



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Cr_xNi_{1-x} VE Cr_xAl_{1-x} ALAŞIMLARINDA
K SEVİYESİNİN, K α ₁ VE K α ₂ X-IŞINI
ÇİZGİLERİNİN DOĞAL GENİŞLİKLERİNİN
HESAPLANMASI**

AHMET TANRIKULU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ FİZİK ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2019

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**Cr_xNi_{1-x} VE Cr_xAl_{1-x} ALAŞIMLARINDA
K SEVİYESİNİN, K α_1 VE K α_2 X-IŞINI
ÇİZGİLERİNİN DOĞAL GENİŞLİKLERİNİN
HESAPLANMASI**

AHMET TANRIKULU

**Bu Tez,
Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
Derecesi İçin Hazırlanmıştır.**

KAHRAMANMARAŞ 2019

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Ahmet TANRIKULU** tarafından hazırlanan “**Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} Alaşımlarında K Seviyesinin, K α_1 ve K α_2 X-Işını Çizgilerinin Doğal Genişliklerinin Hesaplanması**” adlı bu tez, jürimiz tarafından 02/07/2019 tarihinde oy birliği ile Fizik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ömer SÖĞÜT (DANIŞMAN)

Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Musa GÖĞEBAKAN

Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Süleyman KERLİ

Elbistan Mühendislik Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ahmet TANRIKULU



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, Şekil ve Fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Cr_xNi_{1-x} VE Cr_xAl_{1-x} ALAŞIMLARINDA K SEVİYESİNİN, K_{α1} VE K_{α2} X-IŞINI ÇİZGİLERİNİN DOĞAL GENİŞLİKLERİNİN HESAPLANMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

AHMET TANRIKULU

ÖZET

Bu araştırmada, Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında K seviyesinin, K_{α1} ve K_{α2} X-ışını çizgilerinin doğal genişliklerinin hesaplanması, K tabakası flüoresans verimleri kullanılarak XRF tekniği ile yapıldı. Cr_xNi_{1-x} alaşımında krom (Cr) ve nikel (Ni) konsantrasyonlarının artması ile K seviyesi doğal çizgi genişliği ile K_{α1} ve K_{α2} X-ışını çizgi genişlikleri (Γ_K , $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$) arttı. Ancak Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında Cr konsantrasyonunun artması ile (Γ_K , $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$) çizgi genişlikleri azaldı. Bu artma ve azalmalarının nedeninin X-ışını yayınlama ihtimalleri üzerine alaşım etkilerinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: XRF, X-ışını, çizgi genişliği, flüoresans verim, K kabuğu, alaşım etkisi.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, 2019

Danışman: Prof. Dr. Ömer SÖĞÜT

Sayfa sayısı: 49

**CALCULATION OF THE NATURAL WIDTH OF THE K LEVEL, $K\alpha_1$
AND $K\alpha_2$ X-RAY LINE IN Cr_xNi_{1-x} AND Cr_xAl_{1-x} ALLOYS**

(M.Sc. THESIS)

AHMET TANRIKULU

ABSTRACT

In this study, the natural width of the K level, $K\alpha_1$ and $K\alpha_2$ X-ray lines in Cr_xNi_{1-x} and Cr_xAl_{1-x} alloys were calculated by XRF technique using K shell fluorescence yields. The K level natural line width, $K\alpha_1$ and $K\alpha_2$ X-ray line widths (Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ and $\Gamma_{K\alpha_2}$) were increased with the increasing of chromium and nickel concentrations in Cr_xNi_{1-x} alloy. But, line widths (Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ and $\Gamma_{K\alpha_2}$) were decreased with the increasing of Cr concentration in Cr_xAl_{1-x} alloy. It is thought that the reason for these increases and decreases is due to alloying effects on X-ray emission possibilities.

Key Words: XRF, X-ray, line width, fluorescence yield, K shell, alloying effect.

**University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of physics, July / 2019**

Supervisor: Prof. Dr. Ömer SÖĞÜT

Page Numbers: 49

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmam süresince engin tecrübeleri ve bilimsel bilgeliği ile desteğini hiç bir zaman esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Ömer SÖĞÜT'e çok teşekkür ederim.

Her konuda olduğu gibi; bu çalışma süresince de sabırla yanımda duran vefakâr eőime, sevinç ve umut kaynağım olan, oğlum Yavuz Selim'e içtenlikle teşekkür ederim.

Tez süresince bana her konuda yardımını esirgemeyen değerli arkadaşım Mustafa Samed ERDİ' ye de teőekkürlerimi sunarım.

En Büyük Teőekkürü Beni bu yaşıma kadar yalnız bırakmayan eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek olan aileme armağan ederim.

AHMET TANRIKULU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Alaşım Nedir.....	2
1.2 Alaşımın Kullanım Alanları.....	4
1.3 K Seviyesi X-Işınları Üzerine Kimyasal Etkileri	5
X.4 Karakteristik X-ışını Yayınlanma İhtimali.....	5
1.5 X-ışınlarının Madde ile Etkileşim Teorisi	7
1.6 X-ışınlarının Madde ile Etkileşimi	10
1.7 X-Işını Flüoresans Teorisi	11
1.8. Çizgi Genişliğini Etkileyen Faktörler	13
1.9. Radyoizotop XRF	13
1.10. Mikroskopik XRF	14
1.11. Sayma İstatistiği.....	16
1.12. X-ışını Flüoresans Analizinde Hata Kaynakları	17
1.13. Gama Işınları.....	18
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	19
3.MATERYAL VE METOT	22
3.1. Γ_K , $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$ Çizgi Genişliklerinin Hesaplanması	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR.....	31

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Toplam X-ışını tesir-kesitine katkıda bulunan farklı işlemler için tesir-kesitlerin logaritmik çizimi.	11
Şekil 1.2. (a) Bir kaynak, (b) merkezi bir ve (c) ikincil radyoizotop kaynak ile uyarılmış X ışını flüoresans analizinin şematik görünümü	14
Şekil 1.3. μ -XRF'nin temel prensibi	15
Şekil 1.4. 14.4 ve 21 keV sinkrotron mikro ışınlar ve Si(Li) ya da HPGe dedektörleriyle NIST SRM 1577 sığır karaciğerinin ışınlanması ile bulunan bağıl LD değerleri	16
Şekil 4.1. Cr_xNi_{1-x} alaşımında K, $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişliklerinin Cr'nin alaşımındaki konsantrasyonuna göre değişimi	26
Şekil 4.2. Cr_xNi_{1-x} alaşımında K, $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişliklerinin Ni'nin alaşımındaki konsantrasyonuna göre değişimi	26
Şekil 4.3. Cr_xAl_{1-x} alaşımında K, $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişliklerinin Cr'nin alaşımındaki konsantrasyonuna göre değişimi	27



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. $\text{Cr}_x\text{Ni}_{1-x}$ alaşımında $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ve K seviyesi doğal çizgilerinin çizgi genişlikleri (eV olarak).....	25
Tablo 4.2. $\text{Cr}_x\text{Al}_{1-x}$ alaşımında $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ve K seviyesi doğal çizgilerinin çizgi genişlikleri (eV olarak).....	25



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. X ışını flüoresans analizinde hata kaynakları..... 17



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EDXRF	:Enerji Ayrımlı X-Işını Flüoresans
XRF	:X-Işını Flüoresans
WDXRF	:Dalga Ayrımlı X – Işını Flüoresans
KeV	:Kilo elektron Volt
MeV	:Milyon elektron Volt
Ti	:Titanyum
V	:Vanadyum
Cr	:Krom
Fe	:Demir
Co	:Kobalt
Ni	:Nikel
Cu	:Bakır
As	:Arsenik
Se	:Selenyum
Mo	:Molibden
Ag	:Gümüş
Cd	:Kadmiyum
Ba	:Baryum
La	:Lantan
Ce	:Seryum
µm	:Mikrometre
σ	:Toplam tesir kesiti
σ_c	:Compton saçılma tesir kesiti
σ_f	:Fotoelektrik oluşumu tesir kesiti
σ_p	:Çift oluşum tesir kesiti
µ/ρ	:Kütle soğurma katsayısı
γ	:Gama
Å	:Angstrom
CT	:Bilgisayarlı tomografi
amu	:Atomik kütle birimi (Atomic massunit)
Bq	:Becquerel (Radyasyon birimi)
α	:Alfa
β	:Beta

1. GİRİŞ

Bir nükleer enerji seviyesinin birçok özelliği, elektromanyetik rezonans flüoresans işlemle ve seviyenin uyarılması ile incelenebilir. Elektromanyetik radyasyonla nükleer seviyeleri uyararak için bir takım teknikler geliştirilmiştir; en yeni ve nispeten hala kullanılmamış olanlardan biri çalışılacak çekirdeği uyararak için tamamen tek enerjili nötron yakalama γ -ışınlarını kullanmaktır. Nötron yakalama γ -ışınlarının kullanımı, seviye yoğunluğunun yüksek olduğu ve iyi enerji çözünürlüğünün gerekli olduğu yerlerde, nötron eşliğinin hemen altındaki uyarma enerjilerinde ağır çekirdeklerdeki enerji seviyelerinin özelliklerinin çalışılmasını mümkün kılar.

K ve L X-ışını çizgi genişlikleri genellikle flüoresans verimler kullanılarak hesaplanmaktadır. Bununla birlikte, birçok pratik problemin çözülmesinde atomik flüoresans verimin doğru bilinmesi gereklidir. Örneğin, radyoizotopların standardizasyonu için bazı önemli yöntemler, ışımaz geçişlerin neden olabileceği etkilerin değerlendirilmesine bağlıdır. Aynı şey birçok radyasyon tespit cihazının tasarımı için de geçerlidir. X-ışını flüoresans radyasyonuna dayanan analitik yöntemler, tahribatsız deneme, tıbbi araştırma, eser element analizi ve jeolojik keşif için numunelerin yerinde analizi gibi birçok alanda geniş pratik uygulama bulmuştur. Tıbbi araştırmalarda, biyolojik olarak önemli moleküllerde ağır elementler için numunelerin X-ışını flüoresans analizi çok kullanışlı bir yöntem haline getirilmiştir. Foto aktarım süreçlerinde flüoresans verimlerinin önemi iyi bilinmektedir. γ -ışını taşınmasını tarif eden Boltzmann denklemi formüle edildiğinde, ikincil radyasyon işlemlerine bağlı doz artım faktörlerini doğru olarak tahmin etmek için flüoresans verimlerinin katkısını açıklayan bir terim dâhil edilmelidir. Bu terim, gelen radyasyonun birçok ortalama serbest yolu geçtiği ortamda, bir noktada doz oranının doğru hesaplanmasının gerçekleştirilmesinde özellikle önemlidir. Bu gibi durumlarda dozun büyük bir kısmı ikincil flüoresans radyasyonuna bağlı olabilir. Çeşitli mühendislik uygulamaları için minimum ağırlık dereceli veya kümelenmiş zırhların tasarımı, aynı zamanda kritik derecede doğru flüoresans verimlerine de bağlıdır.

XRF, bazen kaplama ve tabakaların, kalınlık ve bileşimlerini tespit etmek için de kullanılabilir. XRF metodu, hassas, doğru ve hızlıdır. Bu metotta numuneler tahrip olmaz ve ölçümler için genellikle çok az bir miktarda numune hazırlanmasını gerektirir. XRF tekniği maden bilimi ve jeoloji, atık mineralleri ve suyun çevresel analizleri, eczacılık, metal, çimento, polimer ile birlikte gıda endüstrisi ve plastiği kapsayan geniş bir uygulama alanını kapsar. XRF analizlerinin yeniden üretilebilirliği ve kesinliği çok yüksektir. İyi

tanımlanmış standartlar kullanıldığında çok doğru sonuçların alınması mümkündür ancak uygulamalar için özel standartlar kullanılmalıdır. XRF tekniğinde, ölçüm aralığını saniyeler ile 30 dakika arasında değişmesine rağmen istenilen doğrulukta belirlenmiş olan elementlerin atom numarasına bağlıdır (Brouwer, 2003). X-ışını flüoresans spektrometre sistemleri enerji ayırmalı (EDXRF) ve dalga ayırmalı (WDXRF) olmak üzere iki ana gruba ayrılır. EDXRF sisteminde sodyumdan uranyuma kadar olan elementler incelenebilir. WDXRF sisteminde ise bu aralık daha geniştir ve Be'den U'a kadar olan elementler incelenebilir. Konsantrasyon aralığı ppm seviyelerinden %100 arasındadır. Bu durum genellikle yüksek atom numarasına sahip elementlerin, daha hafif elementlerden daha iyi sayma limitlerine sahip olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında K seviyesinin, $K_{\alpha 1}$ ve $K_{\alpha 2}$ X-ışını çizgilerinin doğal genişliklerinin hesaplanması, XRF tekniği ile K tabakası flüoresans verimleri kullanılarak yapıldı. Cr_xNi_{1-x} alaşımında krom (Cr) ve nikel (Ni) konsantrasyonlarının artması ile K seviyesi doğal çizgi genişliği, $K_{\alpha 1}$ ve $K_{\alpha 2}$ X-ışını çizgi genişlikleri de (Γ_K , $\Gamma_{K_{\alpha 1}}$ ve $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$) arttı. Ancak Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında Cr konsantrasyonunun artması ile (Γ_K , $\Gamma_{K_{\alpha 1}}$ ve $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$) çizgi genişlikleri azaldı.

1.1 Alaşım Nedir

İki veya daha fazla metalin ya da karbon gibi bir ametal ile metalin birleştirilmesi sonucu elde edilen maddelere alaşım adı verilir. Herhangi bir alaşım, kendisini oluşturan tüm metallere farklı özellikler taşır. Doğada bulunan maddelerin birçoğunda, atomlar birbirine sıkıca bağlanmış ve molekül dediğimiz birimler halinde gruplaşmıştır. Bu konuda önemli bir ayrıntı, tüm kimyasal elementlerde olduğu gibi metallere içinde de atomların molekül halinde gruplaşmadıklarıdır.

Elementlerin alaşım oluşturabilmesi için, atomların tek tek bir ölçüye göre gruplaşması gerekir. Bazı atomların bir bölümü bu gruplaşmaya katılırken, bazılarında tüm atomlar katılmaktadır. Mesela pirinçte bütün çinko ve bakır atomları bir araya gelir ve moleküller halinde gruplaşırlar. Çelikte ise demir atomları ve karbon atomlarının bir bölümü birleşerek, demir karbür molekülleri oluşturur. Doğada çok sayıda alaşım bulunmaktadır.

Bunların en önemlileri ise şu gruplar içinde sınıflandırılır;

Alüminyum Alaşımları: Çok hafif olduklarından dolayı, demir ve kara yolu araçlarının yapımında kullanılırlar. Alüminyumla birlikte az miktarda manganez, magnezyum ve

bakırla birleştirilmiş silisyum içeren Alüminyum alaşımının dayanıklılığı yumuşak çeliğe yakın olsa da, ağırlığı onun sadece üçte biri kadardır. Çelik gibi işleminden geçirilirse, dayanıklılık veya sertlik derecesi arttırılabilir. Alüminyum-lityum alaşımı alüminyumdan daha dayanıklı ve daha hafiftir. Bu alaşımlar ise uzay araçlarının yapımında kullanılmaktadır.

Nikel Alaşımları: Nikel, bakır alaşımlarına ya da çeliğe katıldığında, ortaya önemli özellikler çıkartan bir alaşım metalidir. Bunun dışında, bazı alaşımların esas bileşeni olarak metalürjide de önemi fazladır. En kötü çevre koşullarında parlaklığını kaybetmeyen Monel, %28 bakır ve %5 başka metallerle katılan değerli bir nikel alaşımıdır.

Nikel Soy metal alaşımlara ilave edildiğinde, alaşımların mekanik özelliklerinde olumlu etkilere neden olur. Altın alaşımlarına düşük konsantrasyonda nikel ilavesi, alaşımın beyazlığını ve sertliğini arttırır. Ni-Cr-Co alaşımları % 81 oranında nikel içerebilirler. Nikel içeren soy olmayan temel metal alaşımlarının diş hekimliğinde yaygın kullanımı ile alerjik reaksiyonların sıklığına dikkat edilmelidir. Metal Katılma Oranı(%) Özellikler Berilyum 1-2 dökülebilirlik, çekilebilirlik ve iletkenliği arttırır, birleşme sıcaklığını düşürerek alaşım elementlerini bir arada tutar Demir 0,2-2,5 sertlik verir, porselen bağlantısı için oksit oluşturur İndiyum 0,2-1 sertlik verir, porselen bağlantısı için oksit oluşturur. Kalay 0,2-1 sertlik verir, porselen bağlantısı için oksit oluşturur. Manganez 0,5-6 korozyon direnci sağlar, sertlik verir, acıcılığı ve dökülebilirliği arttırır. Silisyum 0,5-3,5 dökülebilirliği ve iletkenliği arttırır, sertlik verir, porselen bağlantısı için oksit oluşturur. Alüminyum 1,1-6 sertlik verir. Titanyum 0,02-1 Sertlik verir, oksit tabakası oluşturur. Boron 0,5 Ergime aralığını genişletir, korozyona direnç sağlar, sertlik verir. Molibden 2-12 termal genleşme katsayısını kontrol eder, korozyon direncini arttırır, oksit oluşturur. Tunsten 6-7 termal genleşme katsayısını kontrol eder, korozyon direncini arttırır. İridyum 0-15 korozyon direnci ve elastikiyet katsayısını arttırır. Karbon 0,05-0,4 dayanıklılık, sertlik ve iletkenlik sağlar 4 çekmiş, biyouyumlulukları konusunda sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Kansu, 1991; Craig ve Powers, 2002). İnsanda akciğer, böbrek, karaciğer ve bağırsak dokularında değişik konsantrasyonlarda nikel elementi bulunur. Yaş ilerledikçe akciğerlerdeki nikel oranı artar. Normal idrar konsantrasyonu yaklaşık 2.3 mg / 100 ml'dir. İnsan tükürüğündeki nikel miktarı 0.8 - 4.5 mg / 100 ml arasında değişirken, yapılan doku kültürü araştırmalarında, insan gingivasındaki fibroblastlar için toksik miktarın 0.25 mg / 100 ml olduğu bildirilmiştir (Kansu, 1991; Özen, 2001). Nikel içerikli alaşımların korozyon oranı yüksektir. Ağız boşluğunda oluşan korozyon ürünleri dokular tarafından tutulup hedef organlara taşınır. Bu, özellikle nikel duyarlı hastalarda, vücudun

çeşitli yerlerinde yayılma reaksiyonu şeklinde kendini gösterir (Kansu, 1991). Genel popülasyonda nikel aşırı duyarlılık insidansı kayda değer oranda yüksek bulunmuştur (% 28,5). Kadınlarda bu insidans erkeklere oranla on misli fazladır (Kansu, 1991). Nikel dermatitisi ellerde oluşan, parmaklara, bileklere ve ön kola yayılabilen, kaşıntı ve yanma hissi ile beraber seyreden papiller eritemlerle karakterize bir deri hastalığıdır (Suzuki, 1995). Genellikle nikel alerjisi semptomları, metale temas eden vücudun bir bölgesinde egzamatöz reaksiyon ile başlar (Kansu, 1991). Nikele duyarlılık gelişmesine etki edebilen nonspesifik etkenler mekanik irritasyon, deri iltihabı, nikel temas etme şiddeti ve sürekliliği, deri ıslısının artması ve nem gibi çevresel faktörlerdir. Nikel içerikli alaşımlara duyarlılık reaksiyonları, vücut salgılarının fazla olduğu sıcak ve nemli bölgelerde ortaya çıkar. Isı artışı ile oluşan ter içindeki klorit, alaşım içindeki nikeli iyonize eder. Korozyona uğrayan nikel tuzları, dokudaki taşıyıcı molekül ile birleşerek 5 antijenik özellikler kazanır ve deride duyarlılık reaksiyonlarına neden olurlar (Kansu, 1991).

Değerli Metal Alaşımları: Bu metallere örnek olarak platin, altın ve gümüş gösterilebilir. Doğada az olarak bulduklarından dolayı bu adı almışlardır. Alaşımları dayanıklı ve serttir. Bu nedenle kuyumculuk sektöründe altın-gümüşün bakırlı alaşımları kullanılmaktadır (Anonim 2019a).

1.2 Alaşımın Kullanım Alanları

Pirinç: Bakır ve çinko metallere oluşur. Dişliler, pervane kanatları, buhar borularının bağlantı parçaları, valfler, vidalar ve başka pek çok makine parçası genellikle pirinçten yapılır. Pirinç çok iyi parlatılabilir ve bu nedenle de çaydanlık, tepsi, lamba, şamdan gibi bezemeli eşya yapımında kullanılır.

Beyaz Altın: Altın ve Nikel (mücevher yapımında kullanılır.)

Çelik: Demir ve Karbon (çelik ve zincir yapımında kullanılır.)

Duralumın: Alüminyum, Bakır ve Magnezyum Duralümin uçak, otomobil, gemi sanayinde, ayrıca fotoğrafçılık, spor malzemeleri, ev eşyaları ve kimya sanayi gibi birçok alanda kullanılır.

Amalgam: Cıva, Kalay, Bakır, Gümüş ve Altın Diş hekimliğinde dolgu maddesi olarak kullanılır. Yine kalay amalgamı eskiden ayna yapımında kullanılırdı. Metalürjide, çeşitli metaller amalgam yapılarak ayrılır. Kimyasal reaksiyonlarda amalgam, katalizör olarak kullanılır.

Lehim: Kalay, Antimon (En yaygın lehimleme uygulaması baskı devrelerdeki (PCB) elektronik bileşenlerin montajıdır. Sıhhi tesisat sistemlerindeki bakır boruların bağlanmasında da lehim kullanılır. Konserve tenekeleri gibi sac metallerdeki bağlantılar, çatı izolasyonu ve yağmur dereleme olukları ve araba radyatörleri de geçmişte geleneksel olarak lehimlendiği gibi günümüzde de kısmen lehimlenmektedir. Mücevher parçalarının bağlanması ve tamirinde, küçük mekanik parçaların tutturulmasında da genellikle lehim kullanılır. Cam vitray yapımı da bir başka uygulama alanıdır (Anonim 2019b).

1.3 K Seviyesi X-Işınları Üzerine Kimyasal Etkileri

Kimyasal etki, maddenin kimyasal durumuna bağlı olarak, analizi yapılacak olan numunenin X-ışını çizgisinin enerjisinde ve X-ışını şiddetinin mutlak ve göreceli şiddetlerinde bazı değişiklikler meydana getirir. Kimyasal etki, her ana grup elementi için değişiklik gösterir. Daha çok kimyasal etki 3d ana grup elementlerinde izlenmiştir (Tamaki ve ark., 1975; Rao ve ark., 1986). Kimyasal etki kısmen doldurulmuş değerlik yörüngeleri (Rao ve ark., 1986) ve eşlenmemiş d elektronlarının sayısı ile alakalıdır.

1s kabuğundaki elektronların uyarılmasıyla, $3p \rightarrow 1s$ geçişi sırasında ek bir potansiyel meydana gelir. Taşınan elektronlarla bu ek potansiyel perdelenir. Perdeleme etkisi, Fermi seviyesinde 3d elektronların sayısına kuvvetlice bağlıdır. Dolayısıyla geçiş ihtimallerine bu elektronların önemli katkıları vardır.

$K\beta_{1,3}$ piki $3p \rightarrow 1s$ geçişimde oluşur. İç tabaka orbitallerinden oluşan bu $K\beta_{1,3}$ pikinin sol tarafında, değerliğin azalmasıyla artan $K\beta$ ' düşük enerjili satellitelerin varlığı gözlemlenmiştir (Küçükönder, 1992). Eşleşmeyen 3d elektronların yokluğunda $K\beta$ piki ortaya çıkmamıştır.

Eşleşmeyen 3d elektronlarının sayısının artmasıyla $K\beta$ ' göreceli şiddeti artmaktadır. $K\beta/K\alpha$ şiddet oranları üzerine alaşım etkisi, 3d grubu elementlerin değerlik elektronlarıyla ilişkilidir (Bhuinya ve ark., 1993). Alaşımı meydana getiren elementlerin elektronegatifliğine göre, 3d yörüngeler arasında elektron geçişi olur. Bu geçişler, elementlerin değerlik elektronlarının sayısını değiştirir. $K\beta$ 'ların yayılma olasılığı değerlik elektronların sayısı ile ilişkili olduğundan K seviyesi X-ışını çizgi genişliklerinde bir değişim meydana gelir.

X.4 Karakteristik X-ışını Yayılma İhtimali

X-ışını spektroskopisinde, elementlere ait karakteristik X-ışını şiddet oranlarının değerleri hakkında deneysel ve teorik olarak geniş bir şekilde çalışma yapılmıştır (Hansen

ve ark., 1970; Ceolho ve ark., 1989; Scolfield ve ark., 1974; Nelson ve ark., 1970; Salem ve ark., 1974). Yapılan bu çalışmaların çoğunda, elementin farklı kimyasal bileşikleri için bulunan değerler, serbest atomlara ait teorik değerlerle karşılaştırılmalı olarak verilmiş ve kimyasal etkiler dikkate alınmamıştır. Karakteristik X- ışını şiddet oranları, değerlik durumundaki elektronların bağ ve atomların uzaydaki dizilişleri, düzenlenmelerine göre, elementin kimyasal durumundan etkilenmektedir (Brunner ve ark., 1982; Chang ve ark., 1993).

Bazı araştırmacılar (Kiss ve ark., 1980), $K\beta/K\alpha$ karakteristik X- ışını şiddet oranını, herhangi bir kural izlemeden açıklarken, bazı araştırmacılarda (Chang ve ark., 1993; Küçükönder ve ark., 1993) $K\beta/K\alpha$ karakteristik X-ışını şiddet oranının, X- ışını yayımlayıcı atomun oksidasyon sayısına bağlı olduğunu bulmuşlardır.

Karakteristik X- ışını enerjisinde ve karakteristik X-ışını yayımlama ihtimallerinde kimyasal etkiler tam olarak açıklanamamaktadır (Raghavaiah ve ark., 1992). Bu nedenle elementlerin karakteristik X-ışını üzerindeki kimyasal etkileri, karakteristik X-ışını şiddet oranının değişimine göre sonuçlandırılmaktadır (Brunner ve ark., 1982). 3d grubu elementleri için kimyasal etkiler, bileşiklerin durumlarındaki kimyasal bağ ve değerlik elektronlarının dağılımına göre değerlendirilmektedir (Chang ve ark., 1993; Raghavaiah ve ark., 1992).

Karakteristik X-ışını şiddet oranlarını deneysel olarak çalışan araştırmacılar, numuneleri uyarmak için çeşitli yöntemler kullanmışlardır. Numuneler gama(γ) ışınlarıyla (Ceolho ve ark., 1989; Dhal ve ark., 1994; Casnati ve ark., 1985; Erdoğan ve ark., 1991; Garg ve ark., 1984; Rao ve ark., 1986), Alfa(α) parçacıklarıyla (Li ve ark., 1974), X-ışını tüpüyle (McCracy ve ark., 1973; Slivinsky ve ark., 1972; Slivinsky ve ark., 1969; Ebert ve ark., 1969), elektronlarla (Mistry ve ark., 1971), protonla (Kamal ve ark., 1980), ve ağır iyonlarla (Li ve ark., 1974) bombardıman edilerek karakteristik X-ışını şiddet oranları hesaplanmıştır. Bunlardan başka elektron yakalanması sonucu yayımlanan K tabakasına ait X-ışını şiddet oranları da araştırılmıştır (Büyükkasap ve ark., 1994; Paic ve ark., 1976; Arndt ve ark., 1982). M.I Marques (Marques ve ark., 1980), karakteristik X-ışını şiddet oranlarının uyarma metodlarına bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir. Ayrıca şiddet oranları üzerine ışımali Auger etkisi (Lepy ve ark., 1994), matris etkisi (Yamoto ve ark., 1985) ve kalın numunelerin elemental analizinde şiddet oranlarının kullanılması (Tattari ve ark., 1987) gibi çalışmalar da bulunmaktadır.

3d elementlerinin karakteristik X-ışınlarıyla ilgili çeşitli çalışmalar söz konusudur(Kawai, J., 1994). Brunner ve arkadaşları(Brunner ve ark., 1982), $K\beta/K\alpha$ X-ışını şiddet oranları üzerine kimyasal etkiyi çalışmışlar ve deney sonuçlarını 3d değerlik elektronlarının 3p elektronlarıyla perdelenmesine göre açıklamışlardır. J.Kawai (Kawai, J., 1993) de, X-ışını yayımlama spektrumunun satellitelerindeki kimyasal etkileri ele almıştır. Mukoyama ve arkadaşları (Mukoyama ve ark., 1986); Küçükönder ve arkadaşları (Küçükönder ve ark., 1993; Küçükönder ve ark., 1993) da $K\beta/K\alpha$ şiddet oranları üzerine kimyasal etkiyi, bileşiklerin simetrisine göre değerlendirmiştir. Yamoto ve arkadaşları (Yamoto ve ark., 1986) titanyum çekirdeğinin nükleer bozulmasındaki $K\beta/K\alpha$ X-ışını şiddet oranları üzerine kimyasal etkileri ele almışlardır. Sarode (Sarode, 1993) kromun $K\alpha$ X-ışını yayımlanma spektrumunda ve Kataria ve arkadaşları (Kataria ve ark.,1986) da X-ışını floresans çözümlerindeki kimyasal etkiyi araştırmışlardır. Bunlardan başka kimyasal etkilerde bulunmaktadır (Tattari ve ark., 1987; Collins ve ark., 1981; Tamaki ve ark., 1979; Mazalov ve ark., 1983; Hallmeier ve ark., 1987; Jakson, D.F., 1982;Yoshihara ve ark., 1981; Rao ve ark., 1986; Bhuinya ve ark.,).

3d elementlerinde $K\beta/K\alpha$ X-ışını şiddet oranlarına alaşım etkisi ile ilgili çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Bhuinya ve ark.; Bhuinya ve ark., 1993; Shulakov ve ark., 1992; Lawnickzak ve ark., 1993; Lawnickzak ve ark.,)

1.5 X-ışınlarının Madde ile Etkileşim Teorisi

Dış bir elektromanyetik alan içermeyen bir molekülün toplam Hamiltoniyeni aşağıdaki denklem ile verilebilir. Hamiltoniyen'in dış bir elektromanyetik alan içermeyen bir molekülün toplam denklemi.

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{H}_{at} = \hat{T}_{NN} + \hat{V}_{NN} + \hat{H}_{el} \\ \hat{H}_{el} + \hat{T}_{ee} + \hat{V}_{en} + \hat{V}_{ee} = \hat{H}_0 + \hat{V}_{ee} \end{array} \right\} \quad (1.1)$$

Burada \hat{T}_{NN} çekirdeğin kinetik enerjisi, \hat{V}_{NN} çekirdek-çekirdek itici potansiyel enerjisi ve \hat{H}_{el} atomun elektronik Hamiltoniyenidir. Hamiltoniyen'in elektronik kısmı, \hat{T}_{ee} elektronlarının kinetik enerjisini, \hat{V}_{en} çekirdekle elektronların elektrostatik etkileşimini ve \hat{V}_{ee} elektron-elektron iticiliğini içerir.1927'de önerilen Born-Oppenheimer'ın (BO) (MaxBorn ve J. Robert Oppenheimer olarak da adlandırılmıştır) adyabatik yaklaşımını kullanarak, Hamiltoniyen'in elektronik ve nükleer kısmı ayrı ayrı bölünebilir ve çözülebilir. BO yaklaşımı, atom çekirdeğinin elektron hareketine kıyasla daha yavaş hareket ettiğini kabul eder ve böylece, her iki operatör de ayrılabilir. Bir dış elektromanyetik alanın varlığında, denklem Denklem 1.1'de gösterilen Hamiltoniyen'in

elektronik kısmı aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir: Denklem 1.2 Hamiltoniyen'in dış bir elektromanyetik alan içermeyen bir molekülün toplam denkleminin elektronik kısmı.

$$\hat{H}_{tot} = (\hat{H}_{EM} + \hat{H}_{at}) + \hat{H}_{int} = \hat{H}_0 + \hat{V}_{ee} + \hat{H}_{int} \quad (1.2)$$

Burada \hat{H}_{EM} serbest dış alanın elektromanyetik alanı, \hat{H}_{int} elektronların dış bir elektrik alanla pertürbasyon etkileşimi ve \hat{H}_0 Hamiltoniyen'in pertürbe olmamış kısmıdır. Denklem 1.2'nin tam olarak çözülmesi imkansızdır, ancak pertürbasyon teorisi yaklaşımı kullanılarak yaklaşık çözümler bulunabilir. Hamiltoniyen'in öz fonksiyonları kullanılarak Schrödinger denklemi çözülebilir ve öz değerler bulunabilir. \hat{H}_{EM} Hamiltoniyeni uygulanan elektromanyetik alanın nicelenmiş (sayısal olarak belirlenmiş) enerjisini verir. \hat{H}_0 tüm elektronlar için aynıdır ve belli bir elektronik konfigürasyon için yörünge özfonksiyonlarıyla çözülebilir ve konfigürasyonun ortalama enerjisiyle sonuçlanır. Enerjiler baş kuantum sayısına ($n = 1, 2, 3, \dots$), açısal momentum kuantum sayısına ($l = 0, 1, 2, \dots, n-1$) ve manyetik kuantum sayısı ($m = -l, -(l-1), \dots, 0, 1, \dots, l$) bağlıdır. Sonuç olarak, bir atomdaki elektron kabuklarının enerji düzeni aşağıdaki gibi verilir: Denklem 1.1'te bir atomdaki elektron kabuklarının enerji düzeni gösterilmiştir.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p \dots \quad (1.3)$$

Spektroskopide, ana kuantum sayıları $n = 1, 2, 3, \dots$ 'ye karşılık gelen kabuklar K, L, M, N, olarak belirtilirler. Baş kuantum sayısı, belirli bir atom veya iyon için her kabuktaki elektron sayısını ve elektronik konfigürasyonu belirler. Temel durum konfigürasyonu genellikle Aufbau prensibi olarak adlandırılan Denklem 1.3'e göre enerji olarak en düşükten en yükseğe kadar olan kabuklara kademeli olarak elektron ekleyerek bulunur. Aynı zamanda, konfigürasyon Pauli dışarılama ilkesine uygun olmalıdır.

Hamiltoniyenin \hat{H}_{int} kısmı, harici (dış) bir alanın elektronlarla olan etkileşimini tanımlamaktadır. Dış elektromanyetik alanla olan etkileşim nedeniyle, elektronlar titreşmeye başlar ve bu nedenle başlangıçtan son duruma uyarılırlar. Bir elektronun ψ_i başlangıç durumundan ψ_f son duruma geçiş ihtimali Γ_{if} , ikinci dereceden pertürbasyona kadar, Fermi'nin altın kuralıyla verilir: Denklem 1.2 Fermi'nin altın kuralı;

$$\Gamma_{if} = \frac{2\pi}{\hbar} \delta(E_f - E_i - h\nu) \left| \langle \psi_i | \hat{H}_{int} | \psi_f \rangle + \sum_m \frac{\langle \psi_i | \hat{H}_{int} | \psi_m \rangle \langle \psi_m | \hat{H}_{int} | \psi_f \rangle}{E_i - E_m + i\epsilon} + \dots \right|^2 \quad (1.4)$$

Bu birinci mertebeli ve ikinci mertebeli pertürbasyon teorisi olarak iki parçaya bölünür: Geçişler ancak son halin enerjisi başlangıç durumunun enerjisine ve uygulanan

elektromanyetik alanın enerjisine eşitse gerçekleşebilir. Bu enerji koruma kuralı, Dirac delta fonksiyonuyla ifade edilir. Yüksek enerjili (sert) X-ışını aralığında, elektronların foto-eksitasyonu baskın mekanizmadır (bakınız Şekil 1.1). İnkohherent saçılma, fotoelektrik etkiye kıyasla önemsizdir ve gösterilen enerji aralığında çift oluşum neredeyse sıfırdır. Bunun sonucu olarak ve elektromanyetik alanın zayıf etkileşimi nedeniyle uygulanan elektromanyetik alanın birinci dereceden bozulması hesaba katılmalıdır. Denklem.4'te gösterilen Fermi'nin altın kuralı Denklem 1.5'teki gibi yeniden yazılabilir.

$$\Gamma_{if} = \frac{2\pi}{\hbar} \delta(E_f - E_i - h\nu) |\langle \psi_i | \mathbf{p} \cdot \mathbf{A}(\mathbf{r}) | \psi_f \rangle|^2 \quad (1.5)$$

Burada \mathbf{p} momentum operatörü ve $\mathbf{A}(\mathbf{r}), \hat{\epsilon} \perp \hat{k}$ polarizasyonu ve klasik bir dalga ile tanımlanan gelen elektromanyetik alanının vektör potansiyelidir. Bir düzlem dalga tanımı kullanılarak vektör potansiyeli $A(\mathbf{r}, t) \cong \hat{\epsilon} A_0 e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}}$ olarak yazılabilir. Fonksiyonun üstel kısmı aşağıdaki gibi genişletilebilir:

$$e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}} = 1 + i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} + \dots \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r})^n}{n!} \quad (1.6)$$

Burada ilk iki terim dipol yaklaşımı olarak isimlendirilir. Son ve başlangıç durum dalgası fonksiyonu arasındaki açısal momentum farkı $\pm 1 (\Delta l = \pm 1)$ ise geçişlere müsaade edilir. Sonuç olarak, yalnız $s \rightarrow p$, $p \rightarrow d$, $d \rightarrow f \dots$ ve tersi durumlar için geçişlere müsaade edilir. Denklem.6'daki ikinci terim, seçim kaidesi $\Delta l = \pm 2$ olan elektrik quadropole geçişlerini hesaplar ve bu $s \rightarrow d$ den bir geçişle sonlanır. Dört kutuplu geçiş matris elemanları, dipol geçiş matris elemanlarıyla karşılaştırıldığında, ince yapı sabitinin bir değeri kadar dahada küçüktür; $\alpha \sim 1/137$ (Rehr and Albers, 2000; De Groot, 2005). Fermi'nin altın kural denkleminde kullanılan ilk (i) ve son (f) durum dalga fonksiyonları Denklem 1.5'de tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle, yaklaşık ve anlamlı dalga fonksiyonları elde etmek için birkaç varsayımın yapılması zorunludur. Birinci varsayım, X-ışını soğurulmasında tek bir elektron uyarma işlemidir. Buna dayanarak, başlangıç durumun dalga fonksiyonu sadece çekirdek dalga fonksiyonu ve son durum serbest elektron dalga fonksiyonu gibi olabilir. İkinci varsayım, diğer tüm elektronların X-ışını ile uyarılmış geçişe katılmamasıdır. X-ışını şiddeti I_{XAS} daha sonra $M^2 \rho$ ile orantılı olacaktır (M , bir elektron dipol geçiş matris elemanıdır) ve ρ , Dirac delta fonksiyonundan türetilen

boş haldeki yoğunluktur. X-ışını soğurma tesir-kesiti σ , X-ışını soğurma oranı Γ_{if} ile X-ışını foton akısı J_p arasındaki orandır. Denklem 1. 3 X-ışını soğurma tesir-kesiti

$$\sigma = \frac{\Gamma_{if}}{J_p} \quad (1.7)$$

Tesir-kesitinin MKS birimi m^2 'dir, ancak genellikle barns birimleri cinsinden ifade edilir (1 barn= $10^{-30} m^2$).

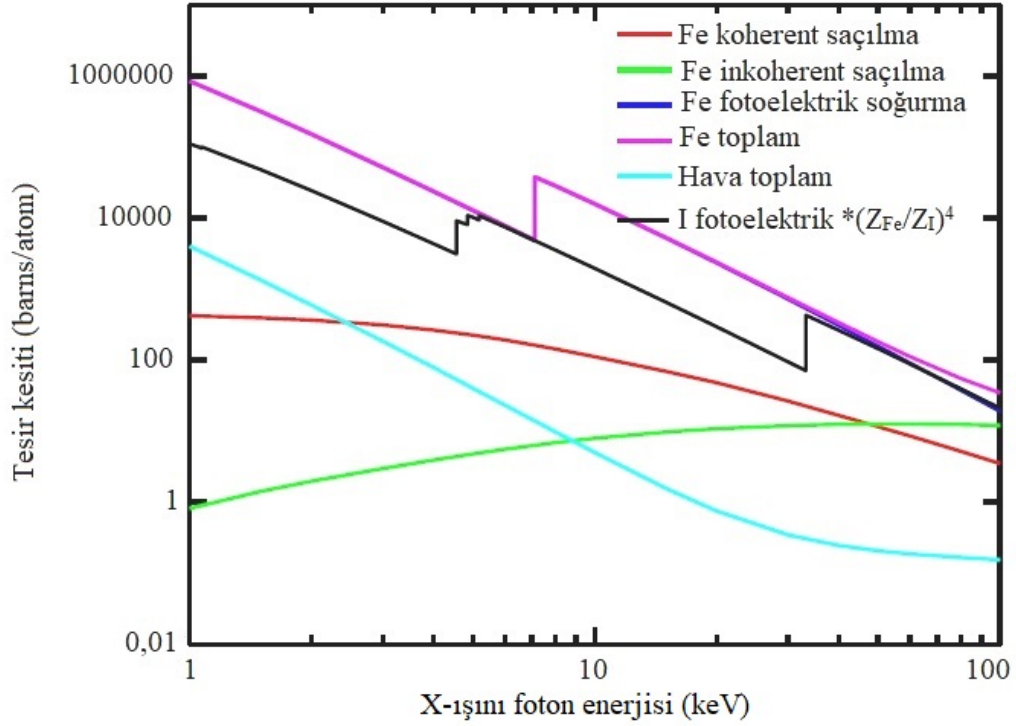
1.6 X-ışınlarının Madde ile Etkileşimi

X-ışını foton ışınları madde ile etkileşime girdiği zaman, aşağıdaki olaylardan biri veya her ikisi aynı anda gerçekleşebilir: Fotonlar soğurulurlar ve kaybolurlar veya saçılabilirler ve yön değiştirilebilir. Bu zaman zarfında Thomson (koherent) saçılma, Compton (inkoherent) saçılma, ve fotoelektrik soğurmaya benzer değişik fiziksel oluşumlar oluşur. (Nikjoo ve ark., 2012; Hau-Riege, 2015). Bu fiziksel olayların belli bir sonuca doğru gidişinde tesir kesitleri enerjinin bir işevi olarak Şekil 1.1'de gösterilmiştir. Elastik Thomson saçılması için, gelen foton enerjisi salınım yapan bir elektrona aktarılır ve salınım yapan elektron aynı frekansta bir foton yayar. Compton saçılmasında, enerji ve momentum içeren bir foton atomun son yörüngesinde zayıf bağlı bir elektrona çarpar ve çarpışmadan sonra hem foton hem de elektron saçılır. Gelen foton ile saçılan foton arasında bir ilişki yoktur. Bu olayda hem enerji hem de momentum korunur

Ayrıca, elektron da belirli bir enerji ve momentumla belirli bir açı ile saçılır. Fotoelektrik olay bir X-ışını fotonu soğurulduğu zaman gözlenir ve sonuç olarak, fotoelektronlar belirli bir kinetik enerji ile yayılırlar. Yayılan foto-elektronların kinetik enerjisi, şiddette değil, gelen fotonun enerjisine bağlıdır. Şayet gelen fotonun enerjisi elektronun bağlanma enerjisinden yüksekse, foto-elektronun kinetik enerjisi, olayın foton enerjisi ile elektronun bağlanma enerjisi arasındaki farktır. Bu olay, Einstein tarafından önerilen bir matematiksel formülle yorumlanabilir. Denklem 1. 4 Einstein'in foto elektrik denklemini içerisindeki foto elektronların kinetik enerjisi.

$$E_K = hv - E_b \quad (1.8)$$

Burada hv gelen fotonun enerjisi, E_K foto-elektronun kinetik enerjisi ve E_b atoma elektronun bağlanma enerjisi ya da iş fonksiyonudur (w_0).



Şekil 1.1. Toplam X-ışını tesir-kesitine katkıda bulunan farklı işlemler için tesir-kesitlerin logaritmik çizimi.

Toplam X-ışını tesir-kesitine katkıda bulunan farklı işlemler için tesir-kesitlerin logaritmik çizimi. Barns/atom olarak Fe(demir) ve I(iyot)'in fotoelektrik tesir-kesitleri şekilde gösterilmiştir. Fotoelektrik tesir-kesitlerindeki sıçramalar, demir (Fe) ve iyot'un (I) K soğurma kıyıları sırasıyla 7.112 keV ve 33.169 keV'dir. Benzer şekilde, I'in L₁, L₂ ve L₃ soğurma kıyıları 5.188 keV, 4.852 keV ve 4.557 keV'de gösterilmiştir. Yukarıdaki Grafikte gösterilen I(iyot)'nin fotoelektrik tesir-kesit Z_{Fe}/Z_I ile çarpılarak bulunur. (Berger ve ark., 2010).

1.7 X-ışını Flüoresans Teorisi

X-ışını flüoresansında (XRF), bir atomun yörüngesindeki bir elektronun yeterli enerjili bir ışık dalgasını veya fotonunu soğurmasıyla sökülebilir. Bu durumda, soğurulan fotonun ($h\nu$) enerjisi, elektronun atomun çekirdeğine bağlandığı enerjiden daha büyük olmalıdır. Bir atomdan bir iç kabuk elektronu söküldüğünde, daha yüksek enerjili yörüngesindeki bir elektron daha düşük enerji seviyesinde bulunan bu yörüngeye (kabuğa) geçer. Bu geçiş sırasında atomdan bir foton yayılabilir. Bu flüoresan ışığa, elementin karakteristik X-ışını denir. Yayınlanan bu fotonun enerjisi, geçiş yapan elektron tarafından doldurulan iki orbital arasındaki enerjideki farkına eşit olacaktır. Verilen bir elementte belirli iki yörünge kabuğu arasındaki enerji farkı her zaman aynı olduğu için (yani belirli bir elementin karakteristiği), bir elektron bu iki seviye arasında hareket ettiği zaman

yayınlanan foton daima aynı enerjiye sahip olacaktır. Bu nedenle, belirli bir element tarafından yayılan X-ışını ışığının (foton) enerjisi (dalga boyu) tanımlanarak, o elementin kimliğini belirlemek mümkündür. Bir element tarafından yayınlanan flüoresan ışığının belirli bir enerjisi (dalga boyu) için birim zamandaki fotonların sayısı (genellikle pik şiddeti veya sayım hızı olarak da adlandırılır) numunedeki analitin miktarı ile ilgilidir. Bir örnek içindeki tespit edilebilir elementlerin tümü için sayım oranları, belirli bir süre boyunca, çeşitli analitlerin karakteristik X-ışını enerji çizgilerinin tespit edilen fotonların sayısı sayılarak hesaplanır. Bu flüoresan çizgilerin, modern detektör teknolojisinin yetersiz çözünürlüğü nedeniyle yarı-Gauss dağılımlı pikler olarak gözlemlendiğine dikkat etmek önemlidir. Bu nedenle, bir numunenin spektrumundaki X-ışını piklerinin enerjisini tanımlanarak ve çeşitli elementlerin piklerinin sayım hızını hesaplayarak, numunelerin elemental bileşimini niteliksel olarak oluşturmak ve bu elementlerin konsantrasyonunu nicel olarak ölçmek mümkündür.

EDXRF spektrometreleri, indüktif çift plazma optik yayınlama spektroskopisi (ICP-OES) ve atomik soğurma (AA) ya da atomik flüoresans spektroskopisi gibi diğer teknolojilerden daha küçük, tasarımda daha basit ve daha az maliyetli olması nedeniyle birçok uygulamada tercih edilen elemental analiz aracıdır. Bazı yaygın EDXRF uygulamalarına örnekler aşağıda verilmiştir: Çimento ve işlenmemiş toz: kükürt, demir, kalsiyum, silikon, alüminyum, magnezyum, vb; Kaolin kil (Çin kili) : titanyum, demir, alüminyum, silikon, vb; Granül katalizörler: paladyum, platin, rodyum, rutenyum, vb; Madenler: bakır, kalay, altın, gümüş, vb; Çimento ve harç dolgu maddeleri: küldeki kükürt; Benzin, dizel ve RFG: kükürt, manganez, kurşun, vb; Artık gaz yağları: kükürt, klor, vanadyum, nikel, vb; İkincil yağ: klor vb. Kerosin, nafta: kükürt, vb; Ham petrol ve bunker yakıtları: kükürt, vanadyum, nikel, vb; Kaplama, asitleme ve ön-muamele banyoları: altın, bakır, rodyum, platin, nikel, sülfatlar, fosfatlar, klorürler, vb; Asetik asit: magnezyum, kobalt ve brom; Tereftalik asit (TPA): kobalt, manganez, demir, vb; Dimetil tereftalat (DMT): ağır metaller; PVC kopolimer çözeltileri: klor; fotoğrafik emülsiyon: gümüş; Kil: metaller ve metal olmayanlar; Atık ve atık su akıntıları: RCRA metalleri, klorürler, fosfatlar, vb; Gıda, evcil hayvan gıdası ve diğer hayvan yemi: potasyum, fosfor ve klor; Kozmetik: çinko, titanyum, kalsiyum, manganez, demir, silikon, fosfor, kükürt, alüminyum ve sodyum; Ahşap muamelesi: CCA, Penta, ACQ, ACZA, fosfor esaslı yangın geciktiriciler, bakır naftanat, çinko naptanat, TBTO, IPBC ve bunların kombinasyonları; antiasitler: kalsiyum ve diş macunu: fosfor ve kalay.

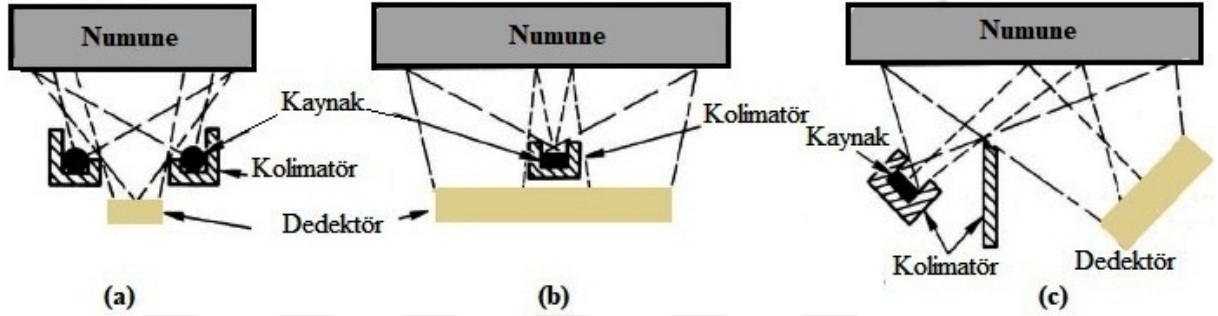
1.8. Çizgi Genişliğini Etkileyen Faktörler

Yalnızca bu seviyedeki bir boşluğu tarafından kontrol edilen doğal çizgi seviyesi genişliği, bir seviyenin çizgi genişliğini etkileyen faktörler çeşitli etkilerden dolayı bir deneyde fark edilmeyebilir. Aynı şekilde, birbirine bağlı geçişlerin doğal çizgi genişliklerinin ifade edilmesi zor olabilir. Etkiler iki genel kategoriye ayrılabilir: Uzun vadeli etkiler ve uzun vadeli olmayan (kısa vadeli) etkiler (Krause and Oliver, 1973). Her iki kategori avantajlı olarak iki Z aralığına ayrılabilir: (a) göz önünde bulundurulan seviyelerin aralığı, genellikle sondan bir önceki yörüngedeki hafif çekirdek seviyeleridir ve (b) seviyelerin, en az biri tamamen dolu ana yörünge ile çevresel yörüngeden ayrılan ağır çekirdek seviyeleri olduğu bir aralık. Diğer seviyelerin yanında birde boşluklar varsa, i seviyesindeki bir boşluğun ömür uzunluğu değiştirilir. Bu uzun vadeli etki, hafif seviyeler için, yani hafif atomlarda veya hafif çekirdeklerde (Chen and Crasemann, 1975; Bhalla, 1975; Chen, and Crasemann, 1974), ancak daha ağır çekirdeklere, ek üzerinde ve içinde hiç yük bulunmayan dış kabuklarda olması şartıyla, ağır çekirdek seviyelerinde göz ardı edilebilir. Kimyasal bağlar, kimyasal ya da katı hal matrislerindeki atomlar için yaklaşık olarak aynı durum oluşturur. Çünkü kimyasal bağlanma, çevresel yükün çıkarılmasını veya eklenmesini gerektirir. Seviye genişliği foto elektron spektrometresi ile ölçülürse, farklı foto çizgileri enerji içinde ayrılabilirdiği için farklı boşluk durumlarına karşılık gelen genişlik genellikle ayrı ayrı belirlenebilir. Aynı şey, birçok iyon atom çarpışması durumunda olduğu gibi çok fazla boşluk durumu bulunmadığı sürece, X-ışını çizgileri ve özellikle de hafif elementlerin Auger çizgileri (Krause,1973; Siegbahn, 1974; Faegri and Keski-Rahkonen, 1977) için geçerlidir. Bir $M_{2,3}$ seviyesi boşluğunun varlığında argonun $L_{2,3}$ seviyesinin ömründe etkili bir değişiklik, yalnız bir boşluklu satallite çizgisinin, iki boşluklu satallite çizgisinden oluşan enerjide grafik çizgisinin ayrıldığı bir Auger spektrumu (Stolterfoht , 1976; Ridder and Dieringer, 1976; Chen and Crasemann, 1974) ifade edilmiştir.

1.9. Radyoizotop XRF

Laboratuarda kullanılmak üzere tasarlanmış EDXRF spektrometrelerinin yanı sıra bir dizi taşınabilir EDXRF cihazları da mevcuttur. Bu cihazlar, sanat eserleri, çevresel numuneler, adli tıp, endüstriyel ürünler ve atık materyallerin yerinde analizi için çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. En basit şekliyle, cihazlar bir veya daha fazla radyoizotop kaynağı ile bir sintilasyon veya gaz orantılı sayacı ile birleştirilmiştir. Bununla birlikte, radyo kaynaklarının termoelektronik olarak soğutmalı katı hal dedektörleri ile birleştirilmeleri küçük ve hafif paketlerde (1 kg'ın altında) mevcuttur. Şekil 1.2'da, çeşitli

radio kaynaklı temelli EDXRF spektrometrelerinin taslak gösterimleri verilmiştir. Şekil 1.2 (a) 'da, X-ışını kaynağı b halka biçimindedir. Halka kaynaktan gelen radyasyon alttan numuneyi ışınlarken, flüoresans ışınımının merkezi eksenine yerleştirmiş olan bir katı hal dedektörü ile flüoresans radyasyon etkili bir şekilde sayılır. Kolimatör, kaynaktan gelen radyasyonun dedektöre girmesini engeller. Şekil 1.2 (b) ve (c) 'de, X-ışını kaynağı kolimatörün farklı bir tipine sahiptir.

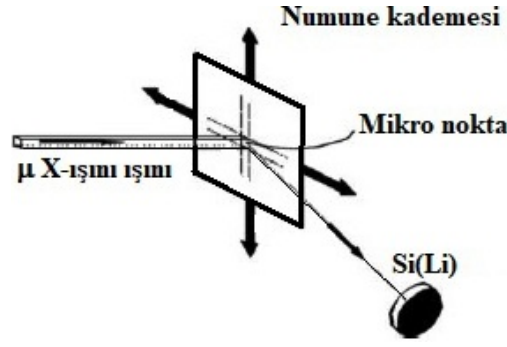


Şekil 1. 2. (a) Bir kaynak, (b) merkezi bir ve (c) ikincil radyoizotop kaynak ile uyarılmış X ışını flüoresans analizinin şematik görünümü

X-ışını kaynağı olarak radyoizotopları kullanan cihazlarla birlikte, minyatüre edilmiş düşük güçlü X-ışını tüpleri içeren taşınabilir cihazlar da mevcuttur ve bu tür cihazlarda EDXRF'nin doğrudan uyarılması neredeyse tamamen uygulanmaktadır.

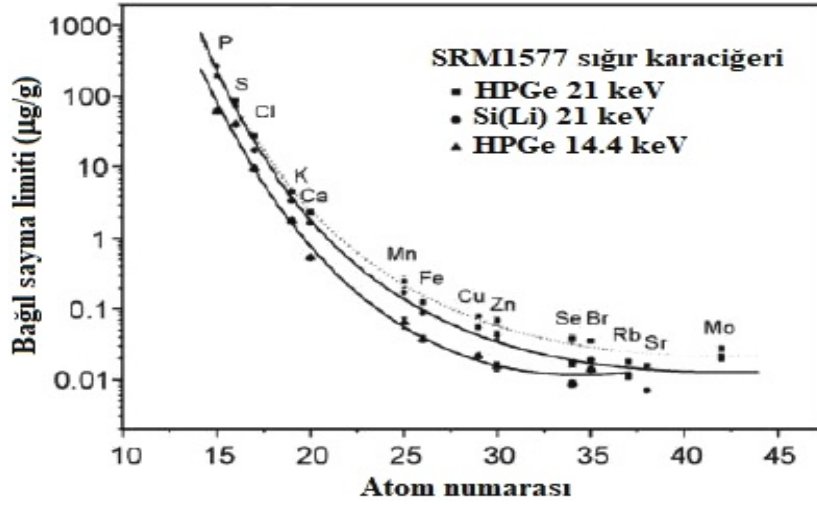
1.10. Mikroskopik XRF

Mikroskopik X-ışını flüoresans analizinin (μ -XRF) temel ölçüm stratejisi Şekil 1.2'de gösterilmiştir. Bulk EDXRF'nin bu mikroanalitik varyantı, incelenen maddedeki büyük, küçük ve eser elementlerin yanal dağılımı hakkında bilgi sağlayan, daha büyük bir numunenin yüzeyinde mikroskopik olarak küçük bir alanın yerel uyarımı ve analizi üzerine kuruludur. Temel olarak, (mikroskopik olarak) küçük tesir-kesitli birincil X-ışınlarının bir ışını numuneyi ışınlarken ve bir mikro noktadan flüoresans X-ışınlarının yayınlanmasını indükler. Uygun bir dedektör sistemi, numunenin yerel karışımı hakkında bilgi taşıyan flüoresans radyasyonu toplar. Numune manüel olarak veya bilgisayar kontrolü altına alındığında, X-ışını demeti yolunda, ya nokta analizlerini, ya da çizgi analizini veya resimleme işlemi mümkündür.



Şekil 1. 3. μ -XRF'nin temel prensibi

Bu yöntemin kullanılmasında karşılaşılan zorluklar, hassas mikroanalizlere izin vermesi için yeterince şiddetli X-ışını ışınlarının üretilmesine bağlı olmalıdır. Bunu yapabilecek teknikler ancak son zamanlarda ortaya çıkmıştı. Geçmişte, X-ışınlarının küçük boyutlu bir hüsmesinin odaklanması dikkate değer derecede zor olduğu düşünülüyordu. Temel çalışma modundaki herhangi bir değişim, ya X-ışın demeti konsantrasyonu /odaklama için kullanılan yöntemle ya da kullanılan kaynak tipi (geleneksel X-ışını tüpleri veya sinkrotron radyasyon kaynakları) ile bulunur. Özellikle sürekli ve nispeten ucuz X-ışını odaklama aygıtlarının artan performansı ve genellikle, (poli) kapiler (çok ince tel, fiber optik) X-ışını odaklama optiklerinin geliştirilmesi, X-ışını ışınlarının 10 μ m çapındaki noktalara odaklanmasını mümkün kılması, μ -XRF'nin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. X-ışını tüpleri ile birlikte kullanıldığında, ince numuneler için pg alanında mutlak sayma sınırları elde edilir. Büyük numunelerde 10ppm civarında bağıl LD değerleri bildirilmiştir. Sinkrotron tesislerinde μ -XRF yönteminin (hem nokta boyutları hem de sayma limitleri) özellikleri daha iyidir: fg'denag seviyesine mutlak sayma sınırları, 0.5 ile 2 μ m çapındaki ışınlarla elde edilmektedir. Biyolojik materyallerde 10-100 ppb aralığında görelî LD seviyeleri ile sonuçlanan monokromatik polarize radyasyon demetleri kullanılmasıyla, ölçülen EDXRF spektrumlarındaki en uygun pik/temel sayma oranları elde edilebilir. Bir örnek olarak, Şekil 1.4, NIST SRM 1577 sığır karaciğerini ışınlamak için 14 ve 21 keV senkrotron mikro-ışınlarını (2x15 μ m çapında) kullanarak 1000 saniyede elde edilen LD değerlerini göstermektedir



Şekil 1. 4. 14.4 ve 21 keV sinkrotron mikro ışınlar ve Si(Li) ya da HPGe dedektörleriyle NIST SRM 1577 sığır karaciğerinin ışınlanması ile bulunan bağıl LD değerleri.

1.11. Sayma İstatistiği

X-ışınlarının üretimi, bir Gauss dağılımı ile tanımlanabilen rastgele bir süreçtir. Sayılan fotonların sayısı neredeyse her zaman büyük olduğu için, genellikle birkaç yüz yerine binlerce veya yüz binlerce Gauss dağılımının özellikleri belirli bir sayım ölçüme göre muhtemel hatayı tahmin etmek için kullanılabilir. Ölçülen şiddet değeri I ile ilişkili rastgele hata sı olacaktır ki bu $I^{1/2}$ 'ye eşittir. Örnek olarak, şayet sayım 10^6 alınırsa, standart sapması $[10^6]^{1/2} = 10^3$ veya % 0.1 olacaktır. Dalga boyu dağılımlı X-ışını spektrometresinde ölçülen parametre, genellikle, sayma hızı $R = I/t$ 'dir ve daha önceki verilere dayanılarak, verilen bir ölçüm oranı R ile ilişkili bağıl rastgele sayma hatası RSD (R) büyüklüğü aşağıdaki gibi yazılabilir. Denklem 1. 5 Bağıl Rastgele Sayma Hatası Büyüklüğü

$$RSD(R)(\%) = \%100 \frac{S_R}{R} = \%100 \frac{S_I}{I} = \%100 \frac{\sqrt{I}}{I} = \frac{\%100}{\sqrt{Rt}} \quad (1.9)$$

Bağıl sayma hatasını (veya şiddete bağlı herhangi bir hatayı) konsantrasyon açısından hata tahmini ile ilişkilendirmede özen gösterilmelidir. Yüzde başına saniyedeki sayımlardaki spektrometrenin hassasiyeti doğrusal ise, bir sayım hatası doğrudan bir konsantrasyon hatasıyla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte, spektrometrenin hassasiyeti cevap ölçüm aralığında değişirse, belirli bir kesirli sayım hatası, konsantrasyon açısından ifade edildiğinde çok daha büyük olabilir.

1.12. X-ışını Flüoresans Analizinde Hata Kaynakları

Çizelge 1.1'de X-ışını flüoresans analizinde karşılaşılan rastgele ve sistematik hatalar dört temel grupta listelenmektedir. Birinci grup, analiz edilecek olan numunenin seçimi ve hazırlanmasını içerir. Genellikle ikinci aşamada hazırlanan numune spektrometreye sunulmadan önce numune alma ve numune hazırlama işlemi söz konusudur.

Çizelge 1. 1. X ışını flüoresans analizinde hata kaynakları.

Kaynak	Rastgele(%)	Sistematik(%)
1-Numune hazırlama	0-1	0-5
Numune homojensizliği	-	0-50
2-Uyarıcı kaynağın dalgalanması	0.05-0.2	0.05-0.5
Spektrometre kararsızlığı	0.05-0.1	0.05-0.1
3-Sayma istatistiği	zamana bağlı	-
Ölü zaman düzeltmesi	-	0-25
4-Birincil soğurma	-	0-50
İkincil soğurma	-	0-25
5-Şiddetlendirme	-	0-15
Üçüncü element ekişi	-	0-2

Gerçek numune alma işlemi nadiren spektroskopistin kontrolü altındadır ve genellikle, analiz maddeyi ihtiva eden kaptaki temsili bir numune bulunduğu kabullenilmelidir. Çizelge 1.1'den görülebileceği gibi, nispeten büyük rastgele hataya ek olarak, yetersiz numune hazırlama ve sediment numunenin heterojenliği, çok büyük sistematik hatalara neden olabilir. Doğru analiz için bu hatalar, uygun numune hazırlama yöntemi kullanılarak azaltılabilir. İkinci grup, X-ışını kaynağından kaynaklanan hataları içerir. Yüksek frekanslı geçici dalgaların bulunmaması koşuluyla kaynak hataları oran sayım tekniğinin kullanılması ile % 0.1'den daha düşük bir değere düşürülebilir. Üçüncü kategori de gerçek sayma sürecini içerir ve bu hatalar hem rastgele hem de sistematik olabilir. Dedektörün ölü zamanına bağlı sistem hataları ya elektronik ölü zaman düzelticiler kullanılarak ya da bazı matematiksel yaklaşımlar kullanılarak düzeltilebilir. Dördüncü kategori, ara element etkilerden kaynaklanan tüm hataları kapsar. Listelenen etkilerin her biri kalibrasyon ve düzeltme planı tarafından kontrol edilmesi gereken büyük sistematik hatalara neden olabilir. Bir kimyasal element yüksek enerjili fotonlar veya parçacıklar tarafından bombardıman edildiğinde, orbital elektronları koparılabilir, bu da iç

orbitalde atomik boşluklar oluşturabilir. Bu boşluklar, karakteristik X-ışını yayınlanmasına neden olan dış seviye elektronlarının geçişiyle doldurulabilir. X-ışını flüoresans spektrometresi, enerjinin karakteristik X-ışını yayınlama dalga boyunun ölçülmesiyle bir elementin tanımlanmasını sağlar. Yöntemde, ilk önce yayınlanan karakteristik çizgi şiddeti ölçülür ve bu şiddet ile element konsantrasyonu ilişkilendirilir ve daha sonra numunede bulunan belirli bir elementin miktarı bulunur.

1.13. Gama Işınları

Gama ışınları, flüoresans oluşturduğu gibi bir gazın plazma olmasına neden olur, fakat bu alfa ve beta bozunumlarından daha küçük bir olasılıktır. Gama ışınları elektromanyetik dalga bir olduğundan ışık hızı ile hareket eder. Başka bir ifadeyle, gama ışınları radyoaktif değişimşeri takip eden uyarılmış atomların çekirdeklerinden yayınlanan tek enerjili elektromanyetik ışındır. Birçok kütle numarası belirlenen ekstra nükleer yapısında ortaya çıkan karakteristik X-ışınları, sağlık fizikçileri tarafından radyasyon tehlikeleri değerlendirilmesinde dikkate alınmalıdır. Karakteristik X-ışınları, γ ışınlarına göre düşük enerjiye sahip olmaları nedeniyle, dâhili radyonüklidlerin oluşturulması durumunda oldukça önemli bir yere sahiptir. Pozitron yayınlayan radyonüklidlere genellikle yok olma radyasyonu etki eder. (Sağlık fiziğinde kullanılan bu radyasyon, pozitron ve elektronların çift yok olmalarından oluşan ışımaya gama radyasyonudur). Örneğin, ^{22}Na 'dan gelen radyasyon dikkate alındığında bozunma şemasında görülmeyen 0.510 MeV (yok olan parçacıkların enerji eşdeğeri) enerjili iki foton ve bozunma şemasında görünen 1.277 MeV gama ışınları birlikte düşünülmelidir. Bu nedenle, sağlık fiziğinde genel kural; zırlama (koruyucu), dozimetri ve radyasyon tehlikesi değerlendirmesi içeren bütün problemlerde öift yok olma ve çift var olma birlikte düşünülmelidir (Cember ve Jhonson, 2009).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2017 yılında, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde Dağlı tarafından fizik anabilim dalında hazırlanmış olan yüksek lisans tezinde, kimyasalpüskürtme yöntemiyle üretilen bor katkılı nio ince filmlerinin $K\beta/K\alpha$ x-ışını şiddet oranının incelenmesi yapılmıştır (Dağlı, 2017).

2016 yılında, Köksal ve ark., tarafından 5,96 keV'de Ti'nin ve bazı bileşiklerinin K kabuğu şiddet oranları ve çizgi genişlikleri çözünürlüğü 140 eV'de 5.9 keV olan Ultra-LEGe dedektörü ile ölçüldü (Köksal ve ark., 2016).

2012 yılında, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde Dönük tarafından fizik anabilim dalında yapılmış olan yüksek lisans tezinde, CoNiCu ince film alaşımlarını XRD ve XRF yöntemleriyle incelemiştir. Ayrıca numunelerin atomik konsantrasyonları EDX sisteminde ölçülmüş ve ince filmlerin SEM fotoğrafları incelenmiştir (Dönük, 2012).

2015 yılında, Boydaş ve ark., Ti, Cr, Fe, Co ve Cu'nun oksijen bileşikleri için $K\alpha$ ve $K\beta_{1,3}$ X-ışını yayınlama spektrumlarının WDXRF tekniği ile ölçülmüştür (Boydaş ve ark., 2015).

Bütün, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde yapmış olduğu çalışmada Fe_xZn_{1-x} ince filmlerinde $K\beta/K\alpha$ şiddet oranını hesaplamıştır. Bu çalışmada, elektrokimyasal depolama yöntemiyle demir oranı artırılarak ince filmler yapılmıştır. Bu yapılan ince filmlerin $K\beta/K\alpha$ X-ışını şiddet oranları, XRD ve sıcaklık öz direnç ilişkisi deneysel olarak ölçülmüştür. Ayrıca Fe_xZn_{1-x} ince filmlerinde ölçülen $K\beta/K\alpha$ X-ışını şiddet oranlarının değerlerini karşılaştırabilmek için, Fe ve ZnO'nun $K\beta/K\alpha$ X-ışını şiddet oranlarının değerleri deneysel olarak ölçülüp bulunan sonuçlar diğer deneysel ve teorik sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir (Bütün, 2007).

Atom numarası ($Z > 50$) 50'den büyük olan elementler için $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını Çizgilerinin Genişlikleri teorik olarak hesaplanmıştır (Nelson ve ark., 1969).

1981 yılında, Debertin and Pessara tarafından yarıiletken dedektörleri ile gama ve X ışını yayınlama oranı ölçümlerinde doğal çizgi genişliğinin etkileri araştırılmıştır (Debertin and Pessara, 1981).

Salem ve Lee K ve L X-ışını çizgilerini genişliklerinin ölçümlerini yapmışlar ve sonuçlarını teorik değerlerle karşılaştırmışlardır (Salem and Lee, 1976).

Krause ve Oliver tarafından K ve L seviyelerinin, $K\alpha$ X-ışını çizgilerinin ve birkaç KLL Auger çizgisinin atomik doğal genişlikleri yarı deneysel olarak ölçülmüştür (Krause ve Oliver, 1979).

1992 yılında, Campbell ve Wang tarafından Si (Li) Spektroskopisinde X-ışını çizgisine Lorentzinin katkısı hesaplanmış ve Lorentzian bileşeninin, genellikle detektör hatasına dayandırılan bir olgu olan düşük enerjili pik kuyruğunun önemli bir kısmından sorumlu olduğu gösterilmiştir. (Campbell ve Wang, 1992).

Wang ve ark., 1978 yılında, Eu, Tm ve Ta $K\alpha$ X-ışını çizgi genişliklerinin kesin ölçümlerini yüksek çözünürlüklü bir spektrometre ile %2-4 doğrulukla yapmışlardır (Wang ve ark., 1978).

2011 yılında, Crawford ve ark. , tarafından K, L ve M kabuklarının X-ışını çizgi şiddetleri hesaplanmıştır (Crawford ve ark, 2011).

1995 yılında, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Eğitimi Anabilim Dalında Söğüt tarafından hazırlanan yüksek Lisans tezinde K ve L X-ışını şiddet oranları üzerine kimyasal etkiler araştırılmıştır (Söğüt, 1995).

Röhl ve arkadaşları 1981 yılında, X-ışını parçacıklarının eşzamanlı sayımından 113-Sb'nin nükleer seviye genişliklerini ölçmüşlerdir (Röhl ve ark. , 1981).

Magnezyum $K\alpha$ X-ışını çizgi yapısının tekrardan incelenmesi yapılmıştır (Klauber, 1993).

Fabian ve ark., tarafından 1981 yılında Atomlar ve Katıların İç-Kabuk ve X-Ray Fiziği başlıklı bir kitap bölümü yazılmış (Fabian ve ark., 1981).

2014 yılında Çelik, A. tarafından Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Flor ve Bor Katkılı ZnO İnce Filmlerinde Karakteristik X-ışınlarının İncelenmesi başlıklı bir Yüksek Lisans Tezi hazırlanmış (Çelik, 2014).

Gümüş 2011 yılında, Cr, Fe, Cu ve Zn Geçiş Elementlerinin Oluşturduğu Bazı Bileşiklerin K Kabuğu Floresans Parametreleri Üzerine Kimyasal Etkisi adlı yüksek lisans tezini Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırlamıştır.

Söğüt ve arkadaşları tarafından 2001 yılında Mo, Ag, Cd, Ba, La, Ce bileşiklerinin $K\beta K\alpha$ X-ışını şiddet oranlarına ve Fe ve Cu'nun toplam kütle azaltma katsayıları üzerine kimyasal etkiler adlı bir araştırma yapılmıştır (Söğüt ve ark., 2001).

2007 yılında Tuzluca, Bazı Elementlerin L Tabakasından M ve N Tabakasına Boşluk Geçiş İhtimallerinin Ölçülmesi adlı yüksek lisans tezini Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalında yapmıştır (Tuzluca, 2007).



3.MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ çizgi genişliklerinin hesaplanması için çeşitli konsantrasyonlarda üretilmiş olan Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımları kullanıldı.

3.1. Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ Çizgi Genişliklerinin Hesaplanması

Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında K seviyesinin doğal çizgi genişliği (Γ_K) ile $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişlikleri ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) üzerine alaşım etkileri K tabakası flüoresans verim değerleri kullanılarak yarı deneysel olarak hesaplandı. Numunelerin çizgi genişliklerini hesaplamak için aşağıdaki denklemler kullanıldı.

Denklem 3.1 Γ_K ; K seviyesinin doğal çizgi genişliği

$$\Gamma_K = \frac{\Gamma_K(R)}{\omega_K} \quad (3.1)$$

Denklem 3. 2 $\Gamma_{K\alpha_1}$; X ışını çizgi genişlikleri

$$\Gamma_{K\alpha_1} = \Gamma_{L_3} + \Gamma_K \quad (3.2)$$

Denklem 3. 3 $\Gamma_{K\alpha_2}$; X ışını çizgi genişlikleri

$$\Gamma_{K\alpha_2} = \Gamma_{L_2} + \Gamma_K \quad (3.3)$$

Burada $\Gamma_K(R)$ ışımali geçiş oranı (Scofield, 1974); Γ_{L_2} ve Γ_{L_3} , L_2 ve L_3 çizgi genişlikleridir (Krause ve Oliver, 1979). ω_K deneysel olarak ölçülmüş olan K tabakası flüoresans verimdir ve bu çalışmada K tabakası flüoresans verim (ω_K) değerleri Söğüt'ün 2000'yılında yapmış olduğu çalışmasından alındı (Söğüt, 2000). ω_K aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanabilir.

Denklem 3. 4 ω_K K Tabakası Flüoresans Verimi

$$\omega_K = \frac{\sigma_{K_i}}{\sigma_K(E)} (i=\alpha, \beta) \quad (3.4)$$

Burada $\sigma_K(E)$ uyarma enerjisinde verilen element için K-kabuğu fotoiyonizasyon tesir-kesitidir (Scofield, 1973) ve σ_{K_i} K tabakası tesir kesitidir. Deneysel olarak K tabakası $K\alpha$ tesir kesiti ($\sigma_{K\alpha}$) aşağıdaki denklemlerle bulunabilir.

Denklemler 3.5 σ_{K_i} ; K tabakası tesir kesiti.

$$\sigma_{K_i} = \frac{I_{K_i}}{I_0 G \epsilon_{K_i} \beta t} \quad (3.5)$$

Burada I_{K_i} ($i=\alpha, \beta$) ölçülen spektrumdaki $K\alpha$ ve $K\beta$ piklerinin altındaki net alan, I_0 numune üzerine gelen uyarıcı radyasyonun şiddeti, G geometri faktörü, ϵ_{K_i} K_i X-ışınları dedektör verimi ve β öz soğurma düzeltme faktörüdür ($g \text{ cm}^{-2}$).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında K seviyesinin doğal çizgi genişliği (Γ_K) ile $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişlikleri ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) ile ilgili yapılan hesaplamalardan elde edilen değerler. Tablo 4.1-4.2'de verildi. Tablo 4.1-4.2'den görüldüğü gibi, Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımında saf metal kromun Γ_K çizgi genişliğinin deneysel değeri teorik (hesaplanan) değerden %16 ve saf metal Ni'nin deneysel değeri ise %7 farklıdır. Benzer şekilde kromun $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ X-ışını çizgi genişliğinin deneysel değerleri teorik değerlerden %13.33 farklıdır. Bu farklılık nikelde $\Gamma_{K\alpha_1}$ için %4 ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ için %5'dir. Tablo 4.1-4.2'den de görüldüğü gibi Ni'nin saf element için ölçülen K seviyesi doğal çizgi genişliği (Γ_K), $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) çizgi genişliklerinin değerleri hata sınırları içerisinde teorik değerlerle uyum içindedir. Ancak bu durum krom için geçerli değildir. Çünkü saf krom için ölçülen deneysel değerle teorik değerler arasındaki farklılık hata sınırlarından daha büyüktür. Cr_xNi_{1-x} alaşımında, krom konsantrasyonunun 0.5 durumu için Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ çizgi genişliklerinde bu farklılık sırasıyla %37.13, %29.70 ve %29.70 dir. Aynı durum kromun 0.8 konsantrasyon durumu için sırasıyla %21.57, %17.25 ve %17 dir. Cr_xNi_{1-x} alaşımında, nikel konsantrasyonunun 0.5 durumu için Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ çizgi genişliklerinde bu farklılık sırasıyla %34.31, %26.5 ve %25.20 dir. Aynı durum nikelin 0.2 konsantrasyonu olduğu durumu için sırasıyla %42.5, %32.6 ve %31.22dir. Cr_xAl_{1-x} alaşımında, krom konsantrasyonunun 0.6 durumu için Γ_K , $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ çizgi genişliklerinin deneysel değerleri ile teorik değerler arasındaki farklılık sırasıyla %24, %19.33 ve %19 olurken, 0.8 konsantrasyon durumu için bu farklılık sırasıyla %14, %11.11 ve %10.95 dir.

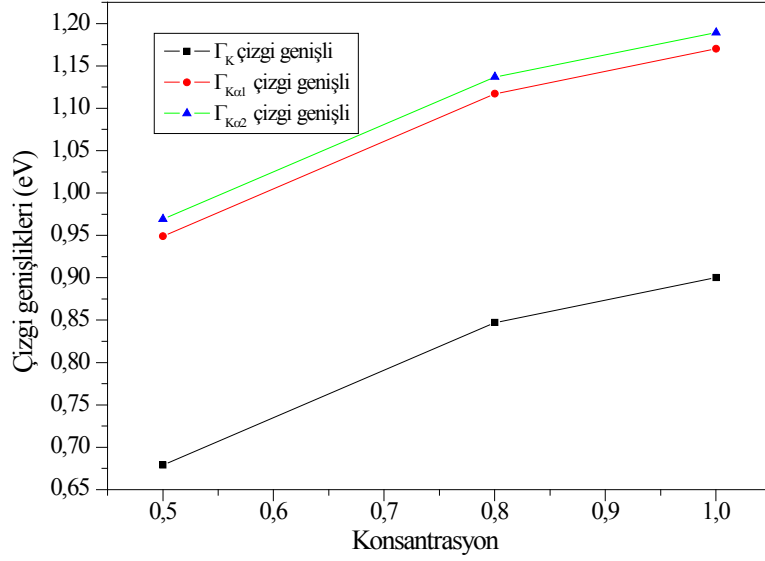
Tablo 4.1. Cr_xNi_{1-x} alaşımında $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ve K seviyesi doğal çizgilerinin çizgi genişlikleri (eV olarak).

x	Cr_xNi_{1-x}											
	Mevcut çalışma						Teorik					
	Cr			Ni			Cr			Ni		
	Γ_K	$\Gamma_{K\alpha_1}$	$\Gamma_{K\alpha_2}$	Γ_K	$\Gamma_{K\alpha_1}$	$\Gamma_{K\alpha_2}$	Γ_K	$\Gamma_{K\alpha_1}$	$\Gamma_{K\alpha_2}$	Γ_K	$\Gamma_{K\alpha_1}$	$\Gamma_{K\alpha_2}$
0.0	-	-	-	1.541	2.021	2.061	1.08	1.35	1.37	1.44	1.94	1.96
0.5	0.679	0.949	0.969	0.946	1.426	2.061						
0.8	0.847	1.117	1.137	0.828	1.308	1.348						
1.0	0.900	1.170	1.189									

Tablo 4. 2 Cr_xAl_{1-x} alaşımında $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ve K seviyesi doğal çizgilerinin çizgi genişlikleri (eV olarak).

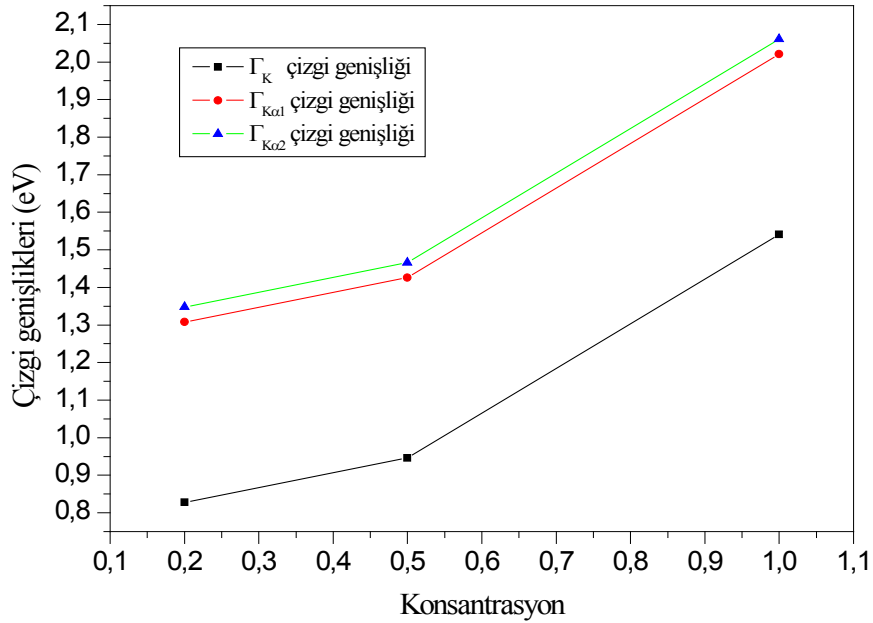
x	Cr_xAl_{1-x}					
	Mevcut çalışma			Teorik		
	Cr			Cr		
	Γ_K	$\Gamma_{K\alpha_1}$	$\Gamma_{K\alpha_2}$	Γ_K	$\Gamma_{K\alpha_1}$	$\Gamma_{K\alpha_2}$
0.0	-	-	-	1.08	1.35	1.37
0.6	1.341	1.611	1.631			
0.8	0.930	1.200	1.220			
1.0	0.900	1.170	1.189			

Çizgi genişliklerinin alaşımlardaki element konsantrasyonlarına göre değişimleri Şekil 4.1-4.3’de verildi. Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’den görüldüğü gibi, Cr_xNi_{1-x} alaşımında, Cr konsantrasyonunun artmasıyla K seviyesi doğal çizgi genişliği (Γ_K) ile $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) çizgi genişliklerinin değerleri de artmaktadır. Bu artışın nedenin X-ışını yayınlama ihtimalleri üzerine alaşım etkisi nedeniyle olduğu düşünülmektedir.



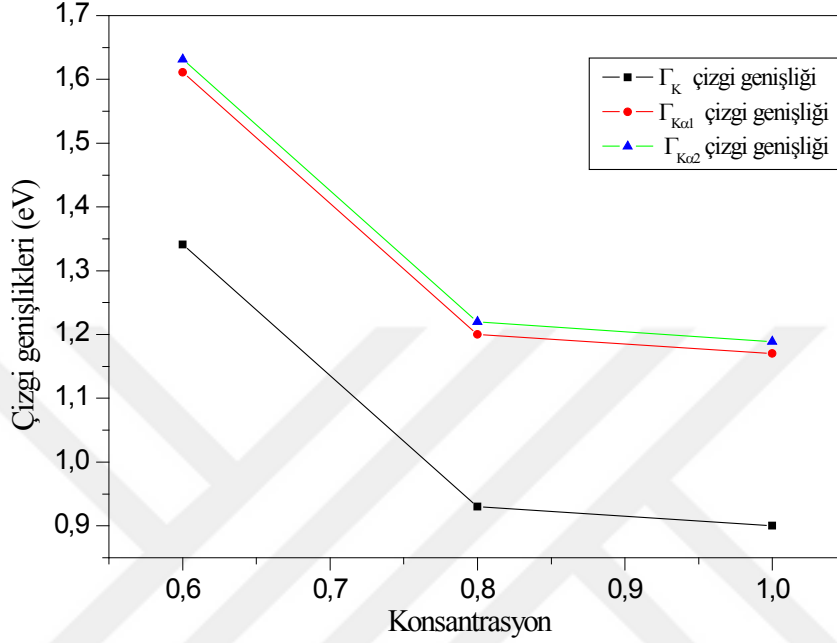
Şekil 4.1. Cr_xNi_{1-x} alaşımında K, $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişliklerinin Cr'nin alaşımındaki konsantrasyonuna göre değişimi

Tablo 4.1 ve Şekil 4.2'den görüldüğü gibi, Cr_xNi_{1-x} alaşımında, Ni konsantrasyonunun artması ile K seviyesi doğal çizgi genişliği (Γ_K) ile $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) çizgi genişliklerinin değerleri de artmaktadır. Bu artışın nedenin X-ışını yayınlama ihtimalleri üzerine alaşım etkisi nedeniyle olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Cr_xNi_{1-x} alaşımında K, $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişliklerinin Ni'nin alaşımındaki konsantrasyonuna göre değişimi

Tablo 4.2 ve Şekil 4.3’den görüldüğü gibi, Cr_xAl_{1-x} alaşımında, Cr konsantrasyonunun artmasıyla K seviyesi doğal çizgi genişliği (Γ_K) ile $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) çizgi genişliklerinin değerleri azalmıştır. Bu azalmanın nedenin X-ışını yayınlama ihtimalleri üzerine alaşım etkisi nedeniyle olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Cr_xAl_{1-x} alaşımında K, $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgi genişliklerinin Cr'nin alaşımındaki konsantrasyonuna göre değişimi

Tablo 4.1-4.2 ve Şekil 4.1-4.3’den görüldüğü gibi, Cr_xNi_{1-x} alaşımında, Cr ve Ni konsantrasyonunun artmasıyla K seviyesi doğal çizgi genişliği (Γ_K) ile $K\alpha_1$ ve $K\alpha_2$ X-ışını çizgilerinin ($\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$) çizgi genişlikleri artarken, Cr_xAl_{1-x} alaşımında, Cr konsantrasyonu artarken çizgi genişlikleri azalmıştır. Bunun nedeni karakteristik X-ışını yayınlama ihtimalleri üzerine kimyasal ya da alaşım etkisi olabilir. Çünkü karakteristik X-ışını yayınlama ihtimalleri değerlik durumunda bulunan elektronların bağ ve konfigürasyonlarındaki değişimlere göre elementin içinde bulunduğu kimyasal durumdan etkilenmektedir (Söğüt, 1994; Brunner ve ark., 1982; Chang ve ark., 1994).

Cr_xAl_{1-x} alaşımında, Cr konsantrasyonunun artması ile Γ_K K tabakası doğal çizgi genişlik ile $\Gamma_{K\alpha_1}$ ve $\Gamma_{K\alpha_2}$ X-ışını çizgi genişlikleri azalmıştır. Bunun nedeni alaşımı oluşturan metallere kromun 3d grubuna ($\dots 4s^1 3d^5$) ait olması ve alüminyumunda 3A ($\dots 3s^2 3p^1$) grubu elementi olması olabilir. Burada kromun elektronegatifliği alüminyumun elektronegatifliğinden daha büyüktür. Bu durumda krom alüminyumdan elektron alır.

Bunun sonucunda kromda kısmi negatif yük fazlalığı alüminyumda da kısmi pozitif yük fazlalığı oluşur ve bu durum kromun $K\beta$ X-ışını yayınlanma ihtimalini artırır. Ancak kromun $K\alpha$ ve $K\beta$ X-ışını enerjileri alüminyumun K kabuğu soğurma kıyısı enerjisinden büyük olduğu için alüminyum tarafından soğurularak ve saçılarak azaltılmış ve Γ_K , $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$ çizgi genişliklerinin küçülmesine yani azalmasına neden olmuştur.

Cr_xNi_{1-x} alaşımında, hem krom ve hem de nikel konsantrasyonunun artması ile Γ_K K tabakası doğal çizgi genişlik ile $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$ X-ışını çizgi genişlikleri artmıştır. Ancak Şekil 1 ve Şekil 2'den görüldüğü gibi nikelin Γ_K , $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$ çizgi genişliklerindeki artış krom çizgi genişliklerinden daha büyük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni nikelin elektronegatifliğinin (1.9) kromun elektronegatifliğinden (1.6) daha büyük olması nedeniyle olabilir. Çünkü alaşımı oluşturan elementlerin elektronegatifliklerine göre 3d orbitalleri arasında elektron geçişleri oluşur. Bu geçişler elementin değerlik elektronlarının sayısını değiştirir. $K\beta$ X-ışınlarının yayınlanma ihtimalleri değerlik elektronlarının sayısına bağlı olduğundan, $K\beta$ X-ışını yayınlama ihtimalleri artacak ve bu artışta çizgi (pik) genişliğini artıracaktır.

${}_{24}Cr$ $1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$ (daha kararlı yapı için hibritleşme olur, $4s^1 3d^5$) ve ${}_{28}Ni$ $1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$ elektron konfigürasyonlarına göre, sırasıyla, Cr beş 3d elektronuna ve Ni sekiz 3d elektronuna sahiptir. Cr ve Ni belirli oranlarda bir araya gelerek alaşımı oluştururken, elektronegatifliği küçük olan kromun 3d seviyesinden nikelin 3d seviyesine elektron geçişi oluşur. Bu geçişler sonucunda kromda kısmi pozitif yük fazlalığı nikelde ise kısmi negatif yük fazlalığı oluşur. Bu kısmi yük fazlalıkları atomlar arası etkileşmelerin ve bağ enerjilerinin artmasına neden olur. Atomlar arası etkileşmenin büyümesi ise moleküler orbital yarıma enerjisini değiştirir ve atomik orbitaller arası geçişleri etkiler. Bu durum alaşımı oluşturan metallerin 4s ile 3d orbitalleri arasında yeniden elektron düzenlenmesine neden olur. Bu düzenlenme sırasında değerlik elektronlarının geçişleri söz konusudur ve bu geçişler $K\beta$ X-ışınlarının yayınlanma ihtimallerini artırır. Bu artışta Γ_K , $\Gamma_{K\alpha1}$ ve $\Gamma_{K\alpha2}$ çizgi genişliklerinin değişimine neden olur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çeşitli konsantrasyonlarda üretilmiş olan Cr_xNi_{1-x} ve Cr_xAl_{1-x} alaşımlarında Cr ve Ni' nin K tabakası $K_{\alpha 1}$ ve $K_{\alpha 2}$ X-ışını çizgi genişlikleri XRF tekniği ile K tabası flüoresans verimleri kullanılarak hesaplandı.

Tablo 4.1 ve şekil 4.1-3'den görüldüğü gibi K seviyesi ile $K_{\alpha 1}$ ve $K_{\alpha 2}$ X-ışını çizgi genişlikleri saf element değerlerinden farklıdır. Bu farklılıklar Cr_xNi_{1-x} alaşımında: Cr'nin Γ_K deneysel saf element değeri teorik değerinden %16.67 farklı olurken, Cr'nin $\Gamma_{K_{\alpha 1}}$ değeri teorik değerinden %13.33Cr'nin $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ değeri %13.33 farklıdır.

Cr_xNi_{1-x} alaşımında: Cr'nin 0.5 konsantrasyonunda Γ_K 'nın teorik değerine göre %37.13 farklı olurken, $K_{\alpha 1}$ 'nin %29.70 $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ %29.70 farklıdır.

Cr_xNi_{1-x} alaşımında: Cr'nin 0.8 konsantrasyonunda Γ_K 'nın teorik değerine göre %21.57 farklı olurken, Cr'nin 0.8 konsantrasyonunda $K_{\alpha 1}$ 'nin teorik değerine göre %17.25 Cr'nin 0.5 konsantrasyonunda $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ teorik değerine göre %17 farklıdır.

Cr_xNi_{1-x} alaşımında: Ni'nin deneysel saf element değeri teorik değerinden Γ_K %7, $\Gamma_{K_{\alpha 1}}$ %4, $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ değeri %5 farklıdır.

Cr_xNi_{1-x} alaşımında: Ni'nin 0.5 konsantrasyonunda Γ_K 'nın teorik değerine göre %34.31 farklı olurken, Ni'nin 0.5 konsantrasyonunda $K_{\alpha 1}$ 'in %26, $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ 'nin teorik değerine göre %25.20 farklıdır.

Cr_xNi_{1-x} alaşımında: Ni'nin 0.2 konsantrasyonunda Γ_K 'nın teorik değerine göre %42.5 farklı olurken, Ni'nin 0.2 konsantrasyonunda $K_{\alpha 1}$ 'nin teorik değerine göre %32.6 Ni'nin 0.2 konsantrasyonunda $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ teorik değerine göre %3.22 farklıdır.

Tablo 4.2 ve şekil 4.1-3'den görüldüğü gibi K seviyesi ile $K_{\alpha 1}$ ve $K_{\alpha 2}$ X-ışını çizgi genişlikleri saf element değerlerinden farklıdır. Bu farklılıklar Cr_xAl_{1-x} alaşımında: Cr'nin Γ_K deneysel saf element değeri teorik değerinden %17 farklı olurken, Cr'nin $\Gamma_{K_{\alpha 1}}$ deneysel saf element değeri teorik değerinden %13, Cr'nin $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ deneysel saf element değeri teorik değerinden %13 farklıdır.

Cr_xAl_{1-x} alaşımında: Cr'nin 0.6 konsantrasyonunda Γ_K 'nın teorik değerine göre %24 farklı olurken, $K_{\alpha 1}$ 'in teorik değerine göre %19.33, $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ %19 farklıdır.

Cr_xAl_{1-x} alaşımında: Cr'nin 0.8 konsantrasyonunda Γ_K 'nın teorik değerine göre %14 farklı olurken, Cr'nin 0.8 konsantrasyonunda $K_{\alpha 1}$ 'nin teorik değerine göre %11.11 Cr'nin 0.8 konsantrasyonunda $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ teorik değerine göre %10.95 farklıdır.

Bu farklılıkların nedeni incelenen elementlerin saf halde olmayıp kimyasal bir bileşik halinde olmasından kaynaklanmaktadır. Elementler basit yada kompleks bir moleküler yapı yada kimyasal bir bağa katıldıklarında yayınlamış oldukları X-ışın çizgisinin şeklinde, pozisyonunda ve şiddetinde değişiklikler olur. Bu değişimler kimyasal etki olarak adlandırılır. Bu kimyasal etkiler, 3d elektron popülasyonunun değişmesiyle veya ligand atomlarından metalin veya her ikisinin 3d durumlarına kadar, 3p durumlarının katkısıyla ortaya çıkabilir. Polarite, değerlik, atomların elektronegatifliği, koordinasyon sayısı, bağ uzunluğu, bağ tipi, ligand atomlarının sayısı, oksidasyon durumu, moleküler simetri, moleküllerin, komplekslerin ve kristallerin yapısının bireysel zellikleri X-ışını yayınlama ihtimallerini değiştirir. Bu değişim de K seviyesi doğal çizgi genişliğini, $K_{\alpha 2}$ ve $K_{\alpha 1}$ X-ışını çizgisi genişliğini etkiler. Kimyasal bağdaki değişim, değerlik elektron yoğunluğunda değişikliğe neden olur. Elektronegatifliğin etkisi, ligandların doğası ve ligandların merkezi yayınlayıcı atomların etrafındaki dağılımı bu değişime neden olabilecek faktörlerden bazılarıdır. Elektron yoğunluğu, molekül veya kristal içindeki komşu atomlarla bağlanma türüne bağlı olarak azalır veya artar.

Sonuç olarak bu çalışmada Γ_K , $\Gamma_{K_{\alpha 1}}$ ve $\Gamma_{K_{\alpha 2}}$ K tabakası X-ışını çizgi genişlikleri üzerine alaşım etkisi olduğu tespit edildi. Bu etkilerin daha iyi yorumlanması için 3d grubu metallere oluşan alaşımların konsantrasyonları için daha kapsamlı ölçümler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2019a : Erişim tarihi :03.03.2019 <http://www.bilgibaba.org/yazi/alasim-nedir-alasim-cesitleri-ve-ozellikleri-nelerdir>
- Anonim 2019b: Erişim tarihi :03.03.2019 <http://www.hurbilgi.com/index.php/2016/02/01/alasim-nedir-ozellikleri-kullanim-alanlari>
- Arndt, E., Brunner, G. and Hartmann, E., 1982, J. Phys. B: At. Mol. Phys. 15, L887-L889,
- Bhalla, C.P., 1975. Fluorescence yields and Auger rates for multiply ionized nitrogen, J.Phys. B: Atom. Molec. Phys., (8)17, 2792-2797
- Bhuinya, C.R. and Padhi, H.C., Institute of Physics (India) Report No:91-52.
- Bhuinya, C.R. and Padhi, H.C., Institute of Physics, Bhubaneswar (India), Report No: 91-41.
- Bhuinya, c.R. and Padhi, H.c., 1993, Phys. Rev., A47, 4885-4889.
- Brunner, G., Nagel, M., Hartman, E. and Arndt, E., 1982, J. Physics B: At. Mol. Opt. Phys., 15, 4517-4522.
- Boydaş E., Orhan E., Boydaş M.G. and Cömert E., 2015. Chemical Shifts of $K\alpha$ and $K\beta_{1,3}$ X-ray Emission Spectra for Oxygen Compounds of Ti, Cr, Fe, Co, Cu with WDXRF, Procedia - Social and Behavioral Sciences 195 (3), 1757-1761.
- Büyükkasap, E., 1992, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Büyükkasap, E., Küçükönder, A., Şahin, Y., Erdoğan, H., 1994, J.Radioanal. and Nucl. Chem. Letters, 186(6), 471-475.
- Campbell J.L. and Wang J.X., 1992. Lorentzian Contributions to X-Ray Lineshapes in Si(Li) Spectroscopy, X-Ray Spectrometry 21, 223-227.
- Casnati, E., Tartari, A., Baraldi, C. and Napoli, G., 1985, J. Phys. B :At. Mol. Phys, 18, 2843-2849.
- Ceolho, L.F.S. and Gaspar -, N.B.İ 1989 Phys. Rev. A40, 4093-4095.
- Chang, C.N., Chen, C.T., Yen, C.C., Wu, Y.H., Su, C.W. and Chiou, S.K., 1994, J. Physics B: At. Mol. Opt. Phys., 27, 5251-5256.
- Chang, Chu-Nan., Chiou, Shin-Kuan and Luo, Ching-Rong., 1993, Solid State Communications, 87(11), 987-992

- Chen, M. H., and Crasemann, B., 1975. Auger and radiative deexcitation of multiply ionized Ne, Phys. Rev. A12, 959-967.
- Chen, M. H., and Crasemann, B., 1974. Multiplet effects on the L_{2,3} fluorescence yield of multiply ionized Ar, Phys. Rev. A10, 2232-2239.
- Chen, M. H., and Crasemann, B., 1975. Auger and radiative deexcitation of multiply ionized Ne, Phys. Rev. A 12(3), 959-967.
- Collins, K.E., Collins, C.H. and Heitz, C., 1981. Radiochimica Acta, 28, 7-11.
- Crawford J., Cohen D., Doherty G., Atanacio A., 2011. Calculated K, L and M-shell X-ray line intensities for light ion impact on selected targets from Z=6 to 100, Australian Nuclear Science and Technology Organisation ANSTO/E-774, 1-70.
- Çelik A., 2014. Flor ve Bor Katkılı ZnO İnce Filmlerinde Karakteristik X-ışınlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Debertin K. and Pessara W., 1981. Natural Line-Width Effects in Gamma- and X-Ray Emission Rate Measurements with Semiconductor Detectors, Nuclear Instruments and Methods 184, 497-503.
- de Groot, F.M.F. Fontaine, A., Kao, C.C. and Krisch, M., 1994, J. Phys: Condens. Matter, 6.6875-6884.
- Dönük Ç., 2012. CoNiCu İnce Film Alaşımlarının XRD ve XRF ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü
- Fzik Anabi Campbell J.L. and Wang J.X., 1992. Lorentzian Contributions to X-Ray Lineshapes in Si(Li) Spectroscopy, X-Ray Spectrometry 21, 223-227.
- Ebert, P.J. and Slivinsky, V.W., 1969, Phys. Rev. 188(1), 1-3. Mistry, V.D. and Quarles, C.A., 1971, Nuclear Physics, A164, 219- 22.
- Erdoğan, H., Büyükkasap, E., 1991, Doğa, 15, 462-468.
- Fabian Derek J., Kleinpoppen H., Watson Lewis M., 1981. Inner-Shell and X-Ray Physics of Atoms and Solids, A Division of Plenum Publishing Corporation 233 Spring Street, New York, N.Y. 10013, Plenum Press, New York and London.

- Faegri, K., Jr., and Keski-Rahkonen, O., 1974. Sulphur KLL auger spectra of gaseous sulphur compounds, *J. Electr. Spectrosc.* 11, 275-291
- Garg, M.L., Singh, J., Singh, G., Sharma, A.K., Verma, H.R., Singh, N., Mangal, P.C. and Trehan, P.N., 1984, *J. Phys.* 58A, 242- 247
- Garg, M.L., Singh, J., Verma, H.R., Singh, N., Mangal, P.C. and Trehan, P.N., 1984, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*,17, 577-584.
- Garg, M.L., Kumar, S., Mehta, Ds, Verma, H.R., Mangal, P.C. and Trehan, P.N., 1985, *J. Phys B: At. Mol. Phys.*, 18, 4529- 4538
- Garg, M.L., Mehta, D., Verma, H.R., Singh, M. , Mangal, P.C. and Trehan, P.N., 1986, *J. Phys. B: At. Mol. Phys.*, 19, 615-1622.
- Gray, T.J.,1980, *Phys. Rev. A*22, 1758-1759.
- Hansen, J.S., Freund, H.U. and Fink,R. W. I 1970 *Nuclear Physics*, A142, 604-608
- Hansen, J.S., McGeorge, J.C., Nix, D., Schmidt-ott, W.D., Unus, I. and Fink, R.W., 1973, *Nuclear Instruments and Methods*, 106, 365-379.
- Jakson, D,F., 1982, *Nuclear Instruments and Methods*, 193, 387-389.
- Kamal, Z., McKee, J.S.C., Ramsay, W.D., Al-Ghan, M.S.A.L., Birchall, J., Durocher, J.J.G. and Videla, N., 1980, *Phys. Letters*, A75, 475-477.
- Kataria. s.K., Govil. R.. Saxena, A. and Bajpei. H.N.. 1986, *X-Ray Spectrometry*. 15, 49-53.
- Kawai, J. Takami, M. and Satoko,C., 1990, *Phys. Rev. Letters*, 65(7), 2193-2196.
- Kawai. J.. 1993, *Nuclear Instruments and Methods*, 875. 3-8.
- Kawai, J. , 1994, *Nuclear Instruments and Methods*, B87, 88-91.
- Kiss, K., Palinkas, J., Schlenk, B., 1980, *Radiochem. Radioanal. Letters*, 45(3), 213-220.
- Köksal O.K.,Apaydın G., Cengiz E., Karabulut K., 2016. Calculation of K Shell Intensity Ratios and Line Widths of Ti and some of its compounds by means of 5,96 keV energy, *Journal of Physics: Conference Series* 707, 012004. doi:10.1088/1742-6596/707/1/012004.
- Krause M.O. and Oliver J.H., 1979. Natural Widths of Atomic K and L Levels, Ka X-Ray Lines and Several Kit Auger Lines, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 8(2), 329-338.

- Krause, M. O., 1973. "Creation of Multiple Vacancies" in Proceedings International Conference on Inner-shell Ionization Phenomena, R. W. Fink, et al., editors, pp. 1586-1616, USAEC CONF-720404.
- Krause M.O. and Oliver J.H., 1979. Natural Widths of Atomic K and L Levels, $K\alpha$ X Ray Lines and Several KLL Auger Lines, J. Phys. Chem. Ref. Data, 8(2), 329-338.
- Küçükönder, A.. 1992. Doktora Tezi (Yayınlanmamış). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Küçükönder, A., Şahin, Y., Büyükkasap, E., 1993 Journal of Radioanal. and Nuclear Chemistry, 170(1), 125-132.
- Küçükönder. A.. Şahin. Y. , Büyükkasap, E. , and Kopya. A.. 1993, J. Phys. B: At. Mol. W. Phys., 26. 101-105.
- Küçükönder, A. , Şahin, Y. and Büyükkasap. E. , 1993, IL Nuova Cimento, 15. 1295-1300.
- Lepy, M.C., Plagnard, J. , Morel, J., 1994, Nuclear Instruments and Methods, A339, 241-47.
- Marques, M.I., Martins, M.C. and Ferreira, J.G., 1980, J. Phys. B: At. Mol. Phys. 13, 41-45.
- Mistry, V.D. and Quarles, C.A., 1971, Nuclear Physics, A1 64, 219- 224.
- Mohan, H., Singh, P.S., Singh, D-, Verma, H.R., and Khuruna, C.S.1987,J. Phys. B: At. Mol. Phys., 20, 5355-5362.
- Mukoyama, T., Sarkadi, L., Berenyi, D. and Koltay, E.,1978 Phys. Letters, A67, 180-182.
- Mukoyama, T. and Sarkadi, L. , 1982, Nuclear Instruments and Methods, 197, 585-590
- Mukoyama. T., Taniguchi, K.. Adachi, H.. 1986, Phys. Rev. B34.3710-3716.
- Nelson G.C., John W. and Saunders B.G., 1969. Widths of the $K\alpha_1$ and $K\alpha_2$ X-Ray Lines for $Z > 50$, Physical Review 187(1), 1-5.
- Nelson G.C., Saunders B.G. and Salem, S.I., 1970, Atomic Data, 1, 377-384
- Paic, G. and Pecar, V.,1976, Phys. Rev. A1 4,2190-2192.
- Raghavaiah, C.V., Rao, N.V., Reddy,S.B., Satyanarayana, G., Murty,G.S.K., Rao, M.V.S.C. and sastry, D.L., 1990, x-Ray Spectrometry, 19, 23-26.

- Raghavaiah, C.V., Rao, N.v., Mudy, G.S.K., Rao, M.V.S.C., Reddy, S.B. and Sastry, D.L., 1992, X-Ray Spectrometry, 21, 239- 243.
- Rao, P.v., Wood, R.E. and Palms, J.M. and Fink, R.W., 1969, Phys. Rev, A1 78, 1997-2006.
- Rao, N.V., Reddy, S.B., Satyanarayana, G.S. and Sastry, D.L,1986, Physica, 142C, 375-380.
- Rao, N.V., Reddy, S.B., Satyanarayana, G. and Sastry, D.L., 1986, Physica, C138, 215-218.
- Rao, N.V., Reddy, SB., Raghavaiah, C.V., Venkataratman, S. and Sastry, D.L., 1986, Portuga. Phys., 17, 143-148.
- Röhl S., Hoppenau S., Dost M., 1981. Nuclear level widths in 113-Sb from particle-X-ray coincidences, Nuclear Physics A 369 (2), 301-320.
- Ridder, D., Dieringer, J., and Stolterfoht, N., 1976. Fine-structure splitting of the L₂-MM (³P_{0,1,2}) and L₃-MM (³P_{0,1,2}) Auger lines in argon, J. Phys. B9 (11), L307-310.
- Salem S.I., Lee P.L., 1976. Experimental widths of K and L x-ray lines, Atomic Data and Nuclear Data Tables 18(3), 233-241
- Salem S.I., Panossian, S.L. and Krause ,R.A., 1974, Atomic Data and Nuclear Data Tables, 14, 91-109
- Scofield, J.H., 1974, Atomic Data and Nuclear Data Tables, 14, 121- 137.
- Scofield, J.H., 1974, Phys. Rev. A9, 3, 1041.
- Shatendra, K., Singh, N., Mittal, R., Allawadhi, K.L. and Sood, B.S., 1984, Indian, J. Phys., 58A, 361-362.
- Shatendra, K., Allawadhi, K.L. and Sood, B.S., 1985, Phys. Rev. A. 31 (5), 2918-2921.
- Shulakov, A.S., Szasz, A., Müller, H. and Kirchmayr, H. , 1992, Phys. sol. stat., 133, 555-564.
- Siegbahn, K., 1974. Electron spectroscopy - an Outlook, J. Electr. Spectrosc., 5(1), 3-97.
- Slivinsky, V.W. and Ebert, P.J., 1972, Phys. Rev. A5, 1581-1586.
- Slivinsky, V.W. and Ebert, P.J., 1969, Phys. Letters, 29A, 463-464.

- Sögüt Ö., 1995. K ve L X-ışını şiddet oranları üzerine kimyasal etkiler, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, p.71.
- Sögüt Ö., Seven S., Baydaş E., Büyükkasap E., Küçükönder A., 2001. Chemical Effects on $K\beta/K\alpha$ X-ray İntensity Ratios of Mo, Ag, Cd, Ba, La, Ce Compounds and Total Mass Attenuation Coefficients of Fe and Cu, Spectrochimica Acta Part B 56, 1367-1374.
- Stolterfoht, N., 1976. 4th ConI Appl. Small Accelerators, Publ. No. 76CH117-9 NTS: Denton. Texas.
- Tamaki, Y., Omori. T., Shiokawa. T.. 1975. Radiochem. Radioanal Letters, 20(4-5), 255-262.
- Tamaki, Y., Omori,T., Shiokawa, T.. 1979, Radiochem. Radoanal. Letters,
- Wang K.C., Hahn A.A. and Boehm, F., 1978. Precise measurements of Ka X-ray line widths in Eu, Tm and Ta, Physical Review A 17(5), 1735-1738
- Yamoto, 1., Kaji, H., Yoshihara, K. , 1985, J. Radioanal. and Nucl. Chem. Letters, 95(5), 301-310.
- Yamoto. 1., Kaji, H. and Yoshihara. K.. 1986, J. Chem. Phys. 84(1), 522-526.
- Yoshihara, K. , Hibino, A., Yamoto, 1., Kaji, H.. 1981, Radiochem. Radioanal. Letters, 48(5), 303-310.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı: Ahmet TANRIKULU

Uyruğu: T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 30/10/1992 TÜRKOĞLU

Medeni hali: Evli

Telefon: 0 (543) 637 69 21

e-posta: ahmettanrkulu8@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	KSÜ / Fizik Bölümü	2019
Lisans	YYÜ/ Fizik Öğretmenliği Bölümü	2015
Lise	Türkoğlu Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görevi
2015-2016	Karacasu Çok Programlı Anadolu Lisesi	Fizik Öğretmeni
2016-2017	Barınma Merkezi Ortaokulu	Matematik Öğretmeni
2017-2018	Öğretmenler Kız Anadolu İman Hatip Lisesi	Fizik Öğretmeni
2018-2019	Mesai Koleji	Fizik Öğretmeni

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Doğa Gezisi, Futbol, Voleybol, Halk Oyunları, Müzik