

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**4.551-111.898 keV ENERJİ ARALIĞINDA
Ti, Fe, Ni, Zn, Zr, Ag, In, Sn, Ta ve W ELEMENTLERİNE
AİT TOPLAM KÜTLE AZALTMA KATSAYILARININ
DOĞRUDAN ÖLÇÜLMESİ**

Ümit TURGUT

Yönetici: Doç. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

Ti, Fe, Ni, Zn, Zr, Ag, In, Sn, Ta ve W elementlerine ait, toplam kütle azaltma katsayılarının enerjiye bağılılığı 4.551-111.898 keV enerji aralığında ikincil uyarıcı metodu kullanılarak incelenmiştir.

İkincil uyarıcı olarak; Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, K, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Ta, W, Au, Hg, Pb, Bi, Th ve U elementleri seçilmiş olup, bu elementlerin uyarılmasında Am-241 ve Co-57 radyoizotop halka kaynaklarının, karşılıklı olarak, 59.5 ve 122 keV'lik gamma ışınları kullanılmıştır. İkincil uyarıcılardan yayımlanan K x-ışınlarının sayılmasında rezolüsyonu 5.9 keV'de 190 eV olan Ge(Li) dedektörü kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen değerler diğer teorik ve deneysel değerler ile karşılaştırılmıştır.

SUMMARY

Energy dependence of total attenuation coefficients of Ti, Fe, Ni, Zn, Zr, Ag, In, Sn, Ta and W elements was investigated between 4.551-111.898 keV energy range by using seconder excitation method.

Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, K, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Ta, W, Au, Hg, Pb, Bi, Th and U elements were used as seconder excitor. Gamma rays with energies 59.5 keV and 122 keV from Am-241 and Co-57 respectively were used to excite seconder excitor. K x-rays of seconder excitor were counted by a Ge(Li) detector with resolution 190 eV at 5.9 keV.

Our results were compared with other experimental and theoretical values.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında değerli görüş ve yardımlarını esirgemeyen tez hocam Sayın Doç. Dr. Erdoğan BÜYÜKKASAP'a içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca başta Doç. Dr. Yusuf ŞAHİN, Yrd. Doç. Dr. Mehmet ERTUĞRUL ve Yrd. Doç. Dr. Önder ŞİMŞEK olmak üzere, çalışmalarım boyunca maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm K. K. Eğitim Fakültesi ve Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü elemanlarına ve tezimin yazım ve dizgisinde emeği geçen Tekbil Yazılım'a teşekkür ederim.

Ümit TURGUT

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Elektromağnetik Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi	2
2.1.1. Elektromağnetik Radyasyonun Soğurulması	3
2.1.1.a. Fotoelektrik Olay	4
2.1.1.b. Çift Oluşumu	6
2.1.2. Elektromağnetik Radyasyonun Saçılması	6
2.1.2.a. Koherent Saçılma	7
2.1.2.b. İnkohherent Saçılma	7
2.1.2.b.i. Compton Olayı	8
2.2. Azaltma Katsayıları ve Soğurma Kıyısı	9
2.3. Tesir Kesiti	11
2.4. İnkohherent Saçılma Diferansiyel Tesir Kesiti	16
2.5. Koherent Saçılma Diferansiyel Tesir Kesiti	16
2.6. Karakteristik x-Işınlarının Oluşumu	17
3. DENEY SİSTEMİ ve DENEYİN YAPILIŞI	19
3.1. Lityum Sürüklenmiş Yarıiletken Sayaçlar ve Sayma Sistemleri	19
3.2. Numunelerin Hazırlanması	20
3.3. Deney Geometrisi ve K x-Işınlarının Sayılması	21
3.4. Spektrumların ve Verilerin Değerlendirilmesi	36
4. SONUÇ ve TARTIŞMA	39
5. EKLER	89
5.1. Ek-1. Çizilen Grafiklerin Fit Denklemleri	89
KAYNAKLAR	91

1. GİRİŞ

Monokromatik bir elektromagnetik radyasyon demeti bir maddeden geçirildiğinde, şiddetinde bir azalma olduğu gözlenir. Madde içerisine giren radyasyon madde atomları ile çeşitli etkileşmeler yaparak enerjisini kısmen veya tamamen kaybeder. Herhangi bir olaya ait tesir kesiti, bu olayın meydana gelme ihtimalinin bir ölçüsüdür. Bu etkileşmelere ait tesir kesitlerinin bilinmesi; başta radyasyon etkisini azaltma, reaktör kaplama, endüstriyel radyografi, tıbbi fizik, enerji taşıma ve depolama konuları olmak üzere daha pek çok araştırma alanlarında önem taşımaktadır.

Tesir kesitlerinin deneysel olarak ölçülmesi, bunların teorik hesaplanmasında kullanılan modellerin test edilmesinde oldukça önemlidir. Aynı zamanda tesir kesitlerine ait teorik ve deneysel değerler arasında bir takım farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıkları araştırmak için, yeni geliştirilmiş, yüksek ayırma gücüne ve sayma verimine sahip olan dedektörler ile tesir kesiti değerlerinin yeniden ölçülmesi gerekmektedir.

Bazı araştırmacılar çeşitli elementlere ait, kütle azaltma katsayılarını¹⁻²⁴, fotoelektrik tesir kesitlerini²⁵⁻³², saçılma tesir kesitlerini³³⁻³⁵ farklı enerjiler için deneysel olarak ölçmüşlerdir. Yapılan bu ölçümlerde elementleri uyarmak için x-ışınları tüpü, farklı enerjili radyoizotop kaynaklar ve ikincil uyarıcılar kullanılmıştır. Ölçülen bu değerler bazı araştırmacılar tarafından tablolar halinde verilmiştir^{36, 37}. Bazı araştırmacılar ise değişik enerjiler için fotoelektrik tesir kesitlerini teorik olarak hesaplamış ve tablolar halinde sunmuşlardır³⁸⁻⁴².

Bu çalışmada; Ti, Fe, Ni, Zn, Zr, Ag, In, Sn, Ta ve W elementlerinin toplam kütle azaltma katsayılarının enerji ile değişimi, ikincil uyarıcı metodu kullanılmak suretiyle deneysel olarak incelenmiştir. İkincil uyarıcı olarak, K x-ışını enerjileri 4.551-111.898 keV enerji aralığında olan; Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, K, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Ta, W, Au, Hg, Pb, Bi, Th ve U elementleri kullanılmıştır. İkincil numunelerin uyarılmasında Am-241 ve Co-57 radyoizotop halka kaynakları, yayımlanan karakteristik x-ışınlarının sayılmasında ise Ge(Li) katihal sayacı kullanılmıştır. Elde edilen değerler mevcut teorik ve deneysel değerler ile karşılaştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Elektromagnetik Radyasyonun Madde ile Etkileşmesi

Elektromagnetik radyasyon, bir madde üzerine düşürülecek olursa, madde içerisine giren radyasyon, atomların bağlı elektronları, serbest elektronları ve çekirdeği ile çeşitli etkileşmeler yapar. Bu etkileşmeler sonucu meydana gelebilecek bazı olaylar Tablo 2.1'de özetlenmiştir³⁹.

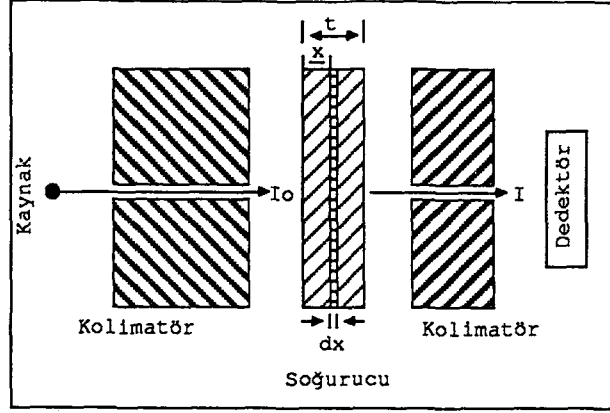
Tablo 2.1. Elektromagnetik radyasyon etkileşmelerinin sınıflandırılması.

Etkileşmenin Tipi	Soğurma (a)	Saçılma		Çoklu-Foton Etkisi (d)
		koherent (b)	inkoherent (c)	
(1) Atomik elektronlarla etkileşme	Fotoelektrik olay	Rayleigh Saçılması (düşük enerji)	Compton Saçılması	İki - foton Compton saçılması
(2) Nükleonlarla etkileşme	Fotonükleer reaksiyon (γ, n), (γ, p) fotofisyon v.b. ($E > 10$ MeV)	Elastik nükleer saçılma (γ, γ)	İnelastik nükleer saçılma (γ, γ^1)	
(3) Yüklü parçacıkları kuşatan elektrik alan ile etkileşme	1) Çekirdeğin alanında elektron-pozitron çift oluşumu ($E \geq 1,02$ MeV) 2) Elektron alanında elektron-pozitron çift oluşumu ($E \geq 2,04$ MeV) 3) Nükleon-Antinükleon çift oluşumu ($E > 3$ GeV)	Delbrück saçılması		
(4) Mezonlar ile etkileşme	Fotomezon üretimi ($E > 150$ MeV)	γ, γ		

Paralel elektromagnetik radyasyon demeti t kalınlığındaki bir maddeden geçirecek olursa, çıkan elektromagnetik radyasyon demetinin şiddetinde bir azalma olduğu gözlenir (Şekil 2.1). dx kalınlığındaki bir madde üzerine düşürülen I şiddetindeki demetin, şiddetindeki azalma,

$$dI = -\mu \cdot I \cdot dx \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilir.



Şekil 2.1. Elektromagnetik radyasyonun azalmasının şematik gösterimi.

Burada μ lineer azaltma katsayısıdır ve birim uzunluk başına azalma ihtimalinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Bu nicelik, atom numarasına (Z) ve foton enerjisine (E) bağlıdır. (2.1) bağıntısındaki (-) işareti kalınlık arttıkça şiddetin azalacağını ifade etmektedir. Madde üzerine I_0 şiddetinde bir ışın demeti düştüğünde, maddeyi geçen ışın şiddeti;

$$I(t) = I_0 \exp \left\{ - \int_0^t \mu(x) \cdot dx \right\} \quad (2.2)$$

olarak verilir. Eğer madde homojen ise (2.2) bağıntısı,

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot t} \quad (2.3)$$

şeklini alır.

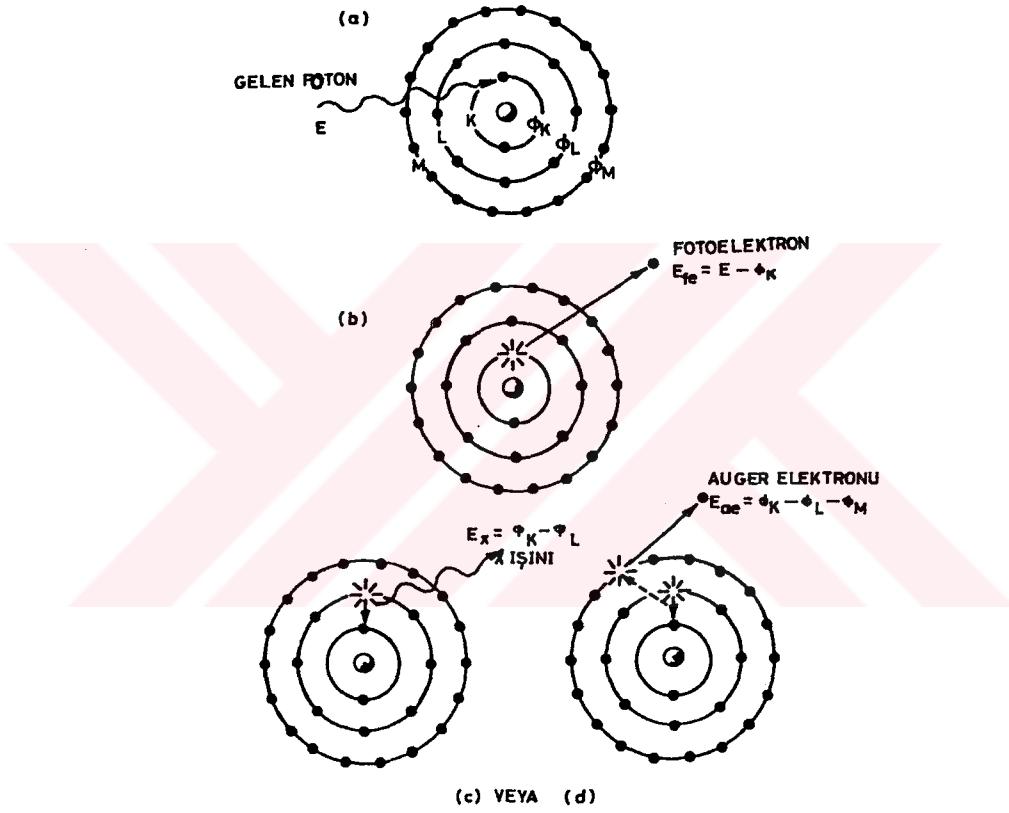
Radyasyonun madde ile etkileşmesini, soğurma ve saçılma olayı olarak iki grup altında toplayabiliriz.

2.1.1. Elektromagnetik Radyasyonun Soğurulması

Elektromagnetik radyasyonun soğurulması çeşitli olaylar sonucu gözlenmekle beraber, bunların içerisinde en baskın olanları fotoelektrik olay ve çift oluşumdur.

2.1.1.a. Fotoelektrik Olay

Enerjisi, atoma bağlı bir elektronun bağlanma enerjisinden fazla olan bir foton sözkonusu elektronla etkileşirse, elektron fotonun toplam enerjisini soğurarak serbest hale geçebilir. Bu olaya fotoelektrik olay, sökülme elektronuna da fotoelektron denir. K tabakası elektronlarından birinin sökülmesi ile sonuçlanan bir fotoelektrik olay Şekil 2.2'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Fotoelektrik olay.

K tabakasından sökülme elektronunun enerjisi,

$$E_{fe} = E - \phi_K \quad (2.4)$$

şeklinde ifade edilir. Burada E, gelen fotonun enerjisi, ϕ_K ise K tabakasının bağlanma enerjisidir. Fotonun enerjisi elektronun bağlanma enerjisine ne kadar

yakın ise fotonun soğurulma ihtimali o kadar büyüktür. Foton enerjisi, bağlanma enerjisinden uzaklaştıkça fotoelektrik olayın meydana gelme ihtimali azalır.

K tabakası için fotoelektrik tesir kesiti,

$$\frac{\sigma_K}{\sigma_T} = \frac{64 \times 137^3}{Z^2} \left(\frac{K_{ab}}{E} \right)^{7/2} \quad (2.5)$$

ile verilmiştir⁴³. Foton enerjisi, K tabakası soğurma kıyısına yakın ise bağıntı,

$$\frac{\sigma_K}{\sigma_T} = 128\pi \frac{137^3}{Z^2} \left(\frac{K_{ab}}{E} \right)^4 \frac{e^{-4\xi \operatorname{Arccot} \xi}}{1 - e^{-2\pi\xi}} \quad (2.6)$$

şeklini alır. Burada ξ ,

$$\xi = \sqrt{\frac{K_{ab}}{E - K_{ab}}}$$

ile verilir. Ayrıca burada σ_T Thomson tesir kesiti, K_{ab} ise K tabakası soğurma kıyısıdır. K tabakasında oluşturulan boşluk, atomun üst tabaka elektronları tarafından doldurulur. Bu işlem sonucu, iki tabakanın bağlanma enerjileri arasındaki fark kadar enerjiye sahip bir foton yayımlanır ve bu foton karakteristik x-ışını olarak adlandırılır. Oluşan karakteristik x-ışını fotonu, atomu her zaman terk etmez. Bu foton atomun dış tabakalarındaki elektronlarından birisi tarafından soğurulabilir. Bu olaya Auger olayı, sökülen elektrona da Auger elektronu denir.

Herhangi bir tabakada oluşturulan bir boşluğun, karakteristik x-ışını yayımlanarak doldurulması ihtimaline o tabakaya ait floresans verim, Auger elektronu yayımlanarak doldurulması ihtimaline de o tabakaya ait Auger verimi denir. Floresans verim artan atom numarasıyla artarken, Auger verimi azalır.

2.1.1.b. Çift Oluşumu

Fotonların enerjilerini kaybettikleri olaylardan birisi de çift oluşumdur. Çift oluşumu, bir fotonun bir elektron ile bir pozitrona dönüşmesi olayıdır. Elektron ile pozitronun kütleleri birbirine eşit, yükleri ise eşit ve zıt işaretlidir. Bu olay meydana gelirken hiç bir korunum ilkesi bozulmuş olmaz. Olayda hem yük, hem çizgisel momentum ve hem de toplam enerji korunur.

Bir elektron veya pozitronun durgun kütle enerjisi $m_0c^2 = 0.51$ MeV'dir. Bu bakımdan çift oluşumu olayının olabilmesi için foton enerjisinin en az 1.02 MeV olması gerekir. Çift oluşumunun karşıtı, bir elektron ile bir pozitronun yan yana gelerek bir foton çifti oluşturmak suretiyle yok olmasıdır. Çift oluşumu bir çekirdek etrafında meydana gelmesine rağmen, bu olayda çekirdeğe ihtiyaç yoktur.

Çift oluşumu tesir kesiti,

$$\sigma_p = \sigma_0 \cdot Z^2 \left[\frac{28}{9} \ln(183Z)^{-1/3} - \frac{2}{27} \right] \quad (2.7)$$

ifadesiyle verilmektedir. Burada,

$$\sigma_0 = \frac{1}{137} \left(\frac{e^2}{m_0c^2} \right)^2 = 5,796 \cdot 10^{-28} \text{ cm}^2$$

değerinde bir sabittir⁴⁴. Görüldüğü gibi çift oluşumu tesir kesiti Z^2 ile orantılı olarak değişmektedir.

2.1.2. Elektromagnetik Radyasyonun Saçılması

Elektromagnetik radyasyonun saçılmasını, saçılan ışının enerjisine göre koherent ve inkoherent saçılma olarak iki grupta toplayabiliriz.

2.1.2.a. Koherent Saçılma

Fotonların atomdan, enerjilerinde bir değişiklik olmadan saçılması olayı koherent saçılma olarak adlandırılır. Bu saçılmada gelen foton ile saçılan fotonun arasında bir korelasyon mevcuttur.

Atom başına koherent saçılma tesir kesiti,

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{koh}} &= \int_{q=0}^{0=p} d\sigma_T(\theta) [F(x, Z)]^2 \\ &= \frac{3}{8} \sigma_T \int_{-1}^{+1} (1 + \cos^2 \theta) [F(x, Z)]^2 d(\cos \theta)\end{aligned}\quad (2.8)$$

ile verilmektedir⁴⁵. Burada σ_T , toplam Thomson saçılma tesir kesiti; θ , saçılma açısı; $F(x, Z)$, atomik form faktörü ve x , dalga boyu ve açığa bağlı bir parametredir.

Koherent saçılma, Thomson, Delbrück, Rayleigh ve Nükleer Rezonans saçılmaları olarak sınıflandırılabilir.

2.1.2.b. İnkohherent Saçılma

İnkohherent saçılmada gelen ve saçılan fotonların enerjileri arasında bir fark vardır. Yani gelen ve saçılan fotonların dalga boyları birbirinden farklıdır.

Atoma ait toplam inkohherent saçılma tesir kesiti,

$$\sigma_{\text{ink}} = \int_{\theta=0}^{0=\pi} d\sigma_{\text{KN}}(\theta) S(x, Z)\quad (2.9)$$

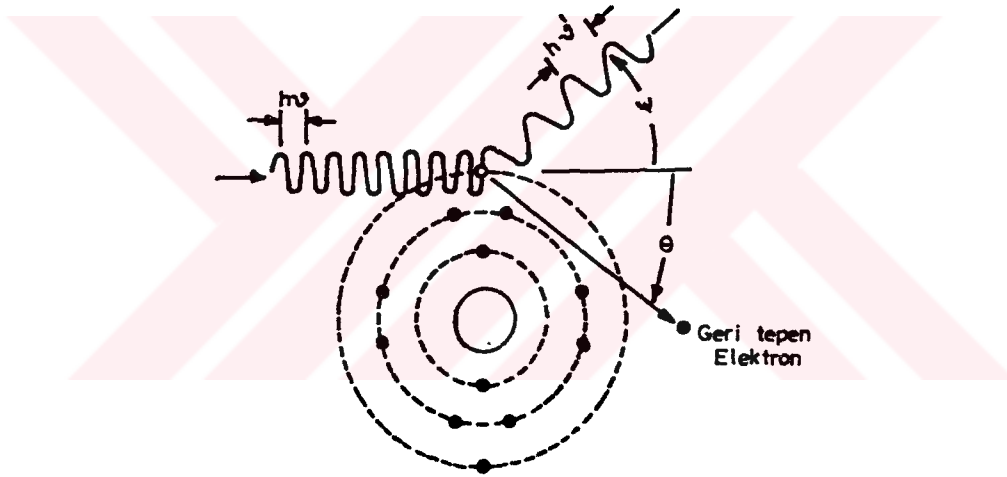
ile verilir⁴⁵. Burada $d\sigma_{\text{KN}}(\theta)$, Klein-Nishina diferansiyel tesir kesiti, $S(x, Z)$ ise inkohherent saçılma fonksiyonudur.

İnkohherent saçılma olarak bilinen üç tip saçılma vardır. Bunlar Compton saçılması, Nükleer saçılma ve Raman saçılmasıdır. Bunların arasında en etkin olanı Compton saçılmasıdır.

2.1.2.b.i. Compton Olayı

Compton saçılması, ışığın tanecikli yapıda olduğunu gösteren ilginç olaylardan biridir. Bu saçılmada, gelen foton, çok zayıf bağlı veya serbest bir elektron ile çarpışarak enerjisinin bir kısmını kaybeder ve geliş doğrultusundan sapar. Compton saçılması, elektronun bağlanma enerjisinin, gelen fotonun enerjisi yanında ihmal edilecek kadar küçük olduğu durumlarda meydana gelir.

Compton olayının meydana gelişi Şekil 2.3'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Compton Olayı.

Bu saçılmada enerji ve momentum korunur. Saçılan fotonun enerjisi

$$E' = \frac{E}{1 + \alpha(1 - \cos\psi)} \quad (2.10)$$

ifadesi ile verilir. Burada E, gelen fotonun enerjisi ve $\alpha = E/m_0c^2$ 'dir. m_0 , elektronun durgun kütlesi ve m_0c^2 , elektronun durgun kütle enerjisidir.

Geri tepen elektronun kinetik enerjisi ise,

$$E_k = E - \frac{E}{1 + \alpha(1 - \cos\psi)} \quad (2.11)$$

ile verilir.

2.2. Azaltma Katsayıları ve Soğurma Kıyası

Bölüm 2.1'de tanımlanan lineer azaltma katsayısından faydalanılarak, maddeye ait, kütle azaltma katsayısı, molar azaltma katsayısı, atomik azaltma katsayısı ve elektronik azaltma katsayısına ait ifadeleri elde etmek mümkündür.

Maddenin yoğunluğu ρ (g/cm^3) olmak üzere kütle azaltma katsayısı,

$$\mu_K = \frac{\mu}{\rho} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \right) \quad (2.12)$$

şeklinde verilir ve radyasyon enerjisinin, birim kütle tarafından alınan kesrini tanımlar.

Bir mol maddenin, radyasyondan aldığı enerji kesri olarak tanımlanan molar azaltma katsayısı,

$$\mu_{\text{mol}} = \mu_K \cdot M \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{mol}} \right) \quad (2.13)$$

ile verilir. Burada M, elementin atomik kütlesidir.

Atomik azaltma katsayısı, kütle azaltma katsayısı cinsinden,

$$\mu_a = \mu_K \cdot \frac{M}{N_0} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{atom}} \right) \quad (2.14)$$

şeklinde ifade edilir ve radyasyonun bir atom ile etkileşme ihtimalinin bir ölçüsü olarak tanımlanır. Burada N_0 , Avogadro sayısıdır. Elementlerin yoğunlukları ve barn/Atom cinsinden verilen ($1 \text{ barn}=10^{-24} \text{ cm}^2$) atomik azaltma katsayıları ile cm^2/g olarak verilen kütle azaltma katsayıları arasındaki dönüşüm sabitleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Radyasyonun bir elektron ile etkileşme ihtimalinin bir ölçüsü olarak tanımlanan elektronik azaltma katsayısı,

$$\mu_e = \mu_K \cdot \frac{M}{N_0 \cdot Z} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{elektron}} \right) \quad (2.15)$$

ile verilir. Burada Z , elementin atom numarasıdır.

Yukarıda tanımlanan azaltma katsayıları, ilgili element için toplam azaltma katsayılarıdır. Fotoelektrik olay, saçılma ve çift oluşumu olaylarının üçü de radyasyonun şiddetinde azalmaya sebep olduklarından; toplam azaltma katsayısı, bu olayların azaltma katsayılarının toplamı olarak,

$$\frac{\mu}{\rho} = \frac{\tau}{\rho} + \frac{\sigma}{\rho} + \frac{K}{\rho} \quad (2.16)$$

şeklinde ifade edilir. Burada (τ/ρ) fotoelektrik kütle azaltma katsayısı, (σ/ρ) saçılma kütle azaltma katsayısı (K/ρ) ise çift oluşumu kütle azaltma katsayısıdır. Toplam fotoelektrik kütle azaltma katsayısı, atomdaki bütün tabakalar için iyonlaşma ihtimalini kapsadığından, bu tabakaların iyonlaşma ihtimallerinin toplamı

$$\left(\frac{\tau}{\rho} \right)_E = \sum_i \left(\frac{\tau}{\rho} \right)_{E,i} \quad (2.17)$$

şeklinde ifade edilir.

Burada $(\tau/\rho)_{E,i}$, i . elektron seviyesinin ($i=K, L_1, L_{II}, L_{III}, \dots$) E enerjili foton için fotoelektrik kütle azaltma katsayısıdır.

Fotoelektrik etkileşme ihtimali, gelen radyasyonun enerjisi elektronun bağlanma enerjisine yaklaştıkça artmaktadır. Gelen radyasyonun enerjisi elektronun bağlanma enerjisine yaklaşık olarak eşit olduğunda, radyasyonun soğurulması en fazladır. Herhangi bir tabakadan bir elektron sökebilmek için gerekli olan minimum enerjiye, o tabakaya ait soğurma kıyısı denir. Elementlerin K tabakalarına ve L ile M alt tabakalarına ait soğurma kıyısı değerleri Tablo 2.3'te, kütle azaltma katsayısının enerji ile değişimi ise Şekil 2.4'te gösterilmiştir.

Saf elementlerin homojen karışımından meydana gelmiş bir numunenin toplam azaltma katsayısı,

$$\mu(E) = \sum_J W_J \cdot \mu_J(E) \quad (2.18)$$

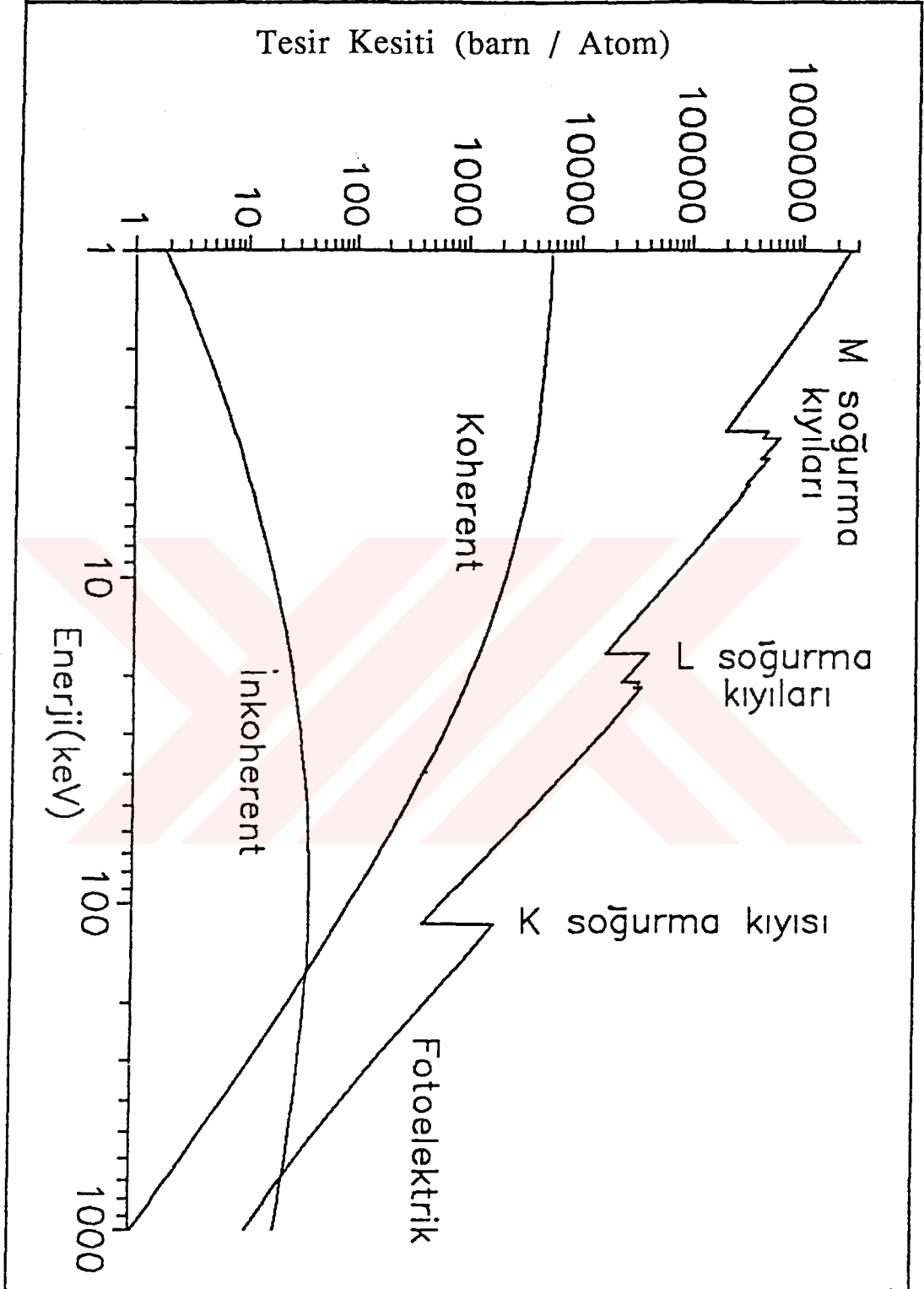
ile verilir. Burada $\mu_J(E)$, numune içerisinde W_J ağırlık kesri ile bulunan J. elementin E enerjili fotonlar için toplam kütle azaltma katsayısıdır.

2.3. Tesir Kesiti

Tesir kesiti, verilen bir olayın meydana gelme ihtimalinin ölçüsüdür. A yüzeyine ve t kalınlığına sahip ince bir levhanın birim hacminde n tane atom varsa ve atomik tesir kesiti (yani bir tür olayın meydana gelmesi ile orantılı olarak atomu kuşatan etkin alan) σ ise, maddede toplam etkin alan $A.n.t.\sigma$ olur. $n\sigma=f$ ifadesi etkin alan kesri adını alır ve levha üzerine düşürülen bir radyasyon demetinin levhadan geçerken şiddetindeki değişimin kesrini temsil eder. Madde üzerine gelen N radyasyondan N_s tanesi s türündeki olayı gerçekleştiriyorsa tesir kesiti klasik olarak,

$$\sigma = \frac{N_s}{n.N.t} \quad (2.19)$$

ifadesi ile verilir⁴⁶.



Şekil 2.4. Bi için, gelen foton enerjisinin fonksiyonu olarak koherent, inkoherent ve fotoelektrik tesis kesitleri.

Tablo 2.2. Elementlerin, atomik ağırlık katsayıları (barn/Atom) ile kütle ağırlık katsayıları (cm^2/g) arasındaki dönüşüm sabitleri ve yoğunlukları⁴².

Element	Z	Dönüşüm Katsayısı	ρ (g/cm^3)	Z/A	Element	Z	Dönüşüm Katsayısı	ρ (g/cm^3)	Z/A
H	1	0.597500	8.375E-05	0.99212	Sb	51	0.004947	6.691E+00	0.41889
He	2	0.150500	1.663E-04	0.49968	Te	52	0.004720	6.240E+00	0.40752
Li	3	0.086790	5.340E-01	0.43221	I	53	0.004746	4.930E+00	0.41764
Be	4	0.066830	1.848E+00	0.44384	Xe	54	0.004587	5.485E-03	0.41130
B	5	0.055710	2.370E+00	0.46245	Cs	55	0.004531	1.873E+00	0.41383
C	6	0.050140	1.700E+00	0.49954	Ba	56	0.004385	3.500E+00	0.40779
N	7	0.043000	1.165E-03	0.49976	La	57	0.004336	6.154E+00	0.41035
O	8	0.037640	1.332E-03	0.50002	Ce	58	0.004298	6.657E+00	0.41395
F	9	0.031700	1.580E-03	0.47372	Pr	59	0.004274	6.710E+00	0.41871
Ne	10	0.029840	8.385E-04	0.49555	Nd	60	0.004175	6.900E+00	0.41597
Na	11	0.026200	9.710E-01	0.47847	Pm	61	0.004153	7.220E+00	0.42094
Mg	12	0.024770	1.740E+00	0.49373	Sm	62	0.004006	7.460E+00	0.41234
Al	13	0.022320	2.699E+00	0.48181	Eu	63	0.003963	5.243E+00	0.41457
Si	14	0.021440	2.330E+00	0.49848	Gd	64	0.003830	7.900E+00	0.40699
P	15	0.019440	2.200E+00	0.48428	Tb	65	0.003790	8.229E+00	0.40900
S	16	0.018780	2.000E+00	0.49897	Dy	66	0.003706	8.550E+00	0.40615
Cl	17	0.016990	2.995E-03	0.47951	Ho	67	0.003652	8.795E+00	0.40623
Ar	18	0.015080	1.662E-03	0.45059	Er	68	0.003601	9.066E+00	0.40655
K	19	0.015400	8.620E-01	0.48595	Tm	69	0.003565	9.321E+00	0.40844
Ca	20	0.015030	1.550E+00	0.49903	Yb	70	0.003480	6.730E+00	0.40453
Sc	21	0.013400	2.989E+00	0.46712	Lu	71	0.003442	9.840E+00	0.40579
Ti	22	0.012570	4.540E+00	0.45948	Hf	72	0.003374	1.331E+01	0.40338
V	23	0.011820	6.110E+00	0.45150	Ta	73	0.003328	1.665E+01	0.40343
Cr	24	0.011580	7.180E+00	0.46157	W	74	0.003276	1.930E+01	0.40250
Mn	25	0.010960	7.440E+00	0.45506	Re	75	0.003234	2.102E+01	0.40278
Fe	26	0.010780	7.874E+00	0.46556	Os	76	0.003166	2.257E+01	0.39958
Co	27	0.010220	8.900E+00	0.45815	Ir	77	0.003133	2.242E+01	0.40058
Ni	28	0.010260	8.902E+00	0.47708	Pt	78	0.003087	2.145E+01	0.39984
Cu	29	0.009478	8.960E+00	0.45636	Au	79	0.003058	1.932E+01	0.40108
Zn	30	0.009213	7.133E+00	0.45879	Hg	80	0.003002	1.355E+01	0.39882
Ga	31	0.008638	5.904E+00	0.44462	Tl	81	0.002947	1.172E+01	0.39631
Ge	32	0.008297	5.323E+00	0.44071	Pb	82	0.002907	1.135E+01	0.39575
As	33	0.008038	5.730E+00	0.44046	Bi	83	0.002882	9.747E+00	0.39717
Se	34	0.007627	4.500E+00	0.43060	Po	84	0.002868	9.320E+00	0.40195
Br	35	0.007537	7.072E-03	0.43803	At	85	0.002868	1.000E+01	0.40479
Kr	36	0.007187	3.478E-03	0.42959	Rn	86	0.002713	9.066E-03	0.38736
Rb	37	0.007046	1.532E+00	0.43291	Fr	87	0.002701	1.000E+01	0.39010
Sr	38	0.006873	2.540E+00	0.43369	Ra	88	0.002665	5.000E+00	0.38934
Y	39	0.006774	4.469E+00	0.43867	Ac	89	0.002653	1.007E+01	0.39202
Zr	40	0.006602	6.506E+00	0.43848	Th	90	0.002595	1.172E+01	0.38787
Nb	41	0.006482	8.570E+00	0.44130	Pa	91	0.002607	1.537E+01	0.39388
Mo	42	0.006277	1.022E+01	0.43777	U	92	0.002530	1.895E+01	0.38651
Tc	43	0.006083	1.150E+01	0.43919	Np	93	0.002541	-	-
Ru	44	0.005959	1.241E+01	0.43534	Pu	94	0.002489	-	-
Rh	45	0.005853	1.241E+01	0.43729	Am	95	0.002478	-	-
Pd	46	0.005660	1.202E+01	0.43225	Cm	96	0.002438	-	-
Ag	47	0.005583	1.050E+01	0.43572	Bk	97	0.002419	-	-
Cd	48	0.005358	8.650E+00	0.42700	Cf	98	0.002399	-	-
In	49	0.005245	7.310E+00	0.42676	Es	99	0.002371	-	-
Sn	50	0.005074	7.310E+00	0.42120	Fm	100	0.002380	-	-

Tablo 2.3. Elementlerin K tabakasına ve L ile M alt tabakalarına ait soğurma kıyısı (keV) değerleri³⁸.

Element	Z	K	L _I	L _{II}	L _{III}	M _I	M _{II}	M _{III}	M _{IV}	M _V
H	1	0.014	-	-	-	-	-	-	-	-
He	2	0.025	0.001	-	-	-	-	-	-	-
Li	3	0.055	0.003	0.001	0.001	-	-	-	-	-
Be	4	0.111	0.006	0.002	0.002	-	-	-	-	-
B	5	0.118	0.009	0.004	0.004	-	-	-	-	-
C	6	0.284	0.013	0.005	0.005	-	-	-	-	-
N	7	0.400	0.018	0.007	0.007	-	-	-	-	-
O	8	0.533	0.024	0.009	0.009	-	-	-	-	-
F	9	0.687	0.032	0.012	0.012	-	-	-	-	-
Ne	10	0.867	0.045	0.018	0.018	0.001	-	-	-	-
Na	11	1.073	0.063	0.032	0.032	0.002	-	-	-	-
Mg	12	1.305	0.088	0.050	0.050	0.003	-	-	-	-
Al	13	1.560	0.118	0.073	0.073	0.005	-	-	-	-
Si	14	1.839	0.151	0.099	0.100	0.007	0.001	0.001	-	-
P	15	2.144	0.188	0.130	0.130	0.010	0.002	0.002	-	-
S	16	2.472	0.227	0.165	0.165	0.014	0.004	0.004	-	-
Cl	17	2.824	0.270	0.203	0.202	0.018	0.007	0.007	-	-
Ar	18	3.203	0.320	0.247	0.245	0.025	0.012	0.012	-	-
K	19	3.607	0.377	0.296	0.294	0.034	0.018	0.018	-	-
Ca	20	4.037	0.438	0.350	0.346	0.044	0.025	0.025	-	-
Sc	21	4.491	0.500	0.406	0.401	0.053	0.032	0.032	-	-
Ti	22	4.966	0.563	0.462	0.456	0.060	0.035	0.035	-	-
V	23	5.465	0.628	0.521	0.513	0.066	0.038	0.038	-	-
Cr	24	5.989	0.696	0.584	0.575	0.074	0.042	0.042	0.001	0.001
Mn	25	6.539	0.769	0.651	0.640	0.084	0.047	0.047	0.002	0.002
Fe	26	7.112	0.846	0.721	0.708	0.093	0.053	0.053	0.003	0.003
Co	27	7.709	0.926	0.794	0.779	0.101	0.060	0.060	0.004	0.004
Ni	28	8.332	1.008	0.871	0.854	0.111	0.067	0.067	0.005	0.005
Cu	29	8.981	1.096	0.953	0.933	0.122	0.074	0.074	0.007	0.007
Zn	30	9.659	1.193	1.043	1.020	0.138	0.088	0.087	0.010	0.010
Ga	31	10.367	1.300	1.142	1.115	0.158	0.106	0.103	0.017	0.017
Ge	32	11.104	1.413	1.248	1.217	0.180	0.126	0.121	0.028	0.028
As	33	11.867	1.530	1.359	1.323	0.204	0.146	0.140	0.041	0.041
Se	34	12.658	1.652	1.475	1.434	0.230	0.168	0.161	0.055	0.055
Br	35	13.474	1.782	1.597	1.551	0.257	0.191	0.184	0.072	0.071
Kr	36	14.323	1.921	1.727	1.675	0.288	0.219	0.210	0.091	0.090
Rb	37	15.200	2.065	1.863	1.805	0.322	0.248	0.239	0.112	0.110
Sr	38	16.105	2.216	2.007	1.940	0.358	0.280	0.269	0.135	0.133
Y	39	17.038	2.373	2.155	2.079	0.394	0.312	0.299	0.158	0.156
Zr	40	17.998	2.533	2.307	2.223	0.430	0.344	0.330	0.182	0.180
Nb	41	18.986	2.698	2.464	2.370	0.467	0.377	0.361	0.206	0.204
Mo	42	20.000	2.867	2.625	2.521	0.505	0.410	0.392	0.230	0.228
Tc	43	21.044	3.043	2.793	2.677	0.545	0.445	0.426	0.256	0.253
Ru	44	22.117	3.224	2.967	2.838	0.585	0.483	0.461	0.284	0.280
Rh	45	23.220	3.412	3.146	3.004	0.627	0.521	0.496	0.312	0.307
Pd	46	24.350	3.605	3.330	3.174	0.670	0.559	0.532	0.340	0.335
Ag	47	25.514	3.806	3.524	3.351	0.718	0.602	0.571	0.373	0.367
Cd	48	26.711	4.018	3.727	3.537	0.770	0.651	0.616	0.410	0.404
In	49	27.940	4.238	3.938	3.730	0.826	0.702	0.664	0.451	0.443
Sn	50	29.200	4.465	4.156	3.929	0.884	0.756	0.714	0.493	0.485

Tablo 2.3'ün devamı.

Element	Z	K	L _I	L _{II}	L _{III}	M _I	M _{II}	M _{III}	M _{IV}	M _V
Sb	51	30.491	4.698	4.381	4.132	0.944	0.812	0.766	0.537	0.528
Te	52	31.814	4.939	4.612	4.341	1.006	0.870	0.819	0.583	0.572
I	53	33.170	5.188	4.852	4.557	1.072	0.931	0.876	0.633	0.619
Xe	54	34.561	5.445	5.102	4.782	1.143	0.997	0.936	0.686	0.672
Cs	55	35.985	5.713	5.360	5.012	1.217	1.065	0.998	0.740	0.726
Ba	56	37.441	5.987	5.623	5.247	1.291	1.135	1.061	0.794	0.780
La	57	38.925	6.266	5.891	5.484	1.363	1.204	1.124	0.848	0.832
Ce	58	40.443	6.549	6.164	5.723	1.435	1.273	1.185	0.901	0.883
Pr	59	41.991	6.835	6.440	5.964	1.505	1.337	1.242	0.951	0.931
Nd	60	43.569	7.128	6.722	6.208	1.575	1.403	1.298	1.001	0.978
Pm	61	45.184	7.428	7.013	6.459	1.648	1.471	1.357	1.052	1.027
Sm	62	46.834	7.736	7.312	6.716	1.723	1.541	1.419	1.106	1.078
Eu	63	48.519	8.052	7.618	6.977	1.800	1.614	1.481	1.161	1.131
Gd	64	50.239	8.375	7.930	7.243	1.881	1.688	1.544	1.217	1.185
Tb	65	51.996	8.708	8.252	7.514	1.963	1.765	1.610	1.274	1.240
Dy	66	53.788	9.046	8.580	7.790	2.046	1.842	1.676	1.332	1.295
Ho	67	55.618	9.394	8.918	8.072	2.130	1.923	1.743	1.392	1.351
Er	68	57.486	9.752	9.264	8.358	2.217	2.006	1.812	1.453	1.409
Tm	69	59.390	10.116	9.617	8.648	2.306	2.090	1.881	1.515	1.468
Yb	70	61.332	10.489	9.978	8.943	2.398	2.175	1.950	1.577	1.528
Lu	71	63.316	10.874	10.349	9.245	2.494	2.264	2.024	1.641	1.591
Hf	72	65.345	11.272	10.739	9.560	2.600	2.364	2.108	1.716	1.662
Ta	73	67.416	11.680	11.136	9.880	2.709	2.469	2.194	1.793	1.735
W	74	69.525	12.098	11.541	10.204	2.820	2.575	2.281	1.871	1.809
Re	75	71.676	12.528	11.957	10.534	2.934	2.682	2.368	1.950	1.883
Os	76	73.871	12.969	12.385	10.871	3.052	2.792	2.457	2.031	1.960
Ir	77	76.111	13.419	12.824	11.215	3.173	2.908	2.551	2.116	2.040
Pt	78	78.395	13.880	13.273	11.564	3.297	3.027	2.645	2.202	2.122
Au	79	80.725	14.353	13.734	11.919	3.425	3.150	2.743	2.291	2.206
Hg	80	83.102	14.842	14.209	12.283	3.562	3.280	2.847	2.285	2.295
Tl	81	85.530	15.346	14.697	12.656	3.704	3.416	2.956	2.485	2.389
Pb	82	88.004	15.861	15.200	13.035	3.851	3.554	3.066	2.586	2.484
Bi	83	90.526	16.391	15.714	13.420	4.000	3.696	3.177	2.689	2.581
Po	84	93.105	16.936	16.244	13.814	4.156	3.849	3.295	2.798	2.683
At	85	95.730	17.491	16.785	14.214	4.317	4.006	3.416	2.909	2.787
Rn	86	98.404	18.055	17.337	14.619	4.482	4.164	3.538	3.022	2.892
Fr	87	101.137	18.639	17.904	15.030	4.652	4.325	3.664	3.136	3.000
Ra	88	103.922	19.237	18.484	15.446	4.824	4.490	3.791	3.253	3.109
Ac	89	106.759	19.845	19.083	15.870	5.002	4.658	3.918	3.371	3.219
Th	90	109.651	20.466	19.693	16.300	5.182	4.830	4.046	3.490	3.332
Pa	91	112.601	21.105	20.314	16.733	5.364	5.003	4.174	3.609	3.442
U	92	115.606	21.759	20.948	17.170	5.548	5.181	4.304	3.728	3.552
Np	93	118.670	22.427	21.600	17.613	5.735	5.366	4.435	3.850	3.664
Pu	94	121.797	23.109	22.270	18.063	5.927	5.555	4.568	3.973	3.778
Am	95	124.990	23.812	22.958	18.519	6.122	5.748	4.703	4.100	3.894
Cm	96	128.253	24.535	23.663	18.982	6.322	5.945	4.839	4.230	4.012
Bk	97	131.590	25.275	24.385	19.452	6.526	6.147	4.977	4.364	4.132
Cf	98	135.005	26.030	25.125	19.929	6.735	6.353	5.117	4.502	4.254
Es	99	138.502	26.803	25.883	20.414	6.949	6.564	5.259	4.644	4.378
Fm	100	142.085	27.594	26.659	20.907	7.168	6.780	5.403	4.790	4.504

Nükleer reaksiyon, saçılma meydana geldikten veya atom uyarıldıktan sonra dışarı gönderilen radyasyon çoğu kez izotropik olmayan bir dağılım gösterir. Bu yüzden tesir kesiti farklı açılarda farklı değerler alır. Dolayısıyla geliş doğrultusu ile θ açısı yapacak şekilde, $d\Omega$ katı açısı içinde saniyede saçılan radyasyonun sayısının bilinmesi önemlidir. Bunun için açığa bağlı yeni bir tesir kesiti tanımlanır. Bu tesir kesitine diferansiyel tesir kesiti adı verilir ve birim katı açı başına düşen tesir kesitini ifade etmektedir. Herhangi bir etkileşimde diferansiyel saçılma tesir kesiti, θ doğrultusundaki $d\Omega$ katı açısı içinde sayılan radyasyon sayısının, gelen radyasyon sayısına oranının bir ölçüsüdür ve gelen radyasyonun birim katı açı başına saçılma ihtimalini vermektedir.

2.4. İnkohherent Saçılma Diferansiyel Tesir Kesiti

Elektromagnetik radyasyonun atomdan inkohherent saçılma diferansiyel tesir kesiti teorik olarak,

$$\frac{d\sigma_{\text{ink}}(\theta)}{d\Omega} = \frac{d\sigma_{\text{KN}}(\theta)}{d\Omega} S(x, Z) \quad (2.20)$$

ifadesi ile verilmektedir. Burada, $d\sigma_{\text{KN}}(\theta)/d\Omega$ Klein-Nishina diferansiyel tesir kesiti olup,

$$\frac{d\sigma_{\text{KN}}(\theta)}{d\Omega} = \frac{1}{2} r_e^2 \left[1 + k(1 - \cos\theta)^2 \right]^{-2} \cdot \left[1 + \cos^2\theta + \frac{k^2(1 - \cos\theta)^2}{1 + k(1 - \cos\theta)} \right] \left(\frac{\text{cm}^2 / \text{elekt.}}{\text{steradian}} \right) \quad (2.21)$$

ifadesi ile verilmektedir⁴⁵. Burada $k = E(\text{eV})/511003.4$ elektronun birim durgun kütle enerjisi başına düşen foton enerjisi ve r_e , klasik elektron yarıçapıdır. $S(x, Z)$ inkohherent saçılma fonksiyonudur.

2.5. Kohherent Saçılma Diferansiyel Tesir Kesiti

Kohherent saçılma diferansiyel tesir kesiti iki faktörün çarpımı şeklinde,

$$\frac{d\sigma_{\text{koh}}(\theta)}{d\Omega} = \frac{d\sigma_{\text{T}}(\theta)}{d\Omega} [F(x, Z)]^2$$

$$= \frac{1}{2} r_e^2 (1 + \cos^2 \theta) [F(x, Z)]^2 \quad (2.22)$$

olarak verilir⁴⁶. Burada ilk faktör,

$$\frac{d\sigma_T(\theta)}{d\Omega} = \frac{1}{2} r_e^2 (1 + \cos^2 \theta) \quad (2.23)$$

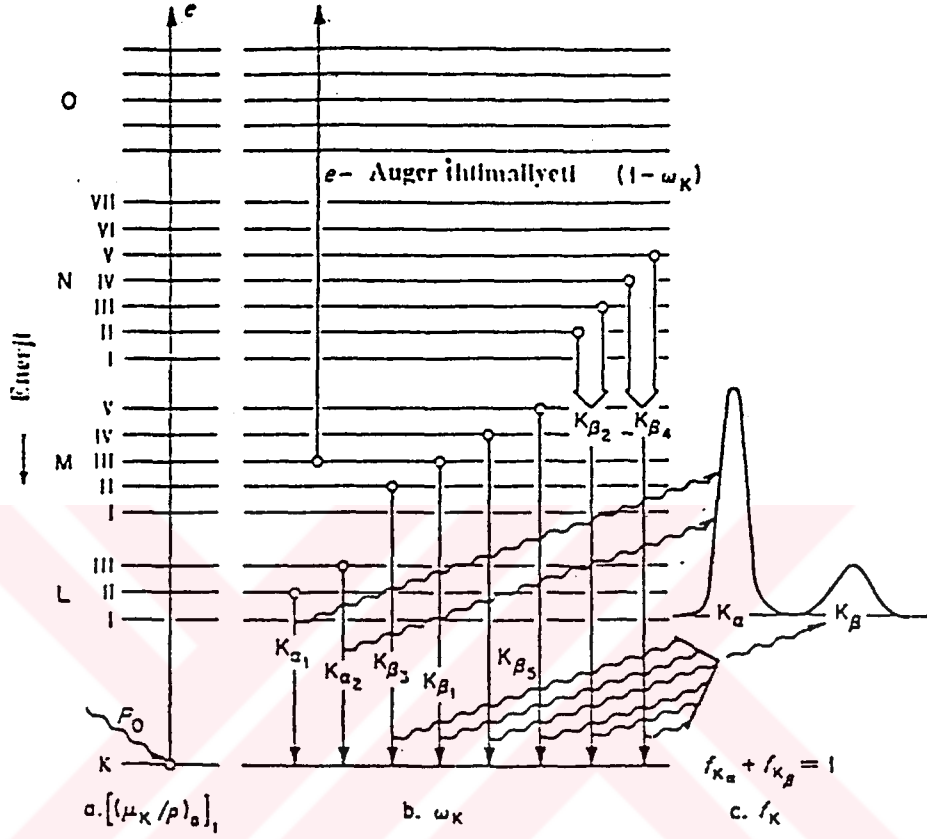
elektron başına Thomson saçılması diferansiyel tesir kesiti, ikinci faktör ise $[F(x, Z)]$ form faktörü olmak üzere $[F(x, Z)]^2$ 'dir.

2.6. Karakteristik x-Işınlarının Oluşumu

Herhangi bir yol ile atomun iç tabaka elektronlarından biri veya birkaçı sökülüp atıldığı zaman veya elektron daha üst enerji seviyelerine çıkarıldığı zaman atom uyarılmış olur. Bu uyarma değişik metodlarla gerçekleştirilebilir. Atomda meydana gelen boşluk, diğer üst tabaka elektronları tarafından 10^{-12} ile 10^{-14} saniye içerisinde doldurulur. Bu esnada enerji düzeyleri arasındaki fark, karakteristik x-ışınları olarak yayımlanır. Bu geçişler Şekil 2.5'de gösterilmiştir⁴⁷. Ayrıca Tablo 2.4'de Siegbahn gösterimleri verilmiştir.

Tablo 2.4. Siegbahn gösterimleri.

Siegbahn Gösterimi	Tabakalar Arası Geçiş	Siegbahn Gösterimi	Tabakalar Arası Geçiş
$K\alpha_2$	KL_{II}	$L\gamma_{13}$	$L_I P_{II,III}$
$K\alpha_1$	KL_{III}	$L\eta$	$L_{II} M_I$
$K\beta_3$	KM_{II}	$L\beta_1$	$L_{II} M_{IV}$
$K\beta_1$	KM_{III}	$L\gamma_5$	$L_{II} N_I$
$K\beta_2$	KN_{II}	$L\gamma_1$	$L_{II} N_{IV}$
$K\beta_5$	KN_{III}	$L\gamma_8$	$L_{II} O_I$
$K\beta_5$	$KM_{IV,V}$	$L\gamma_6$	$L_{II} O_{IV}$
$K\beta_4$	$KN_{IV,V}$	L_I	$L_{III} M_I$
$L\beta_4$	$L_I M_I$	$L\alpha_2$	$L_{III} M_{IV}$
$L\beta_3$	$L_I M_{III}$	$L\alpha_1$	$L_{III} M_V$
$L\gamma_2$	$L_I N_{II}$	$L\beta_6$	$L_{III} N_I$
$L\gamma_3$	$L_I N_{III}$	$L\beta_{15}$	$L_{III} N_{IV}$
$L\gamma_4$	$L_I O_{II}$	$L\beta_2$	$L_{III} N_V$
$L\gamma_4$	$L_I O_{III}$	$L\beta_7$	$L_{III} O_I$



Şekil 2.5. Atomda elektron geçişlerinin ve karakteristik x-ışını yayımlanmasının şematik olarak gösterimi.

3. DENEY SİSTEMİ ve DENEYİN YAPILIŞI

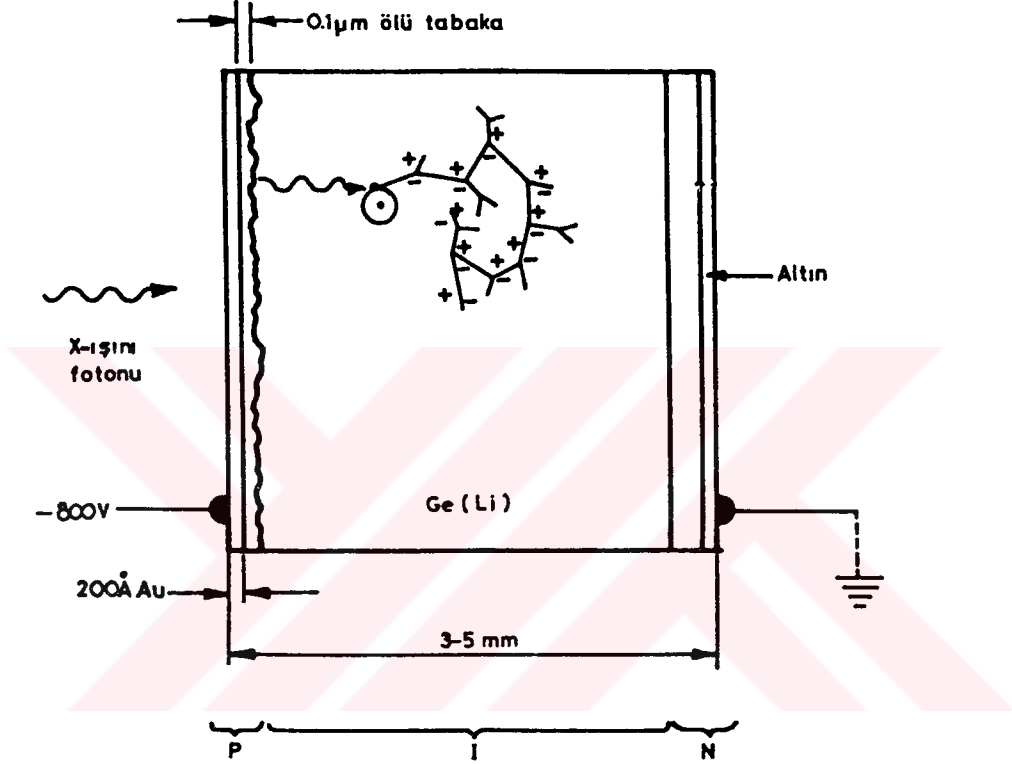
3.1. Lityum Sürüklenmiş Yarıiletken Sayaçlar ve Sayma Sistemleri

X-ışınlarının sayılması birçok araştırma alanları için çok önemlidir. Yüksek ayırma gücüne sahip olmaları, kararlı olmaları ve düşük gerilime ihtiyaç duymaları gibi birçok avantajlarından dolayı Si(Li) ve Ge(Li) yarıiletken sayaçları x-ışınlarının sayılmasında oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, incelenen elementlerin karakteristik x-ışınlarına ait spektrumlar Ge(Li) yarıiletken sayacı ve buna bağlı elektronik sistem kullanılarak elde edilmiştir.

Ge(Li) sayacı pozitif (p-tipi) ve negatif (n-tipi) bölgeleri arasında intrinsik bölgeye sahip tek kristalden ibarettir. Yani sayaç p-i-n tipi diyottur. Intrinsik bölge uygun şartlar altında p-tipi germanyum içerisine lityum sürüklenerek elde edilir. Sayaç yüzeyinin üzerindeki ince p-tipi tabaka aktif değildir. Sayma işlemine katkısı olmayan bu tabakaya ölü tabaka denir. Sayacın iki önemli özelliğinden biri alanı, diğeri ise kalınlığıdır. Sayacın alanı arttıkça geometrik verimi artar, ancak rezolüsyonu azalır. Sayacın kalınlığı arttıkça soğurma verimliliği artar, ancak rezolüsyonu azalır. Elektrotlar p ve n-tipi yüzeylere buharlaştırılmış 200 Å kalınlığındaki altın levhalardan ibarettirler. Sayaç, 130 mikron kalınlığında bir berilyum pencere ve koruyucu başlıkla yüzey kirlenmesinden korunmuş ve boşluk içine alınmıştır. Sayaç en uygun rezolüsyonu sağlamak ve gürültüyü azaltmak için sıvı azot sıcaklığında (-196°C) tutulmuştur.

Karakteristik x-ışını fotonu sayaçta durdurulduğu zaman, elektron-boşluk çiftleri şeklinde iyon bulutu meydana gelir. Meydana gelen elektron-boşluk çiftlerinin sayısı veya başka bir ifadeyle ortaya çıkan toplam yük, saçılan fotonun enerjisiyle orantılıdır. Bu yükler, uygulanan ters voltaj sayesinde sayaçtan süpürülür. Süpürülen yükler, ön amplifikatörün kondansatöründe toplanarak voltaj genliği x-ışını foton enerjisi ile orantılı olan bir çıkış pulsu meydana getirir. Ön amplifikatörden çıkan pulslar küçüktür ve düşük bir sinyal/gürültü oranına sahiptirler. Daha sonra bu pulslar, iki fonksiyonu olan lineer amplifikatöre gelir. Lineer amplifikatör, ön amplifikatörden gelen puls-

ları 0-10 V puls yüksekliği arasında büyütür ve sinyal/gürültü oranının düşük olduğu çok yüksek ve çok düşük frekansları engeller. Pulsların sayıldığı çok kanallı puls-yükseklik analizörü ise lineer amplifikatörden gelen her pulsun yüksekliğini ölçer ve her yükseklikteki pulsların sayısını analizör hafızasında puls-yükseklik spektrumu şeklinde toplar. Ge(Li) yarıiletken sayacı Şekil 3.1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Ge(Li) yarıiletken sayacının şematik gösterimi⁴⁸.

3.2. Numunelerin Hazırlanması

Bu çalışmada, atom numarası, kalınlıkları ve saflıkları Tablo 3.1'de verilen foil numuneler soğurucu olarak kullanılmıştır.

İkincil uyarıcı olarak da $22 \leq Z \leq 92$ bölgesindeki bazı elementlerin toz numunelerinden faydalanılmıştır. Belirli oranda selüloz ilave edilen toz numuneler, Spex mikserinde 20 dk karıştırıldıktan sonra Beckman presinde 20 ton basınç altında preslenerek 3.14 cm çaplı tabletler elde edilmiştir. Yapılan çalışmada ikincil uyarıcı numunelerin kalınlıklarının, parçacık büyüklüklerinin ve homojenliklerinin hiçbir önemi yoktur.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan numunelerin özellikleri.

Element	Z	Kalınlığı (μm)	Saflığı (%)
Ti	22	25 μm	99.00
Fe	26	25 μm	99.70
Ni	28	25 μm	99.90
Zn	30	25 μm	99.99
Zr	40	20 μm	99.70
Ag	47	25 μm	99.90
In	49	50 μm	99.90
Sn	50	25 μm	99.99
Ta	73	25 μm	99.95
W	74	25 μm	99.95

3.3. Deney Geometrisi ve K x-Işınlarnın Sayılması

Ölçümlerin alınmasında kullanılan ve ikincil uyarma metoduna uygun olarak hazırlanan deney geometrisi Şekil 3.2'de gösterilmiştir. İkincil uyarıcı numuneler, 100 mCi'lik Am-241 radyoizotop halka kaynağından yayımlanan 59.5 keV'lik ve 10 mCi'lik Co-57 radyoizotop halka kaynağından yayımlanan 122 keV'lik gamma ışınları ile uyarılmıştır. Radyoizotop halka kaynaklar seçilirken, kaynağın enerjisinin, numunenin K tabakası soğurma kıyısından büyük olmasına ve aynı zamanda numuneden yayımlanan karakteristik K x-ışınlarının, spektrumdaki temiz bölgelere düşmesine dikkat edilmiştir.

İkincil uyarıcılardan yayımlanan karakteristik K x-ışınları uygun bir kolimatör kullanmak suretiyle paralel bir demet halinde soğurucular üzerine kolime edilmiştir. Aynı zamanda, soğurucudan küçük açılarda koherent ve inkoherent saçılmaya uğrayarak sayacıta sayılan fotonların sayısını en aza indirmek için sayaç ile soğurucu arasına uygun bir kolimatör yerleştirilmiştir. Bir radyasyonun kolime edilmesi için en uygun element, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı kurşun elementidir. Fakat radyasyonun kurşunu uyarmasıyla kurşundan yayımlanan karakteristik x-ışınları hem incelediğimiz numuneyi uyarabilmekte hem de spektrum içerisinde istenmeyen pikler meydana geti-

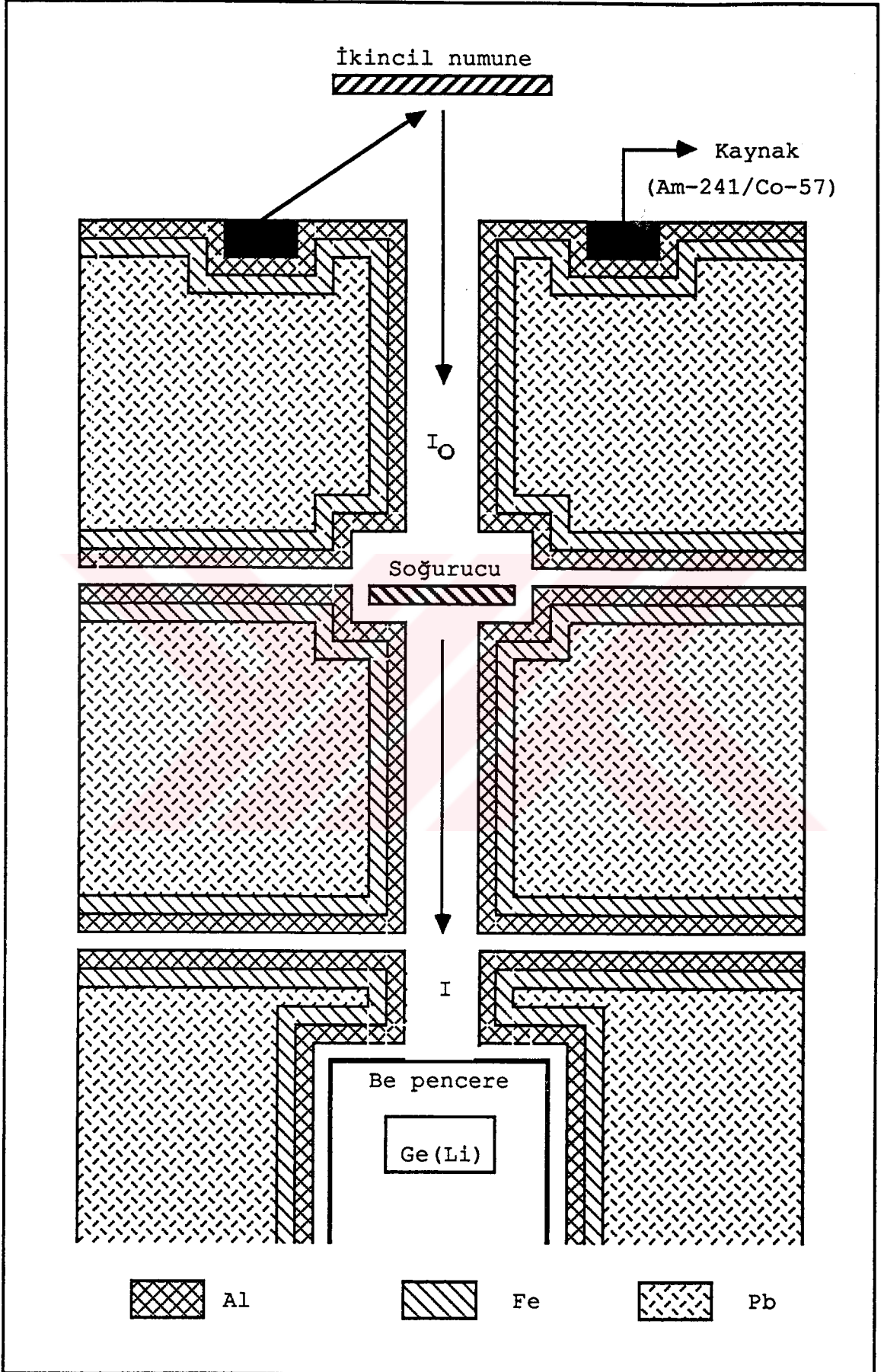
rebilmektedir. Bunu önlemek için kurşun kolimatörün içine, kurşunun K ve L x-ışınlarını tutabilmesi için demir kolimatör yerleştirilmiştir. Yine kurşunun, karakteristik x-ışınlarının demir atomlarını uyarması sonucu demirden yayımlanan K x-ışınlarının da tutulabilmesi için demir kolimatörün içine alüminyum kolimatör yerleştirilmiştir. Böylece numuneyi sadece ikincil uyarıcı numuneden çıkan K x-ışınlarının uyarması temin edilmiştir. Soğurucu elementlerin ince foil numuneleri kullanılarak numunelerin yaklaşık olarak $\mu t < 1$ şartını sağlaması hedeflenmiştir. Böylelikle numune içerisinde sürekli x-ışını üretimi ve çoklu saçılmalar en aza indirilmiştir⁴⁹.

Kalınlığı bilinen soğurucu numunelerin kütle azaltma katsayıları K x-ışınlarının transmisyon ölçümleri ile hesaplanmıştır. Önce soğurucu numuneler olmadan, ikincil uyarıcılardan yayımlanan K x-ışınları belli bir süre sayılmıştır. Daha sonra aynı süre için, ikincil uyarıcı numuneler ile sayaç arasına soğurucu numuneler yerleştirilerek K x-ışınları sayılmıştır.

Bazı ölçümlerde aynı element hem ikincil uyarıcı hem de soğurucu olarak kullanılmıştır. İkincil uyarıcı ile soğurucunun aynı olduğu durumlarda, ikincil uyarıcıdan saçılan 59.5 keV'lik veya 122 keV'lik gamma ışınları soğurucuda bizim ilgilendiğimiz K x-ışınlarını oluştururlar. Bu ışınlar ile soğurucudan geçen karakteristik K x-ışınları sayaçta birlikte sayılırlar. Bu istenmeyen bir katkıdır. Saçılan gamma ışınları tarafından soğurucuda üretilen karakteristik K x-ışınlarının, spektrum üzerindeki katkısını ortadan kaldırmak için uygun bir metod kullanılmıştır.

Bu metodda, gamma ışınlarının saçılması bakımından ikincil uyarıcıya eşdeğer olan Al numuneler yapılmıştır. Eşdeğer Al saçıcılar kullanılarak elde edilen spektrumlarda, saçılan gamma ışınlarının soğurucuda ürettiği karakteristik K x-ışınlarının sayısının ihmal edilecek kadar az olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın, bu konuda yapılan diğer çalışmalardan farklı yanı, transmisyon deneyinin ideal hale getirilmesidir. İdeal bir transmisyon deneyinde bütün fotonların, paralel bir demet halinde soğurucu numune üzerine düşmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için uygun bir kolimatör kullanmak suretiyle ikincil uyarıcı numune ile soğurucu numune arasındaki yol oldukça dar ve uzun yapılmıştır. Ayrıca soğurucu numuneden küçük açılarda Compton ve koherent



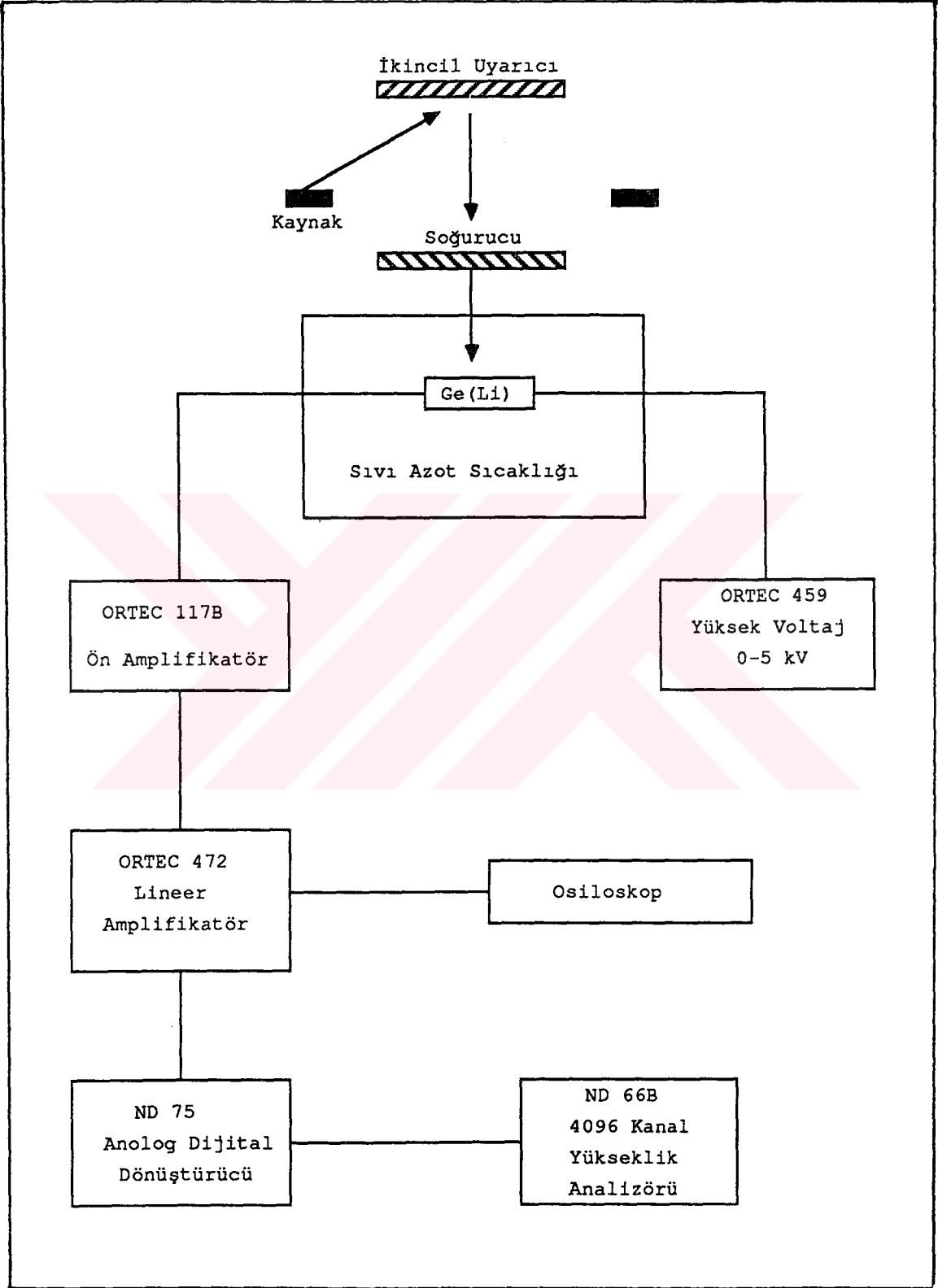
Şekil 3.2. Deney geometrisi.

saçılmasına uğrayan fotonlar dedektörde sayılmaktadır. Bu durum, kütle azaltma katsayılarının daha küçük olarak ölçülmesine sebep olmaktadır. Küçük açılarda saçılarak sayaçta sayılan fotonların sayısını en aza indirmek için uygun bir kolimatör kullanılmıştır.

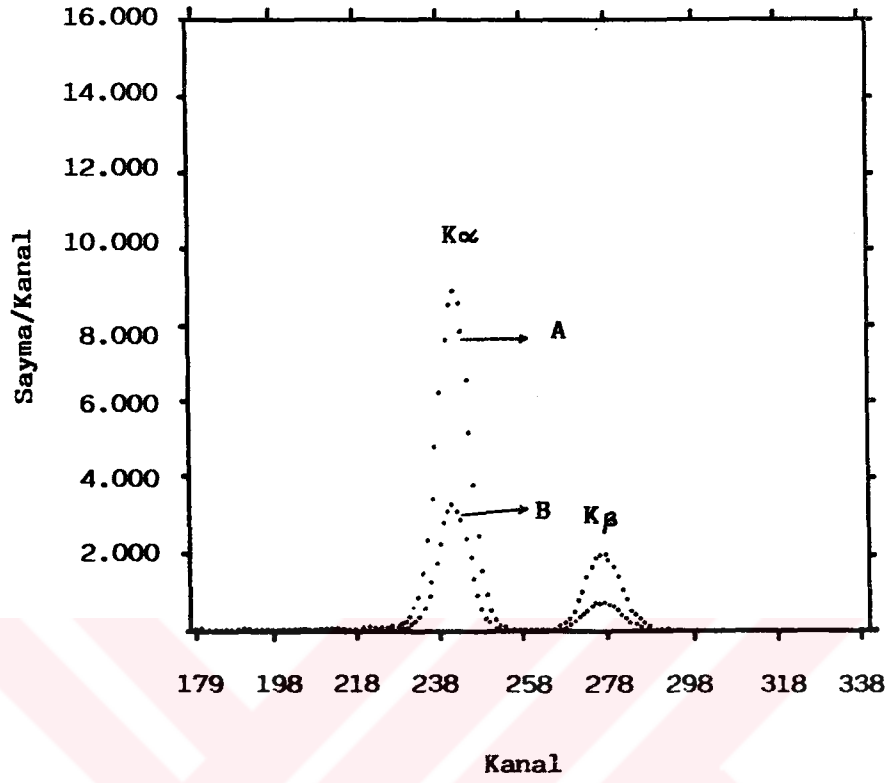
Sayma istatistiğinden gelebilecek hataları azaltmak için uzun süreli sayımlar yapılmıştır. K x-ışını sayımları 6.10^3 'den az olmayacak şekilde her numune farklı süreler için sayılmıştır. Aynı zamanda (temel sayma/toplam sayma) oranlarının düşük olmasına dikkat edilmiştir.

Karakteristik x-ışınlarının sayılmasında sayaç olarak ORTEC firmasınca imal edilmiş ve rezolüsyonu 5.9 keV'de 190 eV olan ORTEC 8013 Ge(Li) sayacı kullanılmıştır. Elde edilen pulslar önce ORTEC 117 B ön amplifikatöründe ve daha sonrada ORTEC 472 lineer amplifikatöründe güçlendirilerek NUCLEAR DATA firmasınca imal edilmiş 4096 kanallı ND66B çok kanallı puls yükseklik analizörünün 1024 kanalında kaydedilmiştir. Elde edilen spektrumların çizilmesinde ise EPSON LX-810 printer-plotter kullanılmıştır.

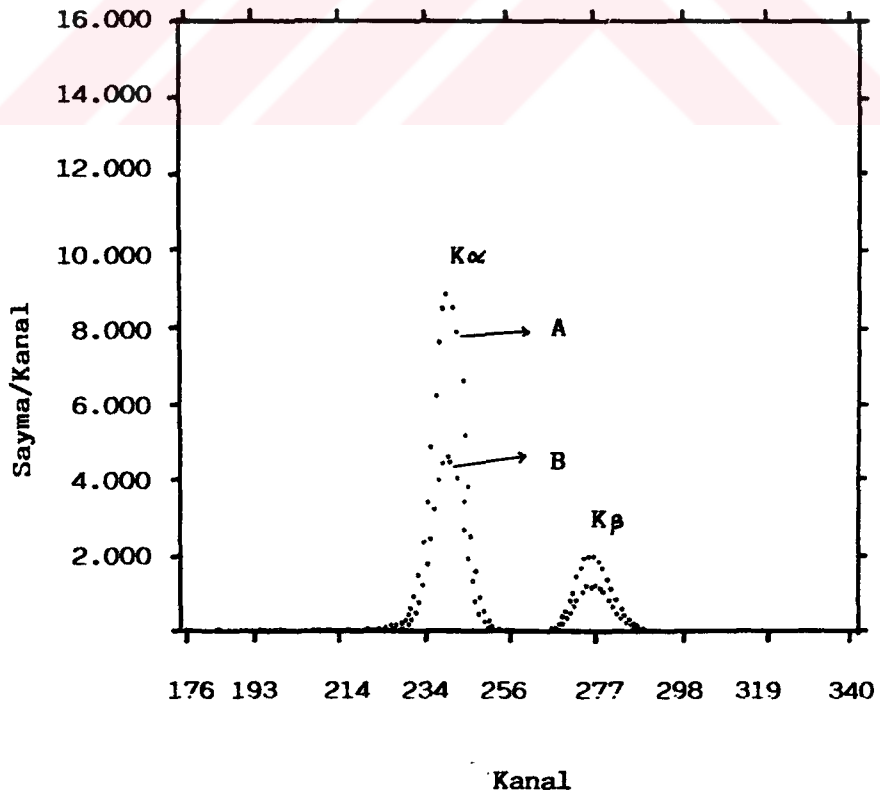
Deney sisteminin blok diyagramı Şekil 3.3'de, bazı elementlerin soğuruculu ve soğurucusuz spektrumları da Şekil 3.4-3.23'de gösterilmiştir.



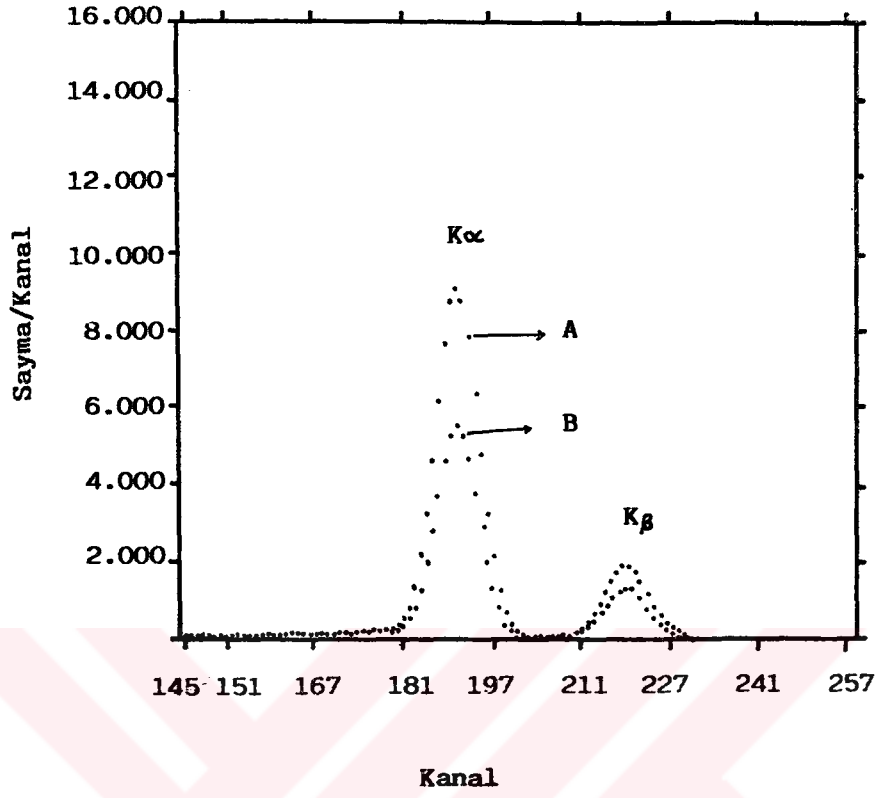
Şekil 3.3. Deney sisteminin blok diyagramı.



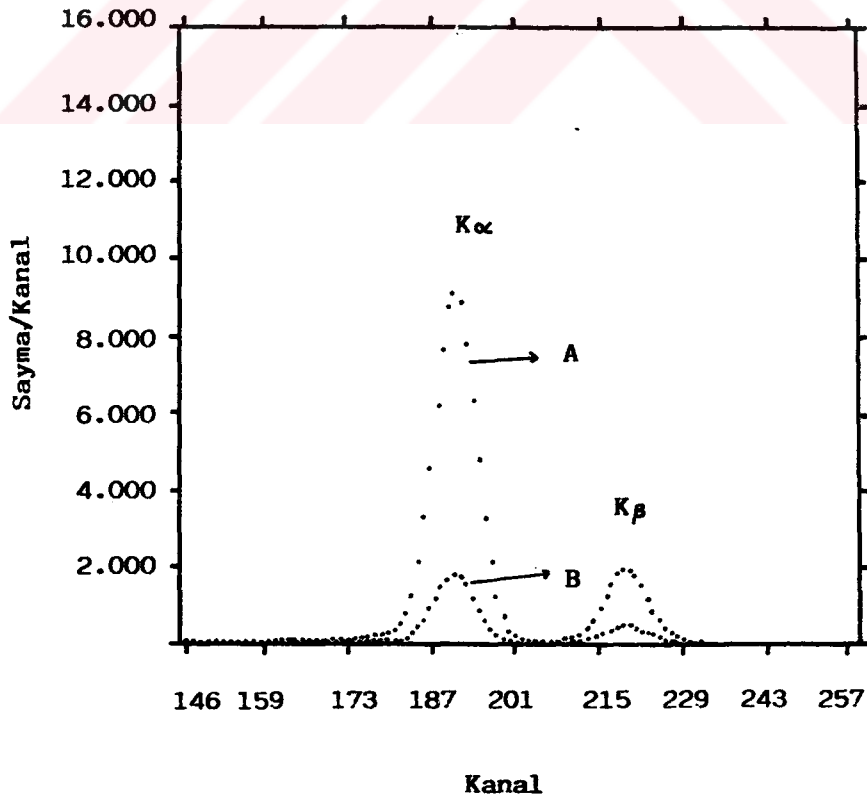
Şekil 3.4. Nb'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ni soğuruculu.



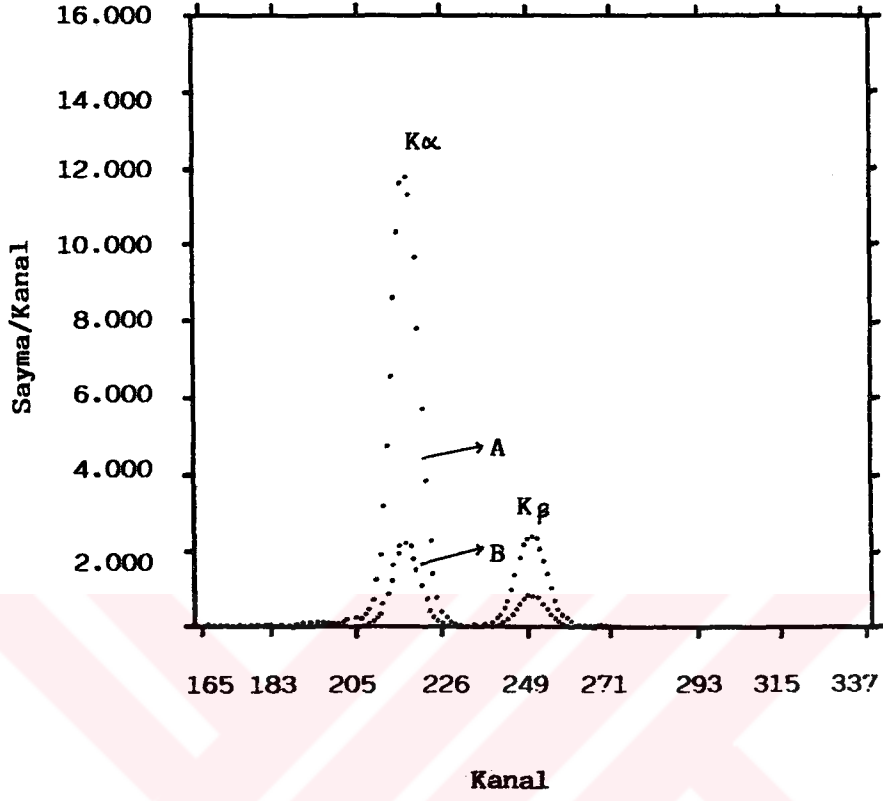
Şekil 3.5. Nb'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Sn soğuruculu.



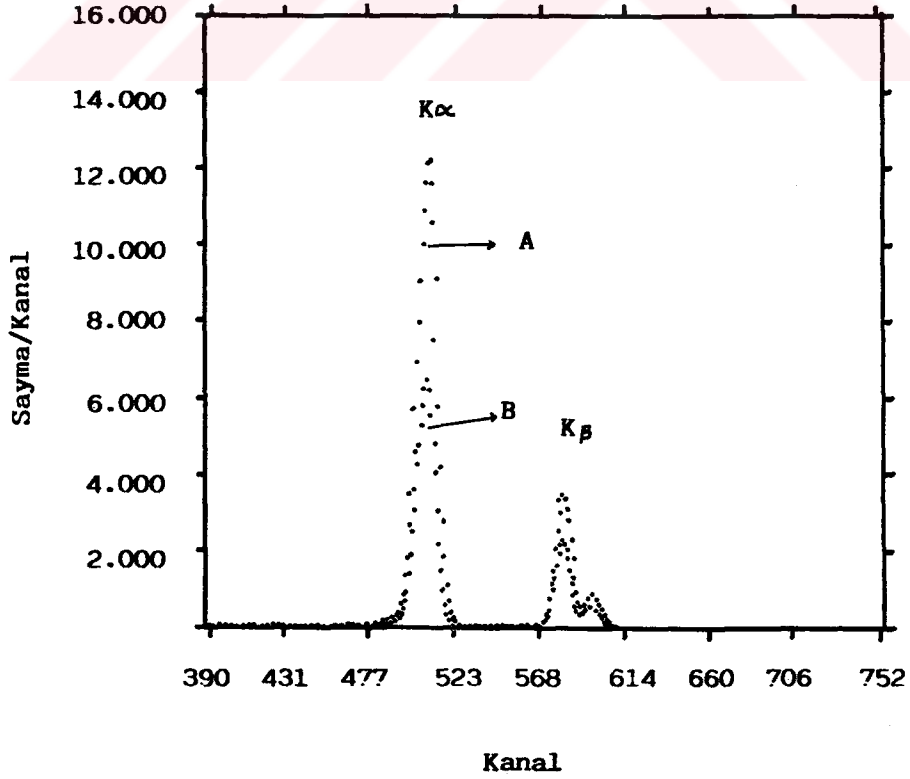
Şekil 3.6. Sr'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ti soğuruculu.



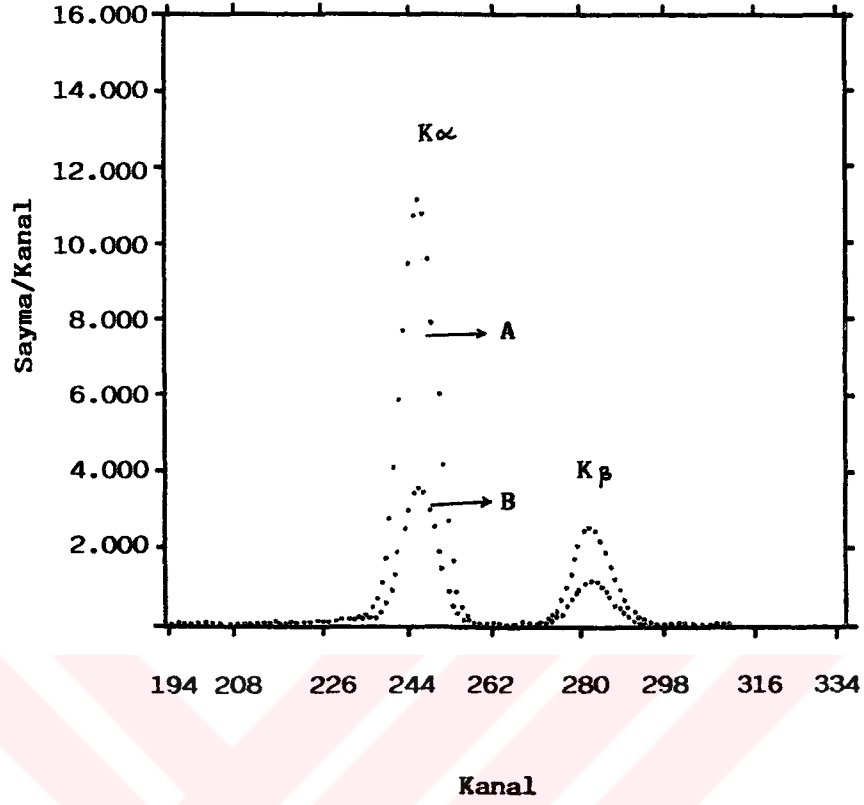
Şekil 3.7. Sr'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ni soğuruculu.



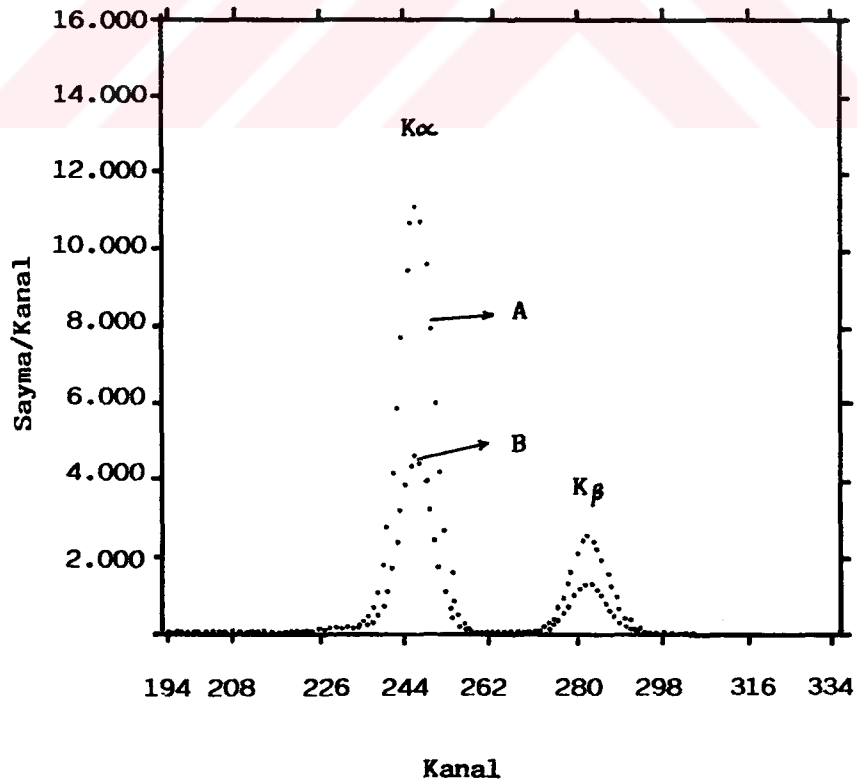
Şekil 3.8. Zr'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Fe soğuruculu.



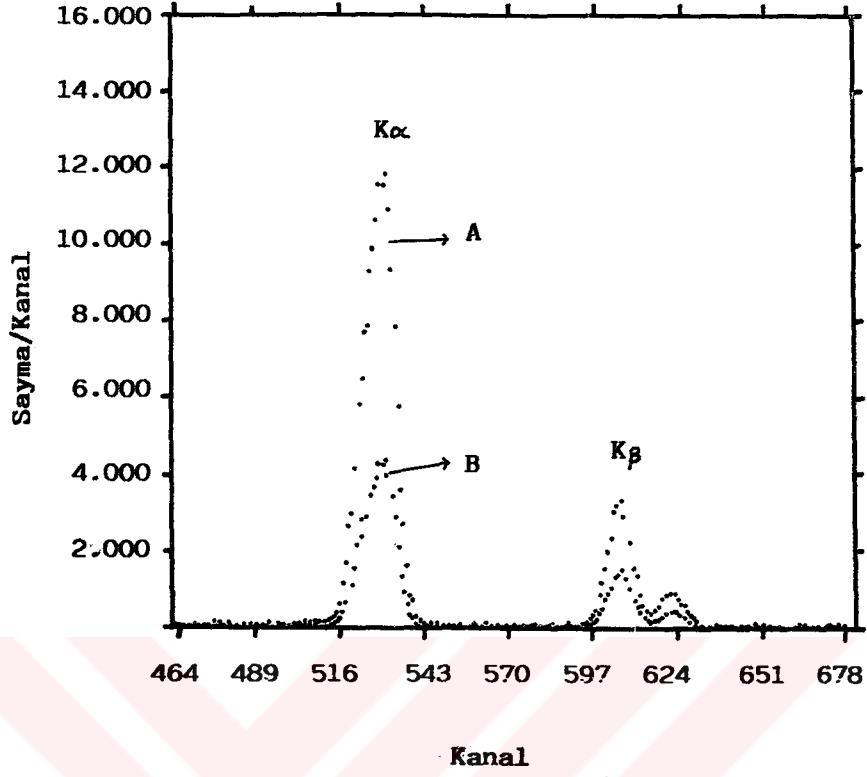
Şekil 3.9. Ba'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Sn soğuruculu.



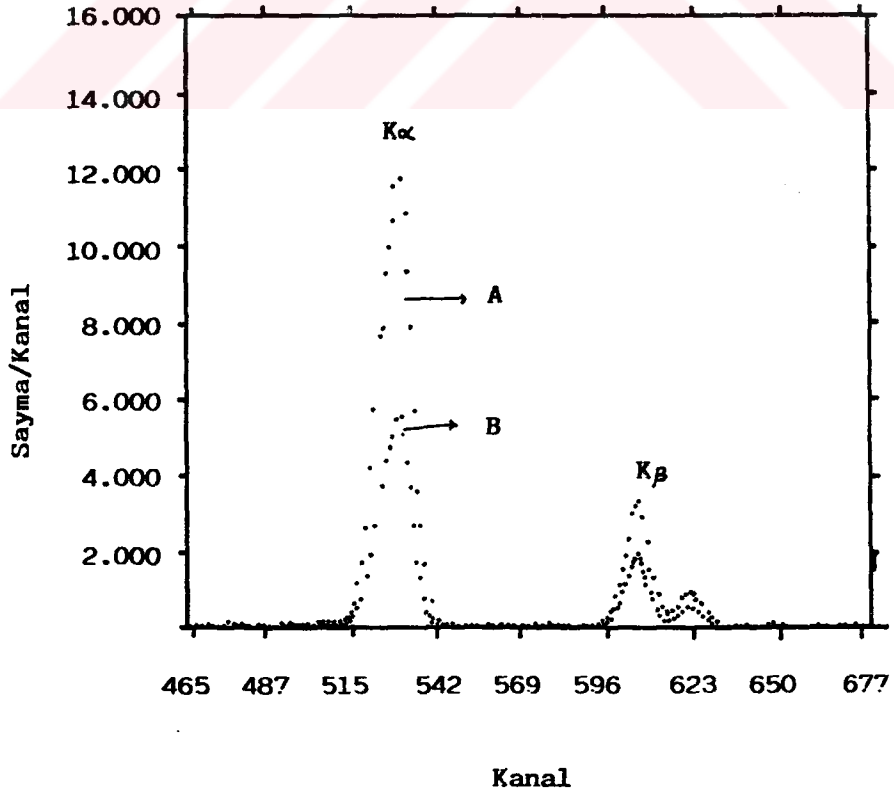
Şekil 3.10. Mo'nin K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Zn soğuruculu.



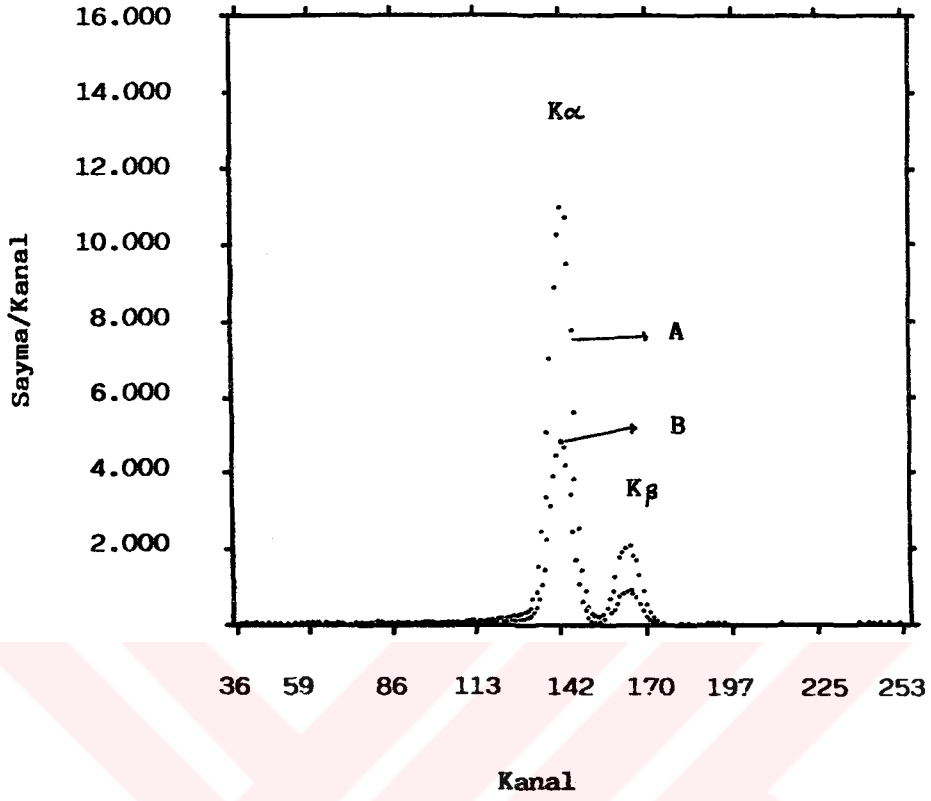
Şekil 3.11. Mo'nin K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Fe soğuruculu.



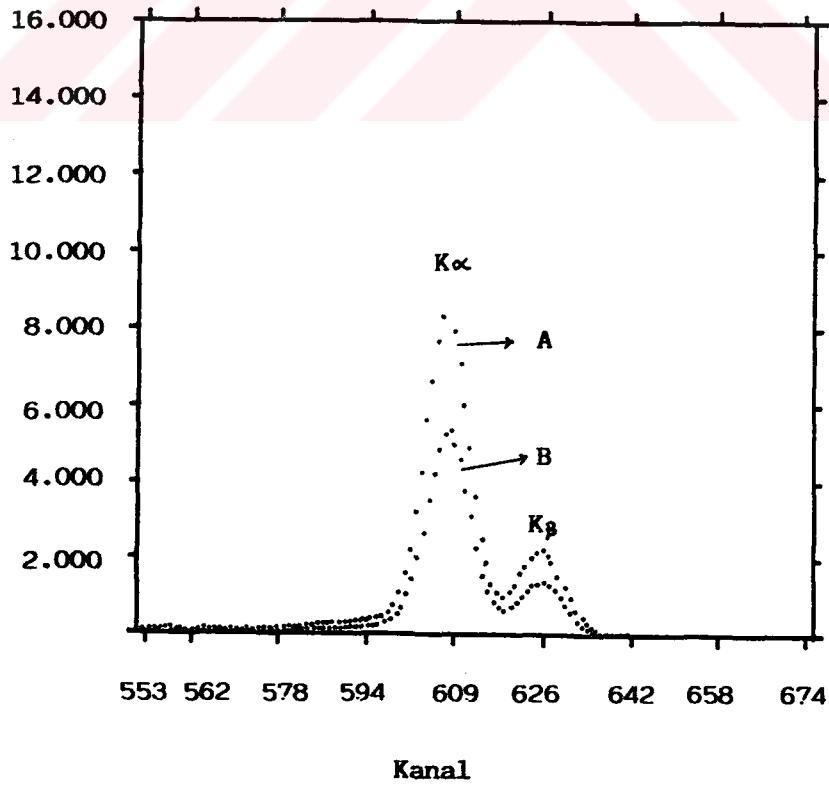
Şekil 3.12. La'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: In soğuruculu.



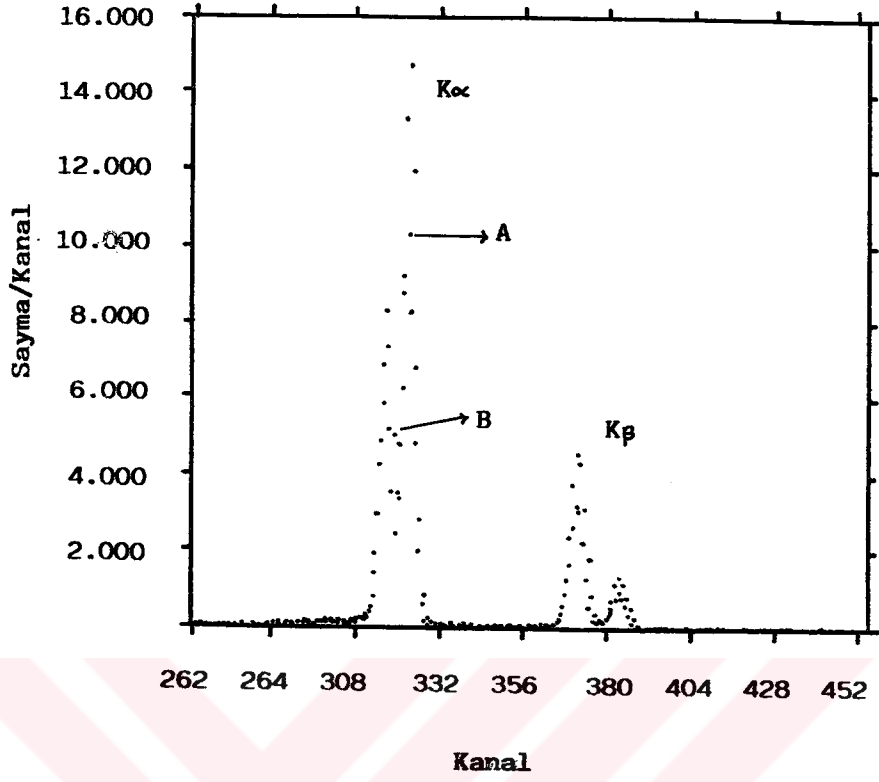
Şekil 3.13. La'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ag soğuruculu.



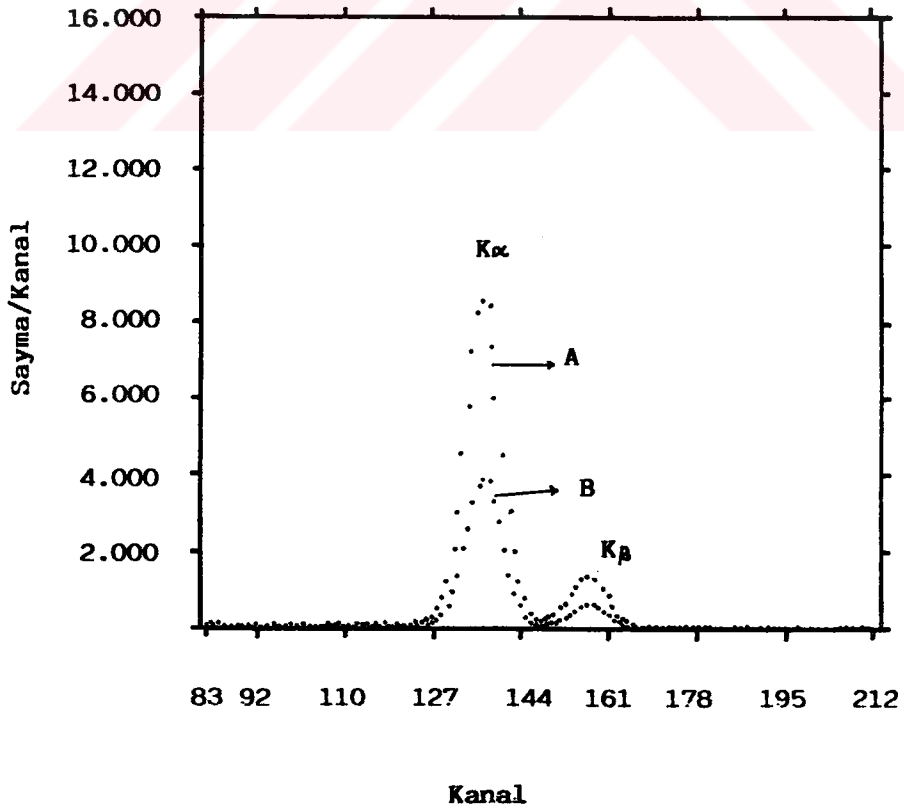
Şekil 3.14. Se'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ti soğuruculu.



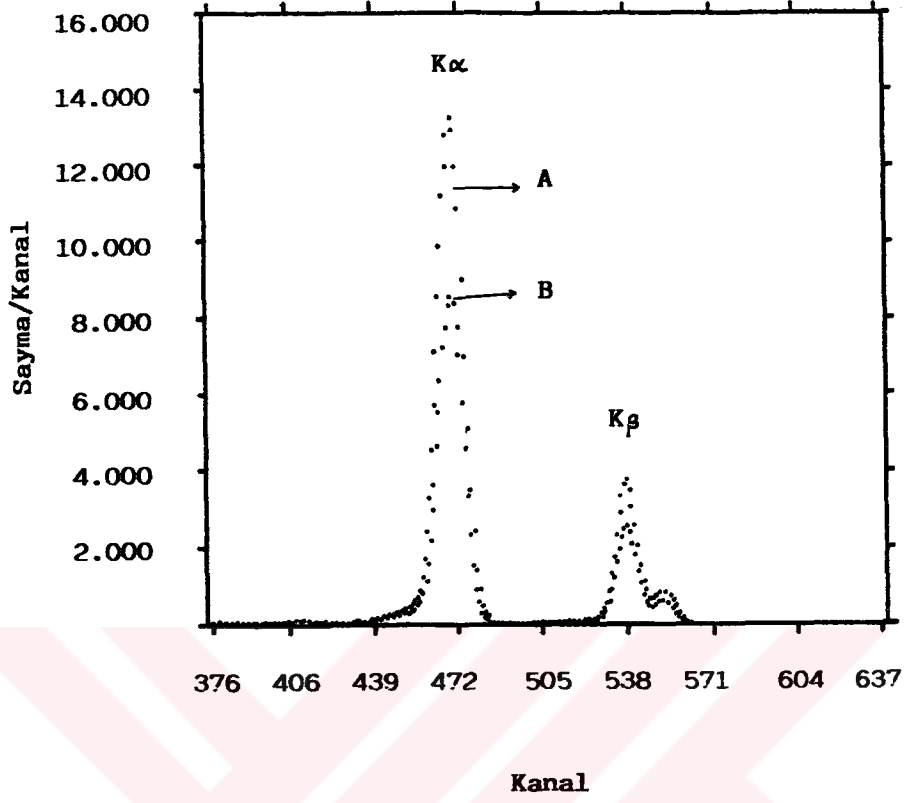
Şekil 3.15. Ce'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ag soğuruculu.



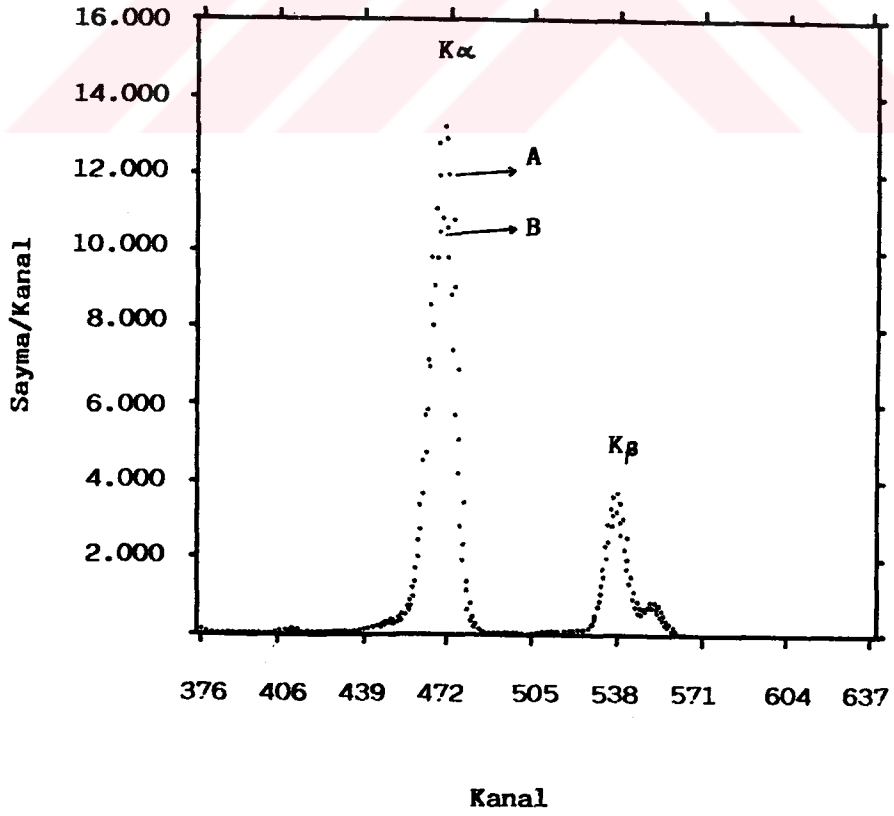
Şekil 3.16. Er'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: In soğuruculu.



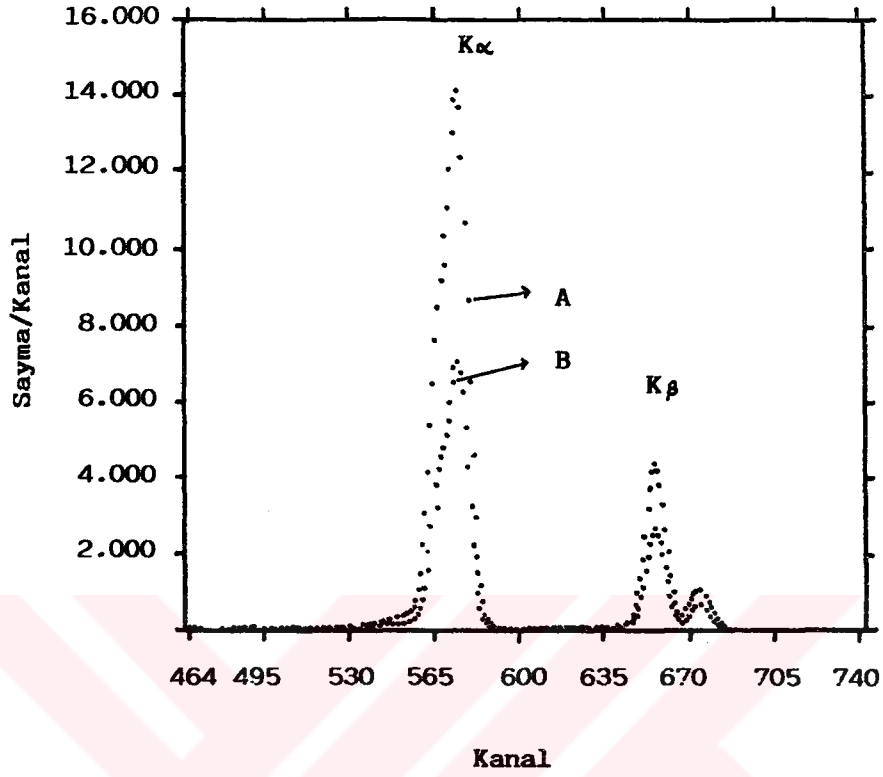
Şekil 3.17. As'in K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Zr soğuruculu.



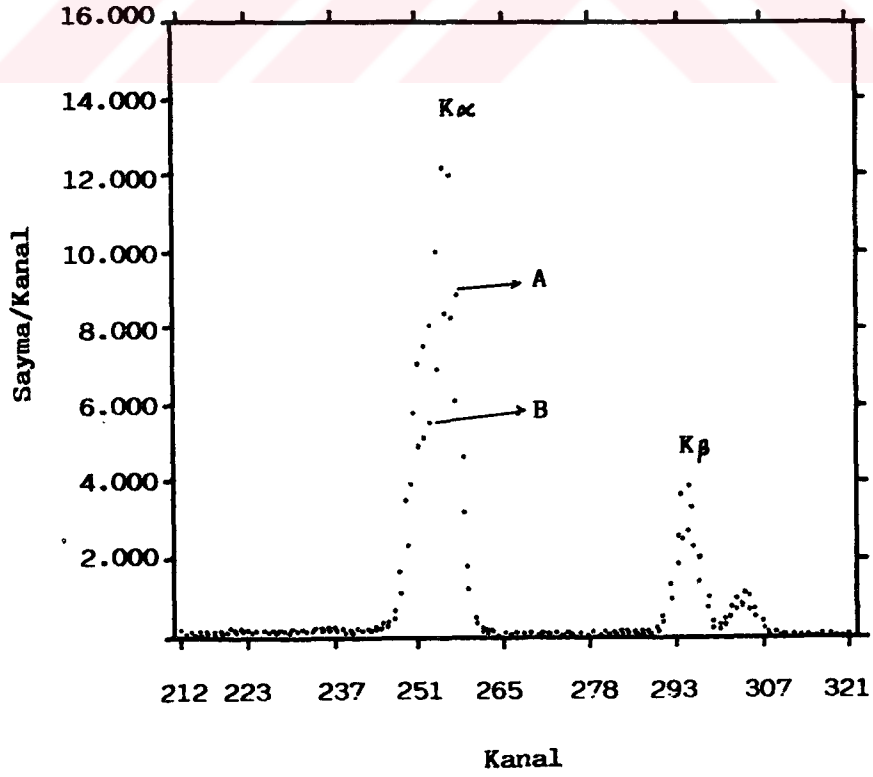
Şekil 3.18. Cs'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Zr soğuruculu.



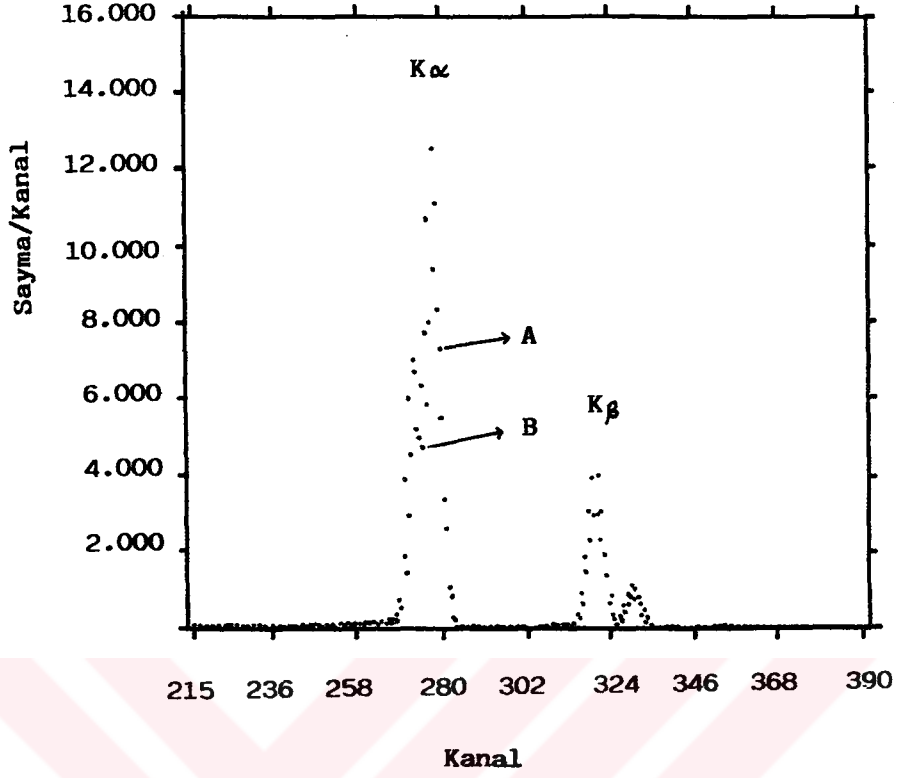
Şekil 3.19. Cs'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Zn soğuruculu.



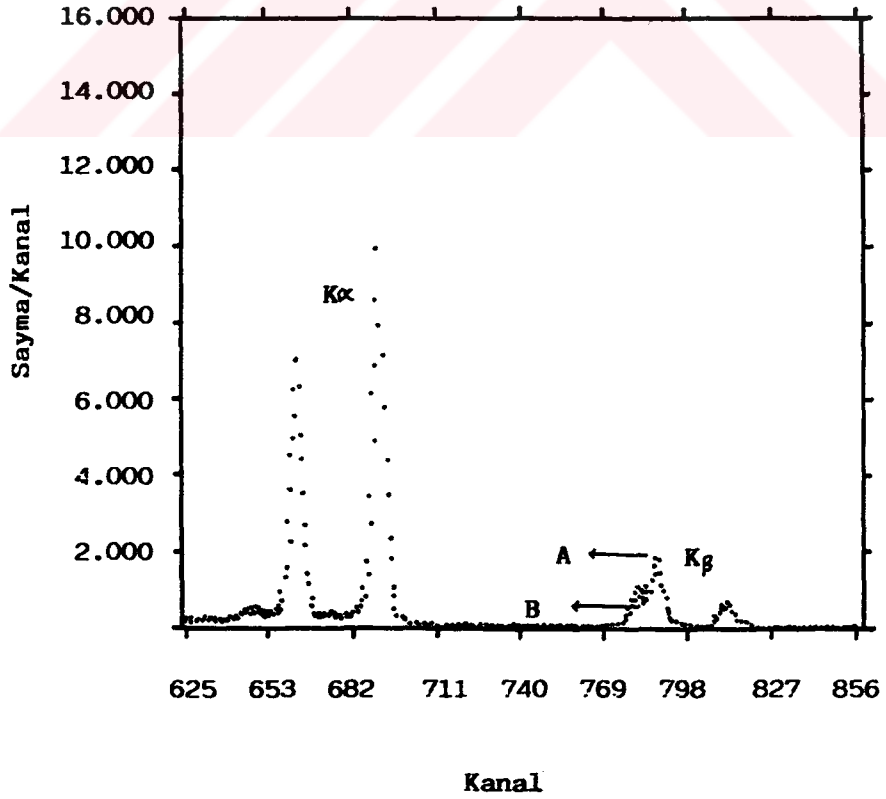
Şekil 3.20. Pr'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: W soğuruculu.



Şekil 3.21. Sm'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ta soğuruculu.



Şekil 3.22. Gd'un K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: Ta soğuruculu.



Şekil 3.23. U'nun K x-ışını spektrumu. A: soğurucusuz, B: W soğuruculu.

3.4. Spektrumların ve Verilerin Değerlendirilmesi

İlgili elementlerin toplam kütle azaltma katsayıları, ikincil uyarıcılardan yayımlanan karakteristik K x-ışınlarının transmisyon (geçirme) ölçümleri ile hesaplanmıştır. İlk önce soğurucu numuneler olmadan, ikincil uyarıcılardan yayımlanan K x-ışınları daha sonra da ikincil uyarıcı numuneler ile dedektör arasına soğurucu numuneler yerleştirilmek suretiyle, soğurucu numuneden geçen K x-ışınları sayılmıştır.

Bütün ölçümlerde, temel sayma spektrumlarını elde etmek için, deney şartları muhafaza edilmek suretiyle ikincil uyarıcı numuneler yerinden alınarak numunesiz sayımlar yapılmıştır. Numuneli spektrumlardan, temel sayma spektrumları çıkartılarak net spektrumlar elde edilmiştir. Elde edilen net spektrumlardaki piklerin, sağ ve sol tarafında bulunan on kanaldaki sayımların ortalaması sayıma sahip kanal pik sınırı seçilerek piklerin alanı hesaplanmıştır.

Elde edilen spektrumlarda, özellikle küçük atom numaralı elementlerin karakteristik K x-ışınlarına ait piklerin üst üste bindiği görülmektedir. Bu piklerin analiz edilebilmesi için uygun bir metot kullanılmıştır⁶⁰.

Bu metotta, spektrumlar değerlendirilirken K_{α} ve K_{β} piklerinin bittiği kanal etrafındaki on kanalın ortalaması alınarak temel sayma için uygun kanallar ve sayımlar bulunmuştur (Şekil 3.24'teki a ve b noktaları). Tespit edilen sınır noktaları bir doğru ile birleştirilmiştir. K_{α} ve K_{β} piklerinin kesişim noktası (e), temel sayma doğrusuna (f noktasına),

$$t = \left(\frac{gd}{h} \right) + c \quad (3.1)$$

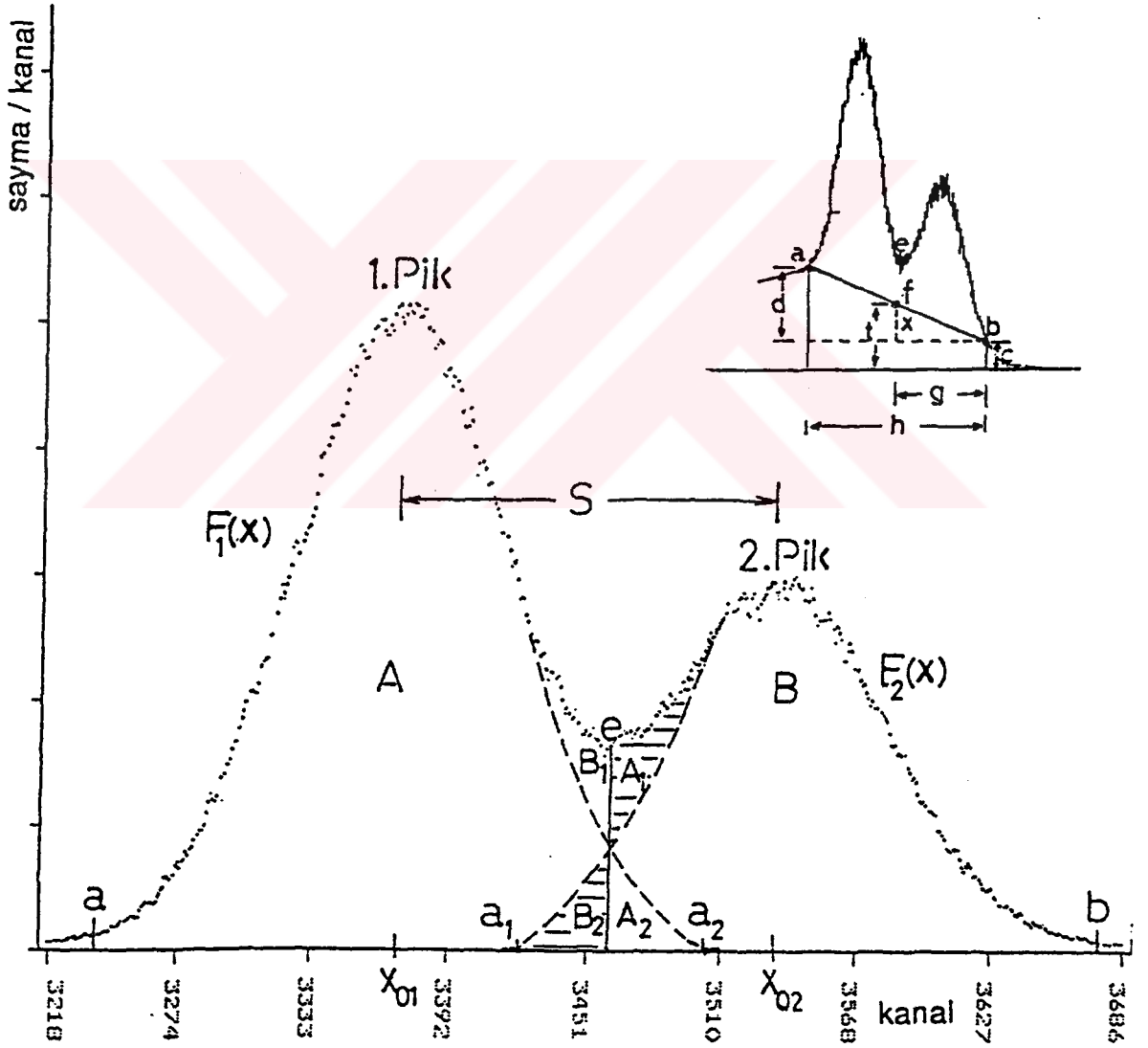
bağıntısı kullanılarak indirilmiştir.

Böylece K_{α} ve K_{β} piklerinin net alanları sırasıyla af ve bf kanalları arasındaki net alan olarak tarif edilmiştir. Burada 1. pik için A_1 alanı kayıp olmakla beraber B_1 alanı kadar kazanç varken, 2. pik için B_1 alanı kadar bir kayba karşılık A_1 alanı kadar bir kazanç vardır. Yapılan hesaplamalar $\sigma_1 + \sigma_2 \geq S$ şartının

sağlanması halinde aynı pik için kayıp ve kazancın birbirini telafi edecek mertebede olduğunu ortaya koymuştur⁵⁰.

Soğurucu elementlerin lineer azaltma katsayıları (2. 3) bağıntısının yeniden düzenlenmesiyle elde edilen,

$$\mu = -\frac{1}{t} \ln \frac{I}{I_0} \quad (3.2)$$



Şekil 3.24. Üst üste binmiş piklerin analizi.

bağıntısı yardımıyla hesaplanmıştır. Burada t (cm) numunenin kalınlığı, I ve I_0 ise sırasıyla soğurucu numune varken ve soğurucu numune yokken ikincil uyarıcı numuneden yayımlanarak dedektörde sayılan K x-ışınlarının şiddetidir. Çalışmada kullanılan soğurucu numunelerin kalınlıkları bilinmektedir. I ve I_0 değerleri ise spektrumlardaki fotopik alanlarından elde edilmiştir.

Lineer azaltma katsayısı hesaplandıktan sonra (2.12) ve (2.13) bağıntıları yardımıyla, sırasıyla kütle azaltma katsayısı ve atomik azaltma katsayısı hesaplanmıştır.



4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, diğer araştırmacıların bulduğu teorik ve deneysel sonuçlarla karşılaştırmalı olarak Tablo 4.1 - 4.10'da verilmiştir. Ayrıca bu tablolarda, mevcut teorik değerlerin aritmetik ortalamalarından elde edilen teorik değerler ve bizim deneysel değerlerimizin fit edilmesiyle ortaya çıkan fit denklemlerinden elde edilen değerler gösterilmiştir. Yine bu çalışmada elde edilen atomik azaltma katsayılarının enerjiye karşı grafikleri de Şekil 4.1 - 4.10'da gösterilmiştir.

Tablolardan görüldüğü gibi, bizim sonuçlarımız, diğer araştırmacıların deneysel sonuçlarıyla genel bir uyum içinde olmasına rağmen % 0.002-18 farklılık görülmektedir. %0.002'lik en küçük fark Ti elementinde, %18'lik en büyük fark ise Ni elementinde gözlenmiştir. Bizim sonuçlarımız teorik değerlere diğer araştırmacıların sonuçlarından daha yakındır. Bu farklılığın, mevcut çalışmada, soğurucudan küçük açılarda saçılan fotonların, sonuçlar üzerindeki olumsuz etkisini minimuma indirmek amacı ile hazırlanmış olduğumuz kolimatör sisteminin kullanılmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz.

Deneysel sonuçlarımız Storm et al.³⁸ ve Hubbell et al.⁴²'in teorik sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, Hubbell'in sonuçlarıyla genel olarak daha iyi uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Ayrıca bu konudaki çalışmaların, gelişen dedektör teknolojisine paralel olarak devam etmesi gerektiği kanaatindeyiz.

Tablo 4.1. Ti elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri	
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)
Ti	K $_{\alpha,\beta}$	99.494 7915.203 ± 160	8431 9067	105.977 113.972	69 74	103.316 102.177 106.468	8219.318 8128.644 8470.061	38 40 42	103.987	8272.674	-	-
Ni	K $_{\alpha,\beta}$	240.973	-	-	-	233.955 232.466 235.044	18612.172 18493.777 18698.825	38 40 42	233.821	18601.591	238.615	18982.962
Cu	K $_{\alpha,\beta}$	190.234	15134.018 ± 310	-	-	192.156 191.190 193.292	15286.887 15210.095 15377.286	38 40 42	192.213	15291.422	201.455	16024.338
Zn	K $_{\alpha}$	167.062	13290.560 ± 250	164.667	69	163.786 162.991 166.003 164.781	13029.963 12966.713 13206.346 13109.118	38 40 41 42	164.390	13078.035	173.517	13804.058
Zn	K $_{\beta}$	125.039	9947.440 ± 185	124.669 131.105	69 75	123.801 123.237 124.558	9848.951 9804.062 9911.572	38 40 42	123.873	9854.671	123.576	9831.057
As	K $_{\alpha}$	89.495	7119.799 ± 160	97.203 99.076 97.668	65 74 75	95.208 94.818 95.847	7574.255 7543.254 7625.128	38 40 42	95.291	7580.879	96.584	7683.698
As	K $_{\beta}$	71.948	5723.859 ± 100	-	-	70.538 70.299 71.046	5611.627 5592.621 5652.103	38 40 42	70.628	5618.783	67.318	5355.474
Se	K $_{\alpha}$	73.626	5857.313 ± 125	81.604 82.773	65 75	80.028 79.773 80.539	6366.645 6343.189 6411.236	38 40 42	80.117	6373.690	76.538	6088.977
Se	K $_{\beta}$	53.741	4275.341 ± 85	60.662	65	59.056 58.880 59.499	4698.179 4684.231 4733.466	38 40 42	59.145	4705.292	52.551	4180.730
Ibr	K $_{\alpha}$	67.048	5334.023 ± 110	-	-	67.657 67.435 68.150	5382.466 5364.765 5421.660	38 40 42	67.747	5389.630	60.403	4805.338
Ibr	K $_{\beta}$	48.379	3848.835 ± 65	-	-	49.722 49.594 50.109	3955.638 3945.499 3986.459	38 40 42	49.809	3962.532	42.642	3392.384
Rb	K $_{\alpha}$	49.929	3972.080 ± 83	50.166 50.154	65 78	48.905 48.826 49.332	3894.197 3884.359 3924.640	38 40 42	49.036	3901.065	42.449	3377.046

Tablo 4. I'in devami.

Rb	K β	14.980	36.776	2925.746 ± 65	36.704 34.818	2920 2770	65 84	35.705 35.641 36.003	2840.531 2835.467 2864.221	38 40 42	35.783	2846.739	29.438	2341.949
Sr	K α	14.142	42.330	3367.605 ± 60	-	-	-	41.911 41.821 42.250	3334.263 3327.060 3361.186	38 40 42	41.994	3340.836	37.831	2647.356
Sr	K β	15.859	29.761	2367.655 ± 45	-	-	-	30.368 30.320 30.624	2415.975 2412.147 2436.329	38 40 42	30.438	2421.483	27.117	2157.863
Zr	K α	15.746	31.921	2539.514 ± 50	29.609 31.814 34.793 32.028	2362 2331 2768 2348	69 65 75 77	30.991 30.942 31.252	2465.548 2461.582 2468.294	38 40 42	31.026	2471.141	27.530	2190.167
Zr	K β	17.700	22.452	1786.215 ± 30	-	-	-	22.230 22.203 22.451	1768.530 1766.388 1783.702	38 40 42	22.285	1772.873	21.608	1719.054
Ni	K α	16.584	25.784	2051.290 ± 45	-	-	-	26.747 26.709 26.974	2127.895 2124.847 2145.956	38 40 42	26.810	2132.899	24.800	1972.990
Nb	K β	18.661	17.848	1419.952 ± 24	18.993	1511	69	19.130 19.110 19.296	1521.921 1520.351 1535.095	38 40 42	19.179	1525.789	18.999	1511.498
Mo	K α	17.443	22.594	1797.461 ± 35	22.098 23.468 21.695	1758 1867 1726	69 65 63	23.173 23.144 23.399 23.371	1843.550 1841.226 1861.575 1859.328	38 40 41 42	23.272	1851.419	23.817	1894.779
Mo	K β	19.648	16.340	1299.937 ± 25	16.290	1296	69	16.524 16.511 16.669	1314.622 1313.536 1326.133	38 40 42	16.568	1318.097	16.821	1338.207
Te	K β	31.103	4.521	359.735 ± 8	-	-	-	4.433 4.450 4.491	352.682 354.076 357.353	38 40 42	4.458	354.703	4.455	354.455
Cs	K α	30.851	4.589	365.094 ± 7	-	-	-	4.534 4.553 4.595	360.765 362.263 365.622	38 40 42	4.561	362.883	4.486	356.943
Cs	K β	35.131	2.999	238.661 ± 5	-	-	-	3.157 3.160 3.189	251.223 251.471 253.725	38 40 42	3.169	252.139	3.112	247.641
Ba	K α	32.062	3.918	311.759 ± 8	-	-	-	4.073 4.186 4.124	324.074 325.117 328.102	38 40 42	4.094	325.764	4.117	327.548
Ba	K β	36.535	2.913	231.775 ± 4	-	-	-	2.831 2.831 2.856	225.243 225.252 227.250	38 40 42	2.839	225.915	2.910	231.517

Tablo 4.1'in devamı.

La	K α	33.297	3.387	269.521 ± 4.5	-	-	-	3.666	291.690	38	3.683	293.022	3.648	290.222
				3.674				3.708	292.360	40				
La	K β	37.966	2.391	190.239 ± 5	-	-	-	2.542	202.382	38	2.549	202.853	2.711	215.691
				2.541				2.563	202.201	40				
Ce	K α	34.564	3.238	257.613 ± 5	-	-	-	3.302	262.871	38	3.317	263.903	3.271	260.257
				3.308				3.338	263.235	40				
Ce	K β	39.431	2.346	186.678 ± 4	-	-	-	2.289	182.125	38	2.293	182.430	2.536	201.770
				2.285				2.304	181.795	40				
Pr	K α	35.858	2.809	223.527 ± 5	-	-	-	2.982	237.290	38	2.992	238.088	3.024	240.594
				2.984				3.011	237.407	40				
Pr	K β	40.930	2.018	160.551 ± 3	-	-	-	2.066	164.398	38	2.070	164.698	2.256	179.525
				2.063				2.080	164.148	40				
Nd	K α	37.179	2.583	205.961 ± 4	-	-	-	2.696	214.543	38	2.704	215.127	2.825	224.814
				2.695				2.719	214.460	40				
Nd	K β	42.460	1.789	142.388 ± 3	-	-	-	1.870	148.786	38	1.874	149.148	2.029	161.425
				1.869				1.884	148.710	40				
Sm	K α	39.906	2.245	178.616 ± 3	-	174.600	63	2.214	176.150	38	2.217	176.441	2.478	197.165
				2.209				2.227	175.420	40				
Sm	K β	45.622	1.599	127.285 ± 3	-	-	-	1.538	122.390	38	1.544	122.836	1.601	127.413
				1.540				1.552	122.571	40				
Gd	K α	42.390	1.668	132.766 ± 2.4	-	-	-	1.835	146.058	38	1.840	146.430	1.959	155.875
				1.835				1.850	146.011	40				
Gd	K β	48.918	1.249	99.423 ± 2	-	-	-	1.272	101.246	38	1.278	101.733	1.291	102.710
				1.277				1.286	101.592	40				
Dy	K α	45.714	1.566	124.643 ± 3	-	-	-	1.530	121.722	38	1.535	122.169	1.590	126.544
				1.532				1.544	121.909	40				
Dy	K β	52.352	1.107	88.112 ± 1.5	0.954	39.900	72	1.069	85.051	38	1.073	84.435	1.085	86.337
				1.072				1.073	85.315	40				

Tablo 4. l'in devamı.

Hf	K α	47.242	1.371	109.086 ± 3	-	-	-	-	1.399 1.402 1.413	111.313 111.585 112.453	38 40 42	1.405	111.783	1.431	113.900
Hf	K β	54.123	1.003	79.833 ± 2	-	-	-	-	0.983 0.986 0.993	42.268 42.460 42.705	38 40 42	0.987	42.584	1.013	80.633
Er	K α	48.801	1.216	96.812 ± 1.5	-	-	-	-	1.280 1.286 1.295	101.908 102.249 103.026	38 40 42	1.287	102.394	1.297	103.212
Er	K β	55.930	0.832	66.191 ± 1	-	-	-	-	0.906 0.907 0.914	72.104 72.234 72.745	38 40 42	0.909	72.361	1.160	92.306
Yb	K α	52.014	1.062	84.494 ± 2	-	-	-	-	1.086 1.090 1.098	86.438 86.718 87.354	38 40 42	1.091	86.386	1.262	100.445
Yb	K β	59.652	0.764	60.826 ± 2	-	-	-	-	0.771 0.772 0.777	61.385 61.417 61.839	38 40 42	0.773	61.547	0.884	70.340
Ta	K α	57.078	0.816	64.971 ± 2	-	-	-	-	0.861 0.862 0.868	68.535 68.631 69.112	38 40 42	0.864	68.759	0.907	72.216
Ta	K β	65.529	0.606	48.230 ± 1	-	-	-	-	0.625 0.626 0.630	49.773 49.816 50.128	38 40 42	0.627	49.905	0.592	47.098
W	K α	58.832	0.820	65.260 ± 1.5	-	-	-	-	0.798 0.799 0.804	63.545 63.596 64.035	38 40 42	0.801	63.725	0.997	79.394
W	K β	67.564	0.595	47.352 ± 0.5	-	-	-	-	0.584 0.585 0.589	46.515 46.562 46.858	38 40 42	0.586	46.645	0.562	44.761
Au	K α	68.133	0.542	43.193 ± 1.5	0.545	43.400	76	-	0.573 0.574 0.578	45.659 45.708 45.996	38 40 42	0.575	45.787	0.554	44.122
Au	K β	78.367	0.433	34.498 ± 0.5	-	-	-	-	0.421 0.421 0.424	33.494 33.554 33.741	38 40 42	0.422	33.596	0.427	34.043
Hg	K α	70.103	0.560	44.581 ± 1	-	-	-	-	0.538 0.542	42.867 43.183	38 42	0.540	43.025	0.527	41.983
Hg	K β	80.656	0.404	32.199 ± 1	-	-	-	-	0.396 0.399	31.537 31.769	38 42	0.397	31.653	0.404	32.141
Pb	K α	74.159	0.464	36.939 ± 0.5	-	-	-	-	0.475 0.479	37.848 38.127	38 42	0.477	37.987	0.476	37.876
Pb	K β	85.370	0.369	29.395 ± 0.6	-	-	-	-	0.358 0.360	28.501 28.706	38 42	0.359	28.603	0.359	28.627

Tablo 4.2. Fe elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayıları değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri	
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)
Fe	K _{α} , β	64.712 6003.045 ± 120	72.010	6680	56	67.975 66.885 67.416	6305.727 6204.583 6253.878	38 40 42	67.425	6254.729	64.698	6001.723
As	K _{α}	152.459 14142.816 ± 290	158.897 149.626 148.548	14740 13880 13780	75 78 65	148.019 149.506 146.931 148.317	13730.891 13868.845 13630.050 13758.615	38 39 40 42	148.193	13747.100	131.248	12175.141
As	K _{β}	99.509 9230.895 ± 175	-	-	-	110.565 111.078 109.852 110.880	10256.550 10304.153 10190.382 10285.761	38 39 40 42	110.594	10295.211	107.681	9989.048
Se	K _{α}	117.509 10900.720 ± 210	131.516 125.694	12200 11660	75 65	125.010 125.874 124.156 125.322	11596.513 11676.678 11517.341 11625.493	38 39 40 42	125.091	11604.006	117.261	10877.661
Se	K _{β}	91.157 8456.155 ± 180	-	-	-	93.017 93.152 92.466 93.328	8628.737 8641.268 8577.635 8657.550	38 39 40 42	92.991	8626.297	94.186	8737.158
Br	K _{α}	101.924 9454.944 ± 170	-	-	-	106.171 106.584 105.499 106.485	9848.904 9887.235 9786.588 9878.089	38 39 40 42	106.185	9850.204	104.231	9668.958
Br	K _{β}	38.390 6934.202 ± 150	-	-	-	42.684 42.557 42.259 42.981	7299.163 7287.292 7259.673 7327.006	38 39 40 42	78.621	7293.283	81.760	7584.451
Rb	K _{α}	79.045 7332.627 ± 140	80.267 41.066	7446 7149	60 65	41.495 41.348 41.080 41.794	7188.851 7175.156 7150.300 7216.591	38 39 40 42	77.429	7182.724	80.764	7492.027
Rb	K _{β}	55.305 5130.397 ± 100	57.338	5319	65	57.016 56.587 57.764 57.286	5289.074 5249.278 5265.685 5314.101	38 39 40 42	56.913	5279.534	68.219	6328.309
Sr	K _{α}	67.967 6304.936 ± 122	66.803	6197	78	66.634 66.323 66.308 66.920	6181.318 6152.426 6151.028 6207.824	38 39 40 42	66.546	6173.149	70.125	6505.114

Tablo 4.2'nin devamı.

Sr	K β	15.859	49.155	4559.847 \pm 90	-	-	-	-	48.668 48.370 48.462 48.903	4514.703 4487.050 4495.613 4536.464	38 39 40 42	48.601	4508.457	50.188	4655.715
Zr	K α	15.746	51.134	4743.438 \pm 95	50.978 49.415	4729 4584	75 65	49.645 49.331 49.433 49.883	4605.288 4576.204 4585.699 4627.431	4598.655	38 39 40 42	49.573	4598.655	51.516	4778.897
Zr	K β	17.700	34.795	3227.781 \pm 60	-	-	-	35.871 35.755 35.732 36.050	3327.614 3316.861 3314.737 3344.158	3325.842	38 39 40 42	35.852	3325.842	34.026	3156.473
Nb	K α	16.584	38.256	3548.875 \pm 70	44.952	4170	56	42.985 42.772 42.809 43.195	3987.500 3967.775 3971.229 4006.973	3983.369	38 39 40 42	42.940	3983.369	43.148	4002.615
Nb	K β	18.661	29.113	2700.695 \pm 40	31.035	2879	53	30.971 30.915 30.857 31.128	2873.082 2867.815 2862.466 2887.582	2872.736	38 39 40 42	30.968	2872.736	26.583	2466.038
Mo	K α	17.443	39.227	3638.869 \pm 65	36.921 37.449 38.376 37.600	3425 3474 3560 3488	55 68 56 71	37.359 37.223 37.212 37.559 37.544	3465.594 3453.061 3452.020 3487.940 3482.757	3488.274	38 39 40 41 42	37.603	3488.274	35.189	3264.369
Mo	K β	19.648	27.377	2539.626 \pm 50	-	-	-	26.840 26.827 26.745 26.977	2489.833 2488.662 2481.053 2502.576	2490.531	38 39 40 42	26.847	2490.531	21.388	1984.128
Te	K β	31.103	6.644	616.370 \pm 15	-	-	-	7.301 7.341 7.323 7.375	677.338 681.005 679.361 684.142	680.461	38 39 40 42	7.335	680.461	6.813	632.053
Cs	K α	30.851	7.336	680.584 \pm 10	-	-	-	7.471 7.511 7.493 7.545	693.064 696.809 695.136 699.972	696.245	38 39 40 42	7.505	696.245	6.916	641.586
Cs	K β	35.131	5.338	495.257 \pm 8	-	-	-	5.177 5.207 5.193 5.236	480.325 483.065 481.797 485.771	482.739	38 39 40 42	5.203	482.739	5.159	478.637

Tablo 4.2'nin devamı.

Ba	K α	32.062	6.336	590.616 ± 9	-	-	-	6.701 6.738 6.722 6.771	621.702 625.114 623.572 628.149	38 39 40 42	6.733	624.634	6.403	594.036
Ba	K β	36.535	4.543	421.429 ± 10	431	4.646	56	4.635 4.662 4.650 4.690	430.038 432.527 431.362 435.088	38 39 40 42	4.659	432.253	4.708	436.757
La	K α	33.297	5.843	542.026 ± 10	-	-	-	6.023 6.057 6.042 6.088	558.791 561.915 560.492 564.816	38 39 40 42	6.053	561.503	5.884	545.870
La	K β	37.966	4.200	389.698 ± 8	-	-	-	4.159 4.183 4.172 4.209	385.846 388.114 387.043 390.534	38 39 40 42	4.181	387.884	4.259	395.147
Ce	K α	34.564	5.312	492.832 ± 12	-	-	-	5.421 5.451 5.437 5.481	502.894 505.747 504.433 508.512	38 39 40 42	5.448	505.396	5.385	499.555
Ce	K β	39.431	3.812	353.674 ± 7	-	-	-	3.737 3.760 3.749 3.784	346.743 348.811 347.825 351.094	38 39 40 42	3.758	348.618	3.851	357.277
Pr	K α	35.858	4.691	435.206 ± 8	-	-	-	4.887 4.915 4.902 4.944	453.342 455.953 454.740 458.583	38 39 40 42	4.911	455.654	4.932	457.524
Pr	K β	40.930	3.198	296.751 ± 6	-	-	-	3.367 3.387 3.379 3.416	312.376 314.237 313.493 316.928	38 39 40 42	3.387	314.258	3.466	321.595
Nd	K α	37.179	4.500	417.526 ± 9	-	-	-	4.412 4.438 4.426 4.475	409.341 411.731 410.609 415.132	38 39 40 42	4.438	411.703	4.505	417.979
Nd	K β	42.460	3.070	284.870 ± 6	-	-	-	3.040 3.058 3.053 3.076	282.056 283.720 283.267 285.426	38 39 40 42	3.057	283.617	3.138	291.149
Sim	K α	39.906	3.685	341.914 ± 4	313.600	3.380	63	3.613 3.635 3.624 3.652	335.214 337.230 336.269 338.839	38 39 40 42	3.631	336.888	3.729	345.971

Tablo 4.2'nin devamı.

Sm	K β	45.622	2.440	226.350 ± 5	-	-	-	2.489 2.504 2.504 2.522	230.977 232.302 232.283 234.011	38 39 40 42	2.505	232.393	2.549	236.475
Gd	K α	42.750	2.804	260.154 ± 6	-	-	-	2.983 3.001 2.996 3.019	276.764 278.394 277.990 280.104	38 39 40 42	3.000	278.313	3.078	285.545
Gd	K β	48.918	1.968	182.620 ± 4	-	-	-	2.050 2.062 2.065 2.080	190.231 191.302 191.569 192.959	38 39 40 42	2.064	191.515	2.084	193.407
Dy	K α	45.714	2.376	230.492 ± 3	-	-	-	2.476 2.490 2.490 2.508	229.686 231.003 230.994 232.711	38 39 40 42	2.491	231.098	2.538	235.512
Dy	K β	52.352	1.642	152.332 ± 3	146	72	1.573	1.710 1.721 1.720 1.739	158.683 159.706 159.580 161.380	38 39 40 42	1.723	159.837	2.039	189.171
Ho	K α	47.242	2.304	213.797 ± 4	-	-	-	2.259 2.272 2.273 2.300	209.605 210.799 210.937 213.407	38 39 40 42	2.276	211.187	2.314	214.714
Ho	K β	54.123	1.599	148.338 ± 3	-	-	-	1.567 1.578 1.574 1.589	145.430 146.461 146.066 147.414	38 39 40 42	1.577	146.342	1.607	149.088
Er	K α	48.801	2.143	198.815 ± 4	-	-	-	2.064 2.076 2.078 2.106	191.500 192.582 192.840 195.364	38 39 40 42	2.081	193.071	2.100	194.894
Er	K β	55.930	1.409	130.761 ± 3	-	-	-	1.438 1.449 1.442 1.457	133.434 134.463 133.848 134.813	38 39 40 42	1.446	134.139	1.765	163.750
Yb	K α	52.014	1.774	164.617 ± 3	-	-	-	1.739 1.750 1.750 1.770	161.392 162.421 162.353 164.249	38 39 40 42	1.752	162.603	1.985	184.156
Yb	K β	59.652	1.263	117.200 ± 2	-	-	-	1.214 1.225 1.215 1.219	112.706 113.708 112.770 113.137	38 39 40 42	1.219	113.080	1.335	123.853

Tablo 4.2'nin devamı.

Ta	K α	57.078	1.295	120.184 ± 3	-	-	-	1.363	126.511	38	1.370	127.104	1.400	129.936
Ta	K β	65.529	0.945	87.671 ± 2	-	-	-	0.964	89.461	38	0.970	90.057	1.255	116.488
W	K α	58.832	1.294	120.098 ± 2	-	-	-	1.257	116.607	38	1.270	117.861	1.548	143.644
W	K β	67.564	0.903	83.840 ± 1.5	-	-	-	0.894	83.010	38	0.899	83.442	1.001	92.888
Au	K α	68.133	0.896	83.194 ± 2	79	76	0.851	0.876	81.324	38	0.879	81.607	0.901	83.638
Au	K β	78.367	0.602	55.893 ± 1	-	-	-	0.619	57.441	38	0.623	57.828	0.646	60.007
Hg	K α	70.103	0.783	72.654 ± 1	-	-	-	0.817	39.840	38	0.820	40.096	0.844	78.357
Hg	K β	80.656	0.557	51.739 ± 1.3	-	-	-	0.581	53.951	38	0.590	54.743	0.654	60.694
Pb	K α	74.159	0.674	62.589 ± 1.4	-	-	-	0.712	66.092	38	0.714	66.294	0.806	74.840
Pb	K β	85.370	0.496	46.069 ± 1	-	-	-	0.515	47.791	38	0.520	48.252	0.571	52.993
Bi	K α	76.246	0.680	63.108 ± 1.5	-	-	-	0.665	61.750	38	0.667	61.932	0.717	66.580

Tablo 4.3. Ni elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri			
	(keV)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)		μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)		μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	
V	K _{α} , β	4.999	181.145	17655.480 ± 340	180.063	17550	177.593	17309.295	38	178.474	17395.200	181.262	17666.908	
					188.065	18330	179.356	17481.106	42					
					184.885	18020	185.911	18120						
Cr	K _{α} , β	5.467	133.914	13052.098 ± 250	145.486	14180	138.341	13483.573	38					
					148.359	14460	140.513	13695.298	42	139.427	13589.435	133.990	13059.494	
					144.050	14040	129.070	12580						
Ni	K _{α} , β	7.558	53.981	5261.356 ± 100	60.985	5944	57.183	5573.471	38	57.528	5607.046	53.879	5251.453	
					132.354	12900	130.358	12705.521	38	130.759	12744.584	124.203	12105.580	
					130.609	12730	131.160	12783.648	42					
Br	K β	13.300	94.112	9172.767 ± 200	-	-	97.163	9470.130	38	97.392	9492.400	97.616	9514.275	
					97.059	9460	95.722	9329.722	38	95.944	9351.319	96.350	9390.886	
					96.197	9376	96.166	9372.917	42					
Rb	K α	13.375	98.786	9628.273 ± 190	97.059	9460	96.197	9372.917	60					
					67.172	6547	70.839	6904.426	38	70.951	6915.304	72.365	7053.182	
					71.235	6943	71.062	6926.183	42					
Sr	K α	14.980	72.610	7077.036 ± 120	82.623	8053	82.544	8045.246	78					
					81.967	7989	82.866	8076.639	42	82.705	8060.942	83.620	8150.104	
					83.495	8138								
Sr	K β	15.859	57.42	5596.516 ± 120	-	-	60.569	5903.498	38	60.680	5914.326	61.641	6007.900	
					61.601	6004	61.772	6020.687	38	61.883	6031.523	63.243	6164.106	
					61.994	6042	61.994	6042.359	42					
Zr	K α	15.746	62.754	6116.417 ± 120	-	-	60.569	5903.498	65					
					44.733	5360	44.786	4365.136	38	44.892	4375.444	43.807	4369.781	
					44.733	5360	44.997	4385.753	42					
Nb	K α	16.584	49.548	4829.331 ± 100	-	-	53.566	5220.899	38	53.676	5231.595	53.715	5235.429	
					44.733	5360	44.786	4365.136	38	44.892	4375.444	43.807	4369.781	
					44.733	5360	44.997	4385.753	42					
Nb	K β	18.661	40.044	3903.021 ± 80	-	-	38.728	3774.682	38	38.829	3784.555	35.350	3445.468	
					45.513	4436	46.623	4544.211	38					
					46.683	4550	46.899	4571.150	41	46.799	4561.358	44.669	4353.739	
Mo	K α	17.443	44.339	4321.544 ± 90	45.574	4442	46.837	4565.036	64					
					46.416	4524	46.416	4524	59					
					46.416	4524	46.416	4524	59					

Tablo 4.3'ün devamı.

Mo	K β	19.648	34.587	3371.069 ± 70	34.165 33.796	3330 3294	60	33.612 33.804	3276.064 3294.827	38 42	33.708	3285.445	30.092	2932.963
Te	K β	31.103	9.042	881.340 ± 20	-	-	65	9.249 9.340	901.535 910.381	38 42	9.295	905.958	8.898	867.255
Cs	K α	30.851	9.757	951.016 ± 22	9.613	937	61	9.464 9.556	922.421 931.474	38 42	9.510	926.947	9.026	879.776
Cs	K β	35.131	5.908	575.871 ± 10	-	-	-	6.564 6.629	639.857 646.126	38 42	6.597	642.991	6.162	600.650
Ba	K α	32.062	8.228	802.003 ± 15	8.649	843	60	8.491 8.575	827.661 835.780	38 42	8.533	831.720	7.631	743.798
Ba	K β	36.535	6.020	586.772 ± 12	5.755	561	56	5.879 5.936	573.020 578.631	38 42	5.907	575.825	5.751	560.574
La	K α	33.297	7.451	726.256 ± 15	-	-	-	7.634 7.709	744.115 751.410	38 42	7.672	747.762	7.517	732.700
La	K β	37.966	5.424	528.671 ± 10	-	-	-	5.276 5.328	514.272 519.306	38 42	5.302	516.789	4.248	414.103
Ce	K α	34.564	6.604	643.725 ± 15	-	-	-	6.872 6.940	669.850 676.415	38 42	6.906	673.132	6.661	649.301
Ce	K β	39.431	4.989	486.313 ± 10	-	-	-	4.742 4.789	462.275 466.797	38 42	4.766	464.536	4.483	436.952
Pr	K α	35.858	6.090	593.614 ± 13	6.217	606	64	6.197 6.257	604.003 609.919	38 42	6.227	606.961	6.066	591.256
Pr	K β	40.930	4.186	408.052 ± 7	-	-	-	4.272 4.315	416.380 420.597	38 42	4.293	418.488	3.907	380.887
Nd	K α	37.179	5.389	525.329 ± 15	-	-	-	5.596 5.651	545.513 550.854	38 42	5.624	548.183	5.318	518.367
Nd	K β	42.460	4.094	399.094 ± 10	-	-	-	3.856 3.896	375.795 379.810	38 42	3.876	377.802	3.548	345.873
Sm	K α	39.906	4.457	434.435 ± 7	-	-	-	4.585 4.630	446.950 451.322	38 42	4.608	449.136	4.266	415.825
Sm	K β	45.622	3.261	317.908 ± 5	-	-	-	3.154 3.191	307.455 311.073	38 42	3.173	309.264	2.707	263.928
Gd	K α	42.750	3.608	351.754 ± 6	-	-	-	3.783 3.823	368.715 372.692	38 42	3.803	370.703	3.393	330.720
Gd	K β	48.918	2.533	246.931 ± 5	-	-	-	2.595 2.629	253.004 256.248	38 42	2.612	254.626	2.050	199.833
Dy	K α	45.714	3.277	319.486 ± 5	-	-	-	3.136 3.173	305.729 309.336	38 42	3.155	307.532	2.756	268.647
Dy	K β	52.352	2.223	216.724 ± 3	-	-	-	2.158 2.185	210.412 212.978	38 42	2.171	211.695	1.522	148.419
Ho	K α	47.242	2.749	268.014 ± 8	-	-	-	2.861 2.896	278.891 282.321	38 42	2.879	280.606	2.423	236.164
Ho	K β	54.123	2.018	196.696 ± 4	-	-	-	1.974 1.997	192.462 194.677	38 42	1.986	193.569	1.502	146.465

Tablo 4.4. Zn elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler	Diğer Deneysel Değerler		Referanslar	Teorik Değerler		Referanslar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri				
		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)			
V	K α , β	4.999	21835.517 ± 420	216.044 245.987	23450 26700	75 56	211.091 204.609 211.915	22912.400 22208.835 23001.764	209.205	22707.666	200.573	21770.658		
		Cr	K α , β	5.467	18532.427 ± 390	147.408	16000	67	164.631 160.566 166.136	17869.470 17428.143 18032.828	163.777	17776.813	165.674	17982.670
				Mn	K α , β	5.959	13613.871 ± 250	154.409 140.313	16760 15230	75 67	129.584 127.139 131.428	14065.370 13800.018 14265.502	129.383	14043.630
Zn	K α	8.631	4902.462 ± 100			48.441 50.100 47.474	5258 5438 5153	67 52 51	46.630 48.002 47.699	5061.393 5210.343 5177.466	47.508	5156.708	39.812	4321.312
		Zn	K β	9.572	3915.036 ± 80	36.999 37.957 38.289	4016 4120 4156	75 56 66	35.285 37.990 35.951	3830.012 4123.594 3902.299	36.409	3951.968	39.129	4247.196
				Se	K β	12.503	14237.770 ± 250	-	-	-	129.875 129.270 130.357	14097.000 14031.357 14149.258	129.834	14092.538
Br	K β	13.300	11303.186 ± 220			-	-	-	110.115 110.084 110.996	11952.193 11948.275 12047.841	110.397	11982.769	112.237	12182.536
		Rb	K α	13.375	12086.031 ± 230	120.045	13030	60	108.474 109.384	11774.020 11872.860	108.928	11823.440	111.377	12089.217
Rb	K β			14.980	8428.461 ± 150	-	-	-	80.143 80.789 81.452	8699.000 8769.113 8841.012	80.795	8769.708	82.868	8994.750
		Sr	K α	14.142	10071.773 ± 230	-	-	-	93.464 93.837 94.612	10144.816 10185.310 10269.481	93.971	10199.869	96.520	10476.575
Sr	K β			15.859	7301.295 ± 160	-	-	-	68.822 69.225 69.788	7470.125 7513.845 7574.949	69.278	7519.639	70.239	7623.940
		Zr	K α	15.746	7523.561 ± 150	41.297	8390	75	70.149 70.580 71.155	7614.172 7660.979 7723.343	70.628	7666.164	72.339	7851.947
Zr	K β			17.700	5359.311 ± 130	-	-	-	51.325 51.394 51.805	5571.014 5578.413 5623.057	51.508	5590.828	50.022	5429.531

Tablo 4.4'ün devamı.

Nb	K α	16.584	62.628	6797.827 ± 150	69.005	7490	56	61.077 61.321 61.817	6629.440 6656.018 6709.795	38 40 42	61.405	6665.084	61.336	6657.563
Nb	K β	18.661	46.204	5014.860 ± 80	-	-	-	44.566 44.528 44.882	4837.330 4833.265 4871.644	38 40 42	44.659	4847.413	40.416	4386.915
Mo	K α	17.443	54.053	5867.089 ± 125	59.976 58.198	6510 6317	56 60	53.370 53.473 53.999 53.902	5792.946 5804.128 5861.282 5850.678	38 40 41 42	53.686	5827.258	50.564	5488.427
Mo	K β	19.648	37.711	4093.250 ± 95	38.233	4150	82	38.835 38.720 39.025	4215.243 4202.799 4235.916	38 40 42	38.860	4217.986	33.950	3685.073
Te	K β	31.103	11.278	1224.217 ± 25	-	-	-	10.823 10.824 10.906	1174.762 1174.931 1183.865	38 40 42	10.851	1177.852	10.611	1151.835
Cs	K α	30.851	11.336	1230.484 ± 27	-	-	-	11.072 11.074 11.158	1201.881 1202.086 1211.202	38 40 42	11.102	1205.056	10.761	1168.125
Cs	K β	35.131	7.930	860.741 ± 15	-	-	-	7.690 7.688 7.749	834.784 834.574 841.177	38 40 42	7.709	836.845	7.362	799.089
Ba	K α	32.062	10.128	1099.317 ± 20	-	-	-	9.939 9.939 10.015	1078.820 1078.873 1087.159	38 40 42	9.964	1081.617	9.924	1077.255
Ba	K β	36.535	6.531	708.980 ± 15	-	-	-	6.890 6.887 6.942	747.876 747.592 753.581	38 40 42	6.906	749.683	6.872	745.915
La	K α	33.297	8.554	928.557 ± 20	-	-	-	8.939 8.938 9.008	970.282 970.212 977.757	38 40 42	8.961	972.750	8.982	974.927
La	K β	37.966	6.495	705.022 ± 14	-	-	-	6.190 6.183 6.233	671.454 671.119 676.560	38 40 42	6.200	673.044	5.075	550.868
Ce	K α	34.564	7.874	854.721 ± 16	-	-	-	8.050 8.020 8.111	873.770 873.600 880.476	38 40 42	8.070	875.948	7.963	864.354
Ce	K β	39.431	5.649	613.198 ± 13	-	-	-	5.562 5.556 5.604	603.780 603.415 608.365	38 40 42	5.575	605.186	5.399	586.110
Pr	K α	35.858	6.925	751.668 ± 15	7.198	781.300	63	7.261 7.259 7.316	788.164 787.916 794.191	38 40 42	7.279	790.090	7.227	784.468

Tablo 4.4'ün devamı.

Pr	K _β	40.930	5.148	558.833 ± 10	-	-	-	5.011 5.009 5.050	543.937 543.707 548.155	38 40 42	5023	545.266	4.774	518.286
Nd	K _α	37.179	6.660	722.913 ± 14	-	-	-	6.560 6.557 6.610	712.095 711.788 717.521	38 40 42	6.576	713.801	6.391	693.717
Nd	K _β	42.460	4.647	504.440 ± 8	-	-	-	4.523 4.522 4.559	490.942 490.925 494.895	38 40 42	4.535	492.254	4.420	479.841
Sm	K _α	39.906	4.882	529.951 ± 10	5.438	590.300	63	5.378 5.375 5.419	583.844 583.458 588.262	38 40 42	5.391	585.188	5.269	571.975
Sm	K _β	45.622	3.829	415.679 ± 7	-	-	-	3.700 3.703 3.732	401.700 401.990 405.166	38 40 42	3.712	402.952	3.516	381.709
Gd	K _α	42.750	4.637	503.376 ± 8	-	-	-	4.437 4.438 4.473	481.700 481.715 485.601	38 40 42	4.449	483.005	3.715	403.325
Gd	K _β	48.918	3.117	338.358 ± 8	-	-	-	3.045 3.050 3.073	330.596 331.069 333.625	38 40 42	3.056	331.763	2.786	302.481
Dy	K _α	45.714	3.602	391.061 ± 8	-	-	-	3.680 3.682 3.711	399.450 399.742 402.899	38 40 42	3.691	400.697	3.529	383.050
Dy	K _β	52.352	2.616	283.998 ± 5	-	-	-	2.530 2.529 2.551	274.660 274.591 276.960	38 40 42	2.537	275.403	2.332	253.200
Ho	K _α	47.242	3.471	376.789 ± 7.5	-	-	-	3.320 3.360 3.387	364.400 364.794 367.644	38 40 42	3.368	365.612	3.212	348.653
Ho	K _β	54.123	2.273	246.772 ± 5	-	-	-	2.312 2.309 2.330	251.040 250.627 252.965	38 40 42	2.317	251.544	2.375	257.831
Er	K _α	48.801	2.968	322.160 ± 6	-	-	-	3.066 3.070 3.094	332.813 333.282 335.858	38 40 42	3.076	333.984	2.886	313.276
Er	K _β	55.930	1.968	213.685 ± 5	-	-	-	2.116 2.109 2.131	229.723 229.023 231.318	38 40 42	2.119	230.021	3.980	432.057
Yb	K _α	52.014	2.639	286.525 ± 6	-	-	-	2.575 2.575 2.597	279.511 279.516 281.890	38 40 42	2.582	280.305	3.959	429.750

Tablo 4.4'ün devamı.

Yb	K β	59.652	1.819	197.526 ± 4	-	-	-	1.778	193.014	38	1.778	193.000	1.291	140.181
Ta	K α	57.078	1.925	208.959 ± 3.5	-	-	-	1.768	191.903	40	1.788	194.085	1.535	166.621
Ta	K β	65.529	1.332	143.546 ± 3	-	-	-	2.003	217.444	38	2.016	218.863	2.005	147.168
W	K α	58.832	1.898	206.050 ± 4.1	-	-	-	1.395	151.426	38	1.387	150.593	1.355	379.654
W	K β	67.564	1.302	141.345 ± 3	-	-	-	1.401	152.071	42	1.845	200.367	3.497	141.806
Au	K α	68.133	1.297	140.818 ± 2.5	1.205	130.800	76	1.836	199.334	40	1.856	201.542	1.288	140.140
Au	K β	78.367	0.850	92.291 ± 2	-	-	-	1.289	139.964	38	1.282	139.215	0.871	94.605
Hg	K α	70.103	1.213	131.734 ± 2.2	-	-	-	1.266	137.484	42	1.261	136.903	1.230	133.582
Hg	K β	80.656	0.738	80.134 ± 1.5	-	-	-	0.880	95.543	38	0.876	95.106	0.741	80.526
Pb	K α	74.159	1.084	117.685 ± 1.9	-	-	-	0.881	95.715	42	0.820	89.030	1.075	116.780
Pb	K β	85.370	0.738	80.157 ± 1.4	-	-	-	1.014	110.123	38	1.009	109.592	0.722	78.453
Bi	K α	76.246	0.918	99.659 ± 2	-	-	-	0.715	41.714	38	0.714	41.569	0.980	106.388
Bi	K β	87.796	0.652	70.771 ± 1.5	-	-	-	0.718	41.991	42	0.670	72.743	0.672	73.003
Th	K α	92.050	0.609	66.110 ± 1.1	-	-	-	0.669	72.683	40	0.673	73.061	0.594	64.506
								0.599	65.050	38	0.599	65.122	0.600	65.201
								0.602	65.433	42	0.602	65.433		

Tablo 4.5. Zr elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri	
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)
As	10.532	9981.273 ± 210	64.494	9769	74	63.179	9569.773	38	63.139	9563.757	65.150	9868.302
As	11.750	7321.945 ± 130	-	-	-	47.298	7164.330	38	47.681	7222.258	47.237	7155.084
Se	11.210	7817.536 ± 150	54.116	8197	65	53.427	8092.688	38	53.899	8164.128	53.789	8147.411
Se	12.503	5878.353 ± 120	40.179	6086	65	39.844	6035.271	38	40.126	6077.883	38.522	5834.918
Br	11.907	7026.238 ± 140	48.201	7301	69	45.433	6881.722	38	45.789	6935.709	44.531	6745.177
Zr	15.746	3128.917 ± 65	21.047	3188	65	21.386	3239.380	38	21.486	3254.469	20.215	3062.062
Zr	17.700	2283.783 ± 45	15.329	2322	65	15.523	2351.265	38	15.614	2365.119	15.226	2306.391
Te	31.103	3491.997 ± 75	-	-	-	22.450	3400.523	38	22.491	3406.728	21.967	3327.431
Cs	30.851	3186.729 ± 60	23.252	3522	86	22.950	3476.306	38	22.994	3482.958	22.231	3367.393
Cs	35.131	2534.091 ± 40	-	-	-	16.140	2444.854	38	16.168	2448.957	15.277	2314.062
Ba	32.062	3244.693 ± 55	-	-	-	20.677	3131.944	38	20.714	3137.544	18.012	2728.277
Ba	36.535	2334.899 ± 40	-	-	-	14.515	2198.587	38	14.538	2202.172	14.585	2209.313
La	33.297	2756.423 ± 60	-	-	-	18.664	2827.101	38	18.697	2832.027	18.895	2862.086
La	37.966	2047.210 ± 45	-	-	-	13.080	1981.235	38	13.100	1984.375	9.940	1503.479
Ce	34.564	2575.740 ± 50	-	-	-	16.868	2555.045	38	16.897	2559.383	16.691	2528.264
Ce	39.431	1696.528 ± 30	-	-	-	11.804	1788.078	38	11.823	1790.830	11.587	1755.099
Pr	35.858	2282.343 ± 45	14.960	2266	63	15.269	2312.873	38	15.294	2316.697	15.233	2307.425
Pr	40.930	1648.142 ± 30	-	-	-	10.656	1614.085	38	10.674	1616.916	10.252	1552.959

Tablo 4.5'in devamı.

Nd	K α	37.179	13.504	2045.553 ± 40	-	-	-	13.843 13.888	2096.928 2103.679	38 42	13.866	2100.303	13.701	2075.340
Nd	K β	42.460	8.986	1361.196 ± 25	-	-	-	9.627 9.668	1458.321 1464.519	38 42	9.648	1461.420	9.561	1448.243
Sm	K α	39.906	11.176	1692.916 ± 35	-	-	-	11.428 11.462	1730.998 1736.277	38 42	11.445	1733.637	11.411	1728.552
Sm	K β	45.622	7.390	1119.458 ± 25	-	-	-	7.893 7.938	1195.619 1202.441	38 42	7.915	1199.03	7.788	1179.745
Gd	K α	42.750	9.863	1493.955 ± 30	-	-	-	9.448 9.489	1431.129 1437.409	38 42	9.469	1434.269	9.306	1409.639
Gd	K β	48.918	6.780	1027.083 ± 15	-	-	-	6.508 6.555	985.874 992.893	38 42	6.531	989.383	6.097	923.604
Dy	K α	45.714	7.760	1175.542 ± 20	1174	7.750	85	7.849 7.894	1188.978 1195.809	38 42	7.872	1192.393	7.734	1171.496
Dy	K β	52.352	4.923	745.745 ± 15	-	-	-	5.406 5.441	818.871 824.271	38 42	5.424	821.571	5.046	764.345
Ho	K α	47.242	7.075	1071.750 ± 20	-	-	-	7.167 7.213	1085.647 1092.608	38 42	7.190	1089.127	7.051	1068.158
Ho	K β	54.123	5.119	775.509 ± 14	-	-	-	4.938 4.967	747.984 752.391	38 42	4.952	750.187	5.730	867.927
Er	K α	48.801	6.711	1016.539 ± 23	-	-	-	6.551 6.598	992.424 999.441	38 42	6.575	995.932	6.477	981.201
Er	K β	55.930	4.375	662.003 ± 15	-	-	-	4.515 4.539	684.029 687.585	38 42	4.527	685.807	4.696	711.365
Yb	K α	52.014	5.465	827.850 ± 20	-	-	-	5.502 5.539	833.435 839.044	38 42	5.520	836.239	5.546	840.155
Yb	K β	59.652	3.827	579.955 ± 11	-	-	-	3.789 3.804	574.015 576.220	38 42	3.796	575.117	3.755	568.909
Ta	K α	57.078	4.176	632.603 ± 14	-	-	-	4.273 4.293	647.231 650.318	38 42	4.283	648.774	4.193	635.082
Ta	K β	65.529	2.977	451.028 ± 10	-	-	-	2.933 2.950	441.363 446.920	38 42	2.942	445.641	2.981	451.949
W	K α	58.832	3.703	560.944 ± 10	-	-	-	3.935 3.951	596.052 598.515	38 42	3.943	597.283	4.882	739.543
W	K β	67.564	2.793	423.062 ± 8	-	-	-	2.699 2.716	408.835 411.477	38 42	2.707	410.156	4.352	659.211
Au	K α	68.133	2.605	394.683 ± 7	-	-	-	2.638 2.655	399.599 402.259	38 42	2.646	400.929	2.579	390.782
Au	K β	78.367	1.688	255.719 ± 4	-	-	-	1.801 1.819	272.913 275.615	38 42	1.810	274.264	1.802	273.045
Hg	K α	70.103	2.510	380.201 ± 8	-	-	-	2.441 2.458	369.738 372.443	38 42	2.449	371.090	2.515	381.057

Tablo 4.6. Ag elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Referanslar	Teorik Değerler		Referanslar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri	
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)
Zr	15.746	6323.920 ± 125	34.636	6204	65	34.380 34.289 35.060	6193.853 6141.785 6279.927	38 40 42	36.643	6205.188	35.309	6324.502
Zr	17.700	4576.885 ± 95	25.558 24.498	4578 4388	65 54	25.224 25.004 25.550	4518.154 4478.683 4576.443	38 40 42	25.259	4524.426	24.775	4437.661
Nb	16.584	5326.358 ± 110	-	-	-	30.067 29.810 30.472	5385.600 5339.539 5458.064	38 40 42	30.116	5394.401	30.843	5524.470
Nb	18.661	3768.913 ± 75	-	-	-	21.872 21.678 22.145	3917.782 3882.975 3966.567	38 40 42	21.898	3922.441	22.376	4008.029
Mo	17.443	4817.418 ± 100	27.077 28.501 25.290 26.558	4850 5105 4530 4757	62 56 82 64	26.239 26.011 26.499 26.581	4699.925 4659.056 4746.552 4761.140	38 40 41 42	26.333	4716.668	27.889	4995.421
Te	31.103	5534.304 ± 120	-	-	-	33.295 33.136 33.354	5963.697 5935.244 5974.223	38 40 42	33.261	5957.721	32.121	5753.474
Cs	30.851	5946.885 ± 125	-	-	-	34.017 33.853 34.076	6093.122 6063.696 6103.544	38 40 42	33.982	6086.787	38.254	6852.016
Cs	35.131	4138.402 ± 100	-	-	-	24.142 24.049 24.205	4324.356 4307.624 4335.461	38 40 42	24.132	4322.540	21.830	3910.257
Ba	32.062	5669.470 ± 105	34.201	6126	65	30.730 30.591 30.791	5504.343 5479.326 5515.224	38 40 42	30.704	5499.631	30.303	5427.843
Ba	36.535	4117.798 ± 75	24.498	4388	56	21.770 20.017 21.833	3899.437 3885.484 3910.676	38 40 42	21.765	3898.532	21.307	3816.578
La	33.297	5111.251 ± 90	-	-	-	27.813 27.694 27.875	4981.734 4960.489 4992.890	38 40 42	27.794	4978.371	27.817	4982.555
La	37.966	3618.521 ± 70	-	-	-	19.671 19.606 19.733	3523.393 3511.790 3534.489	38 40 42	19.670	3523.224	20.129	3605.417

Tablo 4.6'nin devamı.

Ce	K α	34.564	25.704	4604.320 ± 80	-	-	-	25.202 25.101 25.265	4514.118 4496.107 4525.388	38 40 42	25.189	4511.871	24.288	4350.467
Ce	K β	39.431	18.139	3248.887 ± 55	-	-	-	17.800 17.746 17.861	3188.314 3178.711 3199.195	38 40 42	17.802	3188.740	16.620	2977.001
Pr	K α	35.858	21.545	3859.157 ± 85	22.722	4070	64	22.872 22.787 22.935	4096.771 4081.547 4108.050	38 40 42	22.864	4095.456	22.259	3987.063
Pr	K β	40.930	15.469	2769.744 ± 50	15.598	2794	54	16.107 16.067 16.169	2885.156 2877.907 2896.292	38 40 42	16.115	2886.451	14.672	2628.085
Nd	K α	37.179	20.352	3645.482 ± 70	-	-	-	20.789 20.717 20.851	3723.688 3710.839 3734.865	38 40 42	20.786	3723.130	20.389	3652.147
Nd	K β	42.460	14.252	2552.715 ± 45	-	-	-	14.587 14.559 14.651	2612.813 2607.885 2624.341	38 40 42	14.599	2615.013	13.786	2469.454
Sm	K α	39.906	17.199	3080.700 ± 65	-	-	-	17.246 17.196 17.865	3089.122 3080.092 3099.921	38 40 42	17.249	3089.711	16.637	2979.984
Sm	K β	45.622	12.279	2199.272 ± 44	-	-	-	12.014 12.006 12.080	2151.930 2150.516 2163.760	38 40 42	12.033	2155.402	11.014	1972.853
Gd	K α	42.750	13.462	2411.288 ± 50	-	-	-	14.321 14.296 14.386	2565.200 2560.662 2576.784	38 40 42	14.334	2567.548	13.331	2387.937
Gd	K β	48.918	9.584	1716.345 ± 35	-	-	-	9.950 9.955 10.015	1782.293 1783.253 1793.973	38 40 42	9.974	1786.506	8.022	1437.005
Dy	K α	45.714	11.590	2076.032 ± 43	12.070	2162	86	11.949 10.644 12.015	2140.241 1906.639 2152.080	38 40 42	11.536	2066.320	10.859	1945.064
Dy	K β	52.352	8.017	1436.033 ± 30	-	-	-	8.291 8.290 8.339	1485.040 1484.921 1493.700	38 40 42	8.306	1487.887	8.063	1444.303
Hf	K α	47.242	11.272	2019.027 ± 45	-	-	-	10.933 10.932 10.999	1958.322 1958.212 1970.127	38 40 42	10.955	1962.220	9.279	1749.796
Hf	K β	54.123	7.879	1411.180 ± 25	-	-	-	7.582 7.576 7.621	1358.216 1357.121 1365.093	38 40 42	7.593	1360.143	7.329	1312.823

Tablo 4.6'nin devamı.

Er	K α	48.801	10.205	1827,943 ± 35	-	-	-	10.015	1793.864	38	10.038	1797.966	8.650	1549.520
Er	K β	55.930	6.804	1218.767 ± 25	-	-	-	10.080	1794.754	40	6.949	1244.802	6.560	1175.148
Yb	K α	52.014	8.605	1541.301 ± 32	-	-	-	8.436	1511.087	38	8.453	1514.122	7.654	1370.958
Yb	K β	59.652	5.946	1065.030 ± 18	1029	5.744	81	8.436	1511.167	40	5.840	1046.172	5.630	1008.479
Ta	K α	57.078	6.311	1130.544 ± 20	-	-	-	8.486	1520.113	42	6.578	1178.395	6.236	1116.962
Ta	K β	65.529	4.258	762.791 ± 13	-	-	-	5.840	1046.200	38	4.529	811.302	4.444	795.996
W	K α	58.832	5.861	1049.958 ± 21	-	-	-	5.823	1043.152	40	6.063	1085.984	5.831	1044.586
W	K β	67.564	3.953	708.159 ± 18	-	-	-	5.857	1049.164	42	4.169	746.887	4.366	782.060
Au	K α	68.133	3.889	696.696 ± 13	-	-	-	6.574	1177.655	38	4.076	730.154	3.990	714.755
Au	K β	78.367	2.647	474.123 ± 10	-	-	-	6.061	1085.790	40	2.792	500.095	2.697	483.186
Hg	K α	70.103	3.850	689.611 ± 15	-	-	-	6.045	1082.952	40	3.774	675.982	3.707	664.142
Hg	K β	80.656	2.632	471.603 ± 9	-	-	-	6.600	1182.182	42	2.584	462.846	2.645	473.912
Pb	K α	74.159	3.144	563.249 ± 13	-	-	-	4.530	811.483	38	3.241	580.601	3.413	611.394
Pb	K β	83.370	2.158	386.671 ± 8	-	-	-	4.513	808.462	40	2.223	398.210	2.204	394.898
								4.544	813.963	42	2.232	399.927	2.204	394.898

Tablo 4.7. In elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri	
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)
Nb	18.661	4761.653 ± 90	-	-	-	24.278 24.646	4628.790 4699.002	38 42	24.462	4663.896	25.204	4805.470
Mo	17.443	5152.823 ± 110	-	-	-	29.123 29.499	5552.612 5624.404	38 41	29.399	5605.182	27.283	5201.730
Mo	19.648	4028.248 ± 80	-	-	-	21.128 21.443	4028.300 4088.465	38 42	21.286	4058.382	21.182	4038.552
Cs	35.131	4748.347 ± 75	-	-	-	26.243 26.223	5003.527 4999.778	38 42	26.233	5001.652	25.814	4921.773
Ba	36.535	4677.410 ± 95	-	-	-	23.680 23.690	4514.875 4516.726	38 42	23.685	4515.800	23.678	4514.425
La	33.297	5223.341 ± 110	-	-	-	30.205 30.135	5758.921 5745.484	38 42	30.170	5752.202	29.152	5558.126
La	37.966	4184.196 ± 90	-	-	-	21.410 21.443	4082.143 4088.461	38 42	21.427	4085.302	21.561	4110.957
Ce	34.564	5905.197 ± 120	-	-	-	27.387 27.353	5221.651 5215.227	38 42	27.370	5218.439	26.848	5118.853
Ce	39.431	3526.271 ± 80	-	-	-	19.387 19.438	3696.301 3706.172	38 42	19.412	3701.236	19.609	3738.623
Pr	35.858	4628.048 ± 95	-	-	-	24.871 24.867	4741.853 4741.172	38 42	24.869	4741.512	24.730	4715.040
Pr	40.930	3307.575 ± 70	-	-	-	17.558 17.611	3347.748 3357.709	38 42	17.585	3352.728	17.754	3385.060
Nd	37.179	4153.081 ± 80	-	-	-	22.619 22.640	4312.658 4316.657	38 42	22.630	4314.657	22.721	4332.055
Nd	42.460	2861.780 ± 60	-	-	-	15.917 15.961	3034.762 3043.207	38 42	15.939	3038.984	16.129	3075.180
Sm	39.906	3728.896 ± 65	-	-	-	18.787 18.844	3582.033 3592.871	38 42	18.816	3587.452	19.019	3626.308
Sm	45.622	2536.893 ± 45	-	-	-	13.135 13.166	2504.337 2510.363	38 42	13.151	2507.350	13.166	2510.232
Gd	42.750	3069.413 ± 65	-	-	-	15.630 15.673	2980.013 2988.200	38 42	15.651	2984.106	15.829	3018.112
Gd	48.918	1957.576 ± 40	-	-	-	10.899 10.921	2078.107 2082.348	38 42	10.910	2080.227	10.729	2045.710
Dy	45.714	2411.171 ± 50	-	-	-	13.064 13.095	2490.880 2496.847	38 42	13.080	2493.863	13.107	2499.086

Tablo 4.7'nin devamı.

Dy	K β	52.352	9.011	1718.094 ± 36	-	-	-	9.084 9.101	1731.949 1735.277	38 42	9.092	1733.613	8.780	1674.062
Hf	K α	47.242	12.224	2330.695 ± 50	-	-	-	11.964 11.991	2281.194 2286.266	38 42	11.978	2283.730	11.906	2270.084
Hf	K β	54.123	8.073	1539.290 ± 30	-	-	-	8.306 8.322	1583.632 1586.670	38 42	8.314	1585.151	8.043	1533.410
Er	K α	48.801	10.267	1957.606 ± 43	-	-	-	10.969 10.992	2091.460 2095.754	38 42	10.980	2093.607	10.812	2061.523
Er	K β	55.930	6.980	1330.808 ± 25	-	-	-	7.603 7.618	1449.683 1452.458	38 42	7.610	1451.070	8.357	1593.464
Yb	K α	52.014	9.585	1827.610 ± 40	-	-	-	9.243 9.261	1762.402 1765.790	38 42	9.252	1764.096	9.813	1870.987
Yb	K β	59.652	6.163	1175.049 ± 20	-	-	-	6.393 6.405	1218.931 1221.256	38 42	6.399	1220.093	6.188	1179.854
Ta	K α	57.078	7.400	1410.980 ± 30	-	-	-	7.199 7.212	1372.550 1375.174	38 42	7.205	1373.862	6.755	1287.946
Ta	K β	65.529	5.072	967.123 ± 20	-	-	-	4.966 4.974	946.953 948.332	38 42	4.970	947.642	5.191	989.772
W	K α	58.832	6.795	1295.553 ± 30	-	-	-	6.635 6.648	1265.189 1267.605	38 42	6.642	1266.397	7.141	1361.554
W	K β	67.564	4.501	858.300 ± 15	-	-	-	4.574 4.580	872.257 873.390	38 42	4.577	872.823	4.912	936.611
Au	K α	68.133	4.413	841.480 ± 20	-	-	-	4.473 4.478	852.823 853.895	38 42	4.475	853.359	4.445	847.558
Au	K β	78.367	3.181	606.647 ± 15	-	-	-	3.071 3.072	585.567 585.880	38 42	3.072	585.723	2.999	571.839
Hg	K α	70.103	4.259	812.069 ± 17	-	-	-	4.143 4.147	789.951 790.829	38 42	4.145	790.390	4.128	787.123
Hg	K β	80.656	2.523	481.206 ± 12	-	-	-	2.842 2.844	541.899 542.372	38 42	2.843	542.135	2.971	566.514
Pb	K α	74.159	3.462	660.142 ± 15	-	-	-	3.562 3.554	679.159 677.671	38 42	3.558	678.415	3.836	731.438
Pb	K β	85.370	2.379	453.584 ± 10	-	-	-	2.437 2.447	464.738 466.558	38 42	2.442	465.648	2.477	472.292
Bi	K α	76.246	3.200	610.188 ± 13	-	-	-	3.306 3.301	630.360 629.548	38 42	3.304	629.954	3.377	643.887
Bi	K β	87.796	2.354	448.918 ± 10	-	-	-	2.259 2.271	430.824 433.159	38 42	2.265	431.991	2.253	429.661

Tablo 4.8. Sn elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Referanslar	Teorik Değerler		Referanslar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri	
	(keV)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_t (cm ² /g)		μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)		μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)
Rb	K β	14.980	44.614	8792.766	46.858	9235	9082.498	38	9158.050	46.467	9054.009	
				± 180	47.781	9417	9303.670	39				
				46.224	9110	9021.118	40					
Sr	K α	14.142	53.093	10463.873	-	-	10601.696	38	10692.488	54.253	10357.637	
				± 210	-	-	10879.125	39				
				-	-	-	10523.752	40				
				-	-	-	10765.380	42				
Sr	K β	15.859	40.472	7976.443	-	-	7789.496	38	7848.198	39.821	7842.547	
				± 165	-	-	7956.534	39				
				-	-	-	7737.255	40				
Zr	K α	15.746	41.823	8242.733	41.743	8227	7940.976	38	8001.612	40.600	7969.295	
				± 170	40.997	8080	8114.181	39				
				-	-	-	7887.682	40				
				-	-	-	8063.609	42				
Zr	K β	17.700	29.167	5748.462	31.499	6208	5794.821	38	5829.649	29.579	5875.679	
				± 110	30.281	5968	5886.473	39				
				-	-	-	5756.389	40				
Nb	K α	16.584	35.986	7002.365	-	-	6905.906	38	6953.654	35.282	6974.823	
				± 130	-	-	7038.152	39				
				-	-	-	6859.800	40				
Nb	K β	18.661	27.226	5365.944	-	-	5025.678	38	5052.206	25.634	4896.345	
				± 110	-	-	5091.605	39				
				-	-	-	4992.527	40				
				-	-	-	5099.016	42				
Mo	K α	17.443	29.513	5816.693	30.088	5930	6027.662	38	6074.005	30.819	5959.336	
				± 120	-	-	6127.503	39				
				-	-	-	5987.625	40				
Mo	K β	19.648	21.040	4146.818	22.376	4410	4374.281	38	4394.258	22.296	4220.543	
				± 90	23.497	4631	4420.187	39				
				-	22.508	4436	4345.579	40				
				-	-	-	4436.985	42				

Tablo 4.8'in devamı.

Cs	K β	35.131	27.846	5488.164 \pm 115	-	-	-	27.062	5333.493	38	27.166	5354.108	27.173	5355.448
Ba	K α	32.062	35.119	6921.460 \pm 140	-	-	-	34.296	6759.239	38	34.501	6799.749	33.355	6573.718
								34.657	6830.324	39				
								34.420	6783.694	40				
Ba	K β	36.535	23.886	4707.615 \pm 85	4820	83	24.456	34.633	6825.742	42	24.521	4832.678	24.903	4908.023
								24.448	4818.440	38				
								24.553	4839.132	39				
								24.468	4822.339	40				
La	K α	33.297	26.293	5773.098 \pm 115	-	-	-	31.096	6128.555	38	31.255	6159.887	30.776	6065.596
								31.367	6181.947	39				
								31.181	6145.741	40				
								31.374	6183.308	42				
La	K β	37.966	22.928	4518.804 \pm 95	-	-	-	22.131	4361.780	38	22.177	4370.781	22.650	4464.059
								31.370	4372.559	39				
								22.131	4361.712	40				
								22.260	4387.075	42				
Ce	K α	34.564	28.820	5680.035 \pm 110	-	-	-	28.227	5563.208	38	28.347	5586.815	28.292	5575.892
								28.423	5601.772	39				
								28.284	5574.340	40				
								28.454	5607.941	42				
Ce	K β	39.431	20.695	4068.793 \pm 85	-	-	-	20.063	3954.124	38	20.087	3958.816	20.588	4057.641
								20.076	3956.804	39				
								20.046	3950.851	40				
Pr	K α	35.858	25.226	4971.776 \pm 105	5039	64	25.517	27.663	5057.758	38	25.750	5074.900	26.025	5129.249
								25.796	5083.974	39				
								25.694	5063.883	40				
								25.846	5093.986	42				
Pr	K β	40.930	18.608	3667.452 \pm 70	-	-	-	18.172	3581.497	38	18.197	3586.451	18.638	3673.425
								18.194	3585.784	39				
								18.160	3579.078	40				
								18.263	3599.445	42				
Nd	K α	37.179	22.805	4494.586 \pm 90	-	-	-	23.366	4605.109	38	23.425	4616.849	23.886	4707.531
								23.447	4621.064	39				
								23.376	4607.107	40				
Nd	K β	42.460	16.974	3345.294 \pm 65	-	-	-	23.513	4634.116	42	16.492	3250.448	16.957	3341.939
								16.463	3244.709	38				
								16.484	3248.855	39				
								16.464	3244.898	40				
								16.558	3263.333	42				

Tablo 4.8'in devamı.

Sm	K _α	39.906	18.944	3733.635 ± 70	-	-	-	19.450 19.452 19.429 19.539	3833.301 3833.729 3829.144 3850.978	38	19.467	3836.788	19.970	3935.781
Sm	K _β	45.622	13.585	2731.272 ± 52	-	-	-	14.026 13.608 13.590 13.667	2764.446 2681.981 2678.446 2693.613	38 39 40 42	13.723	2704.621	13.917	2742.877
Gd	K _α	42.750	15.178	2991.484 ± 60	-	-	-	16.164 16.187 16.167 16.263	3185.819 3190.353 3186.437 3204.535	38 39 40 42	16.195	3191.786	16.646	3280.826
Gd	K _β	48.918	11.135	2194.566 ± 45	-	-	-	11.247 11.296 11.280 11.343	2216.734 2226.299 2223.149 2235.698	38 39 40 42	11.292	2225.470	11.358	2238.491
Dy	K _α	45.714	13.645	2689.246 ± 55	13.598	2680	85	13.496 13.535 13.517 13.594	2659.987 2667.596 2664.073 2679.157	38 39 40 42	13.535	2667.703	13.860	2731.714
Dy	K _β	52.352	9.226	1818.398 ± 40	-	-	-	9.389 9.423 9.404 9.459	1850.599 1857.218 1853.388 1864.358	38 39 40 42	9.419	1856.390	9.597	1891.578
Hf	K _α	47.242	11.340	2235.106 ± 50	-	-	-	12.353 12.398 12.381 12.451	2434.756 2443.439 2440.100 2453.896	38 39 40 42	12.396	2443.047	12.651	2493.318
Hf	K _β	54.123	8.942	1762.408 ± 30	-	-	-	8.598 8.621 8.600 8.652	1694.624 1699.205 1694.943 1705.318	38 39 40 42	8.618	1698.522	8.931	1760.345
Er	K _α	48.801	11.094	2186.442 ± 46	-	-	-	11.320 11.368 11.352 11.416	2231.064 2240.576 2237.413 2250.044	38 39 40 42	11.364	2239.774	11.563	2278.943
Er	K _β	55.930	7.756	1528.695 ± 34	-	-	-	7.882 7.897 7.873 7.923	1553.552 1556.413 1551.824 1561.633	38 39 40 42	7.894	1555.856	9.504	1873.124
Yb	K _α	52.014	9.246	1822.352 ± 40	9.488	1870	87	9.552 9.588 9.569 9.625	1882.596 1889.649 1885.917 1897.005	38 39 40 42	9.583	1888.791	10.783	2125.324

Tablo 4.8'in devamı.

Yb	K β	59.652	6.214	1224.861 \pm 27	6.621	1305	83	6.647 6.648 6.622 6.667	1310.012 1310.212 1305.217 1313.98	38 39 40 42	6.646	1309.855	7.307	1440.177
Ta	K α	57.078	7.416	1461.621 \pm 25	-	-	-	7.470 7.479 7.455 7.503	1472.221 1474.147 1469.399 1478.869	38 39 40 42	7.477	1473.659	7.722	1522.053
Ta	K β	65.529	5.277	1040.019 \pm 24	-	-	-	5.158 5.163 5.145 5.179	1016.637 1017.686 1014.008 1020.715	38 39 40 42	5.161	1017.261	6.665	1313.754
W	K α	58.832	7.057	1390.824 \pm 22	-	-	-	6.895 6.898 6.873 6.919	1358.891 1359.591 1354.661 1363.640	38 39 40 42	6.896	1359.195	8.364	1648.567
W	K β	67.564	4.854	956.796 \pm 20	-	-	-	4.749 4.756 4.739 4.770	936.017 937.318 934.020 940.155	38 39 40 42	4.753	936.877	5.174	1019.760
Au	K α	68.133	4.752	936.643 \pm 18	4.728	932	76	4.642 4.649 4.633 4.664	915.048 916.411 913.210 919.197	38 39 40 42	4.647	915.966	4.754	936.960
Au	K β	78.367	3.079	606.851 \pm 13	-	-	-	3.181 3.191 3.181 3.201	626.977 628.940 627.019 630.996	38 39 40 42	3.188	628.483	3.178	626.369
Hg	K α	70.103	4.442	875.610 \pm 17	-	-	-	4.298 4.306 4.292 4.319	847.228 848.773 845.884 851.393	38 39 40 42	4.304	848.319	4.409	868.978
Hg	K β	80.656	3.019	595.025 \pm 13	-	-	-	2.944 2.953 2.945 2.964	580.286 582.071 580.439 584.174	38 39 40 42	2.951	581.742	3.092	609.504
Pb	K α	74.159	3.611	711.781 \pm 15	-	-	-	3.692 3.701 3.690 3.713	727.793 729.600 727.245 731.919	38 39 40 42	3.699	729.139	4.020	792.278
Pb	K β	85.370	2.567	506.074 \pm 13	-	-	-	2.532 2.545 2.531 2.549	499.087 501.608 498.845 502.476	38 39 40 42	2.539	500.504	2.562	505.019

Tablo 4.9. Ta elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Referanslar	Teorik Değerler		Referanslar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri		
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (h/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	
Ta	K β	31.103	20.406	6131.749 ± 125	-	-	19.680 19.885	5913.540 5975.264	38	19.782	5944.402	20.013	6013.578
Cs	K α	30.851	20.365	6119.407 ± 120	86	6069	20.104 20.316	6040.876 6104.697	38	20.210	6072.786	20.298	6099.170
Cs	K β	35.131	14.751	4432.447 ± 90	-	-	14.306 14.428	4298.756 4335.449	38	14.367	4317.102	14.763	4436.191
Ba	K α	32.062	18.559	5576.709 ± 120	-	-	18.175 18.356	5461.472 5515.885	38	18.266	5488.678	18.624	5596.308
Ba	K β	36.535	12.490	3753.014 ± 80	83	3780	12.910 13.013	3879.486 3910.229	38	12.962	3894.857	13.309	3999.197
La	K α	33.297	16.869	5068.971 ± 95	-	-	16.462 16.617	4946.786 4993.150	38	16.540	4969.968	16.972	5099.817
La	K β	37.966	12.025	3613.387 ± 75	-	-	11.675 11.758	3508.143 3533.242	38	11.716	3520.692	11.971	3597.066
Ce	K α	34.564	14.779	4441.032 ± 83	-	-	14.929 15.060	4485.891 4525.321	38	14.994	4505.606	15.420	4633.475
Ce	K β	39.431	10.572	3176.938 ± 65	-	-	10.573 10.644	3176.992 3198.391	38	10.608	3187.691	10.765	3234.874
Pr	K α	35.858	14.115	4241.288 ± 80	64	4228	13.559 13.670	4074.244 4107.718	38	13.614	4090.981	14.000	4206.910
Pr	K β	40.930	9.898	2974.339 ± 60	-	-	9.579 9.647	2878.486 2898.983	38	9.613	2888.734	9.657	2901.951
Nd	K α	37.179	11.556	3742.487 ± 75	-	-	12.333 12.427	3705.963 3734.221	38	12.380	3720.092	12.691	3813.430
Nd	K β	42.460	8.874	2666.585 ± 60	-	-	8.688 8.768	2610.716 2634.652	38	8.728	2622.684	8.730	2623.411
Sm	K α	39.906	9.677	2908.032 ± 65	64	3194	10.246 10.313	3078.912 3099.076	38	10.280	3088.994	10.408	3127.635
Sm	K β	45.622	7.420	2229.685 ± 42	-	-	7.177 7.265	2156.578 2183.264	38	7.221	2169.921	7.184	2158.862
Gd	K α	42.750	8.292	2491.817 ± 52	-	-	8.532 8.613	2563.862 2588.147	38	8.572	2576.004	8.565	2573.667
Gd	K β	48.918	5.830	1751.879 ± 35	-	-	5.961 6.053	1791.288 1819.047	38	6.007	1805.167	6.068	1823.469
Dy	K α	45.714	7.024	2110.729 ± 40	-	-	7.138 7.227	2145.050 2171.787	38	7.183	2158.418	7.146	2147.520

Tablo 4.9'un devamı.

Dy	K β	52.352	5.105	1534.042 \pm 31	-	-	-	-	5.000	1502.490	38	5.038	1513.965	5.298	1592.137
Ho	K α	47.242	6.716	2018.251 \pm 45	-	-	-	-	5.076	1525.440	42	6.586	1979.077	6.588	1979.648
Er	K α	48.801	5.687	1708.993 \pm 35	-	-	-	-	6.631	1992.771	42	6.045	1816.608	6.104	1834.362
Yb	K α	52.014	4.936	1483.295 \pm 30	-	-	-	-	5.999	1802.736	38	5.123	1539.392	5.824	1750.214
Ta	K α	57.078	3.611	1085.183 \pm 23	-	-	-	-	6.091	1830.480	42	4.034	1212.261	4.570	1373.494
Ta	K β	65.529	2.739	823.053 \pm 18	-	-	-	-	5.162	1551.189	42	3.837	852.511	3.442	1034.460
Au	K β	78.367	7.760	2331.961 \pm 48	-	-	-	-	4.008	1204.423	38	7.997	2402.955	8.176	2457.014
Hg	K β	80.656	7.540	2265.816 \pm 40	-	-	-	-	4.060	1220.100	42	7.429	2232.280	7.544	2266.942
Pb	K α	74.159	9.387	2820.632 \pm 60	-	-	-	-	7.428	2232.229	42	9.205	2766.021	9.456	2841.576
Pb	K β	85.370	6.222	1869.811 \pm 35	-	-	-	-	9.184	2759.914	38	6.422	1929.934	6.383	1918.006
Bi	K α	76.246	8.838	2655.864 \pm 51	-	-	-	-	9.225	2772.129	42	8.576	2577.067	8.802	2645.104
Bi	K β	87.796	6.119	1838.714 \pm 38	-	-	-	-	8.564	2573.512	38	5.977	1796.096	5.859	1760.659
Th	K α	92.050	5.209	1565.324 \pm 30	-	-	-	-	5.965	1792.469	38	5.294	1590.835	5.064	1521.782
Th	K β	106.169	3.586	1077.801 \pm 25	-	-	-	-	5.278	1585.942	38	3.677	1104.979	3.536	1062.679
U	K α	96.977	4.487	1348.382 \pm 25	4.745	1426	64	-	5.310	1595.728	42	4.631	1391.699	4.336	1303.172
U	K β	111.898	3.311	994.971 \pm 20	-	-	-	-	3.660	1099.797	38	3.218	966.963	3.404	1022.854
									3.694	1110.161	42				
									4.611	1385.799	38				
									4.651	1397.599	42				
									3.203	962.627	38				
									3.232	971.299	42				

Tablo 4.10. W elementi için elde edilen atomik ve kütle azaltma katsayısı değerlerinin diğer deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılması.

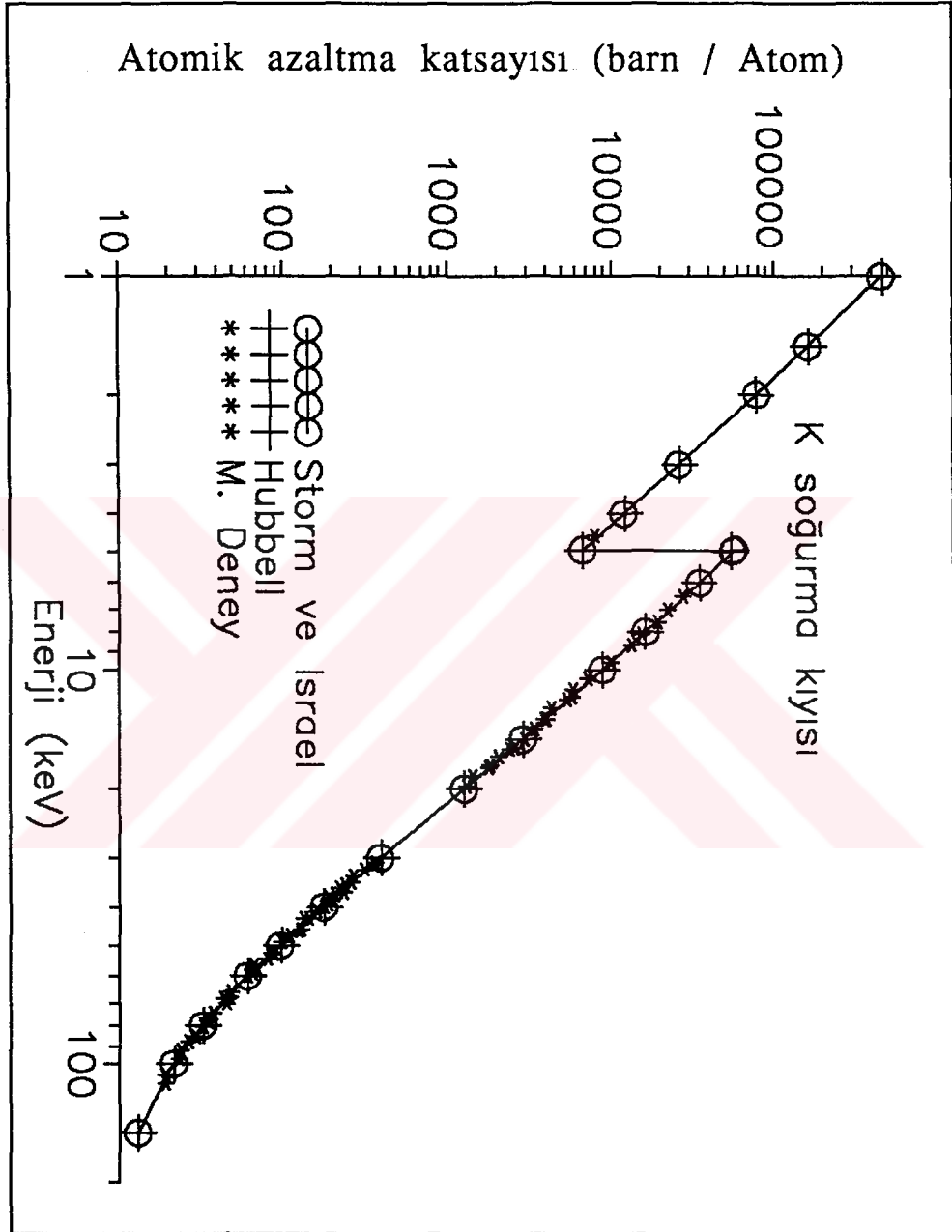
İkincil Uyarıcı	Mevcut Deneysel Değerler		Diğer Deneysel Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Değerler		Refe-rans-lar	Teorik Ortalama		Mevcut Fit Değerleri		
	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)		μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	μ_k (cm ² /g)	μ_a (b/A)	
Te	K β	31.103	19.889	6071.128 ± 125	-	-	20.378	6220.419	38	20.653	6304.574	19.727	6021.764
							20.893	6377.749	39				
							20.671	6310.063	40				
Cs	K α	30.851	19.990	6101.999 ± 120	-	-	20.818	6354.926	38	21.084	6436.166	20.041	6117.738
							21.317	6507.114	39				
							21.118	6446.460	42				
Cs	K β	35.131	15.252	4655.842 ± 90	-	-	14.793	4515.851	38	14.973	4570.748	14.875	4540.801
							15.086	4605.047	39				
							15.008	4581.448	40				
Ba	K α	32.062	19.096	5829.138 ± 110	-	-	18.814	5742.994	38	19.046	5814.097	18.487	5643.256
							19.241	5873.375	39				
							19.085	5825.922	42				
Ba	K β	36.535	13.961	4261.873 ± 85	56	3663	13.345	4073.670	38	13.492	4118.551	13.485	4116.348
							13.592	4148.990	39				
							13.539	4132.995	42				
La	K α	33.297	15.928	4860.622 ± 95	-	-	17.034	5199.639	38	17.238	5261.960	16.950	5174.234
							17.399	5311.335	39				
							17.280	5274.906	42				
La	K β	37.966	11.395	3478.374 ± 66	-	-	12.062	3682.200	38	12.190	3721.295	12.191	3721.372
							12.271	3745.730	39				
							12.238	3735.957	42				
Ce	K α	34.564	15.672	4783.970 ± 96	-	-	15.440	4713.271	38	15.619	4767.924	15.494	4729.813
							15.753	4898.839	39				
							15.664	4781.664	42				
Ce	K β	39.431	10.472	3196.582 ± 65	-	-	10.919	3333.246	38	11.031	3367.324	11.007	3359.930
							11.094	3386.700	39				
							11.079	3382.028	42				
Pr	K α	35.858	14.410	4398.859 ± 90	64	4121	14.018	4279.046	38	14.175	4327.024	14.146	4318.289
							14.285	4360.741	39				
							14.222	4341.287	42				
Pr	K β	40.930	9.698	2960.508 ± 60	-	-	9.907	3024.322	38	10.010	3055.815	9.905	3023.607
							10.045	3066.543	39				
							10.045	3066.334	40				
							10.044	3066.061	42				

Tablo 4.10'un devamı.

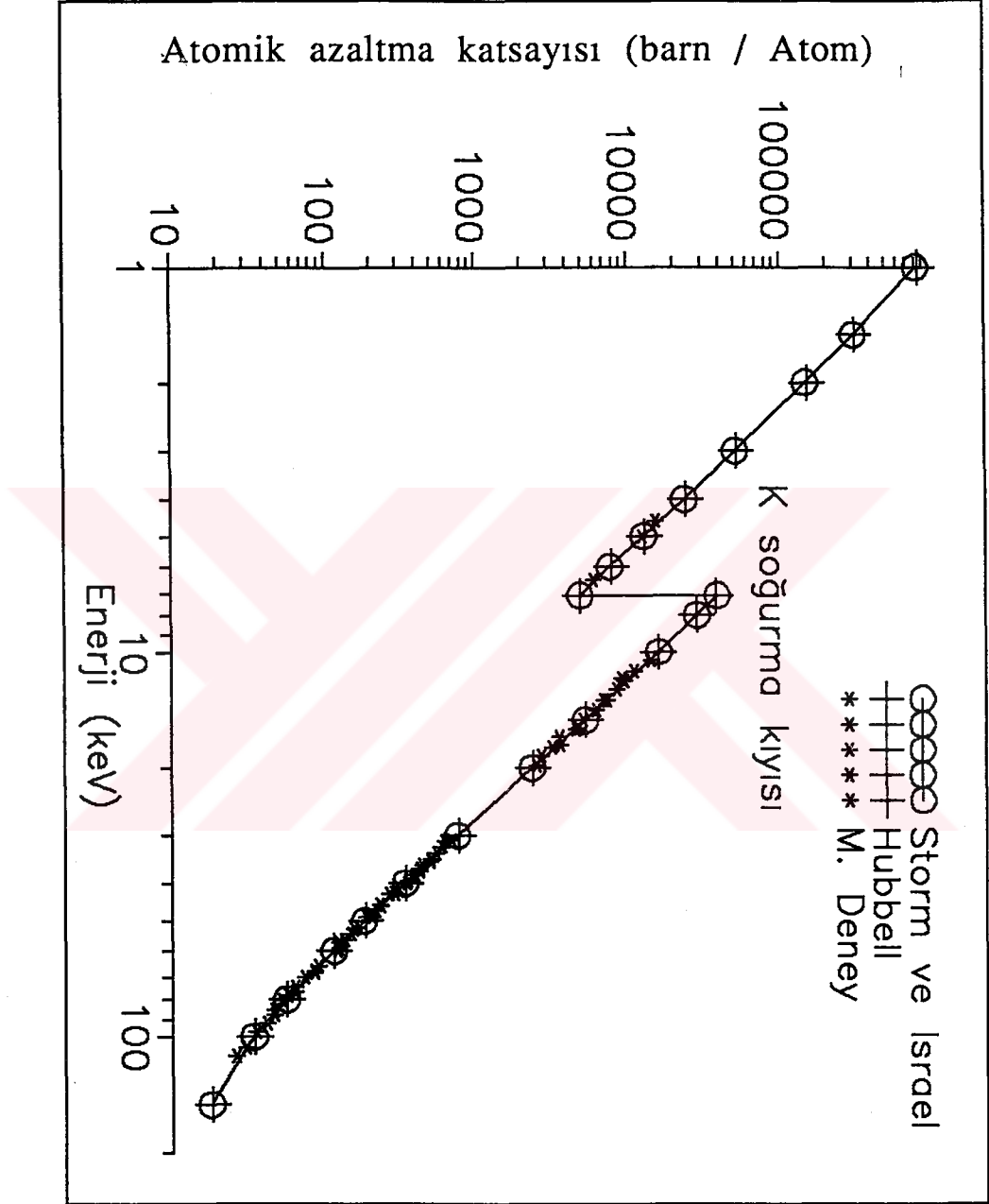
Nd	K _α	37.179	13.013	3972.321 ± 80	-	-	-	12.746 12.974 12.931	3890.721 3960.470 3947.446	38 39 42	12.884	3932.879	12.889	3934.383
Nd	K _β	42.460	9.333	2849.120 ± 60	-	-	-	9.008 9.111 9.122 9.126	2749.851 2781.162 2784.732 2785.860	38 39 40 42	9.092	2775.401	8.954	2733.305
Sm	K _α	39.906	10.836	3307.762 ± 65	64	3294	10.791	10.581 10.746 10.736	3229.921 3280.476 3277.227	38 39 42	10.688	3262.541	10.652	3251.628
Sm	K _β	45.622	7.052	2152.770 ± 45	-	-	-	7.477 7.525 7.555 7.561	2282.654 2297.187 2306.225 2308.284	38 39 40 42	7.530	2298.587	7.318	2234.059
Gd	K _α	42.750	8.603	2626.103 ± 50	-	-	-	8.850 8.947 8.961 8.965	2701.753 2731.228 2735.419 2736.653	38 39 40 42	8.931	2736.263	8.783	2681.120
Gd	K _β	48.918	6.465	1973.621 ± 40	-	-	-	6.240 6.250 6.291 6.293	1905.040 1907.928 1920.359 1922.983	38 39 40 42	6.270	1914.077	6.062	1850.433
Dy	K _α	45.714	7.545	2303.235 ± 45	-	-	-	7.439 6.830 7.515 7.522	2270.764 2084.903 2294.062 2296.141	38 39 40 42	7.326	2236.467	7.277	2221.518
Dy	K _β	52.352	5.179	1581.090 ± 33	-	-	-	5.231 5.231 5.275 5.282	1597.061 1597.062 1610.296 1612.449	38 39 40 42	5.255	1604.217	5.126	1564.969
Ho	K _β	54.123	4.663	1423.600 ± 28	-	-	-	4.798 4.841 4.847	1464.610 1477.766 1479.551	38 40 42	4.828	1473.975	4.754	1451.333
Er	K _α	48.801	6.392	1951.407 ± 40	-	-	-	6.279 6.290 6.330 6.339	1916.903 1920.127 1932.467 1935.077	38 39 40 42	6.310	1926.143	6.103	1862.944
W	K _α	58.832	3.618	1104.523 ± 20	-	-	-	3.861 3.903 3.906	1178.787 1191.435 1192.489	38 40 42	3.890	1187.570	4.278	1306.131
W	K _β	67.564	2.610	796.883 ± 16	-	-	-	2.710 2.682 2.730 2.731	827.501 818.808 833.514 833.805	38 39 40 42	2.713	828.407	6.623	2021.977

Tablo 4.10'un devamı.

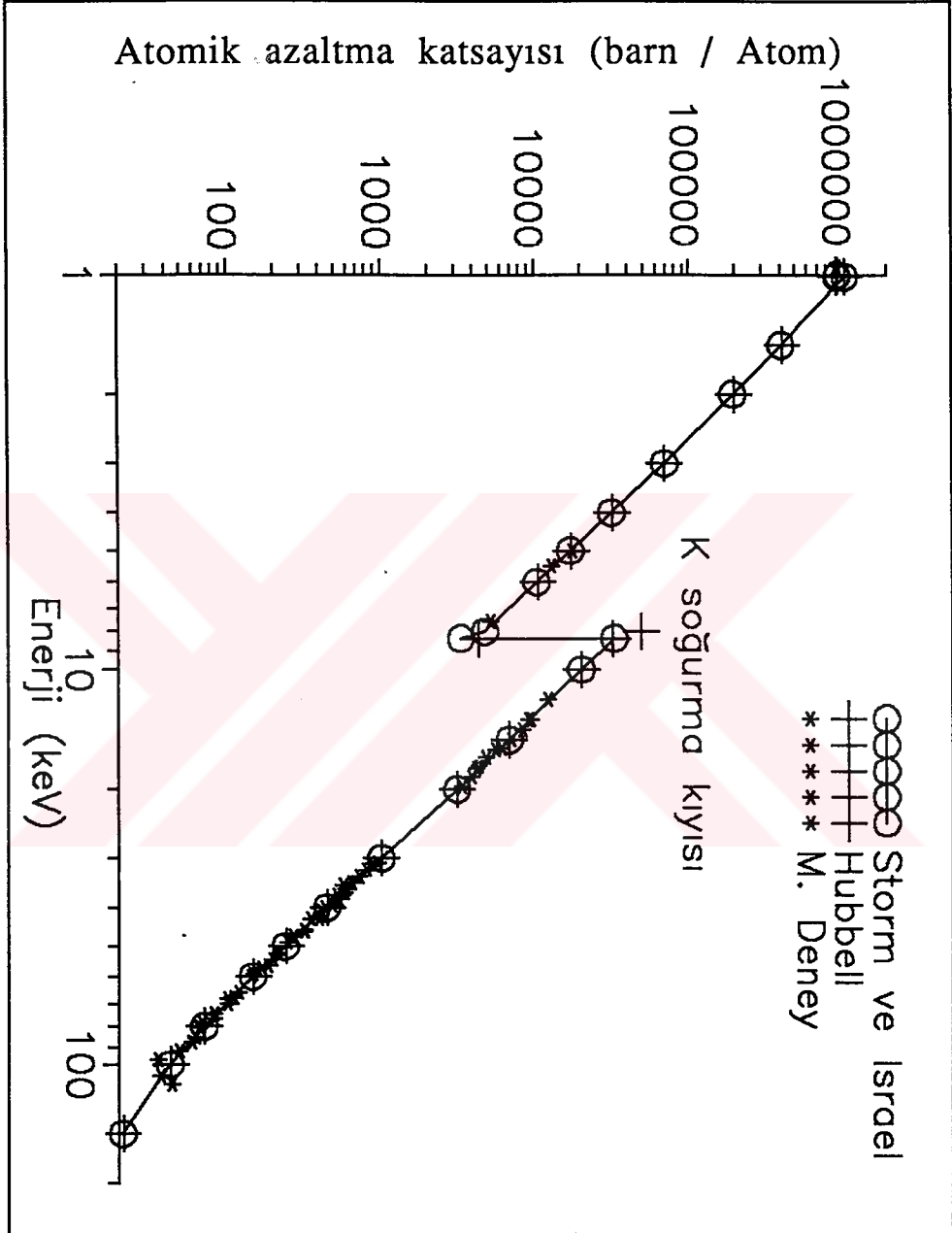
Hg	K β	80.656	7.894	2409.724 \pm 50	-	-	-	7.634 7.731 7.640 7.646	2330.488 2359.938 2332.163 2334.175	38 39 40 42	7.663	2339.191	7.867	2401.623
Pb	K α	74.159	9.179	2802.000 \pm 58	-	-	-	9.434 9.594 9.453 9.502	2879.754 2928.812 2885.536 2900.493	38 39 40 42	9.495	2898.648	9.801	2992.010
Pb	K β	85.370	6.807	2077.891 \pm 41	-	-	-	6.596 6.669 6.616 6.624	2013.461 2035.820 2019.379 2022.276	38 39 40 42	6.626	2022.734	6.686	2041.085
Bi	K α	76.246	9.107	2779.938 \pm 58	-	-	-	8.798 8.933 8.810 8.483	2685.671 2726.883 2689.482 2699.575	38 39 40 42	8.846	2700.402	8.989	2744.092
Bi	K β	87.796	6.400	1953.890 \pm 40	-	-	-	6.137 6.201 6.161 6.171	1873.337 1892.929 1880.898 1883.720	38 39 40 42	6.167	1882.721	6.138	1873.850
Th	K α	92.050	5.378	1641.920 \pm 35	-	-	-	5.433 5.484 5.465 5.474	1658.506 1674.044 1668.278 1670.966	38 39 40 42	5.464	1667.948	5.349	1633.025
Th	K β	106.169	3.665	1118.829 \pm 25	-	-	-	3.774 3.796 3.806 3.810	1152.245 1158.859 1161.847 1163.225	38 39 40 42	3.797	1159.044	3.356	1024.661
U	K α	96.977	4.839	1477.188 \pm 30	-	-	1488	4.739 4.789 4.788 4.796	1446.806 1462.029 1461.698 1464.233	38 39 40 42	4.778	1458.691	4.605	1405.700
U	K β	111.898	3.199	976.524 \pm 20	-	-	-	3.306 3.320 3.331 3.333	1009.223 1013.491 1016.911 1017.564	38 39 40 42	3.322	1014.297	2.956	902.345



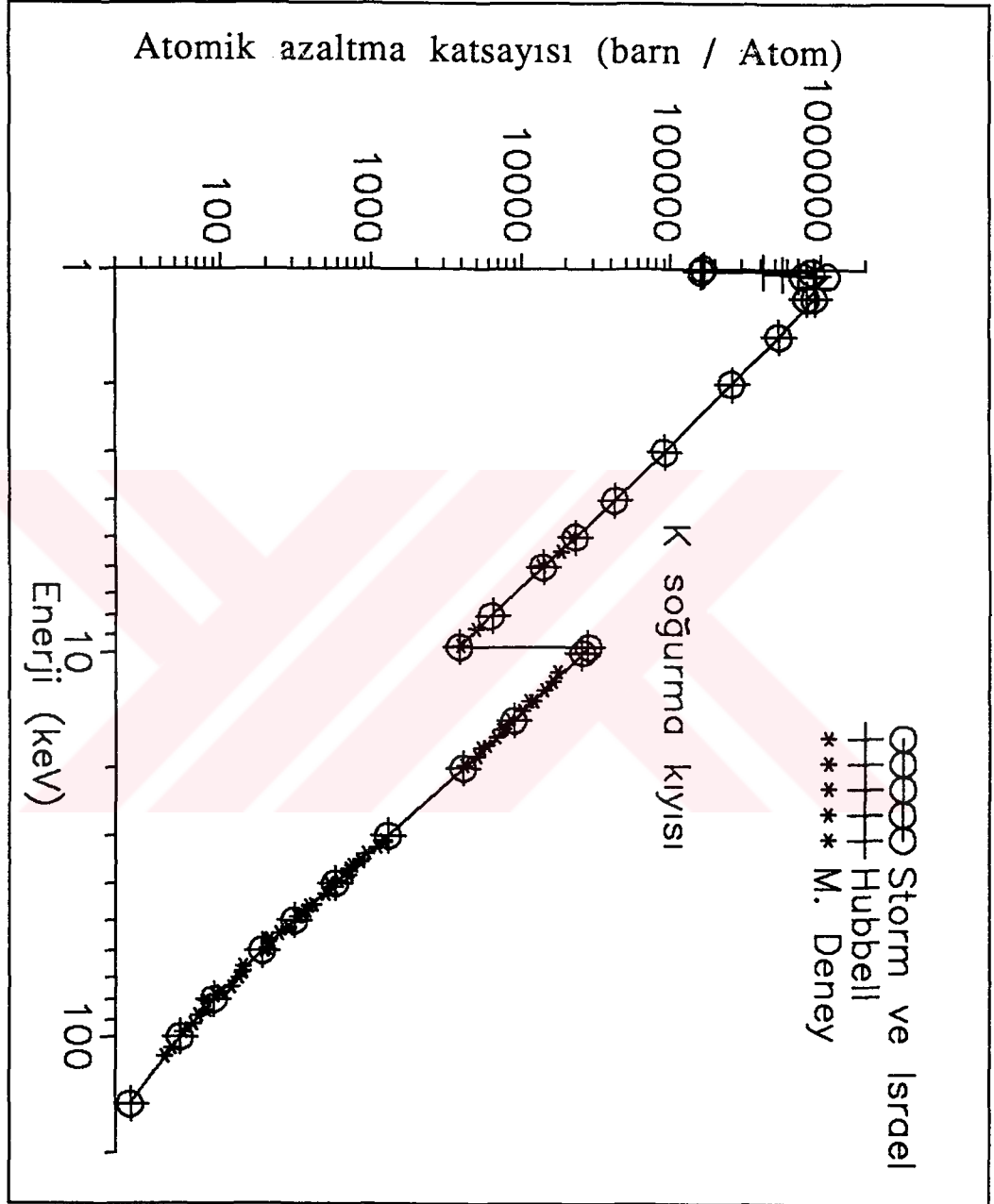
Şekil 4.1. Ti elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



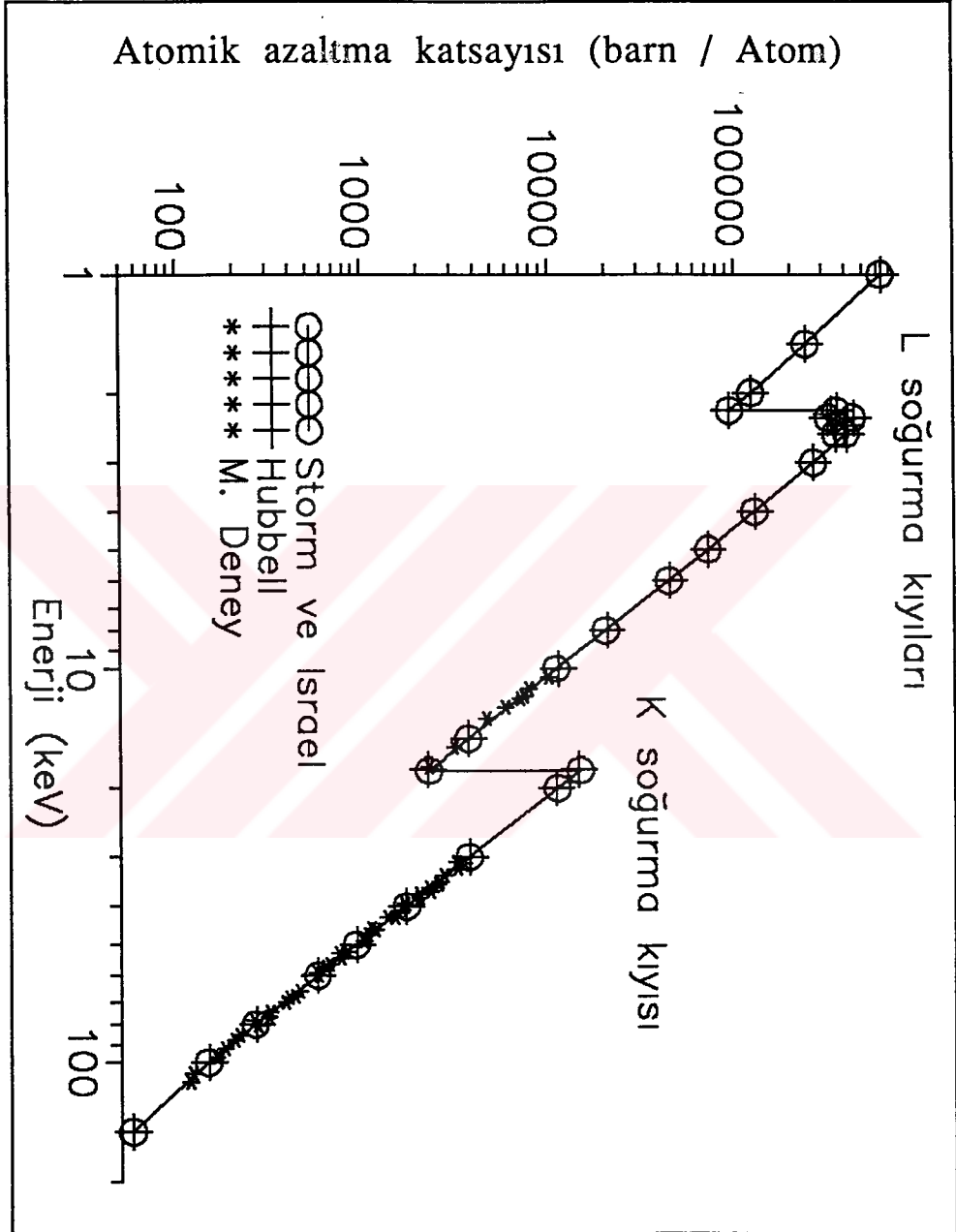
Şekil 4.2. Fe elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



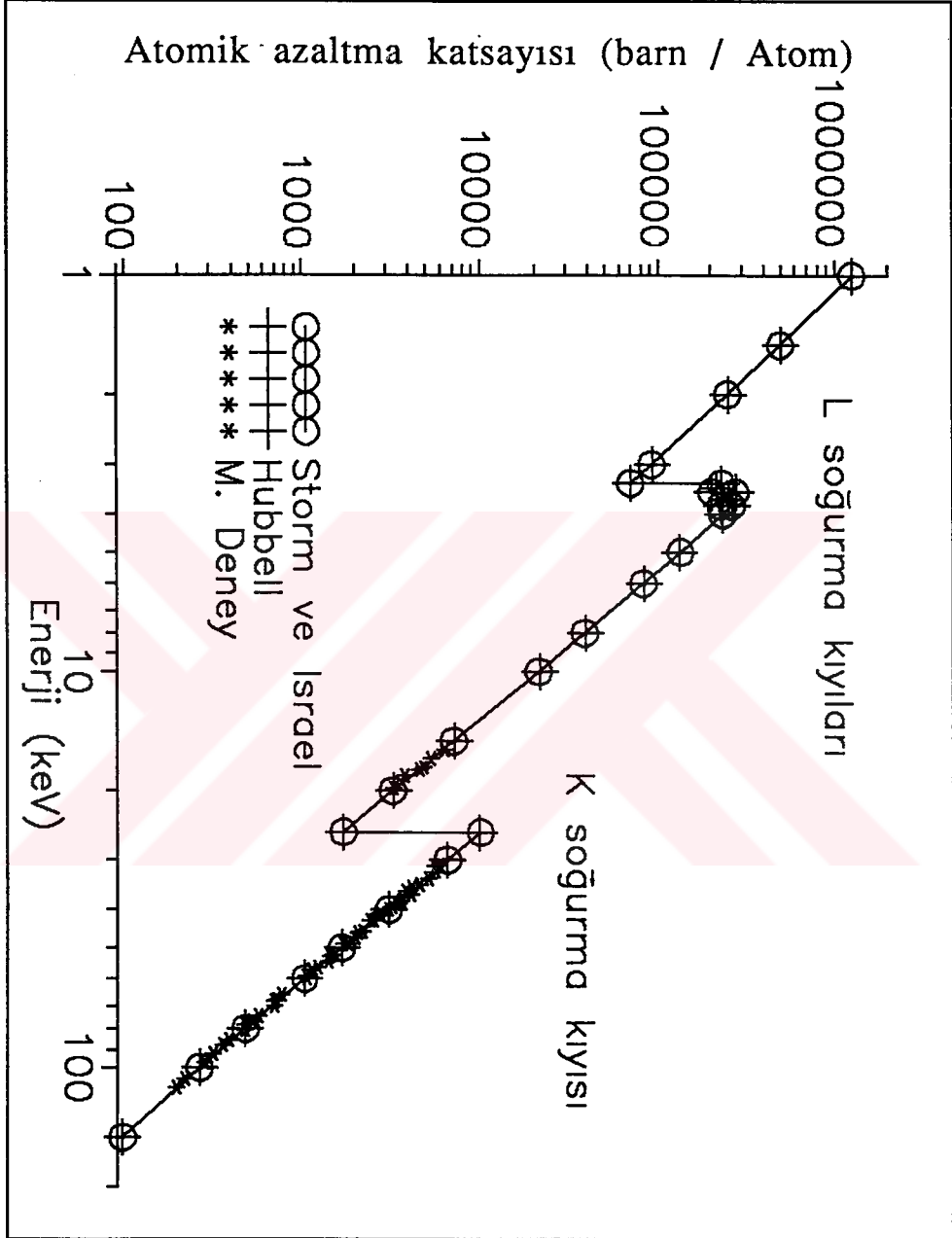
Şekil 4.3. Ni elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



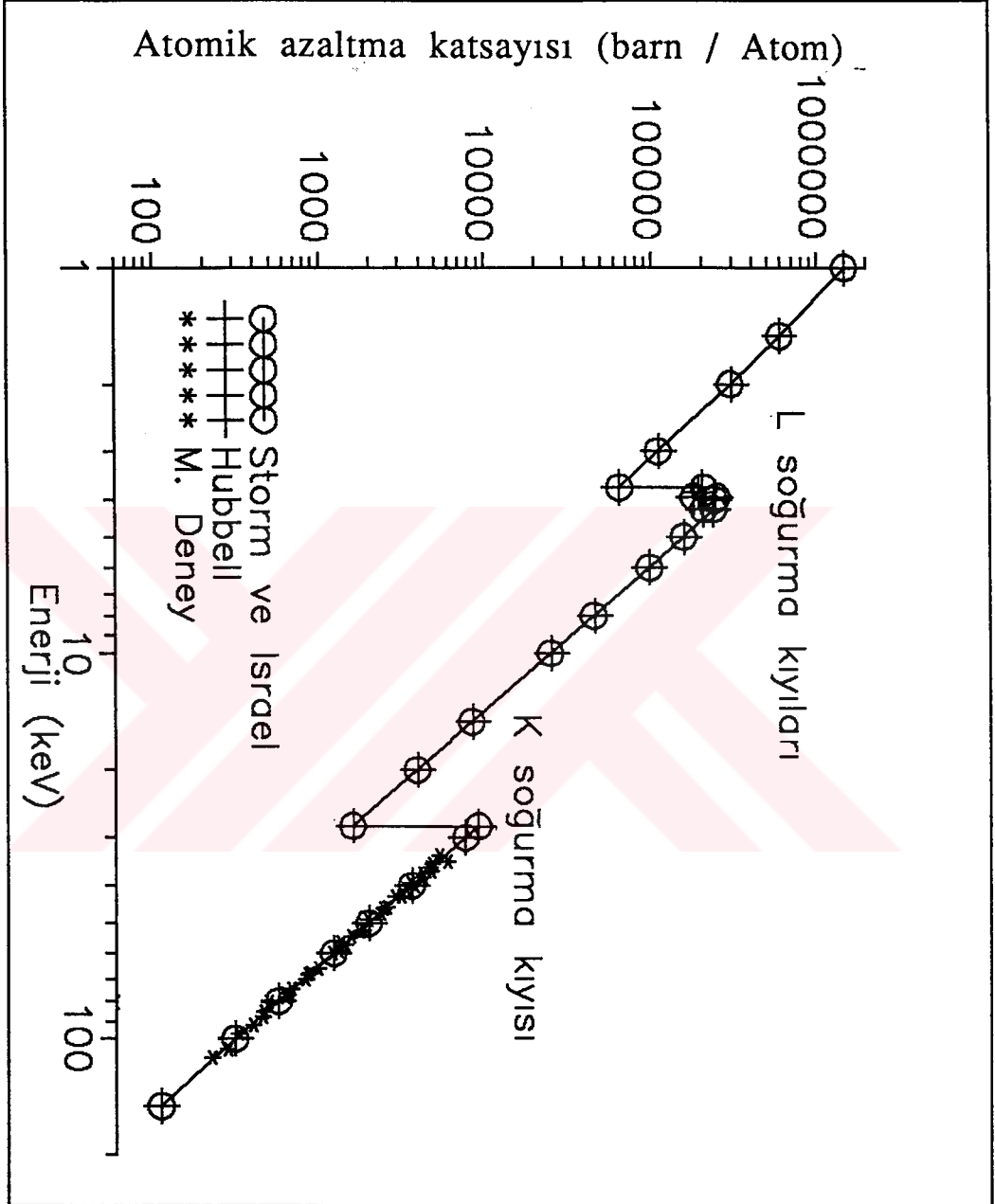
Şekil 4.4. Zn elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



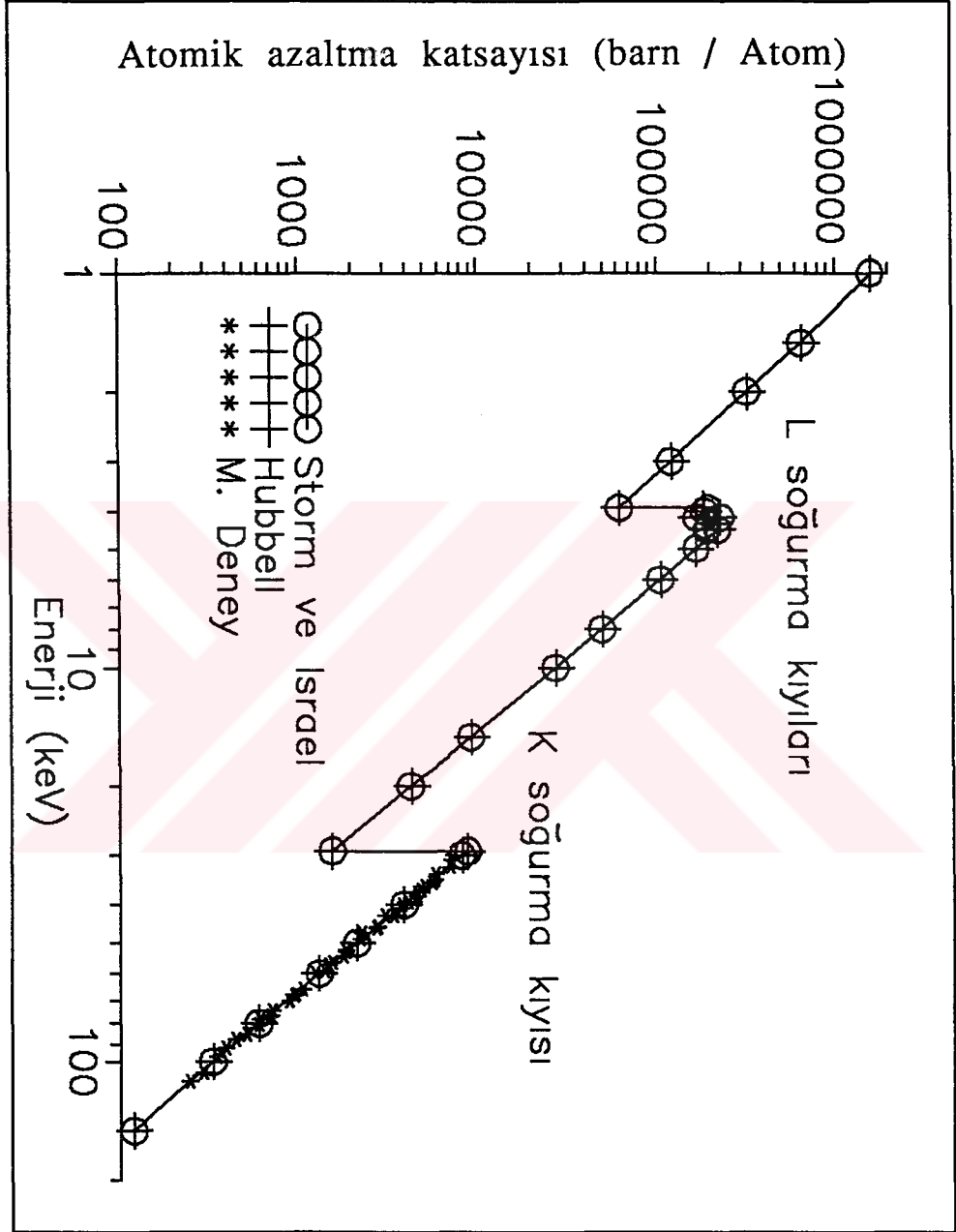
Şekil 4.5. Zr elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



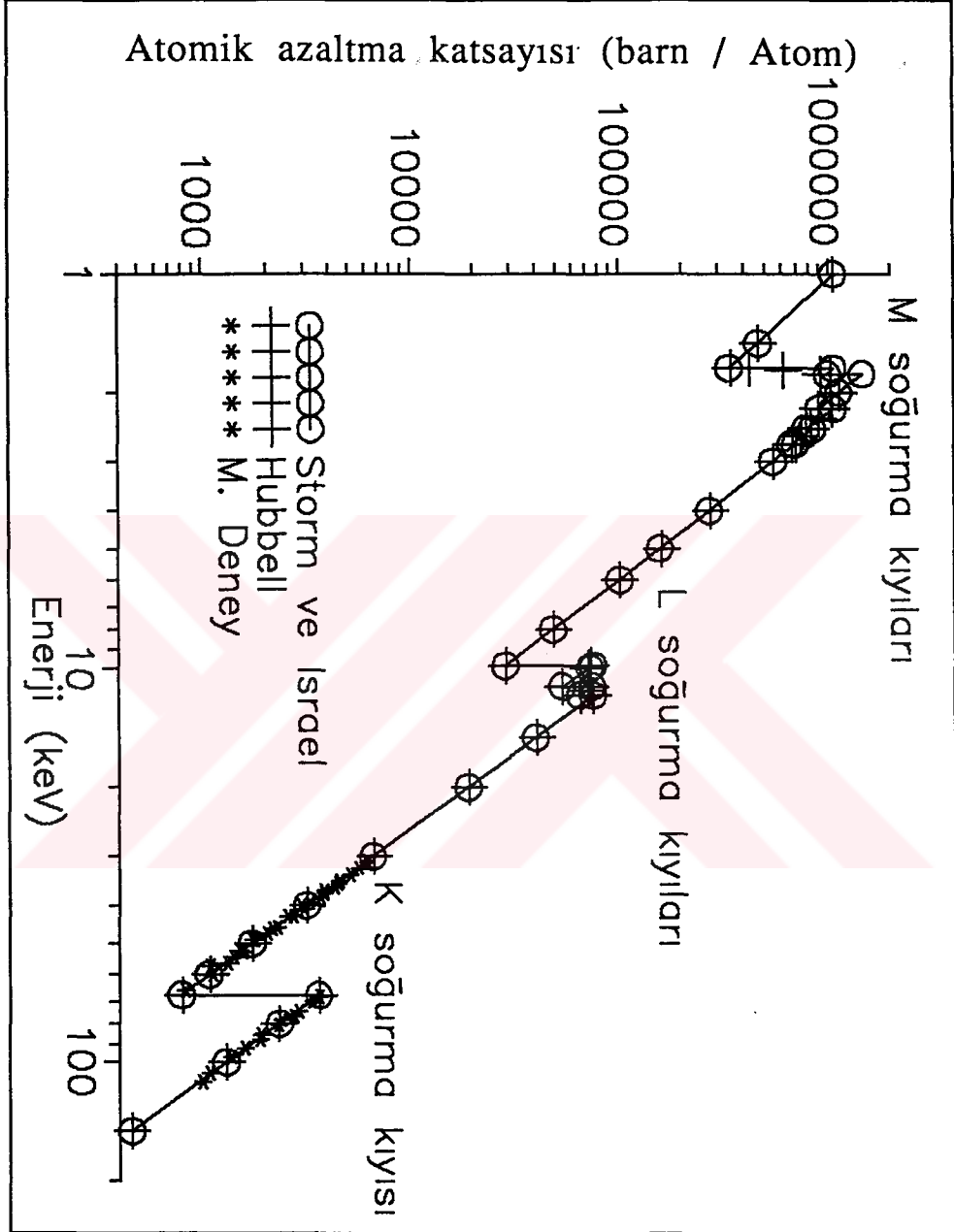
Şekil 4.6. Ağ elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



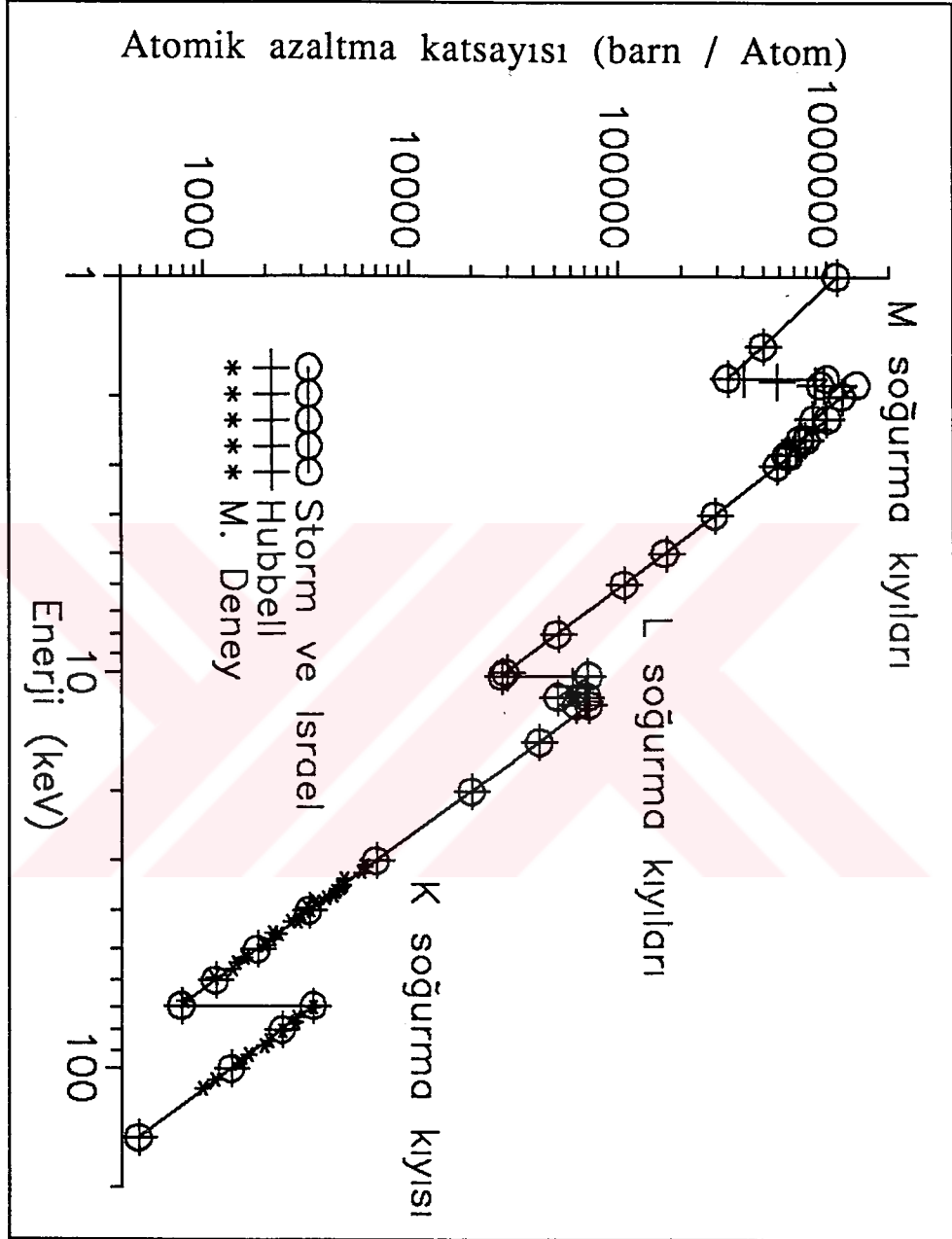
Şekil 4.7. In elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



Şekil 4.8. Sn elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



Şekil 4.9. Ta elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.



Şekil 4.10. W elementinin atomik azaltma katsayısının enerji ile değişimi.

5. EKLER

5.1. Çizilen Grafiklerin Fit Denklemleri

Ti için

Enerji Aralığı (keV)

$$4.551-17.700: 132021 - 29401.2E + 2768.85E^2 - 142.15E^3 + 4.38E^4 \\ - 0.084E^5 + 0.001E^6 - 7.73 \cdot 10^{-6}E^7 + 3.23 \cdot 10^{-8}E^8 - 5.76 \cdot 10^{-11}E^9$$

$$17.700-31.103: 11819.9 - 1113.02E + 43.74E^2 - 0.899E^3 + 0.01E^4 \\ - 5.9088 \cdot 10^{-5}E^5 + 1.3949 \cdot 10^{-7}E^6$$

$$31.103-45.622: 11342.8 - 844.312E + 21.5817E^2 - 0.186E^3$$

$$45.622-59.652: 3517.83 - 176.489E + 3.056E^2 - 0.0179E^3$$

$$65.529-111.898: 176.801 - 2.784E + 0.01228E^2$$

Fe için

Enerji Aralığı (keV)

$$6.470-7.110: 69914.8 - 17072.6E + 1111.96E^2$$

$$7.110-31.103: 117497 - 22054E + 1823.71E^2 - 84.963E^3 + 2.436E^4 \\ - 0.044E^5 + 0.00052E^6 - 3.749 \cdot 10^{-6}E^7 + 1.519 \cdot 10^{-8}E^8 \\ - 2.646 \cdot 10^{-11}E^9$$

$$31.103-67.564: 3819.52 - 184.231E + 3.423E^2 - 0.0282E^3 + 8.67 \cdot 10^{-5}E^4$$

$$67.564-111.898: 964.047 - 26.8445E + 0.26437E^2 - 0.00088E^3$$

Ni için

Enerji Aralığı (keV)

$$4.999-8.330: 131444 - 34606.9E + 2369.86E^2$$

$$8.330-31.103: 70611.2 - 9127.39E + 493.611E^2 - 14.263E^3 + 0.237E^4 \\ - 0.00227E^5 + 1.162 \cdot 10^{-5}E^6 - 2.464 \cdot 10^{-8}E^7$$

$$31.103-59.652: 8484 - 528.599E + 13.5812E^2 - 0.175E^3 + 0.0011188E^4 \\ - 2.819 \cdot 10^{-6}E^5$$

$$59.652-111.898: 796.227 - 16.0724E + 0.0871E^2$$

Zn için

Enerji Aralığı (keV)

$$4.999-9.650: 90404.1 - 18898.8E + 1034.08E^2$$

$$9.650-31.103: 93325.7 - 12227.6E + 669.63E^2 - 19.56E^3 + 0.328E^4 \\ - 0.00317E^5 + 1.636 \cdot 10^{-5}E^6 - 3.491 \cdot 10^{-8}E^7$$

$$31.103-59.652: 11443.1 - 718.433E + 18.605E^2 - 0.242E^3 + 0.00156E^4 \\ - 3.975 \cdot 10^{-6}E^5$$

$$65.529-80.656: -282.987 + 15.4762E - 0.1363E^2$$

$$85.370-111.898: 546.688 - 8.6349E + 0.0369E^2$$

Zr için**Enerji Aralığı (keV)**

$$10.532-17.900: 102684 - 17150.5E + 1002.06E^2 - 19.974E^3$$

$$17.900-55.930: 28104.6 - 1661.32E + 40.671E^2 - 0.5021E^3 + 0.003E^4 \\ - 7.537 \cdot 10^{-6}E^5$$

$$55.930-111.898: 9236.65 - 363.929E + 5.724E^2 - 0.0413E^3 + 0.000113E^4$$

Ag için**Enerji Aralığı (keV)**

$$15.746-25.500: -90919.1 + 19362.9E - 1225.69E^2 + 24.642E^3$$

$$25.500-48.801: 33602.7 - 1603.82E + 29.596E^2 - 0.243E^3 + 0.00074E^4$$

$$48.801-111.898: 7525.56 - 199.159E + 1.86407E^2 - 0.00599E^3$$

In için**Enerji Aralığı (keV)**

$$18.661-27.940: -51127.9 + 6542.89E - 190.125E^2$$

$$27.940-67.564: 34533 - 1589.02E + 28.4026E^2 - 0.227E^3 + 0.00068E^4$$

$$67.564-111.898: 9571.16 - 259.416E + 2.4836E^2 - 0.00815E^3$$

Sn için**Enerji Aralığı (keV)**

$$14.980-29.200: 96971.2 - 12445.1E + 585.918E^2 - 9.808E^3$$

$$29.200-67.564: 39685.2 - 1872E + 34.24E^2 - 0.28E^3 + 0.000851E^4$$

$$67.564-111.898: 9630.22 - 250.391E + 2.29097E^2 - 0.00717E^3$$

Ta için**Enerji Aralığı (keV)**

$$31.103-67.410: 40745.3 - 1972.57E + 33.55E^2 - 0.194E^3$$

$$67.410-111.898: 17111.7 - 288.016E + 1.289E^2$$

W için**Enerji Aralığı (keV)**

$$31.103-69.520: 36346.3 - 1677.9E + 27.37E^2 - 0.153E^3$$

$$69.520-111.898: 23631.9 - 533.485E + 4.35E^2 - 0.0125E^3$$

KAYNAKLAR

- 1-Singh, N., Aulakh, H.S., Allawadhi, K.L. and Sood, B.S., 1989, *J. Phys.* 33, 505-511.
- 2-Gurevich, G.M., Lazareva, L.E., Mazur, V.M., Merkulov, S.Y. and Solodukhov, G.V., 1980, *Nucl. Phys. A*, 338, 97-104.
- 3-Gerward, L., 1981, *J. Phys. B*, 14, 3389-3395.
- 4-Rao, D.V., Shahnavaaz (no initial) and Rao, V.V., 1982, *Indian J. Pure & Appl. Phys.* 20, 60-62.
- 5-Lingam, S.C., Babu, K.S. and Reddy, D.V.K., 1984, *Indian J. Phys. A*, 58, 285-287.
- 6-Nathuram, R., Rao, I.S.S. and Metha, M.K., 1984, *Indian J. Phys. A*, 58, 300-304.
- 7-Umesh, T.K. and Ranganathaiah, C., 1984, *Nucl. Instr. Meth. B*, 5, 472-475.
- 8-Kefi, M., Andre, J.M. and Bonnelle, C., 1987, *J. Physique* 48, Colloque C, 9, 907-910.
- 9-Unonius, L. and Suortti, P., 1989, *J. Appl. Cryst.* 22, 46-52.
- 10-Quamruzzaman, K., Hussain, M. and Sarkar, M., 1990, *Dhaka University Studies B*, 38, 155-160.
- 11-Wang Dachun, Yang Hua, Luo Pingan, Ding Xunliang, Wang Xinfu, Zhou Hongyu, Shen Xinyin and Zhu Guanghua, 1991, IAEA Report INDC (CPR)-021.
- 12-Kerur, B.R., Thontadarya, S.R. and Hanumaiah, B., 1993, *X-Ray Spectrom.* 22, 156-159.
- 13-Gullikson, E.M., Denham, P., Mrowka, S. and Underwood, J.H., 1994, *Phys. Rev. B*, 5, 140-142.
- 14-Kerur, B.R., Thontadarya, S.R. and Hanumaiah, B., 1994, *Appl. Radiat. Isot.* 45, 159-163.

- 15-Singh, M. and Mudahar, G.S., 1993, Indian J. Phys. A, 67, 79-81.
- 16-Nair, K.P.G., Gowda, C., Kumari, J.S., Anasuya, S.J., Umesh, T.K. and Gowda, R., 1993, Nucl. Sci. Engin. 115, 300-303.
- 17-Maeda, K., Ueda, K. and Ito, K., 1993, J. Phys. B, 26, 1541-1555.
- 18-Kerur, B.R., Thontaradya, S.R. and Hanumaiah, B., 1993, Indian J. Phys. A, 67, 163-167.
- 19-Kerur, B.R., Thontaradya, S.R. and Hanumaiah, B., 1993, X-Ray Spectrom. 22, 156-159.
- 20-Kerur, B.R., Thontaradya, S.R. and Hanumaiah, B., 1993, X-Ray Spectrom. 22, 13-16.
- 21-Wang Dachun, Yang Hua, Luo Pingan and Ding Xunliang, 1992, Nucl. Instrum. Meth. B, 71, 249-254.
- 22-Wang Dachun, Ding Xunliang, Wang Xinfu, Yang Hua, Zhou Hongyu, Shen Xinyin and Zhu Guanghua, 1992, Nucl. Instrum. Meth. B, 71, 241-248.
- 23-Kerur, B.R., Thontaradya, S.R. and Hanumaiah, B., 1992, X-Ray Spectrom 21, 133-136.
- 24-Kerur, B.R., Thontaradya, S.R. and Hanumaiah, B., 1991, Appl. Radiat. Isot. 42, 571-575.
- 25-Chandra, L.S., Suresh, B.K., Prakash, K.V. and Krishna, R.D.V., 1989, Can. J. Phys. 67, 139.
- 26-Anasuya, S.J., Umesh, T.K. and Gowda, R., 1994, Nucl. Instrum. Meth. B, 84, 421-424.
- 27-Umesh, T.K., Anasuya, S.J., Kumari, J.S., Gowda, C., Nair, K.P.G. and Gowda, R., 1992, Phys. Rev. A., 45 (3), 2101-2103.
- 28-Machali, F., Al-Musallam, S.H., Fagieh, M. and Babateen, M.O., 1981, Atomkernenergie/Kerntechnik 38, 288-290.
- 29-Lingam, S.C., Babu, K.S. and Reddy, D.V.K., 1983, Physica C., 122, 348-352.

- 30-Nathuram, R., Rao, I.S.S. and Mehta, M.K., 1988, Phys. Rev. A, 37, 4978-4981.
- 31-Jahagirdar, H.A., Hanumaiah, B. and Thontaradya, S.R., 1992, Appl. Radiat. Isot. 43, 1511-1514.
- 32-Reddy, D.V.K., Lingam, S.C. and Babu, K.S., 1985, Physica C, 132, 403-406.
- 33-Kurucu, Y., Erzeneoğlu, S., Şahin, Y. and Durak, R., 1994, Il Nuovo Cimento, 16, 555-559.
- 34-Erzeneoğlu, S., Kurucu, Y., Durak, R. and Şahin, Y., 1994, Phys. Rev. A, 51, 4628-4630.
- 35-Erzeneoğlu, S., Durak, R., Kurucu, Y., Şahin, Y., 1995, Tr. J. of Phys., 19, 752-757.
- 36-Hubbell, J.H., Singh, N., Chand, B., Trehan, P.N., Mehta, D., Garg, M.L., Garg, R.R., Singh, S. and Puri, S., 1994, J. Phys. Chem. Ref. Data. 23, 2.
- 37-Saloman, E.B., Hubbell, J.H. and Scofield, J.H., 1988, Atomic Data and Nuclear Data Tables, 38, 1-197.
- 38-Storm, E. and Israel, I., 1970, Nucl. Data A, 7, 565-681.
- 39-Hubbell, J.H., 1969, NSRDS-NBS 29, Nat. Stand. Ref. Data. Ser., Nat. Bur. Stand. 29, 85.
- 40-Hubbell, J.H., 1982, Int. J. Appl. Radiat. Isot. 33, 1269-1290.
- 41-International Tables for Crystallography, 1992, Volume C, ed. A: J.C., Wilson, 189-405.
- 42-Hubbell, J.H. and Seltzer, S.M., 1995, NISTIR-5632.
- 43-Şahin, Y., 1979, Enerji Dispersiv X-ışını Floresans Tekniğinde Matris Şiddetlendirilmesi Etkilerinin Düzeltilmesi Üzerine Bir Model, Doktora Tezi, Erzurum (Yayınlanmamış).
- 44-Siegbahn, K., 1974, Alpha-Beta and Gamma-Ray Spect, North-Holland Publishing Company, 1, 38-39.

- 45-Hubbell, J.H., Veigele, W.J., Briggs, E.A., Brown, R.T., Cromer, D.T. and Howerton, R.J., 1975, J. Phys. Chem. Ref. Data. 4, 3.
- 46-Şimşek, Ö., 1992, Th ve U'a Ait $I(L_\gamma) / I(L_\beta)$ Şiddet Oranının Enerji ile Değişiminin Araştırılması, Y.Lisans Tezi, Erzurum (Yayınlanmamış).
- 47-Ertuğrul, M., 1990, Si(Li) Dedektörü ile Karakteristik X-Işınlarının Açısız Dağılımlarının, Polarizasyonlarının, Tesir Kesitlerinin ve Şiddet Oranlarının Ölçülmesi, Doktora Tezi, Erzurum (Yayınlanmamış).
- 48-Büyükkasap, E., 1991, $55 \leq Z \leq 67$ Elementler Bölgesinde Karakteristik X-Işını Şiddet Oranları Üzerine Bir Çalışma, Doktora Tezi, Erzurum (Yayınlanmamış).
- 49-Balakrishna, K.M., Nayak, N.G., Lingappa, N. and Siddappa, K., 1994, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 27, 715-720.
- 50-Karabulut, A., 1992, Üstüste Binmiş İkili Pik Analizi için Yeni Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, s. 43, 44 (Yayınlanmamış).
- 51-Barkla, C.G. and Sadler, C.A., 1907, Philos. Mag. 14, 408-422.
- 52-Barkla, C.G. and Sadler, C.A., 1909, Philos. Mag. 17, 739-760.
- 53-Hewlett, C.W., 1921, Phys. Rev. 17, 284-301.
- 54-Richtmyer, F.K., 1921, Phys. Rev. 18, 13-30.
- 55-Wingardh, K.A., 1922, Z. Phys. 8, 363-376.
- 56-Allen, S.J.M., 1926, Phys. Rev. 28, 907-922.
- 57-Richtmyer, F.K., 1926, Phys. Rev. 27, 1-17.
- 58-Jönsson, E., 1928, Dissertation, Uppsala.
- 59-Kustner, H., 1931, Z. Phys. 70, 468-491.
- 60-Martin, L.H. and Lang, K.C., 1932, Proc. R. Soc. London, Sect. A, 137, 199-216.
- 61-Grosskurth, K., 1934, Ann. Phys. 20, 197-232.

- 62-Andrews, C.L., 1938, Phys. Rev. 4, 994-999.
- 63-Wrede, W., 1939, Ann. Phys. 36, 681-695.
- 64-Laubert, S., 1941, Ann. Phys. 40, 553-578.
- 65-Deslattes, R.D., 1959, Dissertation, John Hopkins Univ., Baltimore.
- 66-Hopkins, J.I., 1959, J. Appl. Phys. 30, 185-187.
- 67-Ehrenfried, C.E. and Dodds, D.E., 1960, AFSWC-TN, 9, 33-56.
- 68-Batterman, B.W., Chipman, D.R. and DeMarco, J.J., 1961, Phys. Rev. 122, 68-74.
- 69-Sweeney, W.R., Seal, R.T. and Birks, L.S., 1961, Spect. Acta, 17, 364, 365.
- 70-Karev. V.N., 1964, Zavod. Lab. 30, 548-551.
- 71-Cooper, M.J., 1965, Acta Cryst. 18, 813.
- 72-Weissmantel, C. and Wünschmann, M., 1965, Z. Chem 5, 191-193.
- 73-Bearden, A.J., 1966, J. Appl. Phys. 37, 1681-1692.
- 74-Hughes, G.D. and Woodhouse, J.B., 1966, 202-209.
- 75-Carter, R.W., Rohrer, R.H., Carlton, W.R. and Dyer, G.R., 1967, Health Phys. 13, 593-599.
- 76-Knerr, R.P. and Vonach, H., 1967, Z. Angew. Phys. 22, 507-510.
- 77-Hon, P.K. and Heinrich, K.F.J., 1968, Personal comm. rec.
- 78-Dalton, J.L. and Goldak, J., 1969, Can. Spect. 14, 171-173.
- 79-Del Grande, N.K., Stinner, R.J. and Oliver, A.J., 1969, UCRL-50174 (III).
- 80-Diana, M., Mazzone, G. and DeMarco, J.J., 1969, Phys. Rev. 187, 973-979.
- 81-Ramani, P.N.G., Adiga, B.S. and Sankaranarayanan, P.E., 1973, Proc. Nucl. Phys. and Solid State Phy. Symp. 15, 531-536.

- 82-Mantler, M., 1974, X-Ray Spectrom, 3, 90-98.
- 83-Parthasaradhi, K. and Hansen, H.H., 1974, Phys. Rev. A, 10, 563-568.
- 84-Chand, K.P. Reddy, D.K.S., Murty, V.R.K., Rao, J.R. and Lakshminarayana, V., 1976, J. Phys. B, 9, 177-184.
- 85-Murty, V.R.K., Rao, K.S., Arunaprasad, G., Parthasaradhi, K., Rao, J.R. and Lakshminarayana, V., 1977, Nuovo Cimento, A, 39, 125-130.
- 86-Rao, K.S., Murty, V.R.K., Parthasaradhi, K., Rao, J.R. and Lakshminarayana, V., 1977, Pramana, 9, 321-328.
- 87-Rao, A.S.N., Perumallu, A. and Rao, G.K., 1984, Phys. C, 124, 96-104.

