_5\text{X}$ alaşımları için de geçerlidir. Cu_2OX ve $\text{Y}_2\text{O}_3\text{X}$ alaşımlarında saf oksitlerin ortalama atom numarasına yakın metallerle alaşım oluşturulduğundan $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranındaki değişim daha yavaştır.

Sonuç olarak tüm alaşımlar için ortalama atom numarası arttıkça $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ artmaktadır. Alaşımlarda $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının açığa bağlı değişimi saf elementlere benzer bir değişim göstermektedir. 25° 'lik saçılma açısı için Compton pikinin şiddeti tüm alaşımlar için en düşük değeri almaktadır. Saçılma açısının artması ile birlikte $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının azaldığı görülmektedir. Numunelerin hazırlanması esnasında tamamının birbirine yakın kütleye sahip olmasına gayret edildi. Ölçümler aynı geometride alındı. Buradaki amaç kütle kalınlığını sabit tutarak meydana gelebilecek hataları minimize etmektir. Böylece Compton saçılmasındaki değişimin yalnızca açı değişimine bağlı olması sağlandı. Bu nedenle açı arttıkça yük merkezi değiştiğinden Compton saçılma tesir kesiti arttığından $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı da azalmaktadır. $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranı saf metaller için hem teorik hem de deneysel elde edilmiştir. İçelli and Erzeneoğlu'nun (2002), 55° 'de 59.54 keV'lik fotonlar ile uyarak Fe, Ni, Cu, Zn ve Nb metalleri için elde ettiği oranları sırasıyla 0.322, 0.504, 0.595, 0.652 ve 0.979 iken, bu çalışmada aynı saçılma açısında aynı metaller için elde edilen deneysel sonuçlar sırasıyla 0.322, 0.419, 0.473, 0.513, 0.592 ve 1.003 olarak bulunmuştur. Bu kıyaslama teorik sonuçlarla desteklenen deneysel sonuçların literatürdeki datalarla da uyumlu olduğunu gözler önüne sermektedir. Literatürde benzer kompozisyona sahip alaşımların $d\sigma_{\text{koherent}} / d\sigma_{\text{Compton}}$ oranının saçılma açısına bağlı değişimini inceleyen çalışma bulunmadığı için kıyaslanamamıştır. Bu tez çalışmasından elde edilen dataların, kullanılan alaşımların farklılığı ve çalışılan saçılma açısı aralığının genişliği sebebiyle literatüre büyük bir katkı sağlayacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

- Abramov, V. N., Kunznetsov, A. I., 1978. Fiz. Tverd. Tela ~Leningrad!, 20, 689.
- Acharya VB., Singh, B. and Ghumman 1981. Compton Scattering of 145 keV Gamma Rays by K-Shell Electrons of Silver. Phys. Scripta 23: 21-23.
- Akca, B. and Erzeneoglu, S.Z., 2016. The determination of molecular scattering differential cross sections for compounds of some essential elements at 3.38 Å⁻¹ photon momentum transfer. Can. J. Phys., **94** (5), 497.
- Akkuş, T., Dal, MP., Şahin Y., 2015. Polar and azimuthal angular dependence of coherent to incoherent Scattering differential cross-section ratios of Au at 59.54keV Radiation Physics and Chemistry, 117, 167– 171.
- Akkuş, T., Ugurlu, M., Demir, L., 2019. Variation of coherent to Compton scattering differential cross-section ratios of some lanthanides with the external magnetic field at 59.54 keV. Results in Physics, 13, 102265.
- Akkuş, T., 2020. Measurement of coherent to Compton scattering differential cross-section ratios of cadmium at different momentum transfer factors. Canadian Journal of Physics, 98 (1), 102-106.
- Akyüz, İ., 2005. CdO Filmlerinin Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Al Katkılama ve Tavlama İşlemlerinin Etkileri, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Arber, J. M., Urch, D. S., and West, N. G., 1988. Determination of chromium oxidation state by X-ray fluorescence spectrometry: application to chromium (VI) and chromium (III) determination in occupational hygiene samples. Analyst, 113(5), 779-782.
- Arndt, U. W., Coates W.A. and Crathorn, A. R., 1954. A Gas-Flow X-Ray Diffraction Counter. Proceedings of the Physical Society, 67B, 357.
- Ates, T., 2012. Metal Oksit Yarıiletken Malzemelerin Üretilmesi ve Kuartz Kristal Mikroterazi Nem Sensörlerinin Hazırlanması, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Bäacklin E., Z. 1925. Phys. 33, 547.
- Baydaş, E., and Öz, E., 2009. Chemical shifts of Cr K α and K β_1 , 3 lines by WDXRF spectrometry. X-Ray Spectrometry, 38(5), 394-398.
- Bergstrom, P.M., Pratt, R H., 1997. An overview of the theories used in Compton scattering calculations Radiat. Phys. Chem. 50 3–29.
- Bertin, E. P., 1975. Principles and Practice of X-Ray Spectrometric .Analysis. Plenum Press.Inc.,1079, London. UK.
- Bertin, E., 1975. Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis.
- Bianconi, A., Fritsch, G., Calas. and Periau, J., 1985. X-Ray-Absorption Near-Edge Structure of 3d Transition Elements in Tetrahedral Coordination: The Effect of Bond-Length Variation. Physical Review, 32B, 4292(R) – Published
- Bilgiç, P., 2012. Tavlama Sıcaklığının Nano Ölçekli Vanadyum oksit Filmlerin Optik ve Elektriksel Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bokhimi, X., Morales, A., Aguilar, M., Toledo-Antonio, J.A., Pedraza, F., 2001. Order in titania polymorphs. International Journal of Hydrogen Energy, 12, 1279, 26.
- Brunner, G., Nagel, M., Hartman, E. and Arndt, E., 1982. Chemical Sensitivity of the K β /K α X-ray Intensity Ratio for 3d Elements. At. Mol. Opt. Phys. , 15, 4517-4522.

- Catal, N., Ertugrul, M., Ozdemir., Y., 2016. Investigation of coherent to incoherent scattering cross section ratios of some foil metals depending on the temperature. J. Phys. Conf. Ser., **707** (1), 012007.
- Cele, M.H., 2009. Synthesis of VO₂ Nanostructures for Infrared Modulation Applications. Yüksek Lisans Tezi, University of Zululand, Faculty of Science and Agriculture, Department of Physics & Engineering. Chemical Effects on L Shell Fluorescence Yields Ba, La and Ce Compounds. Comparison with Theory, 20, 927.
- Coster, D., 1924. Z. Phys. 25, 83.
- Demirci, A.H., 2004. “Malzeme Bilgisi ve Malzeme Muayenesi”. Alfa Basım Yayım, İstanbul. 314syf.
- Durmuş,O., 2011. Vanadyum Oksit İnce Filmlerinin Sol-Jel Yöntemi ile Hazırlanması ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erzeneoglu, SZ., Kurucu, Y., Sahin, Y., 1998. Incoherent Scattering of 59.5 keV Gamma rays by Fe, Zn and Nb. Phys. Scripta, 57: 503-505. Gamma Rays Physics Research International Volume, Article ID 594767, 4.
- Gautier, M., 1990. In Proceedings of the Symposium on the Electronic Properties of Seramics, Ninety-second Annual Conference of the American Ceramic Society, Dallas, Texas.
- Gohshi, Y. and Ohtsuka, A., 1973. The application of chemical effects in high resolution X-ray spectrometry. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy, 28(5), 179-188.
- Gouda, E.S., 2014. Classifications, Characterization and Applications of Metallic Alloys. International Journal of Physics and Astronomy, Vol. 2, No. 2, pp. 15-49.
- Gümüş, E., 2011. Cr, Fe, Cu ve Zn Geçiş Elementlerin Oluşturduğu Bazı Bileşiklerin K Kabuğu Floresans Parametreleri Üzerine Kimyasal Etki. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Hubbell J.H., Trehan, P.N., Singh N., Chand B., Mehta D., Garg M.L., Garg R.R., Singh S., Puri S., 1994. A Review, Bibliography and tabulation of K, L and higer atomic shell X-ray fluorescence yields. Journal of Physical and Chemical Reference Data, 23, (2), 339–364.
- Hubbell, J H. and Gimm, H A., 1980. Pair, triplet, and total atomic cross sections (and mass attenuation coefficients) for 1 MeV–100 GeV photons in elements Z = 1 to 100 J. Phys. Chem. Ref. Data 9 1023–147.
- Iwanowsk, R.J., Ławniczak-Jabłońska, K., 1997. Chemical shifts at K-absorption edges of transition metals admixed to ZnS and ZnSe. Acta Physica Polonica A, Vol. 91, No. 4.
- İcelli, O., Erzeneoglu, S., 2002. Experimental study on ratios of coherent scattering to Compton scattering for elements with atomic numbers 26 Z 82 in 59.5ke V for 55° and 115°. Spectrochim. Acta Part B57, 1317–1323
- Jenkins, R., Manne, R., Robin, R. ve Senemaud, C., 1991. Nomenclature, Symbols, Units and Their Usage in Spectrochemical Analysis, Nomenclature System for X-ray Spectroscopy. X-Ray Spect., 20, 149.
- Joseph, D., 2015. Chemical Shift Studies of 3d Elements Mn, Cr and Cu K-edges by X-ray Absorption Spectroscopy (XAS) with INDUS-2 Synchrotron Radiation at RRCAT, Indore, India. Physics Journal, Vol. 1, No. 3, 2015, pp. 200-203.
- Kamalisarvestani, M., Saidur, R., Mekhilef, S., Javadi, F.S., (2013). Performance, materials and coating technologies of thermochromic thin films on smart Windows. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 26,353-364.
- Kaya, M., 2015. Compton Saçılmasına Kimyasal Etkinin Katkısının İncelenmesi.Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Khandelwal, B.L., 2007. Inorganic Chemistry Chemistry of Transition Elements. Disha Institute of Management and Technology Satya Vihar, Narhada-Chandakhuri Marg, Tehsil Arang Raipur – 492 101.
- Kiri, P., Hyett, G., Binions, R., 2010. Solid State Thermochromic Materials, Advanced Materials Letters, 1(2),86-105.

- Klein, O., Nishina, Y., 1929. Über die streuung von strahlung dureh freie elektronen nack der neuen relativistischen quanten dynamik Von Dirac .Z.Phys. 52, 583.
- Kondawar V. K., Mande, C. J., 1976. Phys. C : Solid State Phys., 9, 1351.
- Konishi, T., Kawai, J., Fujisawa, M., Kurisaki, T., Wakita, H., Gohshi, Y., 1999. Chemical shift and lineshape of high-resolution Ni Xray fluorescence spectra. X-Ray Spectrom, 28, 470-477.
- Kunzl, V., 1932. Collections Czech. Commun., 4, 213
- Kurucu, Y., Erzeneoglu, S., Durak, R., Sahin, Y., 1998. Measurement of Compton and coherent scattering differential cross sections. Turk. J. Phys. 22, 783–788.
- Kurucu, Y., 2005. Incoherent scattering cross-sections for elements with $23 \leq Z \leq 51$ at 59.5 keV photon energy Article in Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena 142(1):39-43 · 2005
- Kushwaha, M. S., Shrivastava, B.D. and Dubey, V.S., 1975. L absorption spectra of 57La to 63Eu in their oxides. Journal of Physics F. Metal Physics, 5, 597.
- Leonhardt, G. and Meisel A., 1970. J. Chem. Phys., 52, 6189.
- Leonhardt, G., Meisel, A., 1970. Determination of Effective Atomic Charges from the Chemical Shifts of X-Ray Emission Lines. The Journal of Chemical Physics, 52(12), 6189-6198.
- Li, F., Liu, Z., Sun, T. 2016. *Food Chem* : 210, 435-441.
- Lindh, A. and Lundquist O., (1924). Ark. Mat. Astr. o. Fys. 18, 34.
- Manescu, I. and Acad C.R., (1947). Sei. Paris 225, 537.
- Marashdeh, M.W., 2018. Effect of the LEGe detector collimators on K-series peaks and Compton scattering in XRF analysis using gamma rays. Heliyon 4 () e00724.
- Mukoyama, T., Taniguchi, K. and Adachi, H., 1986. Chemical Effect on K β /K α X-ray Intensity Ratios, Physical Review B, 34, 3710-3716.
- Nag, J., Haglund Jr., R., F. 2008. Synthesis of vanadium dioxide thin films and nanoparticles. Journal of Physics, 20, 26-4016.
- Nigara, Y., 1968. Measurement of the Optical Constants of Yttrium Oxide. J. Appl. Phys. 7, 404.
- Özdemir, M.C., 2014. Termokromik Özellik Gösteren Vanadyum Oksit Esaslı İnce Film Kaplamaların Sol - Jel Yöntemi İle Hazırlanması ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, Y., Kavaz, E., Ahmadi, N., Ertuğrul, M., and Ekinci, N., 2016. Investigation of K X-ray intensity ratios of some 4d transition metals depending on the temperature. Applied Radiation and Isotopes, 115, 147-154.
- Pauling, L., 1929. Phys. Rev. 34 956.
- Perişanoğlu, U., 2018. Geçiş metalli nano ferrit alaşımlar için K X-ışını şiddet oranı üzerine kimyasal etkilerin incelenmesi ve bu alaşımların radyasyon soğurma kabiliyetlerinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Rao, D.V. and Rao, V.V., 1991. Differential incoherent scattering cross-section in some rare earth elements at low photon energies. Phys. Scr. **44** (5), 495.
- Rao, D.V., Cesareo, R. and Gigante, G.E., 1996. A new method to estimate elastic scattering cross sections in the X-ray region and the associated anomalous dispersion. Appl. Radiat. Isot. **47** (2), 219.
- Richthofen, V., Domnick, A., Cremer, R., 1996. Preparation of cuprite (Cu₂O), paramelaconite and tenorite with magnetron sputtering ion plating: characterization by EPMA, XRD, HEED and SEM, Fresenius Anal. Chem.
- Sapre, V. B. and Mande, C., 1972. J. Phys., C5, 79.
- Sarode, P.R. and Cheral, A.R., 1977. An EXAFS study of amorphous selenium. Journal of Physics F. Metal Physics, 7, 745.

- Scofield, J.H., 1973. Theoretical photoionization cross-section from 1-1500 keV. Lawrence Livermore Laboratory Report No. UCRL-51326.
- Shahi, JS., Kumar, A., Mehta, D., Puri Sanjiv, Garg, ML., Singh, N., 2001. Inelastic Scattering of 59.5 KeV photons by elements with $13 \leq Z \leq 82$. Nucl. Inst. and Meth. In Phys. Res. B., 179: 15-23.
- Shivananda, A.H. and Gopal, S., 1984. Differential incoherent scattering cross sections of 661.6 keV gamma rays. J. Phys. B: At. Mol. Phys. **17** (21), 4343.
- Simsek, O. and Ertugrul, M., 2004. Angular dependence of coherent to incoherent scattering differential cross-section ratios for Zr, Nb and Mo elements. Rad. Meas. 38,271–276.
- Singh, M.P., Sandhu, B.S., Singh,B., 2007. Measurement of the effective atomic number of composite materials using Rayleigh to Compton scattering of 279 keV gamma rays. Phys.Scr. 76, 281–286.
- Singh, M.P.,Sharma,A.,Singh,B. and Sandhu, B.S., 2012. Experimental measurement of coherent to incoherent cross-section ratio of elements in the range 6 Z for 59.54 keV gamma photons. Indian J.PureAppl.Phys.50, 490–493.
- Singh, M.P., Sharma, A., Singh,B., Sandhu, B.S., 2013. An experimental study on cross-section ratio of coherent to in coherent scattering for 145 keV incident gamma photons. Rad. Meas.59, 30–36.
- Singh, V. B. and Agarwal, B. K., 1974. A rule for chemical shifts of X-ray absorption edges. J. Phys. Chem. Solids, 35, 485.
- Singh, V.K., Chetal, A.R., Sarode, P.R., 1995. Chemical Shift of X-ray K-absorption edge of Ni in some of its compounds and its correlation with partial charge. ACTAPHYSICA POLONICA A, Vol. 87, No. 6.
- Söğüt, Ö., Baydaş, E., Büyükkasap, E., Şahin, Y. and Küçükönder, A., 2002. Journal of Radionalytical and Nuclear Chemistry, 251(1), 119-122.
- Srivastava, U.C., 1972. Chemical shift in X-ray Absorbtion Edges and Effective Nuclear Charge. Nuova Cimento, Vol 11 B, N.1.
- Sumbaev, O.I., 1970. Soviet Physics, The Effect of the Chemical Shift of the X-ray $K\alpha$ Lines in Heavy Atoms. Systemization of the Experimental Data and Comparison with Theory, 20, 927.
- Şahin, Y., 1999. Çekirdek Fiziginin Esasları. Çeviri, Atatürk Üniversitesi Yayınları,Erzurum, 340 s.
- Tomiki, T., Tamashiro, J., Tanahara, Y., Yamada, A., Fukutani, H., Miyahara, T., Kato, H., Shin, S., Ishigame, M., 1986. Optical spectra of Y2O3 single crystals in VUV. J Phys Soc Jpn55:4543–4549.
- Uğurlu, M., 2013. Bazı geçiş metal alaşımlarında farklı Co konsantrasyonuna göre valens elektron yoğunluğunun değişiminin hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Van Grieken, R.E, Markowicz, A.A., 1992. Handbook of x-ray spectrometry.
- Van Grieken, R.E. and Markowicz, A. A., 2001. *Handbook of X-ray Spectrometry*; Marcel Dekker: New York, NY, USA.
- Vinaykumar, L., Umesh T. K., 2014. Coherent and Incoherent Scattering Cross Sections of Some Lead and Sodium Compounds at Angles below 10° for 241Am .Gamma Rays Physics Research International Volume, Article ID 594767, 4 pages.
- Wenzel, G., 1922. Naturwiss 10, 464.
- Yakuphanoglu, F., 2012. Semiconducting and quartz microbalance (QCM) humidity sensor properties of TiO2 by sol gel calcination method. Solid State Sciences, 14, 673–676.
- Yalcin, P., Ekinci N., Kurucu, Y., 2002. Incoherent scattering of Am-241 gamma photons. Spectrochim Acta Part B, **57** (4), 791.
- Yalçın, P., Kurucu Y., Sahin Y., 2002. Incoherent scattering functions for some elements with $23 \leq Z \leq 81$. X-Ray Spectrom. **31**, 100.

- Yavuz, S., 2011. Dış Elektrik Alanın Bazı Yarı İletkenlerin Kütle Soğurma Katsayısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Yılmaz, D., Şimşek, Ü., Akkus,T., Şahin, Y., 2017. Determination of coherent to Compton scattering differential cross section ratios of some inorganic materials with EDXRF. Can. J. Phys., **95** (4), 407.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Eren URTEKİN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Süleyman Demirel Lisesi (2003)
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen – Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü (2007)
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens, Fizik Anabilim Dalı, Atom ve Molekül Fiziği Bilim Dalı (2014)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens, Fizik Anabilim Dalı, Atom ve Molekül Fiziği Bilim Dalı
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Almanca:	-
Rusça:	-
Diğer	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	