

**GAMA ABSORPSİYON TEKNİĞİ İLE
BAŞLICA ÜÇ KIYMETLİ METALİN ANALİZİ,
KÜTLE ZAYIFLATMA KATSAYILARININ TAYİNİ VE İRDELENMESİ**

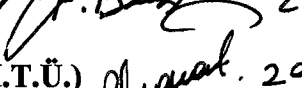
**DOKTORA TEZİ
Arzu KURTOĞLU
(303992001)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Mayıs 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Temmuz 2005**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. A. Beril TUĞRUL
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Okan ADDEMİR (İ.T.Ü.)
Prof.Dr. Emin ÖZBAŞ (M.Ü.)
Doç.Dr. A. Filiz BAYTAŞ (İ.T.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. Nesrin ALTINSOY (İ.T.Ü.)


29.07.2005

8.08.2005

8.08.2005

29/7/2005

29/7/2005

TEMMUZ 2005

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında kıymetli metallerin analizi ve kütle zayıflatma katsayılarının deneysel olarak tayininde gama absorpsiyon tekniği tercih edilmiş, böylelikle özgün bir konuda araştırma yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışmalarımız sırasında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, manevi desteği ile ilham kaynağı olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. A. Beril TUĞRUL'a şükranlarımı sunuyorum.

Çalışmalarımız sırasında manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Mayıs, 2005

Arzu KURTOĞLU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiv
ÖZET	xv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GAMA ABSORPSİYON TEKİNİĞİ	9
2.1. Elektromanyetik Radyasyon	9
2.1.1. Elektromanyetik Radyasyonun Özellikleri	10
2.1.2. Gama Işınlarnının Özellikleri	10
2.2. Gama Işınlarnının Madde İle Etkileşimi	12
2.2.1. Fotoelektrik Olay	13
2.2.2. Compton Saçılması	15
2.2.3. Çift Oluşumu	16
2.2.4. Gama Işınlarnının Madde İçinde Zayıflatılması	17
2.3. Gama Radyoizotop Kaynakları	18
2.4. Gama Teknikleri	21
2.5. Gama Absorpsiyon Tekniğinin Tanıtımı ve Uygulamaları	23
3. KIYMETLİ METALLER	28
3.1. Kıymetli Metaller ve Özellikleri	30
3.2. Gümüş	31
3.2.1. Gümüşün Özellikleri	31
3.2.2. Gümüş Madenciliği ve Üretimi	32
3.2.3. Gümüşün Alaşımları	33
3.2.4. Gümüşün Kullanım Alanları	35
3.3. Platin	37
3.3.1. Platinin Özellikleri	37
3.3.2. Platin Madenciliği ve Üretimi	37
3.3.3. Platin Alaşımları	38
3.3.4. Platinin Kullanım Alanları	39
3.4. Altın	40
3.4.1. Altının Özellikleri	40

3.4.2. Altın Madenciliği ve Üretimi	40
3.4.3. Altının Alışimleri	41
3.4.4. Altının Kullanım Alanları	46
3.5. Kıymetli Metallerin Analizi İçin Kullanılan Yöntemler	47
3.5.1. Ateş Analizi ve Küpelasyon	47
3.5.2. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS)	48
3.5.3. Plazma Emisyon Spektroskopisi (ICP-AES)	49
3.5.4. Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS)	50
3.5.5. X Işını Flüoresans Tekniği (XRF)	51
3.5.6. Nötron Aktivasyon Analizi (NAA)	52
3.5.7. Gama Absorpsiyon Tekniği	52
3.6. Kıymetli Metallerin Gama Radyasyonu Karşısındaki Nükleer Özellikleri	53
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	59
4.1. Numunelerin Temini ve Hazırlanması	59
4.2. Gama Kaynaklarının Seçimi ve Temini	63
4.3. Deney Geometrisi	65
4.4. Deney Düzenegi	68
4.5. Deneylerin Yapılışı	69
5. DENEY SONUÇLARI	71
5.1. Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	71
5.1.1. 800 Ayar Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	71
5.1.2. 900 Ayar Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	74
5.1.3. 925 Ayar Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	76
5.1.4. Saf Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	78
5.2. Platin İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	80
5.2.1. Pt850-Pd100-Cu50 İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	80
5.2.2. Pt900-Pd70-Cu30 İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	82
5.2.3. Pt950-Pd50 İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	84
5.2.4. Saf Platin İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	86
5.3. Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	88
5.3.1. 8 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	88
5.3.2. 14 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	90
5.3.3. 18 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	92
5.3.4. 22 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	94
5.3.5. Saf Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları	96
5.4. Deney Sonuçlarının Mukayeseli Değerlendirmesi	96
5.4.1. Farklı Ayarlarda Gümüş İle Yapılan Deneylerin Mukayeseli Değerlendirmesi	98
5.4.2. Farklı Ayarlarda Platin İle Yapılan Deneylerin Mukayeseli Değerlendirmesi	98

5.4.3.Farklı Ayarlarda Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Mukayeseli Değerlendirmesi	101
5.5. Üç Kıymetli Metale İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması	103
5.5.1. Gümüşe İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması	103
5.5.2. Platine İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması	105
5.5.3. Altına İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması	107
5.6. Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini	109
5.6.1. Gümüş Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini	112
5.6.2. Platin Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini	113
5.6.3. Altın Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini	114
5.6.4. Üç Kıymetli Metal İçin Deneysel Olarak Hesaplanan Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi	115
6. XCOM VE WinXCOM: KİŞİSEL BİLGİSAYARLARDA FOTON TESİR KESİTLERİ	116
6.1. XCOM: Kişisel Bilgisayarlarda Foton Tesir Kesitleri	115
6.2. WinXCOM	119
6.3. WinXCOM Bilgisayar Programının Üç Kıymetli Metal İçin Uygulanması	121
6.3.1. Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin WinXCOM İle Alınan Sonuçlar	123
6.3.2. Platin ve Platin Alaşımları İçin WinXCOM İle Alınan Sonuçlar	124
6.3.3. Altın ve Altın Alaşımları İçin WinXCOM İle Alınan Sonuçlar	124
6.3.4. Üç Kıymetli Metal İçin WinXCOM İle Alınan Sonuçlar	125
6.4. Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Sonuçların Mukayeseli Değerlendirmesi	125
6.4.1. Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi	126
6.4.2. Platin ve Platin Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi	127
6.4.3. Altın ve Altın Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi	128
6.4.4. Üç Kıymetli Metal İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi	129
6.5. Fark İrdelemesi	130
6.5.1. Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi	130
6.5.2. Platin ve Platin Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi	131

6.5.3. Altın ve Altın Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi	132
6.5.4. Üç Kıymetli Metal İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi	133
6.5.5. Üç Kıymetli Metal İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Ortalama Farklarının İrdelenmesi	134
6.5.6. Üç Kıymetli Metal İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Ortalama Mutlak Farklarının İrdelenmesi	134
7. SONUÇ VE TARTIŞMA	135
KAYNAKLAR	142
EKLER	152
ÖZGEÇMİŞ	221



KISALTMALAR

AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi
AES	: Atomik Emisyon Spektroskopisi
ICP	: Inductively Coupled Plasma
MS	: Kütle Spektroskopisi
NAA	: Nötron Aktivasyon Analizi
ppb	: part per billion (milyarda bir)
XRF	: X-Işınları Floresans Tekniği



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Endüstriyel Uygulamalarda Yaygın Olarak Kullanılan İzotoplar.....	20
Tablo 3.1. Elementlerin Periyodik Cetveli.....	29
Tablo 3.2. Gümüşün Özellikleri.....	32
Tablo 3.3. Gümüş Ayar Tanımları.....	35
Tablo 3.4. Gümüşün Kullanım Alanları.....	36
Tablo 3.5. Platinin Özellikleri.....	38
Tablo 3.6. Ülkelerin Platin Standartları.....	39
Tablo 3.7. Altının Özellikleri.....	41
Tablo 3.8. Altında Ayar Tanımları.....	42
Tablo 3.9. Altının Kullanım Alanları.....	46
Tablo 3.10. Kıymetli Metal ve Alaşım Metallerinin Absorpsiyon Süreksizlikleri.....	53
Tablo 4.1. Alaşım Metallerinin Yoğunlukları.....	59
Tablo 4.2. Deneylerde Kullanılan Gümüş Numunelerinin Ayarları, Bileşenleri ve Yoğunlukları.....	60
Tablo 4.3. Deneylerde Kullanılan Platin Numunelerinin Ayarları, Bileşenleri ve Yoğunlukları.....	61
Tablo 4.4. Deneylerde Kullanılan Altın Numunelerinin Ayarları, Bileşenleri ve Yoğunlukları.....	62
Tablo 4.5. Ba-133 İzotopunun Özellikleri.....	63
Tablo 4.6. Am-241 İzotopunun Özellikleri.....	64
Tablo 4.7. Deney Çalışma Parametreleri.....	69
Tablo 5.1. 800 Ayar Gümüşle Alınan Deney Sonuçları.....	72
Tablo 5.2. 900 Ayar Gümüşle Alınan Deney Sonuçları.....	75
Tablo 5.3. 925 Ayar Gümüşle Alınan Deney Sonuçları.....	77
Tablo 5.4. Saf Gümüşle Alınan Deney Sonuçları.....	79
Tablo 5.5. Pt850-Pd100-Cu50 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları.....	81
Tablo 5.6. Pt900-Pd70-Cu30 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları.....	83
Tablo 5.7. Pt950-Pd50 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları.....	85
Tablo 5.8. Saf Platinle Alınan Deney Sonuçları.....	87
Tablo 5.9. 8 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları.....	89
Tablo 5.10. 14 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları.....	91
Tablo 5.11. 18 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları.....	93
Tablo 5.12. 22 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları.....	95
Tablo 5.13. 24 Ayar Altın İle Alınan Deney Sonuçları.....	97
Tablo 5.14. Gümüşle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	98
Tablo 5.15. Platinle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	98
Tablo 5.16. Altınla Elde Edilen Deney Sonuçları.....	102
Tablo 5.17. Bilinmeyen Numune Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları..	103
Tablo 5.18. Bilinmeyen Numune Platin İle Elde Edilen Deney Sonuçları...	105

Tablo 5.19.	Bilinmeyen Numune Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları...	107
Tablo 5.20.	Gümüş ve Gümüş Alaşımlarının Kütlesel Soğurma Katsayıları İçin Deneysel Sonuçları.....	112
Tablo 5.21.	Gümüş ve Gümüş Alaşımlarının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları.....	113
Tablo 5.22.	Platin ve Platin Alaşımlarının Kütlesel Soğurma Katsayıları İçin Deneysel Sonuçları.....	113
Tablo 5.23.	Platin ve Platin Alaşımlarının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları.....	114
Tablo 5.24.	Altın ve Altın Alaşımlarının Kütlesel Soğurma Katsayıları İçin Deneysel Sonuçları.....	114
Tablo 5.25.	Altın ve Altın Alaşımlarının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları.....	115
Tablo 5.26.	Gümüş, Platin ve Altının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları.....	115
Tablo 6.1.	Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin 26,34 keV Enerjide WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar.....	124
Tablo 6.2.	Platin ve Platin Alaşımları İçin 79,62 keV Enerjide WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar.....	124
Tablo 6.3.	Altın ve Altın Alaşımları İçin 80,99 keV Enerjide WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar.....	125
Tablo 6.4.	Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar.....	125
Tablo 6.5.	Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütlesel Soğurma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler.....	126
Tablo 6.6.	Platin ve Platin Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütlesel Soğurma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler..	127
Tablo 6.7.	Altın ve Altın Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütlesel Soğurma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler..	128
Tablo 6.8.	Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin Tayin Edilen Kütlesel Soğurma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler.....	129
Tablo 6.9.	Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütlesel Soğurma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi.....	130
Tablo 6.10.	Platin ve Platin Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütlesel Soğurma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi.....	131
Tablo 6.11.	Altın ve Altın Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütlesel Soğurma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi.....	132
Tablo 6.12.	Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütlesel Soğurma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi.....	133
Tablo A.1.	Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	152
Tablo A.2.	Platinin Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	156
Tablo A.3.	Altının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	161

Tablo A.4.	Paladyumun Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	166
Tablo A.5.	Bakırın Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	170
Tablo B.1.	800 Ayar Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	174
Tablo B.2.	900 Ayar Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	178
Tablo B.3.	925 Ayar Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	182
Tablo B.4.	Pt850-Pd100-Cu50 Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	186
Tablo B.5.	Pt900-Pd70-Cu30 Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	191
Tablo B.6.	Pt950-Pd50 Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	196
Tablo B.7.	8 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	201
Tablo B.8.	14 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	206
Tablo B.9.	18 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	211
Tablo B.10.	22 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları.....	216

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Elektromanyetik Spektrum.....	9
Şekil 2.2 : Gama Işınlarnn Çizgisel Spektrumları.....	11
Şekil 2.3 : Gama Işınlarnn Madde İle Etkileşimlerinde Başlıca Üç Baskın Mekanizma.....	13
Şekil 2.4 : Fotoelektrik Olay.....	14
Şekil 2.5 : Compton Saçılması.....	15
Şekil 2.6 : Çift Oluşumu Olayı.....	16
Şekil 2.7 : Gama Işınlarnn Malzeme İçinde Zayıflatılması.....	17
Şekil 2.8 : Gama Geçirgenlik Tekniğinin Uygulanma Prensibi.....	22
Şekil 2.9 : Kolime Edilmiş Kaynak ve Detektörle Gama Absorpsiyon Tekniğinin Uygulanması.....	24
Şekil 2.10 : Zirkonyumun Elektromanyetik Radyasyonlar İçin Kütle Absorpsiyon Katsayılarının Değişimi.....	25
Şekil 2.11 : Bazı Elementlerin Elektromanyetik Radyasyonlar İçin Kütle Absorpsiyon Katsayılarının Enerjiye Bağlı Olarak Değişimi.....	27
Şekil 3.1 : Ag-Cu Faz Diyagramı.....	34
Şekil 3.2 : Pt-Pd Faz Diyagramı.....	38
Şekil 3.3 : Altın-Gümüş-Bakır Faz Diyagramı.....	43
Şekil 3.4 : Renk Diyagramı.....	43
Şekil 3.5 : Gümüşün Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi.....	54
Şekil 3.6 : Platinin Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi.....	54
Şekil 3.7 : Altının Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi.....	55
Şekil 3.8 : Paladyumun Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi.....	55
Şekil 3.9 : Bakırın Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi.....	56
Şekil 4.1 : Platin Alaşımlarının Dökümü.....	58
Şekil 4.2 : Platin Alaşımlarının Ergitme Sonrası Potada Görünümü.....	59
Şekil 4.3 : Deneylerde Kullanılan Gümüş Numuneleri.....	60
Şekil 4.4 : Deneylerde Kullanılan Platin Numuneleri.....	61
Şekil 4.5 : Deneylerde Kullanılan Altın Numuneleri.....	62
Şekil 4.6 : Deneylerde Kullanılan Ba-133 Gama Radyoizotop Kaynağı.....	64
Şekil 4.7 : Deneylerde Kullanılan Am-241 Gama Radyoizotop Kaynağı.....	64
Şekil 4.8 : Deney Geometrisi.....	65
Şekil 4.9 : Detektör, Radyoizotop Kaynak ve Sayım Sehpaı.....	66
Şekil 4.10 : Kollimatörün Çizimi.....	67

Şekil 4.11	: Kollimatörün Fotoğrafı.....	67
Şekil 4.12	: Deney Düzenekinin Görünümü.....	68
Şekil 4.13	: Deney Düzenekinin Blok Diyagramı.....	69
Şekil 5.1	: 800 Ayar Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	73
Şekil 5.2	: 900 Ayar Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	74
Şekil 5.3	: 925 Ayar Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	76
Şekil 5.4	: Saf Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	78
Şekil 5.5	: Pt850-Pd100-Cu50 Alaşımı İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	80
Şekil 5.6	: Pt900-Pd70-Cu30 Alaşımı İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	82
Şekil 5.7	: Pt950-Pd50 Alaşımı İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	84
Şekil 5.8	: Saf Platin İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	86
Şekil 5.9	: 8 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	88
Şekil 5.10	: 14 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	90
Şekil 5.11	: 18 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	92
Şekil 5.12	: 22 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	94
Şekil 5.13	: Saf Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları.....	96
Şekil 5.14	: Gümüşle Elde Edilen Mukayeseli Deney Sonuçları.....	99
Şekil 5.15	: Platinle Elde Edilen Mukayeseli Deney Sonuçları.....	100
Şekil 5.16	: Sarı Altınla Elde Edilen Mukayeseli Deney Sonuçları.....	101
Şekil 5.17	: Bilinmeyen Numune Gümüşün Grafiksel Sonuçları.....	104
Şekil 5.18	: Bilinmeyen Numune Platinin Grafiksel Sonuçları.....	106
Şekil 5.19	: Bilinmeyen Numune Altının Grafiksel Sonuçları.....	108
Şekil 6.1	: WinXCom Programı Arayüzü.....	120
Şekil 6.2	: WinXCom Programı Kullanıcı Malzeme Tanımı Arayüzü.....	120
Şekil 6.3	: WinXCom Programı Kullanıcı Enerji Tanımı Arayüzü.....	122
Şekil 6.4	: WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar.....	122
Şekil 6.5	: WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçların Microsoft Excel Programına Aktarılmış Hali.....	123
Şekil 6.6	: Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi.....	126
Şekil 6.7	: Platin ve Platin Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi.....	127
Şekil 6.8	: Altın ve Altın Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi.....	128
Şekil 6.9	: Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi.....	129
Şekil 6.10	: Gümüş ve Gümüş Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği.....	130
Şekil 6.11	: Platin ve Platin Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği.....	131
Şekil 6.12	: Altın ve Altın Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği.....	132
Şekil 6.13	: Saf Gümüş, Platin ve Altının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği.....	133

Şekil 6.14	: Gümüş, Platin ve Altının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Ortalama Fark Grafiği.....	134
Şekil 6.15	: Gümüş, Platin ve Altının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Ortalama Mutlak Fark Grafiği.....	134
Şekil 7.1	: Gümüş İçin Kalibrasyon Eğrisi.....	138
Şekil 7.2	: Platin İçin Kalibrasyon Eğrisi.....	138
Şekil 7.3	: Altın İçin Kalibrasyon Eğrisi.....	139



SEMBOL LİSTESİ

$B(x, \mu)$	: Çoğaltma (build-up) faktörü
c	: Işık hızı
d_1, d_2	: Radyoaktif kaynaktan olan uzaklık
E, E_γ	: Foton enerjisi
E_+	: Pozitronun kinetik enerjisi
E_0	: Gelen gama fotonunun enerjisi
E_b	: Elektronun bağlanma enerjisi
E_e, E_-	: Elektronun kinetik enerjisi
$\phi_{iç}$	: Kollimatörün iç çapı
$\phi_{dış}$	: Kollimatörün dış çapı
h	: Planck sabiti
I	: Malzemeyi kateden radyasyon şiddeti
I_0	: Malzemeye gelen radyasyon şiddeti
I_1, I_2	: d_1, d_2 mesafelerindeki radyasyon şiddeti
λ	: Dalgaboyu
m	: Bileşen sayısı
m_e	: Elektronun kütlesi
M	: Alaşımındaki bileşen sayısı
μ_L	: Malzemeye ilişkin lineer zayıflatma katsayısı
μ	: Malzemeye ilişkin kütle zayıflatma katsayısı
μ_i	: i. bileşenin kütle zayıflatma katsayısı
N	: Birim hacimdeki atom sayısı
ν	: Frekans
ρ	: Malzeme yoğunluğu
ρ_i	: i. bileşenin yoğunluğu
τ	: Fotoelektrik Tesir Kesiti
x	: Malzeme kalınlığı
w_i	: i. Elementin alaşım içindeki ağırlık oranı
Z	: Atom çekirdeğinde bulunan proton sayısı (atom numarası)

GAMA ABSORPSİYON TEKNİĞİ İLE BAŞLICA ÜÇ KIYMETLİ METALİN ANALİZİ, KÜTLE ZAYIFLATMA KATSAYILARININ TAYİNİ VE İRDELENMESİ

ÖZET

Kıymetli metal olarak nitelenen gümüş, platin ve altın, hem yatırım aracı hem de güncel kullanımlarda tercih edilen yaygın kullanımı olan metallere aittir. Bu özel metallerin analizleri farklı alanlar için önem taşımaktadır. Kıymetli metallerin analizi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ateş analizi, küpelyasyon ve spektroskopik tekniklerin yanı sıra, X ışınları flüoresans tekniği (XRF), atomik absorpsiyon ve nötron aktivasyon analizi gibi nükleer tekniklerle de kıymetli metallerin analizini yapmak mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada, nükleer bir teknik olan gama absorpsiyon tekniği ile kıymetli metallere gümüş, platin ve altın ile çalışılmıştır. Numuneler gümüş için dört, platin için dört ve altın için beş farklı ayarda temin edilmiştir.

Gama radyoizotop kaynağı olarak gümüş için Am-241, platin ve altın için Ba-133 radyoizotopları kullanılmıştır. Deney düzeneği; gama radyoizotop kaynağı, kollimatör, NaI(Tl) sintilasyon detektörü, çok kanallı analizör ve zırh elemanlarından oluşmaktadır.

Deneyler en az beş kez tekrarlanmış ve doğal ortam sayımları çıkarılarak net sayımlara ulaşılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlarla, gümüş, platin ve altın için kalibrasyon eğrileri çizilebilmiştir. Çizilen bu kalibrasyon eğrilerinin sınanması amacı ile bilinmeyen alaşımlı numunelerle çalışılmış ve ayarları tayin edilebilmiştir. Böylelikle, çizilen eğrilerin güvenilirlikleri kanıtlanmıştır.

Çalışılan numunelerin kütle zayıflatma katsayıları deneysel olarak tayin edilmiştir. Deneysel sonuçlar WinXCom programından elde edilen teorik sonuçlarla mukayese edilmiş ve birbirleri ile uyum sağladığı görülmüştür. Böylelikle, çalışmanın genelinde ve özelindeki özgünlükle gama absorpsiyon tekniği kullanılarak kıymetli metallerin analizi yapılabilmiş ve elementlerin K absorpsiyon süresizliği enerjilerine yakın enerji değerlerinde kütle zayıflatma katsayıları tayin edilebildiği gösterilmiştir. Bu şekilde, gama absorpsiyon tekniğinin kütle zayıflatma katsayılarının deneysel olarak tayininde kullanılabileceği önerilmektedir.

ANALYSIS OF THE THREE MAIN PRECIOUS METALS BY USING GAMMA ABSORPTION TECHNIQUE, DETERMINATION AND EVALUATION OF MASS ATTENUATION COEFFICIENTS

SUMMARY

Silver, platinum and gold known as precious metals are used as an investment tool and have a wide range of application area in daily usage. The analysis of these special metals plays an important role for different areas. Various methods have been developed for analysis of precious metals. The analysis of precious metals is also possible with nuclear techniques such as X-Ray fluorescence (XRF), atomic absorption and neutron activation analysis besides the fire assay process, cupellation and spectroscopic techniques.

In this study, a nuclear technique called as “Gamma Absorption Technique” is used with precious metals as silver, platinum and gold. Samples are prepared with four different alloys for silver and platinum and five different alloys for gold.

Am-241 is used for silver and Ba-133 is used for platinum and gold as gamma radioisotope sources. The experiment set up consists of a gamma radioisotope source, a collimator, a NaI (TI) detector, a multi-channel analyzer and shielding materials.

The experiments have been carried out for at least five times and back-ground counting values are subtracted for calculating the net counting rates. Calibration curves of silver, platinum and gold are drawn as a result of the experiments. Samples with unknown alloys have been used in order to verify these calibration curves and their alloy rates are determined. As a result, the reliability of the drawn curves has been proved.

The mass attenuation coefficients of the samples have been determined by the experiments. The experiment results are compared with the theoretical results obtained from the WinXCom software program and it is observed that the experiment results are in conformity with the theoretical ones. The analyses of precious metals are done with gamma absorption technique and it is seen that mass attenuation coefficients can be determined at the energy levels close to the K-absorption edge energy levels of elements. Therefore, it is offered that the gamma absorption technique can be used experimentally in determining the mass attenuation coefficients of elements.

1. GİRİŞ

1896 yılında Henri Becquerel'in, uranyum filizinin fotoğraf plağında bıraktığı izleri şans eseri fark edip, nedenlerini araştırması "doğal radyoaktivite"nin keşfine neden olmuştur. Yaptığı deneyler sonucu kontrollü şartlarda olayın tekrarlanabildiğini gözlemlemiş ve bu yeni buluş pek çok çalışmanın temelini oluşturmuştur (Özden, 1983).

Bundan iki yıl sonra, 1898'de, Pierre ve Marie Curie'nin polonyum ve radyumu "uranyum ışınları" ile keşifleri radyoaktiviteye yeni bir boyut getirmiş, onlara Nobel ödülü kazandırmıştır. Birçok bilim adamının deneysel ve teorik çalışmaları ile süre gelen "nükleer çağ" günümüze kadar uzanmaktadır.

Bugün, nükleer fizik, modern dünyamızda önemli bir yer almaktadır. Kimya, biyoloji, arkeoloji, jeoloji, mühendislik, astrofizik, kozmoloji gibi bilimin pek çok dalında nükleer tekniklerle çalışılmaktadır. Endüstri, çevre, tarım, tıp, ilaç ve savunma sanayi, kriminoloji, toz metalürjisi gibi çeşitli alanlarda nükleer teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır (Lilley, 2001).

Büyük ilerleme kaydeden teknolojinin gelişimine paralel olarak nükleer tekniklerde aşamalar kaydetmiştir. Nitekim, nükleer teknikler özellikle malzeme biliminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu bağlamda, malzemenin yapısı, üretimi, fiziksel özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalarda nükleer teknikler günümüzde önemli bir yere sahiptir.

Radyoizotop kaynak kullanılarak radyasyonun madde üzerindeki etkilerinden hareketle kalitatif ve kantitatif malzeme özelliklerinin belirlenmesi, nükleer tekniklerin uygulama temelini oluşturmaktadır (Földiák, 1986). Malzeme hakkında istenilen bilgilere ulaşmak için kullanılan teknolojik prosese ilişkin gerekli temel unsurlar, radyasyonun deteksiyonu ve nümerik değerlendirmesi olarak ele alınabilir.

Malzeme ve uygun olarak seçilmiş radyoizotop kaynak arasındaki etkileşimin ve şiddetinin belirlenmesi, elektrik ve elektronik uygun teknik ekipmanların seçilmesi ile mümkün olabilmektedir.

Ölçümleme sistemlerinin en önemli elemanları, radyasyonu algılayan ve elektrik sinyallerine dönüşümünü sağlayan radyasyon detektörü ve detektörden gelen sinyalleri işleyip kaydeden ölçüm cihazlarıdır. Nükleer ölçümleme teknolojilerinin esas amacı radyasyon ışın parametrelerini yada parçacık kısmi parametrelerini radyasyonun tipine göre kesin olarak belirleyebilmektir.

Endüstride kimi fiziksel parametreler, teknolojik proseslerdeki ürün özelliklerini karakterize etmek için kullanılmaktadır. Bu parametreler, uygun olarak seçilen nükleer ölçümleme sistemleri kullanılarak tayin edilmektedir. Seviye yüksekliği, yoğunluk, kalınlık, nem, miktar gibi fiziksel parametreler radyoizotop teknikleri kullanılarak tayin edilebilmektedir (Földiák, 1986).

Endüstride yaygın kullanım imkanı bulan enerjistik fotonların madde ile etkileşimini konu alan çalışmalar, tıbbi radyasyon dozimetrisi, endüstri, radyasyon zırhlaması uygulamalarında önemle yer alan çalışma alanlarıdır. Çeşitli metaller ve organik bileşikler için radyasyonun absorpsiyonu geniş bir çalışma alanı bulmuş, saf elementler için geniş bir veri tabanı oluşturulmuştur. (Hubbell, 1994; Murty, 2000).

Genel kavram olarak malzemelerin elementsel analizi, temel olarak element, alaşım, bileşik veya karışımların kütle zayıflatma katsayısındaki değişimlerin ölçülmesine dayanmaktadır (Reddy, 1999). Malzeme içinde gama ışınlarının girişim ve difüzyonunu karakterize eden en önemli büyüklük kütle zayıflatma katsayısı olmaktadır. Kütle zayıflatma katsayısının pek çok çeşitli malzeme için doğru saptanmış değerleri, endüstri, biyoloji, tarım ve tıp çalışmaları için büyük önem taşımaktadır. Bir başka deyişle, kütle zayıflatma katsayısının, radyasyon fiziği ve radyasyon dozimetrisinde çeşitli problemlerin çözümü için gerekli bir büyüklük olduğu söylenebilir (Abdel-Rahman, 2000).

100 keV'in altındaki düşük enerjilerde, atomik foto-etki toplam foton etkileşimlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, son on yıl içinde kapsamlı çalışmalar yapılmış, teori ve deneysel çalışmaların birbiri ile mükemmel uyum sağladığı görülmüştür (Bhattacharyya ve diğ., 1995).

Deneysel çalışmaların getirdiği zorluklar uygun ince hedef malzemelerin temini ve uygun foton enerjilerinde radyoizotop kaynak bulunamaması olarak sayılabilir. Bu hususlar konunun önemli sorunlarını oluşturmaktadır (Hubbell, 1994).

Teorik bağlamda ise, Storm ve Israel (1970) konuya ilişkin bilgileri derlemişlerdir. Scofield (1973)'in ise, tek tabaka ve toplam fotoelektrik tesir kesiti ile ilgili çalışması önem arz etmektedir. Bu gibi araştırmalar konuya ilişkin veri kaynaklarını oluşturmaktadır (Murty ve diğ., 1998).

Ayrıca, Gerward (1993) ve Hubbell (1994) deneysel verilerin alınması ile ilgili çalışmalarında problemlerin şartlarına ve deneysel çalışma gerektiren bölgelerin ne olduğuna dikkat çekmişlerdir. Atomik foto-etkiyi konu alan ve fotoelektrik tesir kesiti hesaplamalarına yönelik yapılan deneysel çalışmalar, teori ve deneysel çalışmalar arasındaki uyumsuzlukların özellikle absorpsiyon süreksizliklerine yakın enerji bölgelerinde gözlemlendiğine dikkat çekmektedirler (Murty ve diğ., 1998).

Fotoelektrik olay, Compton saçılması ve çift oluşumu, foton-atom arasında etkin etkileşimlerdir. 500 keV foton enerjisinin altında, fotoelektrik olay özellikle yüksek atom numaralı elementler için en baskın etkileşim çeşidi durumundadır (Shultis, 1996).

Bundan dolayı farklı malzemelerin X ışını ve düşük enerjili gama ışınları için fotoelektrik tesir kesitlerinin doğru bir şekilde bilinmesi, foton etkileşimlerinin belirlenmesi ve malzeme içinde depolanan enerji miktarında bilgi alabilmek için gerekli olduğundan büyük önem taşımaktadır (Mallikarjuna ve diğ.; 2002).

Fotoelektrik olayda çoğu kez karakteristik bir X ışınının yayınımlı eşlik etmektedir. Yayınlanan bu karakteristik X ışınımlı hakkında bilgiler, temel ve uygulanabilir fiziğin en çok ilgi çeken alanlarından biri durumundadır. Karakteristik X ışınımlının üretilmesi, elementlerin kantitatif analizi için büyük önem taşımaktadır.

Çeşitli elementleri içeren geniş bir Z aralığında yapılan, fotoelektrik tesir kesitine yönelik teorik ve deneysel çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Detaylı teorik çalışmalar ve fotoelektrik tesir kesitinin geniş bir enerji aralığında ölçülmesi çalışmaları çeşitli araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir (Jahagirdar ve diğ; 1996).

L.W. Alvarez (1938), orbital elektronlarının çekirdek tarafından yakalanmasını incelemiş, malzemelerin soğurulma katsayılarına ilişkin deneysel çalışmalarda rastladığı “absorpsiyon süreksizliği” kavramını ilk kez tanımlamıştır. Sadece K süreksizliğini değil L süreksizliklerini de incelediği çalışmasında gama absorpsiyonundan bahsetmiş, teorilerini deneysel çalışmaları ile kanıtlamıştır.

D. Halliday (1955), fotoelektrik olayın enerjinin filtrelenmesi konusunda faydalanılabilecek etkileşim olduğunu ve K absorpsiyon süreksizliklerinin bu amaçla kullanılabileceğini açıklamıştır.

C.D. Radcliffe ve diğerleri (1980), çalışmalarında altınla ilgili olarak Gama Absorpsiyon Tekniği’ni kullanarak İran kaynaklı sikkeler üzerinde altın miktarı tayininde bulunmuşlardır. Analiz amaçlı olarak Gama Absorpsiyon Tekniği’nin kullanıldığı bu çalışma, altın için genel bir sistematik içinde araştırma olmayıp, nümismatik amaçlı, arkeometrik bir uygulama durumundadır.

J.S. Charlton (1986), nükleer tekniklerin endüstrideki uygulamalarını anlattığı kitabında Gama Absorpsiyon Tekniği’ni bir bölümle incelemiş, tekniğin endüstride kalınlık ve yoğunluk ölçümlerinde, seviye tespitlerinde kullanılabileceğini uygulamaya ilişkin örneklerle anlatmıştır.

A. Tartari ve diğerleri (1998), lantanidler olarak adlandırılan elementlerin de içinde bulunduğu bazı elementlerin kütle zayıflatma katsayılarının, elementlerin atom numaralarına bağlı olarak değişimlerini incelerken K bağlanma enerjilerine yakın enerjideki gama ışınları ile çalışmışlardır.

A. C. Reddy ve diğerleri (1999), su matrisi içinde bulunan eser miktardaki toryum ve uranyum elementlerinin tayininde, K absorpsiyonu ve elementin atom numarası arasındaki ilişkiden yararlanmışlar, minimum hata ile sonuca ulaşmışlardır.

G.S. Sidhu ve diğerleri (1999), çalışmalarında zayıflatma katsayısının, gama ışınlarının yayındığı ortamlarda girişimlerini ve diffüzyonlarını karakterize etmede kullanılan en önemli parametrelerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Daha önce yapılan bütün bu çalışmaların ortak sonucu olarak, absorpsiyon katsayısının doğru bir şekilde tayin edilebilmesi için soğurucu ortam kalınlığının ortalama serbest yol (mean free path) değerine eşit yada küçük olması gerektiğini vurgulamışlardır.

V.R.K Murty ve diğerleri (1998), çalışmalarında, seçilen elementlerin absorpsiyon süreksizliklerine yakın enerji değerlerinde atomik foto-etkinin araştırılması ve tesir kesitlerinin ölçülmesi amaçlamışlardır. Si(Li) detektörlerinin mükemmel rezolüsyonu ve programın en küçük kareler metodu ile verilerin analiz edilebilmesine imkan sağlandığı için, radyoaktif kaynak olarak Am-241 (13.95, 26.4 keV); Cd-109 (22.1 keV) ve Fe-55 (5.9 keV) seçilmiştir.

K. Parthasaradhi (1985), toplam zayıflatma tesir kesitlerini, K süreksizliği civarında belirli elementler ve bileşikler için ölçmüştür. Bu çalışmada altın için L_3 ve platin için L_1 süreksizliklerini incelemiş, I_{La2}/I_{La1} oranlarını Scofield dataaları ile karşılaştırarak, % 10 dolayında bir farklılık gözlemlemiştir.

K. Parthasaradhi ve diğerleri (1988), çalışmalarında Ti ve Ni için K süreksizliği, platin ve altın için L_3 süreksizliğindeki foton absorpsiyon spektrumunu, siklotron radyasyonu altında deneysel olarak rapor etmiştir. Deneysel sonuçlar Scofield'in teorik çalışmaları ile kıyaslanmış, platin ve altın için uyumluluk gösterdiği, ancak Ti ve Ni için K süreksizliğindeki değerlerde büyük sapmalar gözüktüğü saptanmıştır.

M. Bertschy ve diğerleri (1995), malzeme içinde bulunan ağır elementlerin tayini ile ilgili olarak yaptıkları çalışmalarında, ağır elementlerin K süreksizliklerinin karakteristik olmasından yararlanarak, direk ölçümleme yapabilmışlardır. Deneylerinde ayarlanabilir monokromatik gama radyasyon kaynağını kullanmışlardır.

K. Singh ve diğerleri (1998), çalışmalarında bazı bileşiklerin farklı konsantrasyonlardaki solüsyonlarının lineer zayıflatma katsayılarını sulu ortamlarda 662 keV enerjide ölçmüşlerdir. Yoğunlukları hassas bir şekilde ölçülen bu solüsyonların kütleli zayıflatma katsayıları da belirlenmiştir. Dar demet geometrisi kullanılarak yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar XCOM bilgisayar programından elde edilen teorik değerlerle karşılaştırılmış ve uyum sağladığı görülmüştür.

M.N. Alam ve diğerleri (2001), çalışmalarında Bangladeş'teki Bazar bölgesinden temin edilen mineral örnekleri ile farklı tipteki toprak, kum ve yapı materyallerinin lineer ve kütle zayıflatma katsayılarını ölçmüştür. Deneylerinde, yüksek rezolüsyonlu HPGe detektör ve 276-1332 keV enerji aralığındaki gama ışınları ile ölçüm yapmışlardır. Kaynak olarak Ba-133, Cs-137 ve Co-60 kullanmışlardır. Lineer

zayıflatma katsayılarının numunelerin yoğunlukları ile doğru orantılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Kütle zayıflatma katsayıları ise başka ülkelerde yapılan benzer çalışmalarla kıyaslandığında uyumlu sonuçlara ulaşıldığını göstermiştir.

H. Singh ve diğerleri (2003), çalışmalarında $\text{ZnO-PbO-B}_2\text{O}_3$ yapılı camların kütle zayıflatma katsayılarını, ortalama foton serbest yollarını, efektif atom numaralarını ve efektif elektron yoğunluklarını deneysel olarak 511, 662, 1173 ve 1332 keV enerjili gama ışınları için ölçümlemişler ve teorik sonuçlarla kıyaslamışlardır. Spesifik hacim ve yoğunluk ölçümleri de bu camlar için ölçümlenmiştir. Bu yapıdaki camların radyasyon zırhlanmasında kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

O. İçelli ve diğerleri (2003), çalışmalarında boron içeren bileşiklerin ve döküm temizleme dolabı kalbur atıklarının (TSW) kütle zayıflatma katsayılarını, dar demet transmisyon geometrisinde 15.746-40.930 keV enerji aralığında deneysel olarak tayin etmişlerdir. Zr, Mo, Ag, In, Sb, Ba ve Pr' nun karakteristik K_α ve K_β ışınları boron içeren bileşiklerden ve TSW'den geçirilerek yüksek rezolüsyonlu Si(Li) detektörle tayin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, WinXCom programının teorik değerleri ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir.

V.R.K Murty ve diğerleri (2000), düşük foton enerji bölgelerinde atomik fotoelektrik tesir kesiti farklılıklarını inceledikleri deneysel çalışmalarında, özellikle absorpsiyon süreksizliği enerji bölgesinde dikkate değer deneysel veriler elde etmişler ve bazı elementlerin tesir kesitlerinde teorik sonuçlarla %10 oranında farklılık gözlemlemişlerdir. 60 keV'in altındaki enerji değerlerinde Zr, Pd, Cd, In ve Ta ile çalışmışlardır. Deneyler sırasında dar demet geometrisi, iyi geometri koşulları, çift soğutmalı Si(Li) detektör, 100 Canberra çok kanallı analizör sistemi ve radyoizotop kaynak olarak Fe-55, Co-57, Cd-109 ve Am-241 kullanmışlardır.

S. Seven ve diğerleri (2004), çalışmalarında Co, Cu ve Ni elementleri ile CoCu ve CoCuNi alaşımlarının toplam kütle zayıflatma katsayılarını Am-241 radyoizotop kaynak kullanarak, farklı enerji değerleri için ölçümlemişlerdir. Çalışmalarında, Si(Li) detektör kullanmışlar, karışım metodu ile teorik hesaplamalar yapmışlar ve bu sonuçları deneysel sonuçlar ile kıyaslamışlar, teorik sonuçlarının uyumlu olduğunu gözlemlemişlerdir.

I. Akkurt ve diğ erleri (2003), gama ışınları için, barit, mermer ve limranın (Lymra antik kentinden çıkan, beyaz renkli mermer) lineer zayıflatma ve toplam k t le zayıflatma katsayılarını XCOM bilgisayar programı ile 1 keV'den 300 MeV'e kadar hesaplamışlar ve sonuçların deneysel verilerle uyum sağladığını görmüşlerdir.

O.  celli ve diğ erleri (2003), çalışmalarında V_2O_3 , VO_2 , VF_3 , NH_4VO_3 , VF_4 , NiF_2 , $NiCl_2$, $NiF_2 \cdot 4H_2O$, $NiCl_2 \cdot 6H_2O$, $Ni(ClO_4)_2 \cdot 6H_2O$ bileşiklerinin efektif atomik numaralarını Si(Li) detektör kullanarak, X-ışını enerji aralığında 15.746-40.930 keV kullanarak geçirgenlik deneyleri ile  l  mlenmişlerdir. Deney sonuçlarını WinXCOM programından elde edilen teorik sonuçlarla karşılaştırmışlar ve uyum sağladığını belirtmişlerdir.

S. G. Prasad ve diğ erleri (1998), foton etkileşimleri için, karbondan bizmuta kadar pek çok değişik elementi içeren alaşımların efektif atom numaralarını 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 ve 150 keV için  l  mlenmişlerdir. Fotoabsorpsiyonun etkin olduğu bu enerji bölgesinde, efektif atom numaralarının pek fazla değişiklik göstermeyeceğini düşünmüşler, deneyler sonucu, bileşiği oluşturan esas elementin fotoapsorbsiyon enerji bölgesinde etkin olmadığını gözlemlemişlerdir.

M. Angelone ve diğ erleri (2001), çalışmalarında medikal fizik ile ilgili Triafol BN, Triafol TN, Kapton ve Melinex adlı organik bileşiklerin, 13 keV ile 40 keV arasında X-ışını enerji bölgesinde, Be pencerele yüksek saflıktaki Germanyum detektör ve kolimatör kullanılarak toplam zayıflatma katsayılarını hesaplamışlardır. Deneysel sonuçlar, XCOM bilgisayar programından elde edilen teorik sonuçlarla kıyaslanmış, sonuçların birbiri ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Sandhu ve diğ erleri (2002), çalışmalarında formik, asetik, propionik, b trik, n-hexanoik, n-kaprylik, laurik, myristik, palmitik, oleik ve sitrik asit gibi bazı yağ asitlerinin molar k t le zayıflatma katsayılarını, 81, 356, 511, 662, 1173 ve 1332 keV enerjiler için  l  mlenmişlerdir. Deneylerden elde edilen değerler, hesaplanan efektif atom numaraları ve elektron yoğunlukları ile ve ayrıca XCom Bilgisayar programı kullanılarak elde edilen teorik değerlerle kıyaslanmış, uyumlu olduğu görülmüştür.

A.El-Sayed Abdo (2002), çalışmasında gama ışınları ve hızlı nötronlar için, farklı bileşimdeki ve yoğunluktaki betonların toplam k t le zayıflatma katsayılarını ve efektif tesir kesitlerini hesaplamıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar,

teorik olarak XCOM programı ile hesaplanan sonuçlarla kıyaslanmıştır. Yapılan bu çalışma ile radyasyon zırhlanmasında kullanılan, farklı yoğunluktaki betonlara ait değerler elde edilmiştir.

C. Singh ve diğerleri (2004), cam, kireç, mermer, beton ve gaz beton yapı malzemeleri (flyash) gibi çeşitli yapı malzemelerin toplam ve kısmi kütle zayıflatma katsayılarını 10 keV ve 100 GeV enerji aralığında, XCom bilgisayar programından elde ettikleri teorik verileri değerlendirmişlerdir.

B.Chitralekha ve diğerleri (2005), mono ve disakkaritlerin kütle zayıflatma katsayılarını, 5,947, 6,460 ve 14,413 keV için deneysel olarak ölçümlemişlerdir. Deneysel veriler, WinXCom bilgisayar programından elde edilen teorik hesaplamalarla karşılaştırılmıştır. Teorik ve deneysel verilerin arasındaki farkın %5 olduğu görülen çalışmalarda, yazarlar biyolojik örneklerin kütle zayıflatma katsayıları çalışmalarının daha fazla deneysel çalışmaya ihtiyaç olduğunu önermişlerdir.

Bu doktora tez çalışmasında, yüksek atom numaralı kıymetli metallerden altın, gümüş ve platinin en yaygın kullanılan alaşımlarının, K tabakası absorpsiyon süresizliği civarındaki enerji değerlerindeki fotoelektrik etkileşimlerinin incelenerek, “Gama Absorpsiyon Tekniği” ile analizlerinin yapılması amaçlanmıştır.

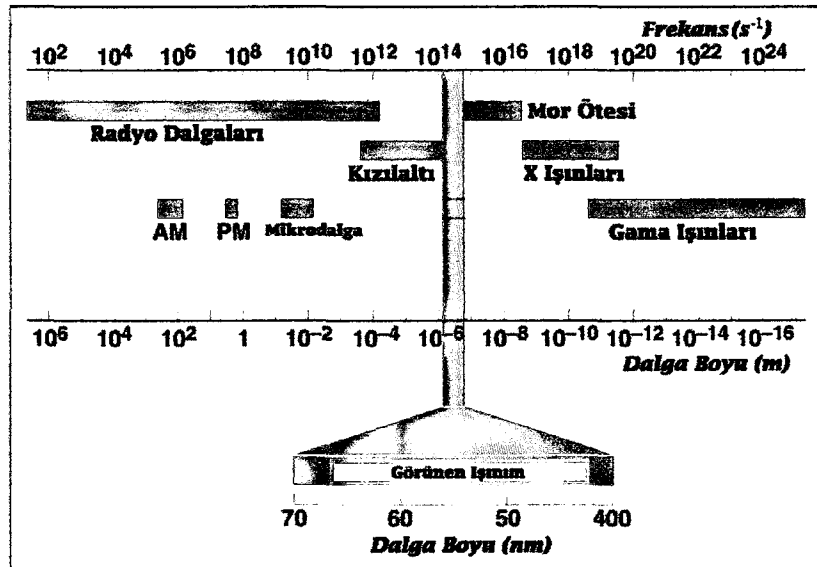
Bu amaçla, farklı altın, gümüş ve platin alaşımları için “Gama Absorpsiyon Tekniği” ile deneysel çalışmalar yapılması, alaşımların kütle zayıflatma katsayılarının hesaplanması, literatürde yer alan teorik değerlerle kıyaslanıp sınanarak, pratikte kullanılabilir kalibrasyon eğrilerinin oluşturulması hedeflenmiştir.

2. GAMA ABSORPSİYON TEKNİĞİ

Gama ışınlarının malzeme ile etkileşimlerinin değerlendirilerek, yorumlanması ve malzeme hakkında bilgi edinilmesi esasına dayanan nükleer tekniklerden biri Gama Absorpsiyon Tekniğidir. Bu teknik, endüstriyel uygulamalarda kullanılabilen, tahribatsız muayene tekniklerinden biridir. Pratik olarak uygulanabilir olması, sonuçlarının kısa sürede ve doğru bir şekilde elde edilmesi tercih sebepleri arasındadır. Tekniğin adından da anlaşılacağı üzere, kullanılan radyasyon tipi, elektromanyetik radyasyon ailesi içinde yer alan gama ışınlarıdır.

2.1 Elektromanyetik Radyasyon

Elektromanyetik radyasyon, Maxwell denklemleri gereği, zamana göre değişen, birbirine dik elektrik ve manyetik alanların, birbirlerini çoğaltarak, boşlukta yayınmalarının bir kombinasyonu olarak tarif edilmektedir. Enerjinin, maddesel ortama ihtiyaç duymadan boşlukta iletilmesini sağlarlar. Elektromanyetik dalgaların tüm spektrumu Şekil 2-1’de verilmiştir (Halliday, Resnick, 1970).



Şekil 2.1 : Elektromanyetik Spektrum
(<http://lepus.physics.ualr.edu/~tahall/EXAM2/emspec.jpg>, 2005)

2.1.1. Elektromanyetik Radyasyonun Özellikleri

Elektromanyetik spektrumda yer alan farklı enerji bölgelerindeki ışınlar ortak özelliklere sahiptirler. Elektromanyetik radyasyonlar, foton adı verilen boyutsuz ve kütesiz enerji paketçiklerinden oluşurlar. Kaynaktan izotropik olarak yayınlanan fotonlar, ışık hızı ile yol alırlar. Fotonların enerjileri;

$$E = h \nu \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada; E enerji, h Planck sabiti ve ν frekanstır. Dalga mekaniğine uyduklarından frekansları, hızın dalga boyuna bölünmesi ile tayin edilebilir. Fotonlar için ışık hızı söz konusu olduğundan,

$$\nu = c/\lambda \quad (2.2)$$

ifadesi geçerli olur. Burada; c ışık hızını, λ ise dalga boyunu temsil etmektedir. Denklem 2.1 ve Denklem 2.2'den hareketle;

$$E \text{ (keV)} = 12,4/\lambda \text{ (Å)} \quad (2.3)$$

yazılabilir. Fotonun enerjisinin ve dalga boyunun birbirine bağımlı değişkenler olduğu, enerjileri arttıkça dalga boylarının kısalacağı söylenebilir.

Elektromanyetik dalgalar, ortamda doğrusal olarak yayınırlar ve şiddetleri uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalmaktadır. “Ters Kare Kanunu” olarak ifade edilen bu olgu; kaynaktan d_1 ve d_2 mesafesindeki birim alan başına düşen ışın şiddetleri sırasıyla I_1 ve I_2 ise, bu büyüklükler arasındaki bağıntı

$$I_1 d_1^2 = I_2 d_2^2 \quad (2.4)$$

şeklinde ifade edilebilir. Elektromanyetik radyasyonlar madde ile etkileşirler.

2.1.2. Gama Işınlarmın Özellikleri

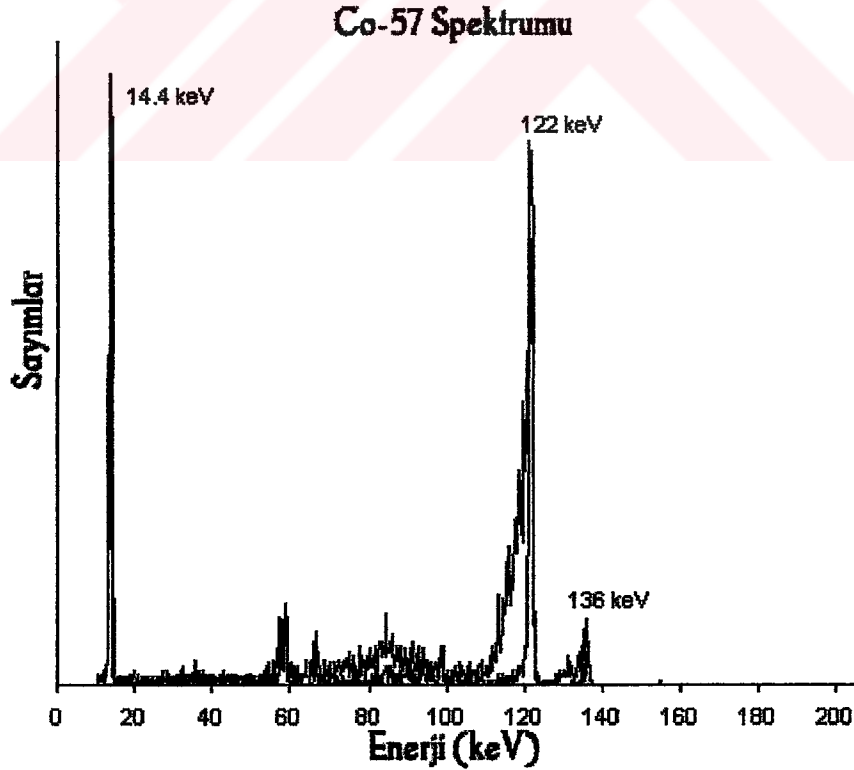
1900 yılında Villard tarafından keşfedilen gama ışınları, yüksek enerjili elektromanyetik radyasyonlar olup, radyoaktivite veya diğer nükleer ve atom altı reaksiyonlar sonucu açığa çıkarlar. Kararsız atom çekirdeklerinin yeniden düzenlenmeleri sırasında atomun çekirdeğinden yayınlanan gama ışınlarının kaynağı

radioizotoplardır. Aynı görünür ışık gibi, elektromanyetik spektrumda yer alan gama ışınları, daha kısa dalga boylu fakat kuantum enerjileri daha yüksek olan elektromanyetik dalgalar.

Elektromanyetik spektrumda yüksek enerji bölgesinde yer alan gama ışınlarının enerjileri 10 keV ile 10 MeV arasında değişir ve buna bağlı olarak , $10^{-9} - 10^{-11}$ cm dalga boyuna sahip olabilirler. Dalga boyları küçük olduğundan dolayı maddeye nüfuz edebilen gama ışınları “girici ışınlar” olarak nitelendirilirler. Madde ile etkileşimleri (B1:2.2’de ayrıntısı verileceği üzere) başlıca üç farklı şekilde gerçekleşir.

Gama ışınları, madde üzerinde dolaylı iyonlaştırıcı etkisi olan radyasyonlardır. Bu nedenle, uzun süre maruz kalınması halinde, canlılık fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemeleri söz konusudur. Ayrıca, fotoğraf kağıdını etkilerler.

Atom çekirdeğinden yayınlanan gama ışınları bir veya birden fazla enerji seviyelerinde olabilirler. Bu enerji seviyeleri belirli olduklarından, gama ışınlarının spektrumu çizgiseldir. Şekil 2-2’de bir gama ışını spektrumu görülmektedir.



Şekil 2.2 : Gama Işınlarının Çizgisel Spektrumları
(<http://www.amptek.com/xr100cdt.html>, 2005)

2.2. Gama Işınlarnının Madde İle Etkileşimi

Gama ışınları, enerjilerinin yüksek, dalga boylarının kısa olmasından dolayı maddeye nüfuz edebilirler ve girici ışınlar olarak adlandırılırlar. Elektrik yüklerinin olmaması, boyutsuz ve kütesiz fotonlardan oluşmuş olmaları nedeniyle, madde içerisinde daha uzun mesafelere yayınabilirler. Madde atomlarının elektron bulutu ile tesadüfi olarak etkileşime giren foton, bazen bu bölgeyi aşarak çekirdeğe yaklaşır.

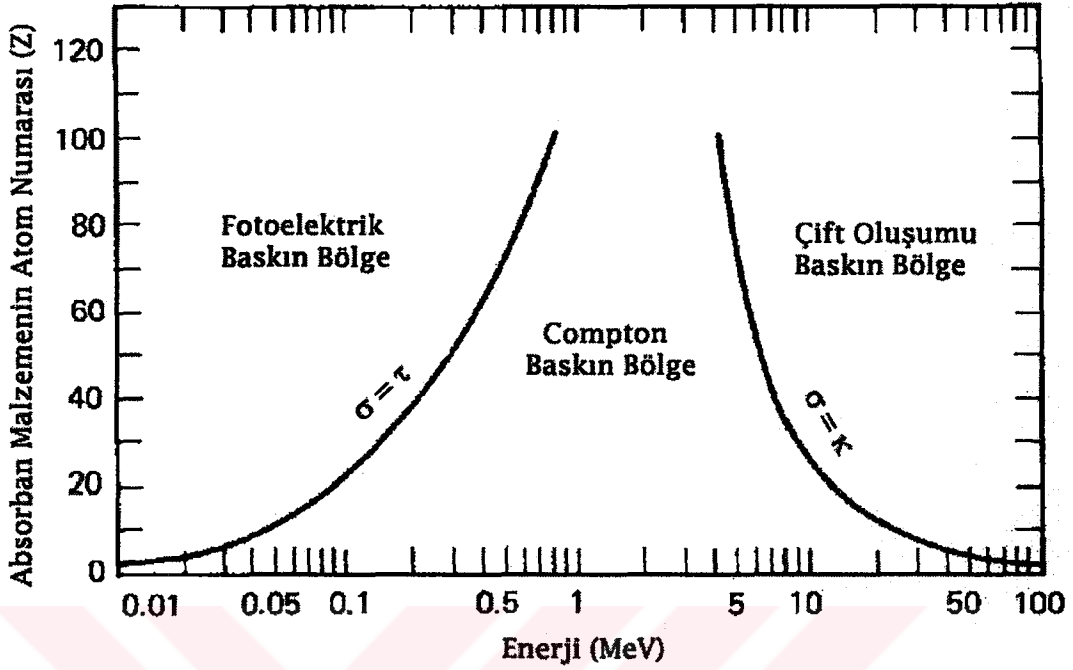
Maddesel ortamda oluşan etkileşimler sonucunda atomda iyonizasyon meydana gelmektedir. Etkileşim sonucu oluşan yüksek enerjili yüklü parçacıkların madde ile etkileşmesi sonucunda da yine maddede iyonlaşma meydana gelmektedir. Gama ışınları, maddede büyük ölçüde iyonlaşmaya dolaylı yoldan neden olurlar. Bu açıdan bakıldığında, gama ışınları “Dolaylı İyonlaştırıcı Radyasyon” grubuna girerler (Shapiro, 1990).

Gama ışınlarının madde ile etkileşimlerinde pek çok etkileşim mekanizması mümkün olsa da, radyasyon ölçümleri açısından önemli rol oynayan başlıca üç mekanizma söz konusudur. Gama ışınlarının madde ile etkileşimleri düşük enerji seviyelerinde fotoelektrik olay, orta enerji seviyelerinde Compton saçılması ve yüksek enerji seviyelerinde çift oluşumu baskın olarak gözlenen etkileşim mekanizmalarıdır (Hubbell, Seltzer, 1995).

Bu üç önemli etkileşim mekanizmasının birbirine bağlı olarak, baskın oldukları enerji aralıkları, farklı absorban maddelerin atom numaraları ve farklı gama enerjileri için grafiklendirilmiş ve Şekil 2-3’de verilmiştir (Evans,1955). Soldaki çizgi fotoelektrik olay ve Compton saçılması olaylarının, sağdaki çizgi ise Compton saçılması ve çift oluşumu olaylarının eşit olasılıkla meydana gelebileceği enerji değerlerini ifade eder. Çizgiler arasında kalan bölgeler ise bu üç etkileşim mekanizmalarının baskın olduğu enerji değerlerini ifade etmektedir.

Gama ışınlarının madde ile etkileşimleri incelenirken göz önünde bulundurulması gereken en önemli husus, fotonun ışık hızı ile yol almasıdır. Fotonun madde içinde yavaşlatılması yada durdurulması söz konusu değildir. Ancak, tek bir olayla, örneğin yörünge elektronu ile çarpışarak bütün enerjisini yitirip yok olabilir, yada enerjisinin bir kısmını elektrona transfer ederek yolundan sapabilir. Foton için ışık

hızı ile hareket etmek ve yok olmak durumları söz konusudur (Friedlander, 1957). Gama fotonunun giriciliği, enerjisine, malzemenin yapısına ve kalınlığına bağlıdır.



Şekil 2.3 : Gama Işınlarnın Madde İle Etkileşimlerinde Başlıca Üç Baskın Mekanizma (Evans,1955)

2.2.1. Fotoelektrik Olay

Gama ışınlarının, madde içindeki etkileşimleri ve zayıflatılmasından hareketle malzemeden bilgi almaya yönelik değerlendirmenin yapıldığı Gama Absorpsiyon Tekniği'nde temel etkileşim çeşidi fotoelektrik olaydır.

Fotoelektrik olay, fotonun atoma bağlı elektronlarla yaptığı bir etkileşim çeşididir. Fotoelektrik olay, foton enerjilerinin 0.1 MeV'in altında kaldığı yani düşük foton enerjilerinde ve yüksek atom numaralı (Z) absorban malzemelerde baskın olarak görülen etkileşim çeşididir (Evans, 1955).

Fotoelektrik olayda, madde ile etkileşim sonucu, gelen fotonun tüm enerjisi yörünge elektronlarından birine verilmekte ve foton tamamen yok olmaktadır. Fotonun enerjisini soğuran yörünge elektronu, kazandığı enerji ile bulunduğu yerden koparak serbest elektron durumuna geçmektedir. Genel bir kural olarak, ağır çekirdeklerde fotoelektrik olay, gama ışınlarının enerjisi yeterli seviyede ise, %80 olasılık dahilinde atomun K tabakasındaki elektronlarla gerçekleşmektedir (Shultis, 1996).

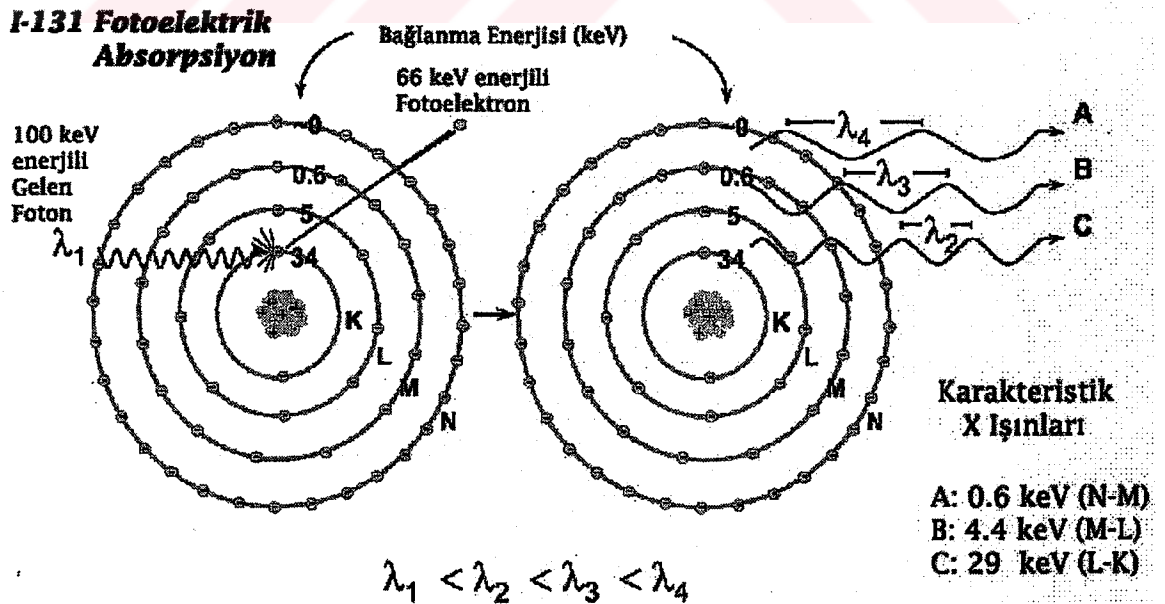
Elektronların bağlanma enerjisi, Z azaldıkça azalır. K tabakası bağlanma enerjileri, tüm elementler için farklı değerlere sahiptir. En hafif element hidrojen için bağlanma enerjisi değeri 13.6 eV iken, demir için 7.11 keV, kurşun için 88 keV ve uranyum için 116 keV'dir.

Elektronun yörüngeye bağlanma enerjisini E_b , foto-elektronun enerjisini E_e ile temsil edersek, foto-elektronun enerjisi:

$$E_e = h \nu - E_b \quad (2.5)$$

olarak ifade edebiliriz.

Birkaç yüz keV enerjiden daha fazla değerdeki gama ışını enerjilerinde, foto-elektron gelen foton enerjisinin büyük bir kısmını kinetik enerji olarak taşır. Foto-elektron, kinetik enerjisini iyonizasyon, ekzitasyon yada Bremsstrahlung ile kaybeder. Bu etkileşim atomun iyonize olmasını sağlar. Foto-elektronun yörüngede boşalan yeri, serbest elektronlardan birini kapmak suretiyle yada bir üst yörüngedeki bağlı elektronlardan birinin bir alt enerji seviyesine geçmesi ile doldurulur. Yörüngeler arası elektron geçişi nedeniyle, bir veya daha fazla karakteristik X-ışını üretilir (Hallenbeck, 1994). Fotoelektrik olay Şekil 2.4'de şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2.4 : Fotoelektrik Olay

(<http://thayer.dartmouth.edu/~bpogue/ENGG167/daybyday167.html>, 2005)

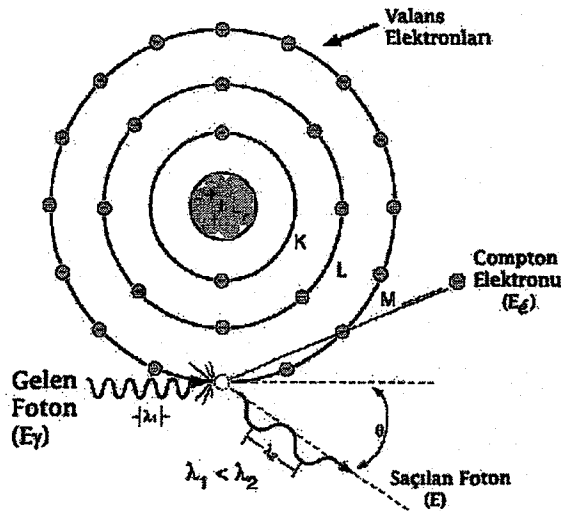
2.2.2. Compton Saçılması

Enerjisi, orbital elektronlarının bağlanma enerjilerinin epeyce aşan orta enerjili gama fotonların madde ile etkileşimleri, büyük bir olasılıkla çarpışma ile sonuçlanacaktır. Foton ve orbital elektronu arasında gerçekleşen çarpışma “Compton Saçılması” olarak nitelenmektedir. Özellikle ağır elementlerde görülen, enerji ve momentumun korunduğu bu saçılmada, foton; enerjisinin bir kısmını elektrona vermekte ve yönünü değiştirerek, daha düşük bir enerji ile yoluna devam etmektedir. Meydana gelen yüksek enerjili elektrona “Compton Elektronu” adı verilmektedir (Selman, 1990).

E_0 gelen fotonun enerjisi, E saçılan fotonun enerjisi, $m_e c^2$ elektronun durgun enerjisi ve θ saçılma açısı olmak üzere:

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)} \quad (2.6)$$

gelen ve saçılan fotonların enerjisi arasındaki bağıntı ile verilir (Dresner, 1965). Şekil 2-5'te Compton Saçılması şematik olarak görülmektedir. Compton elektronu malzeme içinde iyonizasyon meydana getirerek absorplanırken, enerjisi azalan gama fotonu başka bir Compton Saçılması yapabileceği gibi fotoelektrik olay yaparak da absorplanabilir.

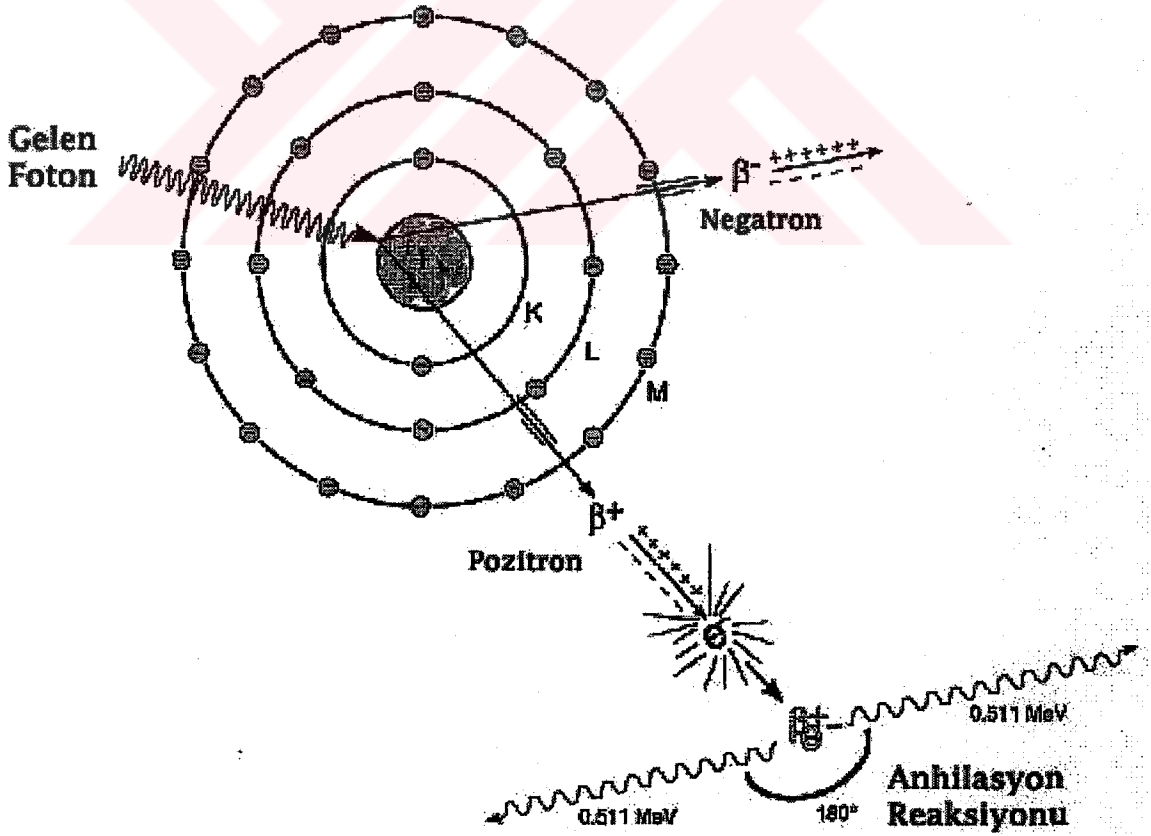


Şekil 2.5 : Compton Saçılması

(<http://thayer.dartmouth.edu/~bpogue/ENGG167/daybyday167.html>, 2005)

2.2.3 Çift Oluşumu

Enerjisi en az 1.02 MeV olan bir foton atom çekirdeğinin yakınından geçerken, çekirdeğin kuvvetli nükleer alanından etkilenerek etkileşime girebilir. Bu süreçte, foton yok olurken, elektriksel olarak zıt yüklü, kütsel olarak özdeş pozitron-negatron çifti oluşur. 1.02 MeV eşik enerjisinin üzerindeki foton enerjisi bu iki yüklü parçacık tarafından kinetik enerji olarak taşınır. Negatron, diğer negatif elektronlar gibi iyonlaşmaya ve atomun ekzitesyonuna neden olmaktadır. Pozitron ise yavaşladığında yani normal şartlar altında ortalama molekül hızına eriştiğinde, madde içerisindeki serbest elektronlardan biri ile birleşerek yok olur ve 0.51 MeV enerjili, birbirlerine zıt yönlü iki foton oluşmasına neden olur. Yüklü parçacıkların fotona dönüştüğü bu olaya “Anihilasyon (yokolma) Radyasyonu” denmektedir. “Çift Oluşumu”nun gerçekleşebilmesi için eşik enerjisi 1.02 MeV’dir. Bu enerji büyüklüğü, iki durgun elektronun kütsel enerji eşdeğeridir (Selman, 1990). Şekil 2-6’da çift oluşumu olayı şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2.6 : Çift Oluşumu Olayı

(<http://thayer.dartmouth.edu/~bpogue/ENGG167/daybyday167.html>, 2005)

2.2.4. Gama Işınlarnının Madde İçinde Zayıflatılması

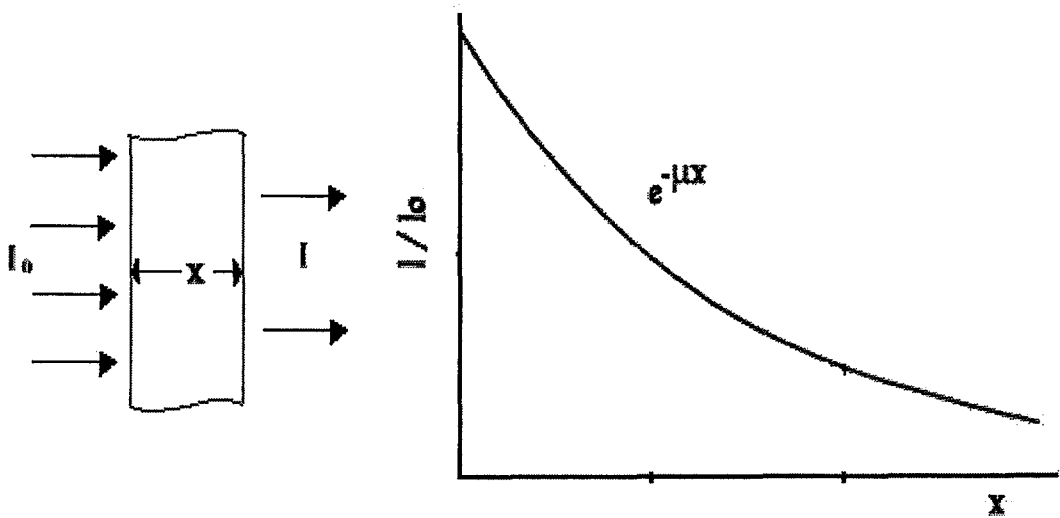
Gama ışınlarının madde ile yaptığı bütün bu etkileşim mekanizmaları, gama fotonunun enerjisinin bir kısmının transferine veya fotonun tamamen yok olmasına neden olmaktadır. Başka bir deyişle, gama ışınlarının madde ile etkileşimleri sonucu şiddetlerinin zayıflaması söz konusu olmaktadır (Evans, 1955).

Tek enerjili radyoizotop kaynak kullanılarak, dar demet geometrisine uygun bir transmisyon deney düzeneği Şekil 2-7’de verilmiştir. Kolime edilmiş gama ışınları, x kalınlığındaki malzemeyi kat ederek yine kolime edilmiş detektöre ulaşmaktadır. Malzemeyi kat eden gama ışınlarının şiddetinde, baskın olarak absorpsiyon veya demetten saçılma sonucu bir azalma görölmektedir (Hubbell, 1969). Malzemenin farklı kalınlıkları için gama ışınlarının şiddetinin arasında bir grafik çizilirse, gama ışınlarının şiddetinde Şekil 2.7’deki gibi eksponansiyel bir azalım olduğu görölmektedir (Knoll,1989).

Kaynaktan çıkan foton şiddetini I_0 , x kalınlığındaki malzemeyi kat edip detektöre ulaşan foton şiddetini I ile gösterirsek, foton şiddetinin azalması;

$$I = I_0 \exp(-\mu_L x) \quad (2.7)$$

şeklinde matematiksel olarak ifade edilebilir. Burada μ_L malzemeye ilişkin lineer zayıflatma katsayısını ifade etmektedir.



Şekil 2.7 : Gama Işınlarnının Malzeme İçinde Zayıflatılması
(<http://thayer.dartmouth.edu/~bpogue/ENGG167/daybyday167.html>, 2005)

Etkileşim mekanizmalarının her biri için, absorban malzemenin birim uzunluğunda oluşma olasılığını ifade eden lineer zayıflatma katsayısı olarak tanımlanmaktadır. Lineer zayıflatma katsayısı, malzemenin özelliklerine ve gelen fotonun enerjisine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle, genel ve yaygın kullanımda malzemenin yoğunluğunun da hesaplara katıldığı kütle zayıflatma katsayısı kullanılmaktadır. Kütle zayıflatma katsayısı (μ);

$$\mu = \frac{\mu_L}{\rho} \quad (2.8)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada ρ malzemenin yoğunluğudur. Verilen gama enerjileri için kütle zayıflatma katsayısı absorban malzemenin fiziksel durumları için farklılık göstermemektedir. Örneğin, suyun buhar ve sıvı formları için kütle zayıflatma katsayıları aynı değerdedir (Knoll, 1989).

Dar demet geometrisinden daha karmaşık durumlarda da, gama ışınlarının şiddetlerinin zayıflaması temel olarak eksponansiyel formdadır. Fakat iki ek faktörle modifiye edilmesi gerekmektedir (Hubbell, 1969).

İlk faktör, “geometri faktörü” olarak da adlandırılan, kaynak geometrisinden kaynaklanan düzeltme faktörüdür. “Çoğaltma (build up) faktörü” adı verilen diğer faktörün ise, farklı malzemeler ve enerjiler için tayin edilmesi gama transport teorisi çalışmalarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Çoğaltma (build up) faktörü, malzeme içinde temel olarak Compton saçılması sonucu meydana gelebilecek ikincil elektronların çevresel saçılmalarla detektöre ulaşmasını temsil eder. Çoğaltma (build up) faktörü göz önüne alındığında Denklem 2.7’yi:

$$I = B(x, \mu) I_0 \exp(-\mu \rho x) \quad (2.9)$$

şeklinde yazabiliriz (Földiák, 1986).

2.3. Gama Radyoizotop Kaynakları

Gelişen teknoloji ile radyoizotopların yapay olarak elde edilmelerinin kolaylaşması sonucunda gama radyoizotop kaynakları da rahatlıkla üretilebilmiştir. Böylelikle de amaca uygun olarak; eğitim, tıp, araştırma, endüstriyel ve ticari amaçlar için

kullanılan yaygın gama kaynakları mevcuttur. Bu bağlamda, çok sayıda radyoizotop kaynak kullanıma hazır halde bulunabilmektedir (Charlton, 1986).

Elementlerin büyük çoğunluğu doğal olarak kararlı halde bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, yüksek atom numaralı ve kararsız elementler de periyodik cetvelde yer almaktadır. Polonyum, radyum, uranyum gibi kararsız elementler rasgele radyoaktif bozunumlara uğramaktadırlar. Bu çekirdeklerin bir kısmı α , β gibi elektrik yüklü parçacık yayınlamaya uğramaktadırlar. Bu yüklü parçacık bozunmalarına çoğu kez gama fotonu eşlik etmektedir. Bozunma sonucu oluşan ürün çekirdek genellikle radyoaktiftir ve muhtemelen parçacık bozunumu yaparak temel enerji seviyesine iner. Bir başka deyişle, radyoaktif çekirdek bir dizi bozunma sonucu kararlı hale gelmektedir. Bu tür radyoizotoplar “doğal radyoizotop kaynaklar” olarak bilinmektedir.

Bunun yanı sıra bilinen pek çok elementin 800’den fazla yapay olarak izotopı üretilerek “yapay radyoizotop kaynaklar” elde edilmektedir. Kararlı elementlerin yüklü parçacıklarla siklotronlarda bombardımanı, nükleer reaktörlerde nötron yakalanması veya fisyon sonucu açığa çıkan elementlerden yapay radyoizotop kaynak üretimi sağlanmaktadır (Shultis ve Faw, 1996).

Hemen hemen her endüstri alanında kullanılan radyoizotop kaynakları, kullanım alanlarına göre şu şekilde sınıflandırabiliriz (Foster ve Wright, 1977):

1. Radyoizotop kaynak kullanarak hedef malzeme ısıtılarak fiziksel özelliklerinin değişmesi sağlanmaktadır. Ahşap-plastik ürünlerin üretimi, kanser hücrelerinin yok edilmesi bu kullanım alanına girmektedir.
2. Normal malzeme içine az miktarda radyoizotop enjekte edilerek radyoaktif izleme teknikleri ile malzemeden bilgi alınabilmektedir. Su akışının izlenmesi, su havzalarının lokasyonu gibi uygulamalar için bu metot tercih edilmektedir.
3. Kalınlık, yoğunluk, nem gibi standart haline gelmiş ölçümler ile radyografik çekimler için radyoizotop kaynakları kullanılmaktadır.
4. Makine elemanlarının aşınma tayininde radyo izotop kaynaklar kullanılmaktadır.
5. Isıtma ve aydınlatma için de kullanımı mümkündür.

Bazı spesifik radyonüklidler, gama kaynağı olarak enerji kalibrasyonlarında kullanılabilecek kadar özgün belirli enerjilere sahiptirler. Uyarılmış çekirdekler belirli enerji düzeylerindedir. Enerji durumları arasındaki geçişlerden yayınlanan gama fotonları da oldukça spesifikdir. Yaygın olarak kullanılan gama kaynakları temel olarak β bozunumu yapan ve azami 2.8 MeV enerjiye sahip radyoizotop kaynaklardır.

Genellikle düşük aktiviteli radyoizotoplardan hazırlanan kaynaklar, plastik disk yada çubuk şeklindedir. Halka ve nokta kaynak şeklinde üretilen radyoizotop kaynaklar da bulunmaktadır. Tüm radyoizotop kaynaklar bozunma sonucu yayımlanan gama ışınlarından korunmak amacıyla zırhlanmışlardır. Bununla birlikte, zırh içinde anihilasyon radyasyonu ve Bremsstrahlung kimi zaman oluşabilmektedir. Yine de, çoğu radyoizotop kaynağın radyasyon zararı oldukça düşüktür.

Radyoizotop kaynaklar, kaynağın yapısına göre gama ışınlarını engellemeyecek oldukça ince bir zırh içinde bulunurlar. Kaynağın aktivitesine göre çevresel radyasyon açısından daha kalın absorban malzemelerle zırhlanmaları gerekebilir (Knoll, 1989).

Gama radyasyon kaynakları, kullanım amacına göre farklı şekillerde tasarlanmakta ve farklı aktivitelere üretilmektedirler. 100 TBq'e kadar hazırlanabilen kaynaklar genelde ışınlama işlemlerinde kullanılmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan gama kaynağı radyoizotoplar Tablo 2.1'de verilmiştir (Földiák, 1986).

Tablo 2.1: Endüstriyel Uygulamalarda Yaygın Olarak Kullanılan İzotoplar (Földiák, 1986)

Radyoizotop	Yarı Ömrü	Enerjisi (MeV)
Na-22	15,05 saat	$\gamma_1:1,369$ $\gamma_2: 2,754$
Co-60	71,3 gün	$\gamma_1:0,81$ $\gamma_2: 0,87$
I-125	60,2 gün	$\gamma_1:0,035$
Cs-137	30 yıl	$\gamma_1:0,662$
Tm-170	134 gün	$\gamma_1:0,084$
Ir-192	74,2 gün	$\gamma_1: 0,30$ $\gamma_2: 0,32$ $\gamma_3: 0,47$ $\gamma_4: 0,61$
Am-241	458 yıl	$\gamma_1: 0,067$ $\gamma_2: 0,070$ $\gamma_3:0,304$

2.4. Gama Teknikleri

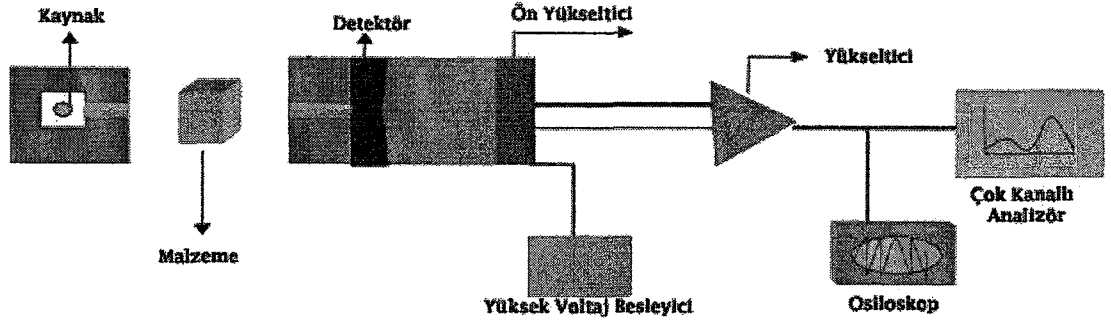
Endüstride, gama radyoizotop kaynakları kullanılarak uygulanan ve rutin hale gelmiş, malzemeden bilgi almaya yönelik teknikler “Gama Teknikleri” olarak nitelenmektedir (Lilley, 2001). Malzemeye ait pek çok fiziksel parametre, malzeme akışı ve ürün özellikleri, gama teknikleri kullanılarak ve uygun konfigürasyonları seçilerek belirlenebilmektedir. Gama teknikleri, izleme ve ölçümleme olarak iki temel bölüme ayrılabilir (Földiák, 1986).

1940’lı yıllarda George de Hevesy tarafından dünyaya tanıtılan ve Nobel ödülü almasına neden olan radyoaktif izleme tekniğinde, az miktardaki radyoaktif madde incelenen radyoaktif olmayan materyal içine karıştırılmakta ve radyoaktif maddenin, incelenen malzeme içindeki durumu detektörlerle takip edilerek malzemeden bilgi alınabilmektedir. Bu teknik, akışkanlarda ve özellikle tıbbi araştırma ve teşhislerde sıklıkla kullanılan rutinleşmiş bir gama tekniğidir.

Radyoaktif kaynak ve detektörün çeşitli geometri kombinasyonları kullanılarak yapılan ölçümler, malzemeden bilgi almamızı sağlayan nükleer tekniklerin geliştirilmesini sağlamıştır. Gama ışınlarının malzeme ile etkileşimleri göz önüne alınarak geliştirilen teknikler rutin olarak endüstriyel alanda yerini almış bulunmaktadır. Malzemenin kalınlık, yoğunluk, seviye gibi büyüklüklerinin ölçümleri yapılabildiği gibi, radyografisi çekilerek de malzeme hakkında bilgi alınabilmektedir.

Gama Geçirgenlik (Transmisyon) Tekniği, yüksek enerjili gama fotonları yayınlayan radyoizotop kaynak kullanılarak uygulanan, malzemenin kalınlık, yoğunluk ölçümlerinin yapılabildiği, akışkan malzemelerin seviye ve yoğunluk ölçümlerinin yapılabildiği gama tekniklerinin başında gelmektedir.

Gama kaynağı ve detektörün, malzemenin her iki yanına tam karşılıklı olacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Böylelikle, gama ışınlarının şiddetlerindeki değişiklik ölçümlenebilmektedir. Radyasyonla ölçüm teknikleri içinde yer alan “Gama Geçirgenlik” tekniğinin uygulanmasına ilişkin şematik bir şekil Şekil 2-8’de verilmektedir.



**Şekil 2.8 : Gama Geçirgenlik Tekniğinin Uygulanma Prensibi
(Appoloni ve Pottker, 2004)**

Gama geçirgenlik tekniği kadar yaygın kullanılmamakla birlikte, kullanılan bir başka gama tekniği de “Gama Geri Saçılma” tekniğidir. Bazı hallerde ölçümü yapılmak istenen malzemeye iki taraftan yaklaşmak mümkün olmayabilir. Bu durumda, kaynak ve detektör malzemenin her iki yanına yerleştirilemez. Kimi zaman da malzeme yekpare değildir. Geri saçılma tekniğinde, kaynak ve detektör, ölçümü yapılacak malzemenin aynı tarafında yer almaktadır. Malzemedan geri saçılan radyasyon ölçülünerek, malzemedan bilgi alınmaya çalışılır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, kaynaktan detektöre doğrudan gelebilecek radyasyonun engellenmesidir. Uygun bir zırhlama ile bu engellenebilir ve sadece malzemedan bilgi alınması sağlanabilir. Kaplama malzemesine ait bilgi almak için de geri saçılma tekniğinden yararlanılabilir.

Radyografi, gama radyoizotop kaynak kullanılarak malzemenin iç yapısına ait ayrıntılı bilgi edinmeyi sağlayan, rutinleşmiş bir tekniktir. Kaynaktan gelen radyasyon malzemeyi kat ederek fotoğraf filmine düşürülür. Malzemenin röntgenini çekmek olarak da tabir edilen radyografide, malzeme içindeki üretim hataları, cüruf ve boşluklar kolaylıkla tayin edilebilmektedir.

Bölüm 2.5’te tanımı ve uygulama alanları geniş olarak verilecek Gama Absorpsiyon Tekniği de, endüstriyel alanda kullanılmak üzere geliştirilmiş bir gama tekniğidir. Farklı amaçlarla kullanımı söz konusudur. Gösterdiği gelişimle günümüzde ayrı bir nükleer teknik olarak değerlendirilen radyografi, temel olarak Gama Absorpsiyon Tekniğinin bir uygulamasıdır.

2.5. Gama Absorpsiyon Tekniğinin Tanıtımı ve Uygulamaları

Gama ışınlarının madde ile etkileşimleri sonucu soğurulması temeline dayanan Gama Absorpsiyon Tekniği, tesis ve proses araştırmalarında kullanılan bir nükleer tekniktir(Charlton, 1986).

Gama ışınlarının malzeme ile etkileşmesinde gama ışınlarının enerjisi, malzemenin yapısı ve malzeme kalınlığı önemli etkenlerdir. Etkileşme mekanizmalarına etki eden bu üç faktörden ikisi malzeme ile doğrudan ilişkilidir. Kullanılan gama kaynağının enerjisine karşın malzemenin sabit bir kütle zayıflatma katsayısı değeri vardır. Denklem 2.7’de ifade edildiği gibi, gama ışınlarının şiddetinin zayıflaması malzemenin birim alanı için eksponansiyel bir azalım göstermektedir. Bu azalım, gama absorpsiyon tekniği ile malzemedan bilgi alınmasının temel prensibidir. Denklemde eksponansiyel ifadede yer alan malzemeye ilişkin zayıflatma katsayısı ve kalınlık gibi büyüklüklerden hareketle malzeme hakkında bilgi alınması mümkün olabilmektedir.

Gama Absorpsiyon Tekniği ile analiz çalışmalarında Denklem 2.7, radyasyonun soğurulmasının önemli bir ölçütü durumundadır. Bu denklemin verimli bir şekilde geçerli olabilmesi için; tek enerjili, iyi kolime edilmiş bir radyoizotop kaynak kullanılması ve absorban malzemenin çok kalın olmaması gerekmektedir (Földiák, 1986).

Gama Absorpsiyon Tekniği ile araştırması yapılacak farklı malzemeler için deney düzeneklerinde kullanılacak deney ekipmanları da değişiklik gösterebilmektedir. Burada öne çıkan radyasyon kaynağı ve detektördür.

Uygulamalarda radyoizotop kaynak kullanılmasının en önemli avantajı, taşınabilir elektronik ekipmanların kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Küçük boyutlu ve hafif olan, ayrıca sıcaklık, hava gibi çevresel olaylardan etkilenmeyen, elektronik gürültüsü mümkün olduğunca az olan, detektöre uyumlu sistemlerin kullanılması tekniğin uygulanması açısından önemlidir.

Endüstriyel alanda kullanımda ortaya çıkan en önemli husus, kullanılan radyoizotop kaynağın enerjisinin incelenecek malzemeye uygun olarak seçilmiş olmasıdır. Bir başka deyişle, malzemenin özelliğine göre kaynak seçimi büyük önem

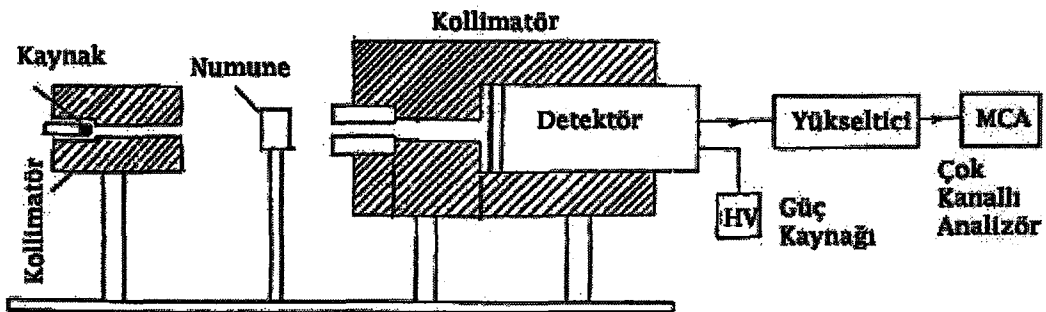
taşımaktadır. Kaynak seçimi, malzemenin incelenen özellikleri hakkında doğru bilgi alınması açısından büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde pek çok gama radyoizotop kaynağı ticari olarak elde etmek mümkündür. Kaynağın enerjisi, yarı ömrü, bulunabilirliği ve fiyatı tekniğin uygulanması açısından önemli parametrelerdir. Bu özelliklerden yola çıkılarak gama absorpsiyon tekniğinde yaygın olarak kullanılan başlıca kaynaklar Co-60, Am-241, Ir-192, Cs-137 ve Ba-133 olarak sayılabilir.

Kullanılacak radyoizotop kaynakların uygun şekilde ve nükleer güvenlik açısından zırhlanmış olması önem taşımaktadır. Yapılan zırhlama, çevresel saçılmaları önlediği gibi kaynak için aynı zamanda kolimatör görevi de görmektedir. Zırh elemanı olarak çoğunlukla ağır metallerden biri olan kurşun kullanılmaktadır.

Gama Absorpsiyon Tekniğinde öne çıkan diğer bir önemli ekipman detektördür. Farklı tipte detektörler kullanılması mümkündür. Kısa süreli araştırmalar için NaI(Tl) sintilasyon detektörleri kullanışlı ve güvenlidir. Sayım verimliliği ve hızlı sonuç vermesi de tercih sebebidir. Uzun süreli ve rutin çalışmalarda Geiger-Müller detektörleri de kullanılabilir. NaI(Tl) sintilasyon detektörleri gibi Saf Ge veya Ge-Li gibi katı hal detektörleri de analiz amaçlı olarak Gama Absorpsiyon Tekniği uygulamalarında kullanılabilir.

Detektörün zırhlanması ve kolimasyonu da uygulamalarda kullanışlı olmalıdır. Zırhlanmış ve kolime edilmiş bir detektörün, çevreden saçılan radyasyonu ölçümlemediği kabulü yapılarak, Denklem 2.9'da yer alan çoğaltma (build up) faktörü 1 olarak alınmaktadır. Kolime edilmiş kaynak ve detektörle Gama Absorpsiyon Tekniğinin uygulaması Şekil 2.9'da şematik olarak verilmektedir.

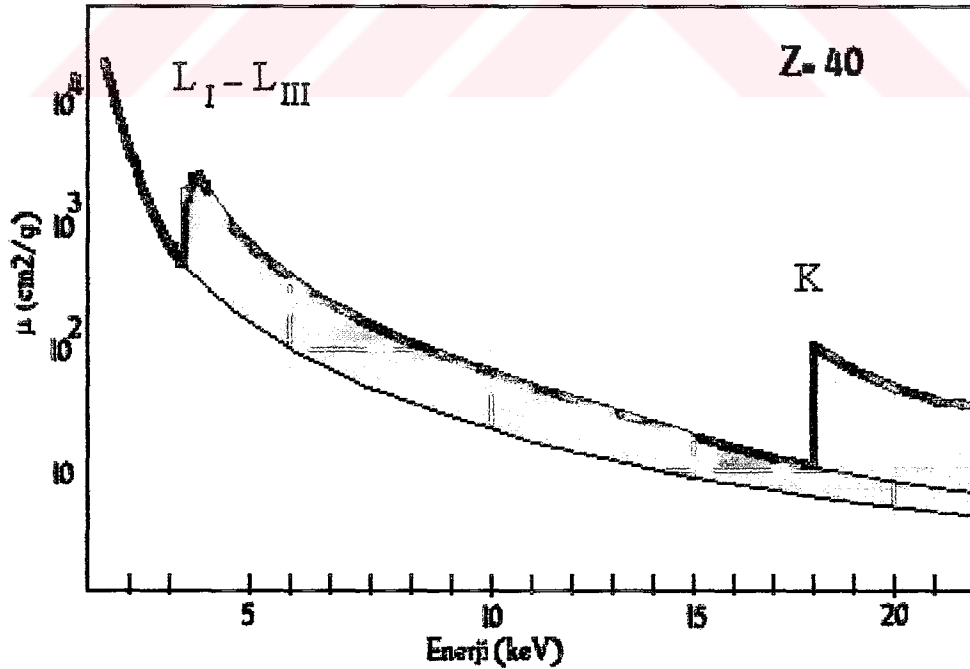


Şekil 2.9 : Kolime Edilmiş Kaynak ve Detektörle Gama Absorpsiyon Tekniğinin Uygulanması (Singh ve diğ., 2002)

Gama Absorpsiyon Tekniği ile yapılan benzer ölçümlerler ile malzemenin farklı özelliklerinin değlerlendirilmesi yapılabilmektedir. Bu nedenle Gama Absorpsiyon Tekniğinin uygulama alanı oldukça geniştir. Gama Absorpsiyon Tekniğinin analiz amaçlı uygulaması ise bu Doktora Tez Çalışmasının ana konusudur.

Bazı elementlerin belirli gama enerjileri değlerlerine ait absorplanma özellikleri farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıklardan yola çıkılarak Gama Absorpsiyon Tekniği ile analiz yöntemi geliştirilmiş ve “belirli elementler” için başarı ile uygulanmaktadır. Gama Absorpsiyon Tekniği ile analizde öne çıkan malzeme özelliği Denklem 2.8’de tanımlı yapılan “Kütle zayıflatma Katsayısı”dır.

Kütle zayıflatma katsayısı ile gama enerjileri arasında bir grafik çizilirse, belirli gama enerjileri için keskin süreksizliklerin gözlemlendiği bir eğri elde edilmektedir. “Kritik Absorpsiyon Limiti” (Critical Absorption Limits) veya “Absorpsiyon Süreksizliği” (Absorption Edges)(Absorption Discontinuitiues) olarak tanımlanan bu süreksizlik, absorban atomun K, L vb. elektron kabuklarının bağlanma enerjilerine karşılık gelmektedir (Alvarez,1938). Şekil 2.10’da Zirkonyumun absorpsiyon süreksizlikleri görülmektedir.



Şekil 2.10 : Zirkonyumun Elektromanyetik Radyasyonlar İçin Kütle Zayıflatma Katsayısının Enerjiye Bağlı Olarak Değişimi
(<http://www.acreo.se/upload/Publications/Tutorials/X-RAY2.gif>, 2005)

Gama ışınlarının madde ile etkileşiminde, belirli gama enerjileri için, gama ışınlarının soğurulmasının ani değişimlerini sağlayan bu “Absorpsiyon Süreksizlikleri”, her element için belirleyici bir karakteristik özellik durumundadır. Maddenin “Absorpsiyon Süreksizlikleri”ne denk gelen enerji değerine sahip gama ışınları, madde tarafından daha yüksek oranda soğurulmaktadırlar (Knoll, 1989, Radcliffe ve diğ., 1980).

Düşük foton enerjilerinden görülen “Absorpsiyon Süreksizliği”, gama ışınlarının madde ile etkileşimlerinden fotoelektrik olay için baskın bir olaydır. Süreksizliğin görülebilmesi için, gelen gama fotonunun enerjisinin atoma ait elektron tabakalarının bağlanma enerjileri ile aynı enerji mertebesinde olması gerekir. Bir başka deyişle, gama fotonunun enerjisi, atomun tabaka elektronlarından birini koparacak seviyede olmalıdır (Friedlander ve Kennedy, 1957).

Fotoelektrik olayın gerçekleşme olasılığına fotoelektrik tesir kesiti (τ) veya fotoelektrik katsayısı denmektedir. Bu katsayı, absorban malzemenin atom numarası ve E_γ gelen foton enerjisi olmak üzere yaklaşık şu bağıntı ile verilir :

$$\tau \approx NZ^5 E_\gamma^{-3.5} \quad (2.10)$$

olarak verilmektedir (Tsoulfanidis, 1983). Burada;

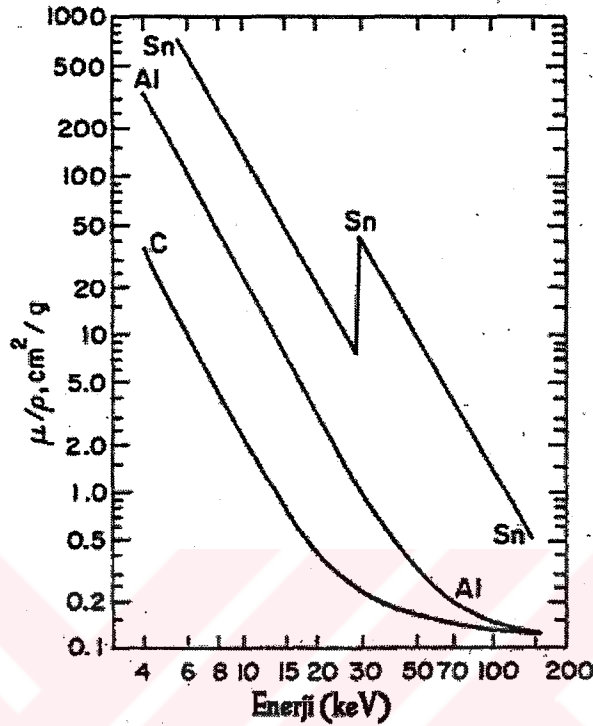
τ : fotonun yol aldığı birim mesafe başına fotoelektrik olay olma olasılığı

Z : absorban maddenin atom numarası

N : fotonun yol aldığı absorban maddenin birim hacmindeki atom sayısı

Absorban malzemenin K bağlanma enerjisinin biraz üstündeki enerji değerlerine sahip foton enerjilerindeki fotoelektrik soğurulma, öncelikle hızlı bir şekilde yaklaşık $E_\gamma^{-7/2}$ oranında, sonra yavaşlayarak yaklaşık E_γ^{-1} oranında artan bir enerji ile düşmektedir (Friedlander ve Kennedy, 1957). Bu ise yaklaşık olarak Z^5 ile orantılıdır. Bu nedenle elementin K bağlanma enerjisine yakın foton enerjilerine sahip fotonlar, o element tarafından kuvvetli bir şekilde soğurulmaktadırlar. Fotoelektrik olayın gerçekleşmesi için, gama fotonunun enerjisi, atomdan koparılacak elektronun bağlanma enerjisinden büyük yada en az eşit olmalıdır. Baskın olarak elementin K bağlanma enerji değerlerinde görülen “Absorpsiyon Süreksizliği”, bazı ağır elementlerin L , M tabakaları için de gözlemlenebilmektedir.

Malzemelerin kütle zayıflatma katsayıları takip edilerek, absorpsiyon süreksizliklerine ilişkin bilgi edinilebilir. Bazı elementlerin enerjiye bağlı kütle zayıflatma katsayısı değişimleri Şekil 2.11’de verilmiştir.



Şekil 2.11 : Bazı Elementlerin Elektromanyetik Radyasyonlar İçin Kütle Zayıflatma Katsayılarının Enerjiye Bağlı Olarak Değişimi

Bir elementin absorpsiyon süreksizliğinin görüldüğü enerji değerlerine yakın enerjili radyoizotop kaynak kullanılarak, gama radyasyonuna maruz bırakılan malzemelerin Gama Absorpsiyon Tekniği prensibi ile alınan radyasyon ölçümleri önemli farklılıklar gösterecektir. Bilinen miktarlarda element içeren malzemeler kullanılarak çıkarılan kalibrasyon eğrilerinden hareketle, sadece gama ışını şiddeti ölçülünerek, malzemedeki söz konusu elementin miktarı tayin edilebilir. Bu uygulama Gama Absorpsiyon Tekniği ile analiz yönteminin fiziksel temelini oluşturmaktadır (Kurtoğlu, 1999; Radcliffe ve diğ., 1980).

Gama Absorpsiyon Tekniği ile analiz uygulamaları, absorpsiyon süreksizliğinin baskın olarak görüldüğü yüksek atom numaralı elementlerin analizi için daha başarılı sonuçlar vermektedir.

3. KIYMETLİ METALLER

Metaller, metalik parlaklığa sahip olup, kolay şekil alabilmektedirler (Lakhtin, 1968). Esas itibariyle, kolaylıkla elektron vererek bağ yapan, ısıyı ve elektriği iyi ileten, dövülebilir elementler “metal” olarak nitelenmektedir (Hodgman ve diğ., 1962). Metaller, grup olarak demir, alüminyum, bakır, kurşun gibi elementlerin yanı sıra kıymetli olan gümüş, platin, altın, nadir bulunan prometyum, terbiyum, iterbiyum, radyoaktif olan uranyum ve plütonyuma kadar pek çok metal içermektedir. Elementlerin periyodik cetvelinde B alt grubunda bulunan tüm elementler metal olarak bilinirler. Bir başka deyişle, kimyasal elementlerin yaklaşık dörtte üçü metal olarak nitelenmektedir. Tablo 3.1’de elementlerin periyodik cetveli görülmektedir (<http://www.radiochemistry.org/periodictable/downloads.html>, 2005).

Metaller kendilerine has fiziksel özellikleri ile bilinirler. Isıyı ve elektriği iyi iletirler. Saydam değildirler ve parlaktırlar. Dayanıklı ve sünekler. Genellikle yüksek yoğunlukludurlar. Metal yapısı billurlu olup, kafes yapıları genellikle yüzey merkezli kübik, hekzagonal ve hacim merkezli kübiktir (Safoglu, 1972). Metaller, oksijenle reaksiyona girerek temel oksitleri oluşturmaktadırlar. Metaller bileşik yaparken, değerlik tabakasından elektron vererek pozitif yüklü iyonları oluştururlar. Metallerin çoğu cevherlerde bileşik halindedirler. Buna karşın, bakır, altın, platin ve gümüş gibi bazı metaller doğada çoğunlukla serbest halde bulunmaktadırlar (<http://www.ucc.ie>, 2005).

Kronolojik olarak bakıldığında, ilk çağlardan itibaren doğada saf olarak bulunan altın, gümüş, bakır, cıva gibi metallerin kullanımının en eski olduğu söylenebilir. Ateşin bulunması ile metallerin işlenmesi ve doğada bulunan metal oksitlerinin metale indirgenebilmesinin Tunç Devrini başlattığı ifade edilmektedir. 19. yüzyıl başlarında bilim adamlarının yaptığı elektroliz deneylerinde magnezyum ve alüminyumun eritilmesi sağlanabilmiştir. Alüminyum, demir, kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum yeryüzünde en çok bulunan metaller olarak sayılabilir.

Tablo 3.1: Elementlerin Periyodik Cetveli (<http://www.radiochemistry.org/periodictable/downloads.html>, 2005)

Grup	1-A	2-A		3-B	4-B	5-B	6-B	7-B	8-B	8-B	8-B	1-B	2-B	3-A	4-A	5-A	6-A	7-A	8A
Periyot																			
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
*Lantanidler	*			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
**Aktinidler	**			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

3.1 Kıymetli Metaller ve Özellikleri

Periyodik cetvelin 5 ve 6. periyodunda yer alan, gümüş, platin, altın, paladyum, iridyum, rodyum, rutenyum ve osmiyum en geniş haliyle “kıymetli metaller” olarak adlandırılmaktadır. Bununla beraber gümüş, platin ve altın kıymetli metaller arasında ön plana çıkmaktadırlar. Özellikle altın ve gümüş insanoğlu tarafından binlerce yıldır değerli maden olarak görülmüş ve kullanılmışlardır. İlk toplumlarda altının sarı rengi, güneş ile ilişkilendirilmiştir. Mısırlılar, altını güneş tanrısı Ra’nın sembolü olarak görmüşlerdir.

Güneşin ateş rengi ışıkları ile özdeşleşen altın gibi, gümüşün parlak beyaz rengi de ay ile özdeşleştirilmiştir. Gümüşün Latince adı “luna” (ay) zamanla değişerek **argentum** halini almıştır ki bu da beyaz ve parılayan anlamına gelmektedir. Çağlar boyunca olağanüstü değerli eşyalar, sanatkarlar ve zanaatkarlar tarafından bu metallerin doğal güzelliği kullanılarak yapılmıştır (Grimwade, 1985).

Platinin keşfi çok daha yakın zamanlara rastlamaktadır. Güney Amerika’da yaşayan ilk Kolombiya Kızılderilileri tarafından süs eşyası yapımında kullanıldığı bilinse de 18. yüzyıl ortalarına kadar gerçek değeri anlaşılamamıştır (<http://www.emporia.edu/earthsci/amber/go340/gold.htm>, 2005).

Bu metallerin **kıymetli metal** olarak adlandırılmasının en büyük nedeni olarak, çevresel etkilere karşı gösterdikleri olağanüstü direnç gösterilmektedir. Diğer adı metaller; oksitler, sülfürler ve diğer minerallerle kolaylıkla birleşirken, kıymetli metaller doğada birleşik yapmamış halde, maden damarlarındaki kayalarda yada nehir ve dere yataklarının çökeltilerinde ve taşınan alüvyonlu kumlarda bulunmaktadır. Bu özelliklerinden ötürü, kıymetli metaller “ asal metaller” olarak da adlandırılmaktadırlar (Grimwade, 1985).

Altın ve gümüş, platinin aksine tüm dünyada yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Böylece pek çok farklı uygarlık, doğal olarak bu madenleri keşfedebilmişlerdir. Altın ve gümüşü çıkarmak nispeten kolaydır. İlk metal çalışanlarının fark ettiği önemli bir özellik de, altın ve gümüşün işlemeye, şekil vermeye yatkın olmalarının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak kullanılabilecek estetik güzelliklere de sahip olmalarıydı.

Tarihte, altın ile az miktarda gümüş içeren ve nadir olarak bulunan maden yatakları büyük değerler kazanmış, zenginliğin sembolü haline gelmiştir. Ne yazık ki bu maden yatakları 19. yüzyılda Kanada, Amerika ve Avustralya'da yaşanan Büyük Altın Hücumu sırasında önemli ölçüde tüketilmiştir (http://www.gold.org/discover/knowledge/aboutgold/gold_prod/index.html, 2005).

Kıymetli metallerin madenciliği geniş ticari ve yaygın girişimlerin konusu olmuştur. Modern uygarlıklar için kıymetli metaller paha biçilmez değerdedir. Kuyumculuğun temel metalleri olmalarının yanı sıra, para piyasaları için de katalizör görevi gören metaller durumundadırlar (**Metals Handbook Committee, 1961**). Kıymetli metaller, metrik sistem kullanılan yerlerde kilogram, diğer ülkelerde ise troy-ons cinsinden alınmakta ve satılmaktadırlar. 1 kilogram 32,15 troy-ons'a eşdeğer olarak ifade edilmektedir.

3.2 Gümüş

Gümüş, ucuz ve çok miktarda bulunan kıymetli metaldir. İlk çağlardan bu yana alım-satım aracı olarak kullanılmış, dekoratif sanatlar, kuyumculuk gibi alanlara ilham kaynağı olmuştur.

3.2.1 Gümüşün Özellikleri

Periyodik cetvelde 1-B grubunda yer alan 47 atom numaralı gümüşün sembolü Ag olup, en beyaz ve en parlak metaldir. Dövülebilir, genleşebilir, yumuşak haddelenebilir ve kıymetli metaller sınıfındandır. Doğal halde saf olarak, sülfür ve klor ile bileşik halinde bulunmaktadır. Gümüş soy gazlar ile tepkimeye giren en reaktif metaldir. Nitrik asit ve sülfürik asit içinde çözünür. En yaygın oksidasyon hali +1 değerlikli olanıdır. En önemli bileşikler arjantit (Ag_2S) ve gümüş klorür (AgCl)'dir. Tablo 3.2'de gümüşün fiziksel, mekanik ve ısı özellikleri verilmiştir (**Bever,1986**).

Saf gümüşün açık hava ile teması kararmasına yol açmaktadır. Nitekim, yüzeyde sarımsı-kahverengi lekeler oluşmaya başlayıp ve tüm yüzeyi kaplayan bir film tabakası haline gelmektedir. Bu aşamada oluşan tabaka hayli kalındır ve çıkarılması,

bir başka deyişle metalin orijinal parlaklığına kavuşması için oldukça çaba gerektirmektedir. Sülfür dioksit gazı bu tabakanın oluşmasına yol açan esas reaktif durumundadır. Dolayısıyla, çevresel kirliliğin atmosferde yarattığı SO₂ gazı gümüş ile tepkimeye girerek kararmasına yol açmaktadır. Güneşin ısı etkisi de kararmanın hızlanmasını sağlamaktadır. Gümüşün kararmasını engellemek günlük temizliğin yanı sıra, kimi zaman kimyasal veya mekanik temizlik de gerektirebilir.

Tablo 3.2: Gümüşün Özellikleri (Metals Handbook Committee, 1990)

Genel Özellikleri		
Simgesi	: Ag	
Atom Numarası	: 47	
Atom Ağırlığı	: 107,87	amu
Kristal Yapısı	: fcc	
Atomik Yarıçapı	: 0,1443	nm
Elektron Dizilişi	: 4d ⁹ 5s ²	
Yoğunluğu (20 °C)	: 10,49	g/cm ³
Isıl Özellikleri		
Özgül Isısı (25 °C)	: 234	J kg ⁻¹
Ergime Noktası	: 961,9	°C
Kaynama Noktası	: 2210	°C
Isıl İletkenlik	: 425	W m ⁻¹ K ⁻¹
Lineer Isıl Genleşme Katsayısı (20 °C)	: 19,68	µm m ⁻¹ K ⁻¹
Mekanik Özellikleri		
Gerilme Direnci	: 375	Nmm ⁻²
Sertlik	: 100	HV
Young Modülü (elastiklik) (20 °C)	: 74	GPa
Elektrik Özellikleri		
Elektriksel İletkenlik (20 °C)	: %98,1	IACS
Elektriksel Direnç (0 °C)	: 1,59	µΩcm
Fabrikasyon Karakteristikleri		
Yeniden Kristalleşme Sıcaklığı	: 20 ila 200 °C (Saflığa göre değişim gösterir.)	

3.2.2 Gümüş Madenciliği ve Üretimi

Gümüş pek çok uygarlık tarafından değerli metal olarak kabul edilmiştir. Mısırlılar, Çinliler ve Persler gümüşü MÖ 2500 yıllarında kullanmışlardır. Roma İmparatorluğu döneminde gümüş, para için asıl maden olarak kullanılmaya başlamış ve gümüş paranın kıtlığı imparatorluğun çöküşünde önemli rol oynamıştır (<http://www.silverinstitute.org/facts/history.php>, 2005).

Sonraları Orta Avrupa’da zengin gümüş yataklarının keşfedilmesini takiben, gümüşün ekonomik alandaki önemi artmıştır. “Yeni Dünya” Amerika kıtasının maden yataklarından gelen gümüş, dünya dengelerini değiştirmiştir. 1850’lerde Amerika’daki keşifler sonucu bulunan yeni gümüş yatakları, Batı Amerika’yı dünya gümüş üretiminde bir numaraya taşımıştır. İlerleyen zaman sürecinde Kanada ve Meksika da dünya gümüş üretiminde başlıca söz sahibi ülkeler arasına girmeyi başarmışlardır (Grimwade,1985).

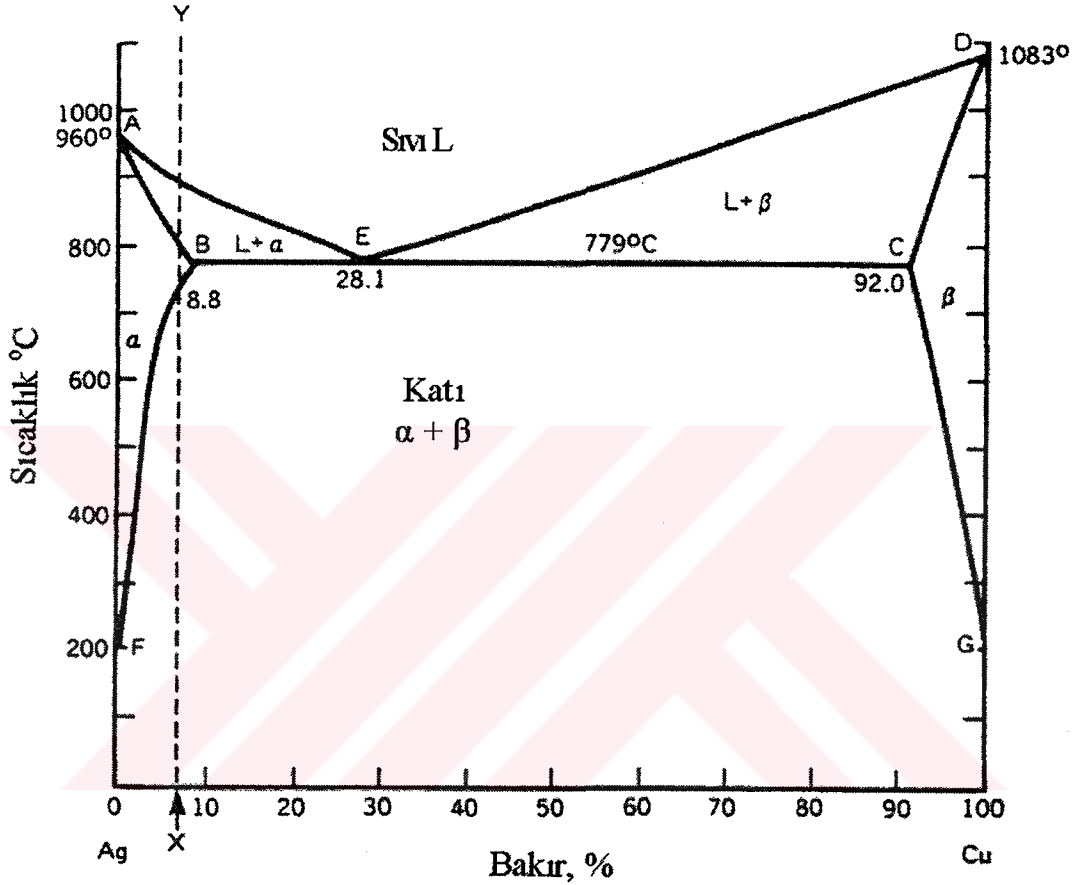
Günümüzde Kuzey Amerika dünya gümüş rezervinin yarısına ve dünya gümüş kaynaklarının % 30’una sahiptir. Rusya’da % 30’a yakın gümüş rezervi ile dünya sıralamasında yerini almaktadır. Hindistan % 60 ile dünya gümüş üretiminin birincil kaynağı durumundadır. Peru ve Bolivya da diğer önemli gümüş üreticisi ülkeler arasında sayılmaktadır (Bever,1986).

Cevher olarak gümüş zor bulunur ve özel bir jeokimyasal işlem gerektirir. Gümüş çeşitli püskürük kayalarda 70 ppb, ultramafik kayalarda 50 ppb’den az miktarlarda, en çok da 100 ppb oranında bazalt kayalarda bulunmaktadır. Gümüşün temel mineral kaynağı doğal gümüş Ag_2S ve $AgCl$ ’dür. Bakır, kurşun ve çinko metallerinin madenciliği sırasında da %13 ila %35 oranında gümüş üretimi sağlanmaktadır. Gümüş üretiminin %70’i bu metallerin saflaştırılması sonucu elde edilmektedir. Altın, kobalt, mangan, nikel ve uranyum madenciliği sırasında da, az da olsa gümüş eldesi söz konusu olmaktadır.

3.2.3 Gümüşün Alaşımları

Uluslararası piyasalarda saf gümüş değeri 1000 (%100 Ag) olarak kabul edilir. Ticari olarak gümüşün saf hali **fine silver (has gümüş)** olarak adlandırılmakta ve en az %99,9 oranında gümüş içermektedir. Gümüşün saflığını bozan metaller ise bakır, kurşun ve demir olmaktadır. Gümüş oldukça yumuşak bir metal olduğu için aşınmaya karşı direnci zayıftır. Bu bakımdan, endüstriyel alanda gümüşü saf haliyle kullanmak elverişli değildir. Bu nedenle kullanımlarda gümüş alaşımları tercih edilmektedir. Alaşıma giren diğer metaller saf gümüşün parlaklığını azaltsalar da, mukavemetini, sertliğini ve aşınmaya karşı direncini arttırmaktadırlar. Gümüşün diğer geçiş metalleri ile yaptığı çeşitli alaşımlar pek çok alanda kullanılmaktadır (Brady ve diğ, 1997).

Gümüş-Bakır (Ag-Cu) alaşımları, binlerce yıldır en yaygın olarak kullanılan gümüş alaşımıdır. Bakır, gümüşün sertliğini artırmakla birlikte, ergime noktasını, elektriksel ve ısı iletkenliğini biraz düşürmektedir. Şekil 3.1'deki Ag-Cu faz diyagramından da anlaşılabilir. Alaşıma %28,1 oranında bakır girmesi halinde, alaşımanın ergime sıcaklığı 779 °C'a kadar iner ki burası ötektik noktasıdır.



Şekil 3.1 : Ag-Cu Faz Diyagramı (Metals Handbook Committee, 1990)

Gümüş-Bakır alaşımları için belirlenmiş ve tüm dünyaca kabul edilmiş olan standartlar vardır. Günümüzde “Standart Gümüş” denildiğinde Sterling Standardına uygun bir gümüş alaşımı olduğu anlaşılmaktadır.

Sterling Standardı , alaşım oranı minimum %92,5 Ag ve %7,5 Cu içeren alaşımı tarif etmektedir (<http://www.ftc.gov/bcp/guides/jewel-gd.htm>, 2005). Ag-Cu faz diyagramında görülen X-Y çizgisi Sterling Standardına aittir. Yukarıdan aşağıya çizgiyi takip ettiğimizde alaşımın 910 °C'de katılaşmaya başladığını, 810 °C'de katılaşmanın bittiğini görebiliriz. Sterling Gümüşü adı verilen alaşım, döküm

esnasında varak, t p, çubuk, levha ve tel şeklinde  retilabilmektedir. Alaşım yumuşaktır ve haddelenmeye uygundur. Alaşımın  retim aşamasında sertliğini arttırmak için özel ısıl işlemler de uygulanabilmektedir (**Grimwade, 1985**). Sterling Gümüş alaşımı özellikle kuyumculukta yaygın olarak kullanılmakta ve 925 ayar (%92.5 Ag, %7.5 Cu) olarak bilinmektedir. Sterling G m ş nden ayrı gümüş alaşımları da mevcuttur. Ülkemiz kuyumculuk ve eşya sektöründe yaygın olarak kullanılan Gümüş-Bakır alaşımlarının ayar değerleri Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3: Gümüş Ayar Tanımları

Alaşım Ayarı	Gümüş (Ag) Oranı	Bakır (Cu)Oranı
Saf Gümüş	%100 (min. %99,9)	-
975 Ayar Gümüş	%97,5	%2,5
925 Ayar Gümüş (Sterling Gümüşü)	%92,5	%7,5
900 Ayar Gümüş	%90	%10
800 Ayar Gümüş	%80	%20

Gümüş-Bakır sistemi 10 ve 14 karat yeşil ve kırmızı altın alaşımlarının temel karakteristiklerini kontrol etmektedir. Ag-Pd-CuZn (%25 Pd-%11,85 Cu-%1 Zn) alaşımı ise 10 karat beyaz altın yapımında kullanılmaktadır. Gümüş-bakır alaşımları saf gümüşten daha çok kararmaya yatkın olmaktadır. Kararma tabakası saf g m ş nkine oranla daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Gümüş-sülfat, bakır-sülfatın yanı sıra bakır-oksit de oluşmaktadır. 900 ayar gümüş madeni para yapımında kullanılmaktadır.

Gümüş-Nikel (Ag-Ni) alaşımları, yansıtıcı yüzey kaplamalarında, gümüş eşyalar, metalik ve plastik mücevherler, dekoratif sanatlar ve aynalarda kullanılmaktadır. Koruyucu amaçlı kaplamalar, elektriksel cihazlar, yiyecek ve kimyasal proseslerde de kullanılmaktadır.

3.2.4 Gümüşün Kullanım Alanları

Gümüş, piyasada diğer metallerden farklı olarak iki yönlü karakter sergilemektedir. Hem yatırım aracı, hem de endüstriyel hammadde olarak talep görmekte ve çok sayıda fabrikasyon ürünlerinde kullanılmasıyla gümüşün önemi gün geçtikçe artmaktadır. Optik yansıtmasının yüksek olması, iyi elektrik ve ısıl iletkenliği,

oksidasyon ve korozyona karşı direnci, gümüşü ve gümüş içeren alaşımları endüstriyel çağda kullanımı tercih edilen metal haline getirmiştir (Bever,1986).

Gümüşün ve gümüş tuzlarının ışığa karşı hassasiyetleri ve kolaylıkla indirgenebilmeleri fotoğrafçılığın temelidir. Bu nedenle, ticari saf gümüşün yaygın kullanım alanlarından biri fotoğrafik emülsiyondur.

İkinci bir geniş kullanım alanı ise elektrik ve elektronik endüstrisidir ki; yüksek akım ve voltaj taşıyan iletken malzemelerin yapımında ve pillerde kullanılmaktadır. Aynada olduğu gibi gümüşün yalıtkan malzemelerde de kullanımı vardır. Mimari camlarda, otomotiv rüzgarlıklarında ve mikro-elektronik ekipmanlarda transparan film halinde kullanımı da söz konusudur. Gümüş anotlar elektro-kaplama endüstrisinde kullanılmaktadır. Ağır iş makineleri, uçak ve gemilerin mil yataklarında silindir gömleği olarak da kullanılmaktadır.

Günümüzde gümüşün sanayi hammaddesi olarak kullanımı giderek artmaktadır. Tarihsel olarak bakıldığında para yapımında önemli rol oynamıştır. Ancak, parasal amaçlar için kullanımı hayli azalmıştır. Tablo 3.4’de verilen sektörler için ana ürün olan 999 (%99,9 Ag) saflıktaki gümüş, külçe, granüle, tel, çubuk gibi şekil ve formlarda isteğe bağlı olarak üretilmektedir. Uluslararası piyasalarda gümüş troy-ons cinsinden işlem görür.

Tablo 3.4: Gümüşün Kullanım Alanları (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000)

Kullanım Alanı	%Payı
Fotoğraf Sanayiinde	%40-50
Elektronik Sanayiinde	%20-30
Para İmali	%3-5
Süs eşyası ve takılarda	%10
Alaşımlarda	%5
Dişçilikte	%5
Yapay yağmur yağdırma	%5
TOPLAM	%100

3.3 Platin

Platin, birbirleri ile benzer karakteristik özellikler gösteren farklı altı metalin oluşturduğu grupta yer almaktadır. Platin Grubu Elementler (PGM) olarak bir grup element nitelenmektedir ki; bu gruptaki diğer metaller, paladyum, iridyum, rutenyum, rodyum ve osmiyumdur (<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/platinum/>, 2005).

3.3.1 Platinin Özellikleri

Atom ağırlığı 78, simgesi Pt olan platin, beyazımsı gri renkli bir metaldir. Platin, platin grubu elementler içinde en çok bulunan elementtir. En önemli özelliği korozyon direncinin yüksek olmasıdır. Hemen hemen hiç oksitlenmez. Platin, altın, gümüş ve bakırdan daha sünek, altından daha ağırdır. Erime sıcaklığı yüksek ve kolay şekil alabilen bir metaldir.

Yüzey merkezli kübik bir latis yapısına sahip olan platin, dövülebilir, haddelenebilir ve işlenebilir bir yapıdadır. Farklı sıcaklıklarda kimyasallara karşı gösterdiği direnç ve benzersiz katalitik özellikleri ile karakterize edilmektedir. Normal oda şartlarında elektrik direnci düşük olmasına karşın, sıcaklık yükseldikçe elektrik direnci artmaktadır. Asit ve alkalilere karşı direnci yüksek olmasına karşın altın suyu (kral suyu)nda çözünür. Platinin özellikleri Tablo 3.5’de verilmiştir (<http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/scenes-e/eleme/e07891.html>, 2005; Metals Handbook Committee, 1990).

3.3.2 Platin Madenciliği ve Üretimi

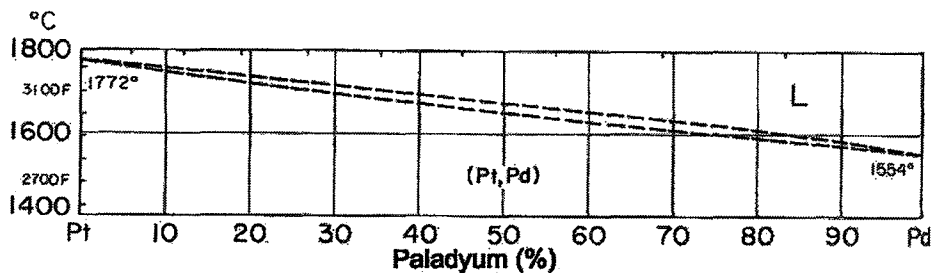
Platin doğada yassı küçük zerreler veya çakıllar halinde mil içeren topraklarda (sel toprağı), diğer platin grubu metallerle birlikte bulunmaktadır. En ağır ve külçe halinde platin Güney Amerika’da bulunmuş olup, platin kaynakları bakımından zengin ülkeler Rusya ve Kolombiya olarak bilinmektedir. Alaska, Kanada ve Güney Afrika’da da küçük çaplı kaynaklar bulunmaktadır. Kimi bakır-nikel cevheri yatakları da az miktarda platin içermektedir. Doğada nadir bulunan elementlerden olan platin oldukça pahalı bir metaldir Çubuk, tel ve tabaka formunda üretilirler (Bever,1986).

Tablo 3.5: Platinin Özellikleri (Metals Handbook Committee, 1990)

Genel Özellikleri		
Simgesi	: Pt	
Atom Numarası	: 78	
Atom Ağırlığı	: 195,09	amu
Kristal Yapısı	: fcc	
Atomik Yarıçapı	: 0,1386	nm
Elektron Dizilişi	: 5d ⁹ 6s ¹	
Yoğunluğu (20 °C)	: 21,45	g/cm ³
Isıl Özellikleri		
Özgül Isısı (25 °C)	: 132	J kg ⁻¹
Ergime Noktası	: 1769	°C
Kaynama Noktası	: 3827	°C
Isıl İletkenlik	: 73	W m ⁻¹ K ⁻¹
Lineer Isıl Genleşme Katsayısı (20 °C)	: 9,1	µm m ⁻¹ K ⁻¹
Mekanik Özellikleri		
Gerilme Direnci	: 349	Nmm ⁻²
Sertlik	: 108	HV
Young Modülü (elastiklik) (20 °C)	: 171	GPa
Elektrik Özellikleri		
Elektriksel Direnç (0 °C)	: 9,85	µΩcm
Fabrikasyon Karakteristikleri		
Tavlama	: Tavlama sıcaklığı saflığa göre değişim gösterir.	

3.3.3 Platin Alaşımları

Saf platin, kullanım için çok yumuşak olduğundan, genellikle platin grubu diğer metallerle yaptığı alaşımları, sertlikleri yüksek olduğu için tercih edilmektedir. Platin alaşımları çok çeşitlilik göstermektedir (<http://www.platinummetalsreview.com/dynamic/,2005>). Pt-%5 Cu, Pt-%5 Ir, Pt-%4,5 Pd, Pt-%5 Ru ve Pt-%4,5 Co kullanımı yaygın olan platin alaşımlarıdır. Pt-%4,5 Co sertliği en yüksek alaşımdır. Son zamanlarda minimum %95 Pt içeren farklı alaşım kompozisyonları geliştirilmiş bulunmaktadır. Şekil 3.2’de platin paladyum faz diyagramı görülmektedir.

**Şekil 3.2 : Platin-Paladyum Faz Diyagramı (Metals Handbook Committee, 1961)**

Dünya kuyumculuğuna bakıldığında, farklı ülkeler, platinle ilgili farklı standartlar oluşturdukları görülmektedir (Maerz, 2000; British Standarts, 1993; <http://www.24carat.co.uk/platinumalloys.html>, 2005). Verilen alaşım oranları ve alaşım metalleri hayli çeşitlilik göstermektedir. İngiltere’de ayar amaçlı kullanılan platin standardı 950 (%95) saf platin içeren alaşımlar olarak kabul edilmiştir (Grimwade 1985). Bu standart bir çok ülke tarafından benimsenmiş bulunmaktadır.

Avusturya, İrlanda, Finlandiya, İsveç, İngiltere, Norveç gibi Avrupa ülkeleri 950 standardının altına inmezken, Japonya 850, 900, 950 ve %0,5 toleransla 1000 standartlarını, Almanya ise Japonya’ya ek olarak 800 standardını kabul etmektedir (Maerz, 2000). Ülkelerin kabul ettiği platin standartları Tablo 3.6’de verilmektedir. Ülkemizde ise, platinin kuyumculuk alanına yönelik herhangi kayıtlı bir standardı bulunmamaktadır.

Tablo 3.6: Ülkelerin Platin Standartları (Maerz, 2000)

Japonya	Almanya	Amerika Birleşik Dev.	Avrupa Ülkeleri
Pt950/Cu50	Pt960/Cu40	Pt950/Ru50	Pt955/Co45
Pt900/Cu30/Pd70	Pt950/Pd50	Pt950/Co50	Pt950/Co50
Pt900/Pd50/Cu50	Pt950/In/Ga	Pt900/Ir100	Pt952/Co/Cu
Pt900/Pd50/Cu50	Pt950/W50	Pt950/Ir50	Pt950/Pd50
Pt850/Pd100/Cu50	Pt950/Co50	Pt952/Co/Cu	Pt950/W50
Pt850/Co50/Pd100	Pt950/Ru50	Pt950/Pd50	Pt950/Au50
Pt950/Pd50	Pt900/Ir100	Pt950/In/Ga	Pt950/Ru50
Pt900/Pd100	Pt800/Ir200	Pt950/Pd/Ga	Pt850/W150

3.3.4 Platinin Kullanım Alanları

Platin, termo-çift ve rezistanslı termometrelerde, elektrik bağlantı aparatlarında, eritme potalarında, diş kaplamalarında, elektrot yapımında, ısı ve korozyon direnci yüksek olması gereken aparatlarda, standart ağırlık, hassas ölçümleme ve laboratuvar araçlarının yapımında kullanılmaktadır. (<http://www.encyclopedia.com/html/p1/platinum.asp>, 2005).

Dişçilikte ise, %99,99 saf platin varaklar maksimum yumuşaklığa sahip olduğu için tercih edilmektedir (Metals Handbook Committee,1990). Platin troy-ons cinsinden uluslararası borsalarda işlem gören bir metaldir. Altın üretiminin %50’ si, gümüş üretiminin %10’u kuyumculukta kullanılırken, platin için bu oran %7’dir. Platinin esas kullanım alanı ise endüstridir (Bever,1986).

3.4 Altın

Zenginliğin simgesi haline gelen altın, tarih boyunca “kralların madeni” olarak nitelenmiştir. Nitekim, simyacılar hayatlarını metalleri altına çevirebildiği varsayılan “Felsefe Taşını” aramakla geçirmişlerdir. Bu arayış, simyacıların deneysel kimyayı geliştirmelerine de sebep olmuştur.

3.4.1 Altının Özellikleri

Latince altın anlamına gelen, **Aurum** kelimesinden kimyasal simgesini alan altın (Au); parlak, sarı renkli, yumuşak ve dövülebilir bir metaldir. Elementlerin periyodik cetvelinde 79 atom numarası ile IB grubunda yer alan altın, temel geçiş metallerindendir. Bilinen 20 kadar izotopu bulunmaktadır. Kolay şekil alabilen, elektriği ve ısıyı iyi ileten altın, iyonlaşma kolaylığı nedeniyle diğer elementlerle kolay alaşım yapabilmektedir. Saf altının sadece gümüş ile doğal olarak yaptığı alaşıma Latince’de **electrum** adı verilmektedir (Brady ve diğ., 1997).

Altın, bir oran nitrik asit ile üç oran hidroklorik asit karışımından oluşan “kral suyu”ndan etkilenererek çözünür (Grimwade,1985). Korozyon direnci yüksek olan altının, yansıtıcılığı iyi, oksidasyon ve sülfidasyona karşı direnci yüksektir. AuCl (altın klorür), AuCl₃ (altınklorid) ve H₂AuCl₄ (kloroaurik asit) en çok rastlanan bileşikleridir. Tablo 3.7’de altının fiziksel, mekanik ve ısı özellikleri verilmiştir (http://www.gold.org/discover/sci_indu/properties/index.html, Metals Handbook Committee, 1961).

3.4.2 Altın Madenciliği ve Üretimi

Altın, yeryüzünün çeşitli bölgelerinde doğal formda genellikle saf halde, gümüş veya bakırla alaşım halinde bulunur. Kayalardaki kuartz ve maden damarlarında, dere yataklarında ve taşınan alüvyonlu birikintilerde, bazen de gümüş ve bakır maden yataklarında bulunur (Grimwade,1985). Altın yatakları en çok Amerika, Avustralya ve Güney Afrika’da bulunmaktadır. Yerküre üzerindeki ortalama altın miktarı yaklaşık 5 ppb’dir. Bazalt taşı kompozisyonu ortalama 7 ppb, tortul kayalar ve kum taşları 30 ppb, kil 4 ppb, kireçtaşı 3 ppb, kaynak suyu 0.03 ppb ve deniz suyu 0.012 ppb altın içermektedir (Foster, 1993).

Tablo 3.7: Altının Özellikleri (Metals Handbook Committee, 1990)

Genel Özellikleri		
Simgesi	: Au	
Atom Numarası	: 79	
Atom Ağırlığı	: 196,967	amu
Kristal Yapısı	: fcc	
Atomik Yarıçapı	: 0,1442	nm
Elektron Dizilişi	: 5d ¹⁰ 6s ¹	
Yoğunluğu (20 °C)	: 19,32	g/cm ³
Isıl Özellikleri		
Özgül Isısı (25 °C)	: 128	J kg ⁻¹
Ergime Noktası	: 1064,4	°C
Kaynama Noktası	: 2808	°C
Isıl İletkenlik	: 317.9	W m ⁻¹ K ⁻¹
Lineer Isıl Genleşme Katsayısı (20 °C)	: 14,16	µm m ⁻¹ K ⁻¹
Mekanik Özellikleri		
Gerilme Direnci	: 216	Nmm ⁻²
Sertlik	: 58	HV
Young Modülü (elastiklik) (20 °C)	: 77	GPa
Elektrik Özellikleri		
Elektriksel İletkenlik (20 °C)	: %73.4	IACS
Elektriksel Direnç (0 °C)	: 2,06	µΩcm
Fabrikasyon Karakteristikleri		
Şekil Alma	: Tüm yöntemlerle şekil almaya uygundur.	
Kaynaklanabilme	: Kaynak metotlarının hepsi kullanılabilir.	
Tavlama Sıcaklığı	: 300 °C (Genellikle tavlamaya gerek yoktur)	
Sıcak İşleme Sıcaklığı	: Ergime sıcaklığının altındaki herhangi bir sıcaklıkta çalışılabilir.	
Döküm Sıcaklığı	: 1095-1300 °C	

3.4.3 Altının Alaşımları

Altın özellikle kuyumculuk sektöründe kullanımı yaygın olan bir kıymetli metal durumundadır. Saf altın, kuyumculuk üretimi için yumuşaktır. Kullanımda kararmaya karşı direnci, mukavemetinin yüksek olması, korozyon direncinin yüksek olması, işlenebilir ve sünek olması bakımından altının alaşımları tercih edilmektedir. Özellikle gümüş ve bakırla yaptığı alaşımlar önem taşımaktadır. Altının kalitesini belirtmek için **fineness (safılık, ayar)** terimi kullanılmakta ve **has altının** ayarı (safılığı) 1000 olarak kabul edilmektedir. Altının ayarını tanımlamak için, bir başka deyişle, alaşımda bulunan saf altının miktarını belirtmek için, kullanılan bir başka terim ise **karat (carat)** olup, kökeni Arapça'dır. (Grimwade,1985).

Alaşım ağırlığının 1/24 'ü saf altın olan alaşım 1 **karat (Ct)** olarak tanımlanmaktadır. Saf altın 24 karat yani 24 ayardır. 22 karat ($^{22}/_{24}$), 18 karat ($^{18}/_{24}$) ve 14 karat ($^{14}/_{24}$) en yaygın kullanılan altın ayarları olup, standartlarla da belirlenmiştir. Uluslararası kabul edilmiş çeşitli altın ayarları mevcuttur. Bunların yanı sıra, her ülkede kabul edilen özel ayarlar da mevcuttur. Kuyumculukta altın için kullanılan ayar (karat) tanımlamaları Tablo 3.8'de verilmiştir (Metals Handbook Committee, 1961).

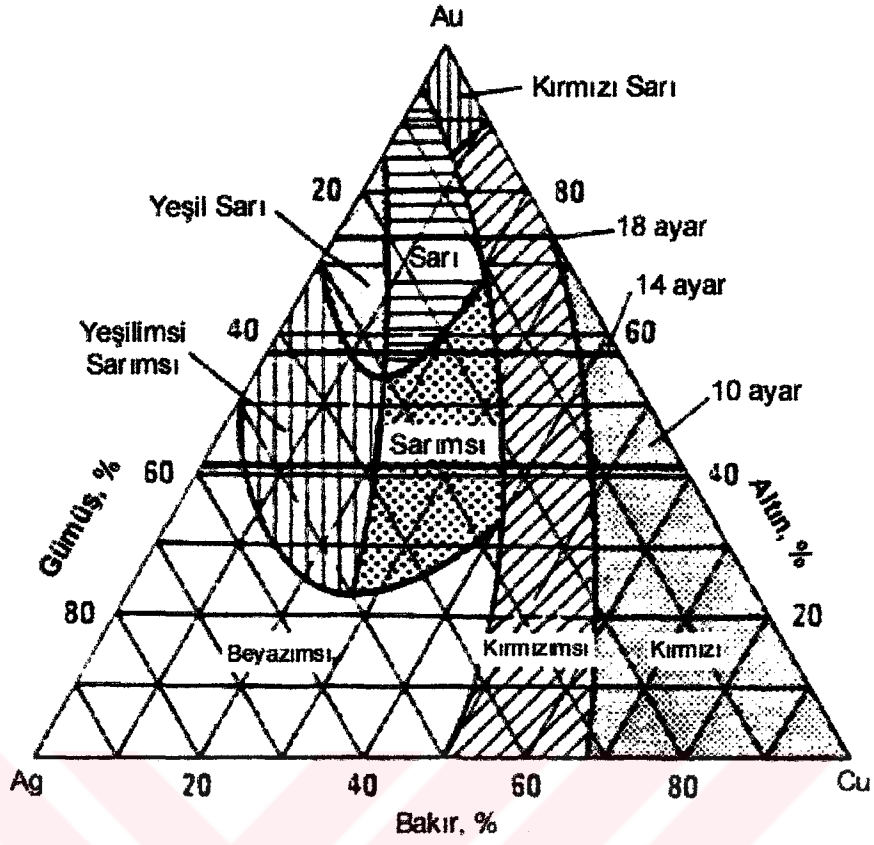
Tablo 3.8: Altında Ayar Tanımları
(<http://gold.goldenmine.com/goldkarats.htm>, 2005)

Ayar (Karat)	Ağırlıkça Altın Oranı
24 Ayar	$^{24}/_{24}$ %100 Au (%99.95 min)
22 Ayar	$^{22}/_{24}$ %91.66 Au
21 Ayar	$^{21}/_{24}$ %87.5 Au
20 Ayar	$^{20}/_{24}$ %83.33 Au
18 Ayar	$^{18}/_{24}$ %75 Au
15 Ayar	$^{15}/_{24}$ %62.2 Au
14 Ayar	$^{14}/_{24}$ %58.33 Au
12 Ayar	$^{12}/_{24}$ %50 Au
10 Ayar	$^{10}/_{24}$ %41.67 Au
9 Ayar	$^9/_{24}$ %37.5 Au
8 Ayar	$^8/_{24}$ %33.33 Au

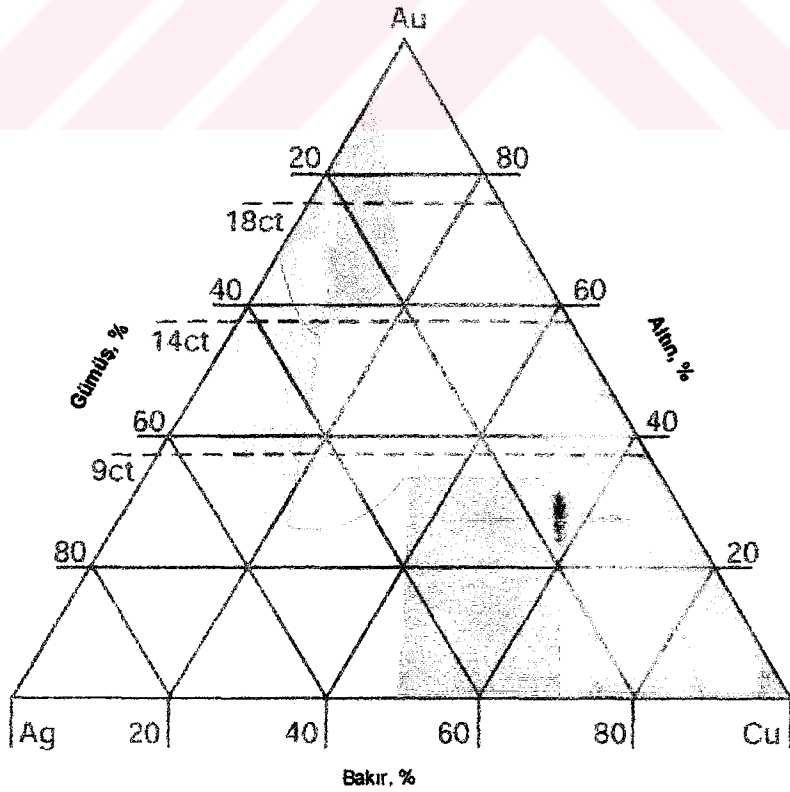
Altın alaşımlarının geliştirilmesini ve kullanımını değerlendirmek için alaşımın özelliklerinin kesin olarak bilinmesi önem arz etmektedir. Altın alaşımlarında yer alan elementlerin, alaşımın rengine farklı etkileri söz konusudur. Kuyumculukta kullanılan altınların renkleri açık sarıdan, koyu sarıya, kırmızı, yeşil ve beyaz olarak farklı renklere sahip olabilmektedir. Altın alaşımlarını iki bölümde incelemek mümkündür. Bunlar renkli altın ve beyaz altındır.

Renkli altın alaşımları, temelde Altın-Gümüş-Bakır (Au-Ag-Cu) alaşım sistemine dayanmaktadır. Düşük ayarlı altınlarda ise gümüş ve bakırın yanı sıra çinko da kullanılmaktadır.

Şekil 3.3'de ki Au-Ag-Cu faz diyagramı, alaşımın ayarı ile birlikte rengini de vermektedir. **Renk Diyagramı** olarak bilinen bu diyagramın farklı bir hali ise Şekil 3.4'de verilmiştir (Grimwade, 2000).



**Şekil 3.3 : Altın-Gümüş-Bakır Faz Diyagramı
(Metals Handbook Committee, 1990)**



Şekil 3.4 : Renk Diyagramı (Grimwade, 2000)

Au-Ag-Cu faz diyagramında belirtilen ayar çizgilerinde gümüş ve bakırın farklı oranlardaki bileşimi alaşımanın rengini tayin etmektedir. Alaşımda bakır oranının fazla olması rengin kırmızı olmasını sağlamaktadır. Alaşımdaki gümüş oranı arttıkça, renk tonu sarıdan yeşilimsi sarıya ve beyaza dönmektedir. Nikelin altın alaşımı üzerinde beyazlatıcı etkisi bulunmaktadır. Çinko ise, altın alaşımlarında renk giderici olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, bakır içeren kimi altın alaşımlarının rengini açmak için çinko kullanılmaktadır.

8, 9, 10, 14 gibi düşük ayarlı altın alaşımlarında %10 oranında çinko bulunması, bakırın verdiği kırmızı renge rağmen alaşımanın sarı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca alaşıma çinko eklenmesi mekanik özellikleri iyileştirmektedir. Genel amaçlı kullanım açısından en çok tercih edileni ise, alaşımdaki gümüş ve bakır oranının eşit miktarda olmasıdır. Bu durumda, alaşımanın rengi güzel sarı bir renk alır ki pek çok çalışmada tercih edilmektedir (**Metals Handbook Committee, 1961**).

Ayarlı altınların renklerinin belirlenmesi ve standardizasyon ile ilgili çalışmalar günümüzde hala devam etmektedir. Altın alaşımlarında farklı metaller kullanmak, farklı ilginç renklerin elde edilmesini sağlamaktadır. Örneğin; alaşıma kadmiyum eklenmesi soluk yeşil bir görüntüye sebep olurken, Au-Al alaşımı koyu mor bir renk almaktadır. Au-In alaşımı parlak buz renginde, Au-%4.72 K alaşımı zeytin yeşili, Au-%9 K alaşımı ise mor renkli olmaktadır. Ancak, bütün bu alaşımlar yarı iletken ve çok kırılgan olduklarından kuyum amaçlı kullanımları mümkün olmamaktadır (**Grimwade, 1985**).

Renkli altın alaşımlarının mekanik özellikleri de, alaşıma farklı oranlarda giren elementler için değişiklik göstermektedirler. Latis kayması ve buna bağlı olarak sertlik, alaşımlarda öne çıkan parametreler olduklarından, alaşımda sertliği yükseltecek metaller özellikle de gümüş tercih edilmektedir. Bakır da alaşımanın sertliğini arttırmaktadır.

Beyaz altın, Au-Ag-Cu faz diyagramından anlaşılabileceği üzere sadece 8 ve 9 karat altınlar için üretimi mümkün olmaktadır. Au-Ag-Cu alaşımından elde edilen beyaz altın kuyum sektöründe kullanılmakla birlikte, oldukça yumuşaktır. Gümüş ve bakır oranı yüksek olduğundan kararma direnci oldukça düşüktür. Yüksek ayarlı beyaz altın alaşımı bu sistemle elde edilememektedir (**Grimwade, 2000**).

Yüksek ayarlı beyaz altın üretimi için, platin, paladyum ve nikel kullanılmaktadır. Pt-Au alaşımı beyaz renkli, kolay şekil alabilen, kolay işlenebilir ve kararmaya karşı oldukça dirençli olmakla birlikte, platinden dolayı oldukça pahalıdır. Bu nedenle kuyumculuk sektöründe platin yerine paladyum kullanılmaktadır. Paladyum, alaşımı platinden daha beyaz göstermekte ve platinden daha ucuz olduğu için tercih edilmektedir. Tüm bu alaşımlarda az miktarlarda bakır, çinko, manganez, platin ve gümüş kullanılabilmektedir (Grimwade,1985).

Beyaz altın için üç farklı sınıflandırma mümkündür:

- i. Paladyumlu beyaz altın
- ii. Nikelli beyaz altın
- iii. Paladyumlu ve nikelli beyaz altın

Alaşımların ayarları için karakteristikleri belirleyen başlıca dört yasal standart İngilizler tarafından hazırlanmış ve pek çok ülke tarafından kabul edilmiştir. Her üretici ve zanaatkar istenilen rengi sağlamak için, uygun alaşımı hazırlarken gerekli mukavemete, aşınma direncine, şekil alabilirliğine, fabrikasyon işlemleri sonrası tavlana ve fiyatına önem vermektedir (http://www.goldpalace.com/gold_jewelry.htm, 2005).

22 Karat Altın: Bu alaşım %91,66 oranında altın ve %8,34 oranında alaşım metali içermektedir. Alaşım metali gümüş veya bakır olabilir. Bu alaşım dünyada Standart Altın olarak bilinmektedir. Alaşımda gümüş olması rengin açık sarı, bakır olması ise kırmızımsı sarı olmasını sağlamaktadır. Alaşım, oldukça mukavim ve sünektir, ancak tavlama ile sertleştirmeye müsait değildir

18 Karat Altın: Alaşım %75 oranında altın ve %25 oranında alaşım metali içermektedir. İstenilen renkte (kırmızı, yeşil, sarı) alaşım üretilebilmesi, mükemmel mekanik özellikleri ve kararmaya karşı yüksek direnci nedeniyle kuyum sektöründe en çok kullanılan altın ayarı olmuştur. 18 karat nikelli beyaz altında, bakır ve çinko bulunmaktadır. Alaşımdaki nikel işlenebilirliği arttırmaktadır. 18 karat paladyumlu beyaz altın ise gümüş içermektedir. Oldukça yumuşak olduğundan çalışma şartları da kolaydır. 18 karat beyaz altın nikel ve paladyumla birlikte bakır, çinko ve gümüş de katılarak üretilebilmektedir.

14 Karat Altın: Bu alaşım %58,5 oranında altın ve %41,5 oranında alaşım metali içermektedir. Alaşımında gümüş ve bakırın eşit oranlarda kullanılması üretim ve haddeleme aşamasında kırılabilir. Alaşımın sünekliğini arttırmak için az miktarda nikel ve çinko eklenmektedir. 14 karat altın dolma kalem ucu, gözlük çerçevesi ve ziynet eşyalarında kullanılmaktadır. Kararmaya ve korozyona karşı olan direnci 18 karat altın kadar yüksek değildir.

8 Karat Altın: Bu alaşım %33,3 oranında altın ve %66,7 oranında alaşım metali içerir. Düşük kaliteli mücevher yapımı için tercih edilmektedir. Ticari alaşım Au-Ag-Cu faz diyagramından elde edilir ve alaşıma fark edilir miktarda çinko eklenir. Alaşıma çinko eklenmesi ergime sıcaklığını düşürdüğü gibi, yüksek orandaki bakırdan gelen kırmızı rengi de azaltır. Renk ve mekanik özellikler alaşımda yer alan metallere ve oranlarına göre geniş bir yelpazede değişirler (<http://www.gold.org/jewellery/technology/caratage/>, 2005; <http://gold.goldenmine.com/goldkarats.htm>, 2005).

3.4.4 Altının Kullanım Alanları

Altın, birçok metalde hemen hemen hiç görülmeyen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Genel kullanım alanı kuyumculuk olmakla beraber, pek çok kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar arasında madeni para yapımı, dişçilik, elektronik ve bilgisayar endüstrisi yer alır. Değerini hiç kaybetmemesi nedeniyle, kalıcı eşya ve yatırım aracı olarak da kullanılmaktadır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000). 22 ayar altın geleneksel olarak evlilik alyanslarının yapımında kullanılmaktadır. Yüksek sınıf mücevher üretiminde ise en yüksek ayar 18 karat olarak tercih edilmektedir. Altının kullanım alanları Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3.9: Altının Kullanım Alanları (www.geology.isc.edu, 2004)

Kullanım Alanı	%Payı
Kuyumculuk	%83
Elektronik	%6
Dişçilik	%2,2
Madeni Para Yapımı	%6
Diğer Endüstriler	%2,8
TOPLAM	%100

3.5 Kıymetli Metallerin Analizi İçin Kullanılan Yöntemler

Alaşımlardaki kıymetli metal miktarı her zaman bilinmesi gereken bir husus olmaktadır. Kıymetli metallerin analizleri, çeşitli analitik kimyasal yöntemler ve spektroskopik tekniklerle yapılabilmektedir. Altın, gümüş ve platin analizi için kullanılan tekniklerin çoğu tahribatlı testler kapsamına girmektedir.

Altın ve gümüş analizinde genellikle kimyasal yöntemler tercih edilmektedir. Filiz ve cevherlerde ateş analizi (fire assay), metalürjik alaşımlarda küpelasyon, siyanür liçi (cyanide leach), aqua regia (kral suyu) çözündürmesi kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra, atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), plazma atomik emisyon spektroskopisi (ICP-AES), plazma kütle spektroskopisi (ICP-MS), X-ışınları flüoresans (XRF) tekniği ve nötron aktivasyon analizi (NAA) yöntemleri ile de analiz yapılabilmektedir. Platin analizi için spektroskopik teknikler tercih edilmektedir. (www.alschemex.com, 2005; www.goldandsilvermines.com, 2005)

3.5.1 Ateş Analizi ve Küpelasyon

Ateş analizi, cevherlerin, metalürjik ürünlerin ve hurda malzemelerin kıymetli metal içeriğinin tayininde uygulanan nicel kimyasal analizin bir dalı olarak tanımlanmaktadır. Ateş analizi, ilk kullanılışından bu yana geniş bir konu haline gelmiştir. Mevcut literatür araştırıldığında, bu yöntemin yüzyıllardır kullanılmakta olan rutin bir teknik olduğu gözükmemektedir. Ateş analizinde amaç, belli miktardaki bir malzemede bulunan kıymetli metalin gerçek değerini yansıtan bir değer bulmaktır. Ateş analizi, maden cevherlerine, metal alaşımlarına ve çözeltilere uygulanmaktadır.

Kıymetli metallerin klasik ateş analizi üç temel işlemi gerektirmektedir. Birincisi metallerin, genellikle, bir pota ile toplanmasıdır. İkincisi çeşitli yöntemlerle metallerin birbirinden ayrılması ve nihayet her metalin kütlesinin tartıyla veya bazı diğer araçlarla ölçülmesidir (Bugbee, 1981).

Küpelasyonda önce, analizi yapılmak istenen numunedan alınan örnek parça, hassas terazi ile tartılarak, bir miktar gümüş ile birlikte kurşun folyoya sarılmaktadır. Kurşun folyo ve içindekiler, küpel adı verilen kemik külü veya magnezyum oksitten üretilmiş delikli tuğla yapısındaki absorplayıcı tekne içine konulmaktadır.

Küpelasyona ikmal edilecek hava ve ısı miktarının sabit ve üniform ayarlanması gerekmektedir. Küpelasyon sırasında fırın 1100°C'a kadar ısıtılmakta ve bu sırada kurşun eriyerek okside olmakta ve kurşun okside yükseltgenmektedir. Oluşan bu oksidin çoğu küpel tarafından absorbe edilmekte ve geriye küpel içinde boncuk şeklinde altın ve gümüş kalmaktadır. Küpel fırından çıkartılarak, boncuk düzleştirilmekte ve kornet gibi yuvarlanmaktadır. Bu kornet ise kaynar nitrik asit çözeltisine alınmakta ve gümüş nitrik asit içinde çözünerek ve geriye sadece altından oluşan örnek kalmaktadır.

İşleme en başta gümüş parça koymanın tek nedeni, altının doğasından gelen gümüşü de çözdürerek saf altına ulaşmaktır. Bu ayırma işlemi sırasında gümüş altın oranı 2:1 olmalıdır. Ayrışmış altın örneği tartılarak, ilk başta alınan tartı değerleri ile oranlanır ve malzemenin ayar tayini yapılır (Bugbee, 1981).

Platinin ateş analizi ile tayini, oldukça sınırlı olup günümüzde pek tercih edilmeyen bir yöntemdir. Eğer kurşun biriktirmesi seçildiyse, küpelasyon işlemi kısmen uygulanırsa platin grubu metaller belirlenebilmektedir. Küpelasyon sadece, platin, paladyum ve rodyumu toplu halde tayin edebilmektedir. Toplam küpelasyonun uygulanması rutenyum, iridyum ve osmiyumun kaybolması ile sonuçlanabilmektedir.

Her iki durumda da, artan örnek; tipik olarak asit içinde çözdürülmekte ve spektroskopik tekniklerden biri ile analiz edilmektedir. Nikel-sülfid biriktirmesi seçildiyse, nikel nötron aktivasyon analizi ile doğrudan tayin edilmekte veya asit içinde çözdürülerek kütle plazma spektroskopisi ile analiz edilmektedir (Grimwade, 1985).

3.5.2 Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS)

Tüm elementler karakteristik dalga boylarında radyasyon absorblamakta ve yaymaktadırlar. Spektroskopik teknikler, bu absorplanan ve yayınlanan karakteristik radyasyonların ölçümlenmelerine dayanmaktadır. Bu sayede karakteristik radyasyon ile belirlenen element aynı zamanda kantitatif olarak da ölçümlenebilmektedir (<http://www.fef.sakarya.edu.tr>, 2005).

Atomik Absorpsiyon Spektroskopisinde, atomik formdaki element, atomik absorpsiyonu gerçekleştirecek uygun ışın demetine maruz bırakılmakta ve uyarılmış

seviyeye geçmektedir. Aynı zamanda ışın demetinin şiddetinde azalma olmaktadır. Bu ölçümlenebilen azalma doğrudan atomik elementin konsatrasyonu ile ilişkilidir. Bu özelliklerden yararlanarak kalibrasyon örneklerinin absorplanma verileri ile bilinmeyen numunelerin ışın absorplama verilerinin kıyaslaması yapılarak değerlendirmeye gidilmektedir (<http://www.gmu.edu/departments/SRIF/tutorial/aas/aas.htm>, 2005).

Tipik atomik absorpsiyon spektrometresi; uygun ışın kaynağı, absorpsiyon hücresi, monokromatör, detektörden ve bilgisayar sistemlerinden oluşmaktadır. Yöntemin en önemli avantajlarından birisi, element tayininin diğer elementlerin varlığında da yapılabilmesidir. Bu nedenle özel bir elementin analizi kolayca yapılabilir. Tekniğin prensipleri açık ve anlaşılabilir.

Uygulamada ekipmanların kullanımı nispeten kolaydır ve nispeten ucuzdur. Daha az matris içeren örnek numunelerle çalışma imkanı tanınmaktadır. Ölçümleme süreci kısadır ve pek çok elementin farklı konsantrasyonları için uygulanabilmektedir. Yüksek duyarlılığa sahip bu yöntem, tekrarlanabilmektedir. Altın ve temel metallerin ölçümlemeleri, eser element tayini için de uygun olarak nitelenmektedir (<http://www.alschemex.com>, 2005).

Tekniğin en büyük dezavantajlarından biri, ölçümlemelerin elementlerin kimyasal çözeltileri ile yapılmasıdır. Bu nedenle, sonuçların mükemmelliği çözelti hazırlama ile orantılı olmaktadır. Atomik absorpsiyon spektroskopisi sıralı bir analitik tekniktir. Bu nedenle her defasında sadece bir element için analiz yapılabilir. Diğer elementlerle etkileşim atomizasyonu azalttığından ölçümün hassasiyetini düşürmektedir (<http://www.alschemex.com>, 2005).

3.5.3 Plazma Emisyon Spektroskopisi (ICP-AES)

Plazma emisyon spektroskopisinde, analizi yapılacak örnek çözelti, yaklaşık 8000°C'deki kısmen iyonlaşmış sıcak argon plazma (ICP) merkezine yerleştirilmektedir. Bu sıcaklıkta element ısı olarak uyarılmakta ve karakteristik dalga boylarında ışınım yapması sağlanmaktadır (<http://www.fef.sakarya.edu.tr>, 2005). Işık kaynağından, bir başka deyişle, plazmadan her elementin kendine has dalga boyunda yayılan ışınlar, optik ağ yardımıyla ayrıldıktan ve foto-çoğaltıcı ile

kuvvetlendirdikten sonra detektör tarafından algılanmakta ve elementler tayin edilmektedir. ICP plazma emisyon spektroskopisinde numune çözeltisi hazırlamak nispeten kolaydır ve kimyasal işlemler açısından sorun çıkarmamaktadır. Ayrıca, pek çok element eş zamanlı olarak analiz edilebilmektedir.

Enstrümantasyon otomasyonla uyumlu çalışmakta ve bu da duyarlılığı arttırmaktadır. Elektronik veri yakalaması ve transferi de mümkündür. Ancak, kompleks enstrümantasyon, rutin operasyonlar ve onarımlar için yüksek eğitilmiş çalışan gerektirmektedir. Emisyon spektrası karmaşık olup, analizi yapılan elementlerin dalga boylarının yakın olması, girişime neden olmakta ve sağlıklı sonuç vermeyebilmektedir. Katı sıcaklığı ve nem kontrolü spektrometrenin sağlıklı ölçüm yapabilmesi için gereklidir. Bununla beraber bu teknik, düşük atom numaralı elementlerin analizi için uygun teknik durumundadır (<http://www.alschemex.com>, 2005).

3.5.4 Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS)

Plazma kütle spektroskopisinde, kısmen iyonlaşmış sıcak argon, analizi yapılacak element için ekzitasyon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kütle spektroskopisinde alınan sinyaller uyarılmaya değil iyonlaşmaya bağlı olmaktadır. Elementler m/z (kütle/yük) oranına göre ayrıştırılarak analiz edilmektedir (<http://www.fef.sakarya.edu.tr>, 2005).

Plazma kütle spektroskopisi, çoklu elementer analitik bir teknik olup, geniş bir element aralığında, düşük deteksiyon limitlerine kadar analiz mümkün olmaktadır. Ultra-trace jeokimyasal metodlar için ideal olarak nitelenmektedir. Analitik duyarlılığı oldukça iyi olup, izotopların belirlenmesine de olanak tanımaktadır. Emisyon ve absorpsiyon spektroskopileri ile ölçümlenebilen elementler için alternatif bir teknik durumundadır.

Teknik, 100 ppm'den daha düşük numuneler için sağlıklı sonuç vermeyebilir. Bu tür matris etkileri sisleştirci gaz akış hızı düşürülerek azaltılabilmekte, fakat bu işlem de duyarlılığı azaltmaktadır. Ayrıca, yaygın matris elementleri ve diğer moleküler türler, bazı temel elementlerin belirlenmesinde çakışma yaratabilmektedir. Örneğin, As ile ArCl aynı kütleyle sahiptirler. Bazı çift yüklü iyonik türler de

çakışmalara neden olabilmektedir. Aşırı saf asitleri süzdürmek gerekebilir ki bu da tekniğin maliyetini arttırmaktadır (<http://www.alschemex.com>, 2005).

3.5.5 X Işını Flüoresans Tekniği (XRF)

X-ışını Flüoresans Tekniğinde, elektron demeti Mo veya Au gibi ağır metal hedefler üzerine düşürülerek birincil X ışınları elde edilmektedir. Bu birincil X ışınları, ikincil hedef durumundaki analizi yapılacak numunenin ışınlanmasında kullanılmaktadır. Böylelikle numunenin ikincil (flüoresans) X ışınları üretimi sağlanmaktadır.

Bu ikincil X ışınları, karakteristik enerji değerlerinde yayınlanmakta ve bu çekirdeğin tanımlanabilmesine imkan tanımaktadır. Belirli karakteristik enerjilerde ölçümlenen X ışınlarının sayısı, numune içindeki elementin konsantrasyonunu da tayin etmektedir (<http://www.wcaslab.com/tech/xrf.htm>, 2005).

Bilgisayar kontrollü çok kanallı analizör yardımı ile bilinmeyen numuneden alınan sonuçlar ile iyi bilinen uluslar arası standart referans malzemelerinden alınan ölçümler kıyaslanarak, bilinmeyen örneğin hassas olarak tayini yapılabilmektedir.

X-ışını Flüoresans Tekniği, tahribatsız muayene yöntemlerinden biri olup, özellikle kıymetli mücevher kompozisyonları ve arkeolojik kalıntıların tayininde sıkça kullanılan bir analiz yöntemidir. Majör ve minör elementlerin tayinleri için ideal bir teknik olarak nitelenmektedir. Y, Nb, Zr gibi çeşitli eser elementler de XRF ile tayin edilebilmektedir (<http://www.glg.msu.edu/research/XRF.html>, 2005).

Tekniğin uygulanması sırasında, ikincil X ışınları kolaylıkla örnek içinde absorplanabilmektedir. Bu nedenle, örnek hazırlamada kalibrasyon standartlarına dikkat etmek gerekmektedir. Eğer bu mümkün değilse, ampirik düzeltme faktörleri uygulanması gerekmektedir. Ayrıca, hafif elementler XRF ile kolaylıkla tayin edilemezler. XRF emisyonunun düşük enerjilerde olması, bu elementlerin karakteristik X ışınlarının düşük girici güce sahip olmaları sonucunu doğurmaktadır. Bundan dolayı da düşük duyarlık söz konusu olabilmektedir.

3.5.6 Nötron Aktivasyon Analizi (NAA)

Nötron Aktivasyon Analizi (NAA), hassas analitik bir teknik olup, kalitatif ve kantitatif çoklu element analizleri için uygundur. Bir başka deyişle, NAA örneklerdeki esas, ikincil ve eser element analizleri için kullanışlı bir teknik olarak nitelenmektedir (<http://www.osp.cornell.edu/vpr/ward/NAA.html>, 2005).

1936 yılında Hevesy ve Levi tarafından keşfedilen nötron aktivasyon analizinde, analizi yapılacak örneğin içerdiği belirli nadir toprak elementlerinin de yüksek radyoaktifliğe sahip olabildiği gözlemlenmiştir. Bu gözlem sonucu, örneklerin ışılandıktan sonra yapılan radyasyon ölçümlerinden kalitatif ve kantitatif belirleme tayini yapılabildiği görülmüştür (http://www.missouri.edu/~glascock/naa_over.htm, 2005).

Nötron aktivasyon analizinde, temel reaksiyon nötron yakalanması olarak bilinen (n, γ) reaksiyonudur. Nötronla ışınlanan numunede nötron, hedef çekirdek ile etkileşime girerek, elastik olmayan çarpışma ile çekirdeği uyarılmış seviyeye çıkarmaktadır. Radyoaktif hale gelen çekirdek, bir veya birkaç karakteristik gama ışını yayınlamaktadır.

Yayınlanan gama ışınlarının şiddeti, doğrudan numune içindeki element konsantrasyonu ile ilgilidir. Bu yayınlanan gama ışınları ölçülünerek element analizi yapılmaktadır. Gama ışınlarının ölçülmesinde yarı iletken detektör, çok kanallı analizör, bilgisayar destekli ekipman kullanılmaktadır. Nötron aktivasyon analizinin duyarlılığı, ışınlama parametrelerine, ölçümleme şartlarına ve elementin nükleer parametrelerine bağlı olmaktadır (<http://nucleus.wpi.edu/Reactor/labs/R-naa.html>, 2005).

3.5.7 Gama Absorpsiyon Tekniği

Tahribatsız nükleer tekniklerden biri olan Gama Absorpsiyon Tekniği, altın analizinde kullanılan, diğer nükleer tekniklere göre daha kolay uygulanabilen bir teknik olup, nispeten ekonomiktir. Kıymetli Metallerin Gama Absorpsiyon Tekniği ile Analizi bu Doktora Tez Çalışmasının ana konusunu olduğundan, Bölüm 2’de ayrıntısı ile anlatılmıştır.

3.6 Kıymetli Metallerin Gama Radyasyonu Karşısındaki Nükleer Özellikleri

Gama Absorpsiyon Tekniği ile kıymetli metallerin analizine yönelik bu çalışmada, öne çıkan nükleer özellik kıymetli metallerin absorpsiyon süreksizliği enerjileridir. Kıymetli metallerin ve metal alaşımlarında yer alan diğer metallerin absorpsiyon süreksizlikleri Tablo 3.10’da görülmektedir.

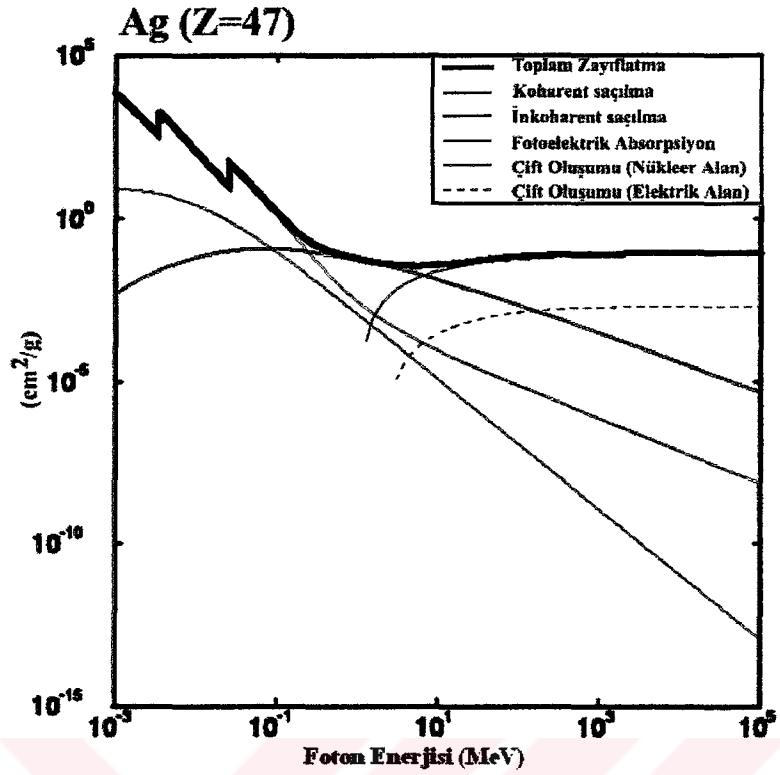
Tablo 3.10: Kıymetli Metal ve Alaşım Metallerinin Absorpsiyon Süreksizlikleri (Hubbell, Seltzer, 1995)

	Ag (Z= 47)	Pt (Z= 78)	Au (Z=79)	Pd (Z= 46)	Cu (Z= 29)
Absorpsiyon Süreksizlikleri	keV	KeV	keV	keV	keV
K	25,5140	78,3948	80,7249	24,3503	8,9789
L-I	3,8058	13,8799	14,3528	3,6043	1,0961
L-II	3,5237	13,2726	13,7336	3,3303	---
L-III	3,3511	11,5637	11,9187	3,1733	---
M1	---	3,2960	3,4249	---	---
M2	---	3,0265	3,1478	---	---
M3	---	2,6454	2,7430	---	---
M4	---	2,2019	2,2911	---	---
M5	---	2,1216	2,2057	---	---

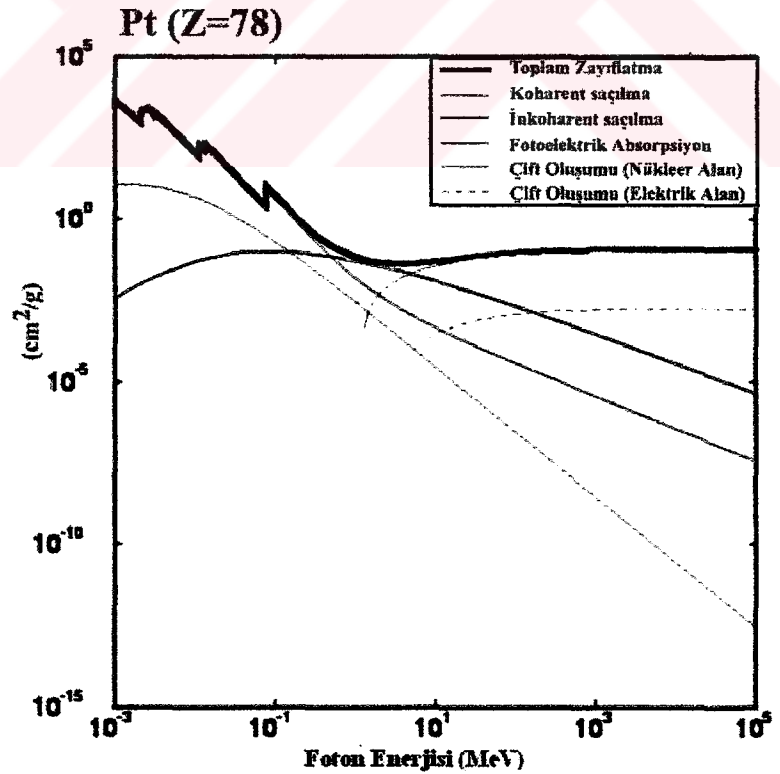
Absorpsiyon süreksizliği her element, alaşım ve bileşik için karakteristik bir özelliktir. Bu nedenle kıymetli metal alaşımlarının, absorpsiyon süreksizliğine sahip olduğu bu enerji değerlerindeki kütle zayıflatma katsayılarının doğru bir şekilde ölçülmesi de deneysel çalışmalarımızda amaçlanmıştır.

Kıymetli metallerden gümüşün absorpsiyon süreksizlikleri Şekil 3.5’de grafik olarak verilmiştir. Tablo 3.10 ve Şekil 3.5’den de görüldüğü üzere, 25,51 keV enerjide bulunan gümüşün absorpsiyon süreksizliği gama absorpsiyon tekniği ile analizde önem arz etmektedir.

Platinin absorpsiyon süreksizlikleri grafik olarak Şekil 3.6’da görülmektedir. Platinin gama absorpsiyon tekniği ile analizinde önem taşıyan K süreksizliği ise, 78,39 keV enerjidedir.

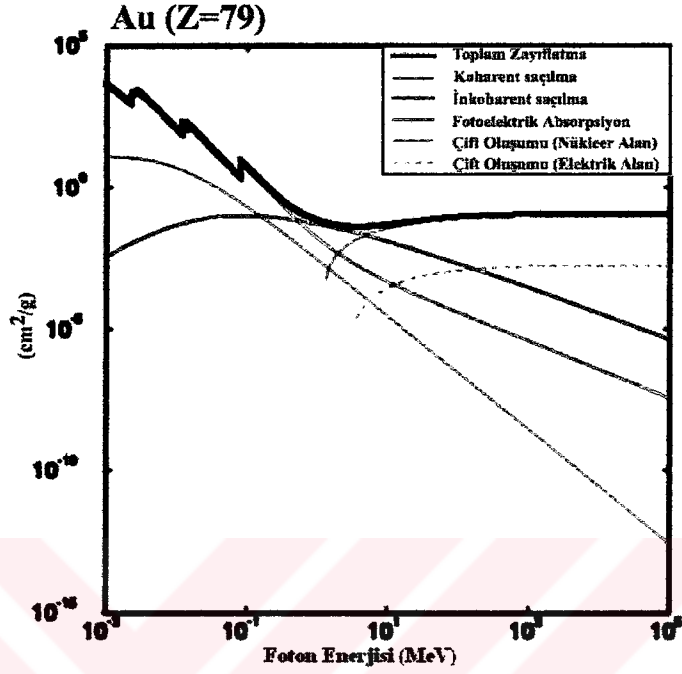


Şekil 3.5 : Gümüşün Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi (<http://physics.nist.gov>, 2005)

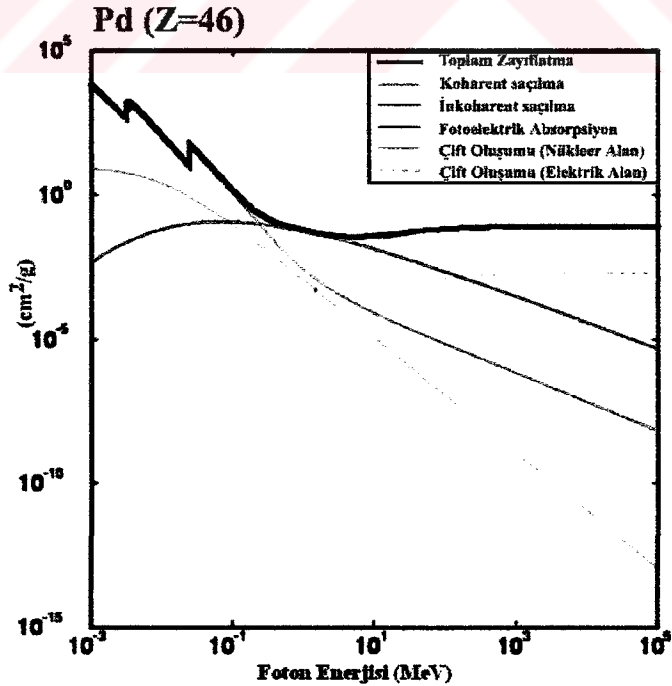


Şekil 3. 6 : Platinin Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi (<http://physics.nist.gov>, 2005)

Kıymetli metallerden altının absorpsiyon süreksizlikleri grafik olarak Şekil 3.7’de görülmektedir. Altının gama absorpsiyon tekniği ile analizinde önem arz eden K absorpsiyon süreksizliği ise 80,72 keV enerjidedir.

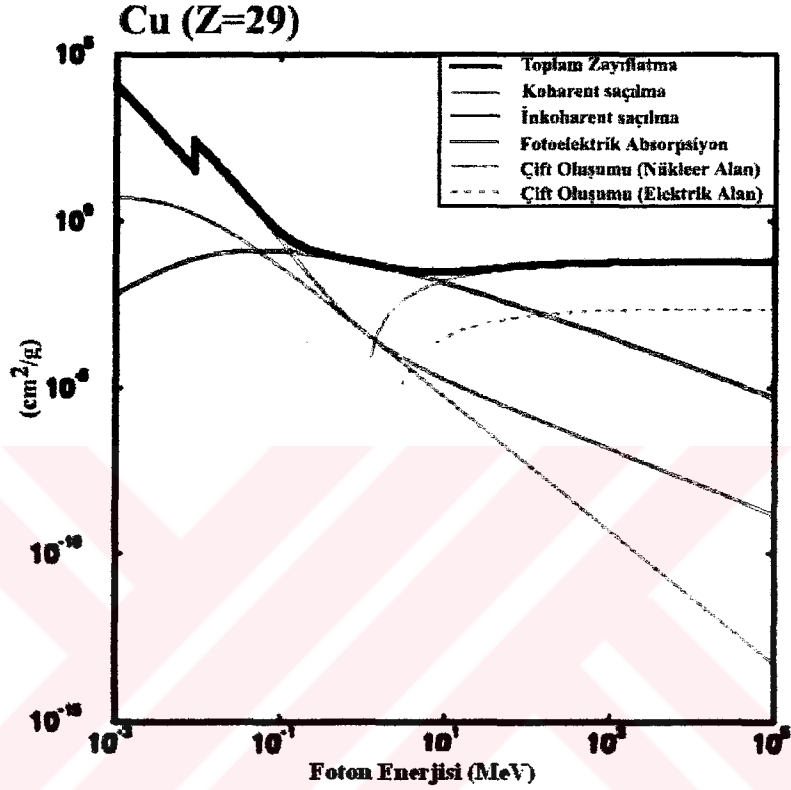


Şekil 3. 7 : Altının Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi (<http://physics.nist.gov>, 2005)



Şekil 3. 8 : Paladyumun Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi (<http://physics.nist.gov>, 2005)

Gümüş, platin, altın ve kıymetli metallerin alaşımlarında yer alan paladyum ve bakır için enerjiye bağlı olarak toplam zayıflatma katsayıları ve tesir kesitlerinin değişimleri, sırasıyla Şekil 3.8 – Şekil 3.9’da görülmektedir. Kısmi ve toplam zayıflatma katsayılarının foton enerjisine bağlı olarak değişimleri gümüş, platin, altın ve alaşım elemanları için Ek A’da tablolar halinde verilmiştir.



Şekil 3. 9 : Bakırın Kısmi ve Toplam Kütle Zayıflatma Katsayılarının Foton Enerjilerine Bağlı Olarak Değişimi (<http://physics.nist.gov>, 2005)

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Radyasyonla ölçüm tekniklerinin uygulanmasında, en önemli husus ölçüm sisteminin tasarımıdır. Tekniğin prensibi (geçirgenlik, geri saçılma, absorpsiyon vb.), ne tür bir ölçüm için kullanılacağı (kalınlık, yoğunluk vb.), kullanılacak radyasyon kaynağının türü, ölçme sistemlerinin duyarlılığı ve çalışılacak malzeme şartları, tasarım sırasında göz önünde bulundurulması gereken önemli hususlardır (Gardner,1967).

Bu Doktora Tez Çalışmasında, kıymetli metaller grubuna giren altın, gümüş ve platinin farklı alaşımlarının “Gama Absorpsiyon Tekniği” ile analizi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Gama Absorpsiyon Tekniğine uygun olarak radyoizotop kaynak seçimi yapılmış, deneysel çalışmalarda kullanılacak numuneler titizlikle hazırlanmış, deney seti amacımıza uygun olarak düzenlenmiştir. Deneysel çalışmalarımızda önem arz eden hususlar ayrıntıları ile aşağıda açıklanmıştır.

4.1 Numunelerin Temini ve Hazırlanması

Literatür ve piyasa araştırmaları ile bu doktora tez çalışmasında analizi amaçlanan kıymetli metallerin, genel kullanım açısından öne çıkan ayar ve alaşımları tespit edilmiştir. Bu araştırmalar sonucu elde edilen veriler değerlendirilerek numuneler hazırlanmıştır.

Bölüm 3’de ayrıntıları verilen kıymetli metallerden gümüş için 800, 900 ve 925 ayar gümüş alaşımları, platin için Pt850-Pd100-Cu50, Pt900-Pd70-Cu30 ve Pt950-Pd50 alaşımları, altın için ise 8,14,18 ve 22 ayar sarı altın alaşımları tercih edilmiştir. Ayrıca, saf gümüş, saf platin ve saf altın ile deneyler yapılmıştır. Kıymetli metallerin alaşımlarında yer alan diğer metaller literatüre uygun olarak seçilmiştir. Alaşım ayarları için kıymetli metallerin oranları dikkate alınmış, Bölüm 3’de verilen faz diyagramları kullanılarak alaşımdaki metallerin oranları hesaplanmıştır.

Deneylerde kullanılan kıymetli metaller Nadir Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den satın alınmış, alaşımlar LAPİS Holding A.Ş. Kuyum Bölümü ve Gerçek Ayar Evi atölyelerinde hazırlanmıştır. Şekil 4.1 ve 4.2'de numunelerin hazırlanma aşaması görülmektedir.



Şekil 4.1 : Platin Alaşımlarının Dökümü



Şekil 4.2 : Platin Alaşımlarının Ergitme Sonrası Potada Görünümü

Bütün numuneler 5 gram olarak dökülmüş, silindirden geçirilerek şeritler halinde inceltilmiştir. Altın ve gümüş numunelerinin kalınlıkları $150 \pm 2 \mu\text{m}$ kalınlığında, platin numuneleri $100 \pm 2 \mu\text{m}$ kalınlığında hazırlanmıştır. Altın ve gümüş için şeritler kesilerek her alaşım için 1 cm^2 'lik 8 ayrı parça elde edilmiştir.

Platin için 8-10 ayrı parça elde edilmiştir. Elde edilen bu parçalar, deneyler sırasında üst üste konarak $150 \mu\text{m}$ ile $1100 \mu\text{m}$ arasında kalınlık aralığı için çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu doktora tez çalışmasında, Gama Absorpsiyon Tekniği ile kıymetli metallerin ve alaşımlarının kütle zayıflatma katsayıları da deneysel olarak ölçümlenmiştir. Bu amaçla, her alaşım için ayrı bir özel numune hazırlanmıştır. Bu numuneler hazırlanırken numune kalınlıklarının ortalama serbest yola eşit yada daha küçük olması sağlanmıştır. Hazırlanan numuneler dış etkenlerden korunmak amacıyla özel polimer poşetlerde ayrı ayrı muhafaza edilmiştir. Numunelerin yoğunluklarının hesaplanmasında saf metaller için Tablo 4.1'de verilen değerler kullanılmıştır.

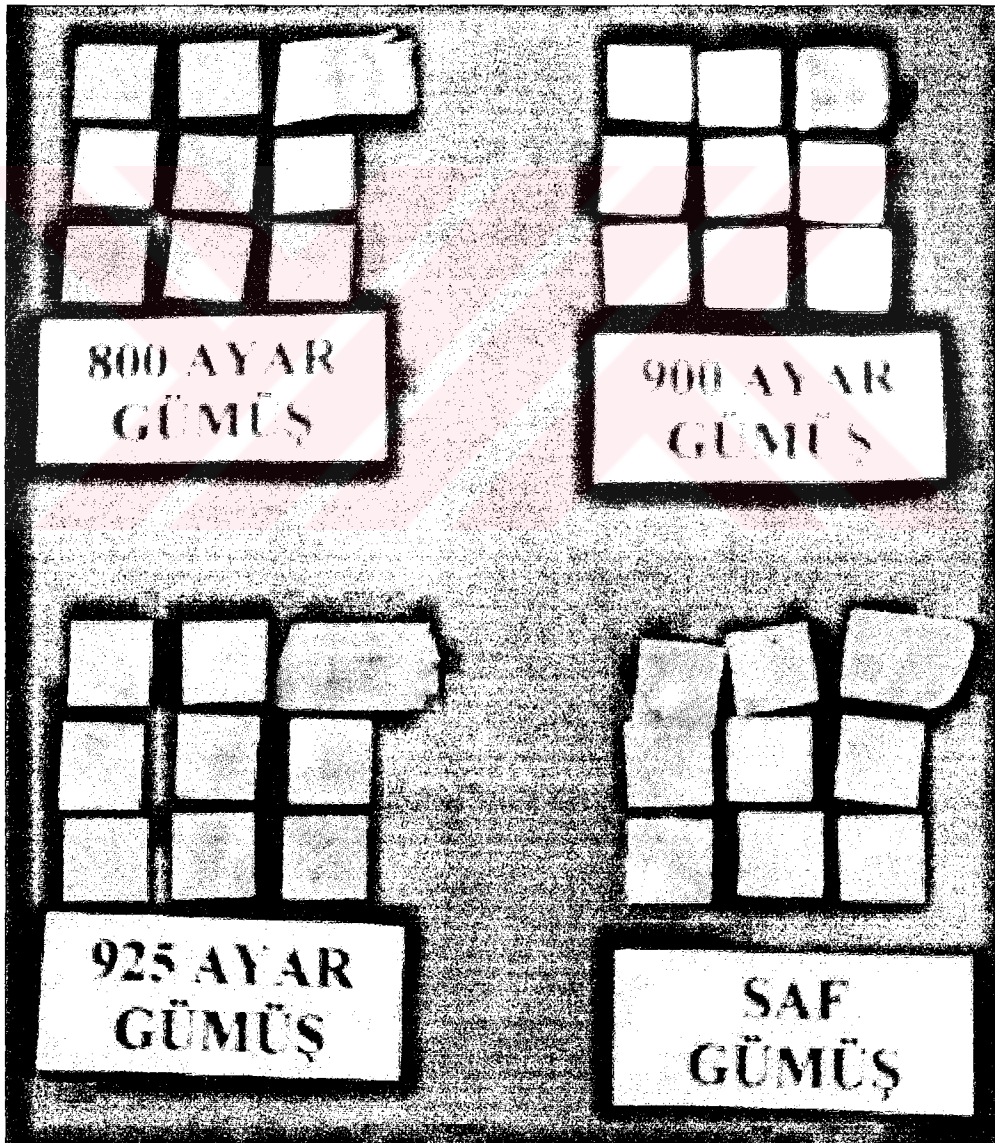
Tablo 4.1: Alaşım Metallerinin Yoğunlukları (Metals Handbook, 1990)

Metal	Yoğunluk (g/cm^3)
Gümüş (Ag)	10,49
Platin (Pt)	21,45
Altın (Au)	19,32
Paladyum (Pd)	12,02
Bakır (Cu)	8,90

Şekil 4.3'te görülmekte olan, deneylerde kullanılan gümüş numunelerin ayarları, bileşenleri ve yoğunlukları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Deneylerde Kullanılan Gümüş Numunelerinin Ayarları, Bileşenleri ve Yoğunlukları

Gümüş Ayarları	Alaşımdaki Elementlerin Ağırlıkça Oranları		Yoğunluk ρ (g/cm ³)
	Ag (%)	Cu (%)	
800 ayar gümüş	80	20	10,13
900 ayar gümüş	90	10	10,31
925 ayar gümüş	92,5	7,5	10,35
1000 ayar gümüş	100	0	10,49

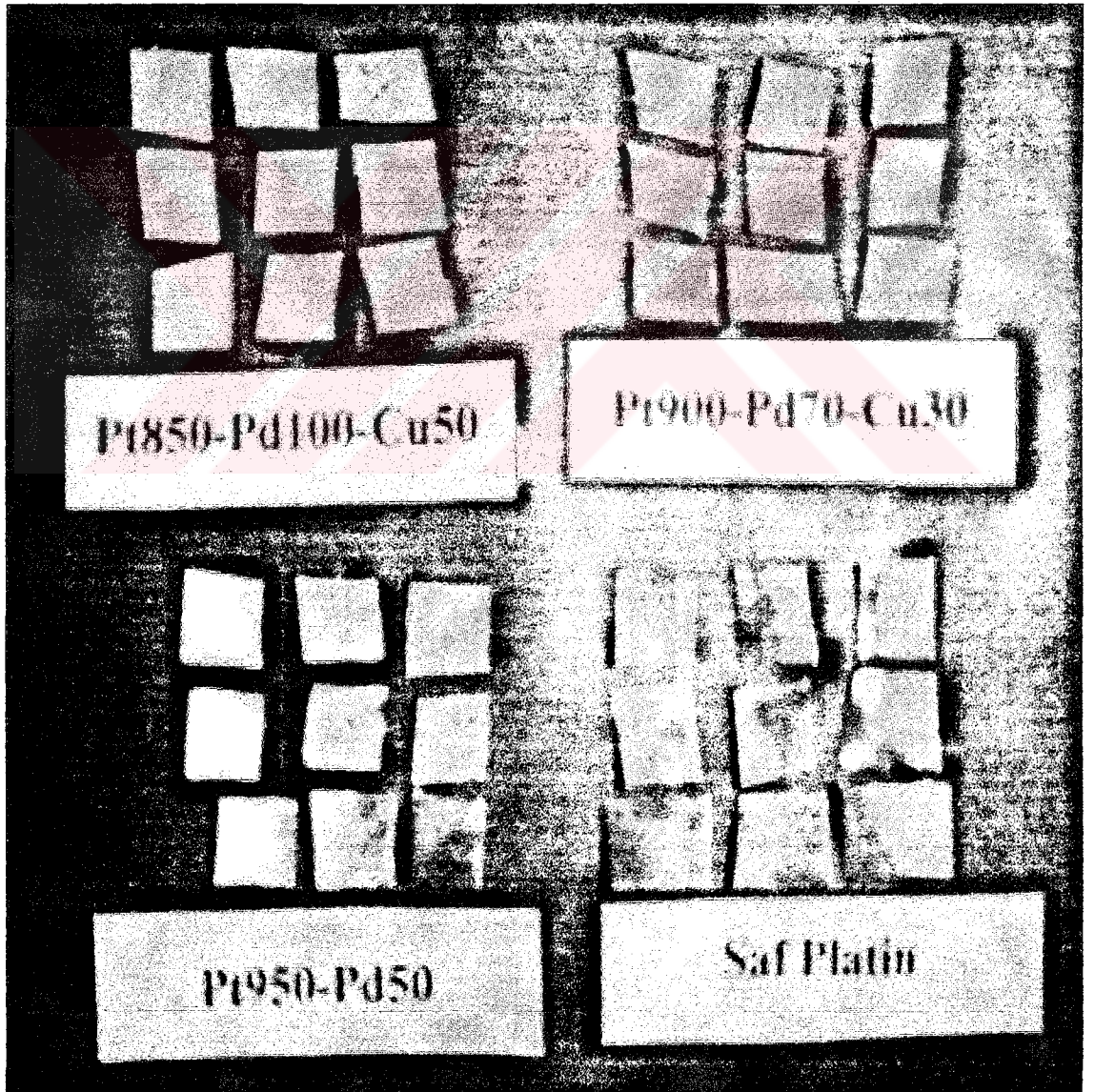


Şekil 4.3 : Deneylerde Kullanılan Gümüş Numuneleri

Deneylerde kullanılan platin numunelerinin ayarları, bileşenleri ve yoğunlukları Tablo 4.3’de verilmiş olup, Şekil 4.4’de görülmektedir.

Tablo 4.3: Deneylerde Kullanılan Platin Numunelerinin Ayarları, Bileşenleri ve Yoğunlukları

Platin Alaşımları	Alaşımdaki Elementlerin Ağırlıkça Oranları			Yoğunluk ρ (g/cm ³)
	Pt (%)	Pd (%)	Cu (%)	
Pt850-Pd100-Cu50	85	10	5	18,67
Pt900-Pd70-Cu30	90	7	3	19,55
Pt950-Pd50	95	5	0	20,64
Saf Platin	100	0	0	21,45



Şekil 4.4 : Deneylerde Kullanılan Platin Numuneleri

Deneylerde kullanılan altın numunelerinin ayarları, bileşenleri ve yoğunlukları Tablo 4.4’de verilmiş olup, Şekil 4.5’de görülmektedir.

Tablo 4.4: Deneylerde Kullanılan Altın Numunelerinin Ayarları, Bileşenleri ve Yoğunlukları

Altın Ayarları	Alaşımdaki Elementlerin Ağırlıkça Oranları			Yoğunluk ρ (g/cm ³)
	Au (%)	Cu (%)	Ag (%)	
8 karat sarı altın	33,3	28	38,7	11,68
14 karat sarı altın	58,3	27,7	14	13,39
18 karat sarı altın	75	8	17	15,62
22 karat sarı altın	91,6	0	8,4	18,04
24 karat altın	100	0	0	19,32



Şekil 4.5 : Deneylerde Kullanılan Altın Numuneleri

4.2 Gama Kaynaklarının Seçimi ve Temini

Radyasyonla ölçüm sistemlerinin tasarımında en önemli faktörlerden biri radyoizotop kaynağının seçimidir. Radyoizotop kaynağın seçimindeki en önemli husus yayınladığı radyasyon enerjisinin kullanım amacına uygun olmasıdır. Bir başka deyişle, Gama Absorpsiyon Tekniği ile kıymetli metallerin analizinde kullanılacak radyoizotop kaynaklarının, kıymetli metallerin absorpsiyon süreksizliği enerjisinde gama fotonu yayınlıyor olması gerekmektedir. Bunların yanı sıra radyoizotop kaynağın yarı ömrü, aktivitesi, radyasyon güvenliği, bulunabilirliği, kullanım kolaylığı ve maliyeti de dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir.

Bu çalışmada ilgilenilen kıymetli metallerden gümüşün 25,51 keV enerjide, platinin 78,39 keV enerjide ve altının 80,72 keV enerjide absorpsiyon süreksizlikleri görülmektedir (Hubbell ve Seltzer, 1995). Altın ve platinin analizinde, bu metallerin absorpsiyon süreksizliklerine karşılık gelen yakın enerji değerlerinde foton yayınlayan kaynak Ba-133'tür. 79,613 keV ve 80,99 keV enerjilerine sahip iki foton yayınlayan Ba-133 radyoizotopunun özellikleri Tablo 4.5'de verilmektedir.

Tablo 4.5: Ba-133 İzotopunun Özellikleri
(<http://ie.lbl.gov/toi/nucSearch.asp>, 2005)

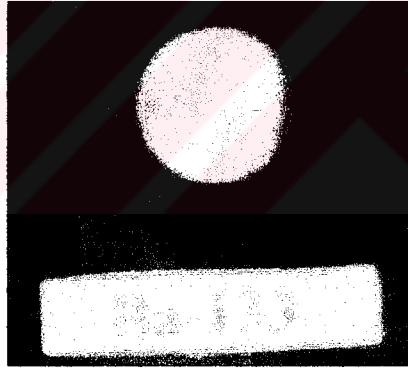
İzotop	Yarı Ömrü	Üretim Tipi	Enerji (keV) ve bolluk oranları (%)
Ba-133	10,7 yıl	Ba-132 (n, γ)	53.161 (2.199)
			79.623 (2.62)
			80.997 (34.06)
			160.613 (0.645)
			223.234 (0.450)
			276.398 (7.164)
			302.853 (18.33)
			356.02 (62.05)
			383.85 (8.94)

Gümüş analizi için absorpsiyon süreksizliği değerine karşılık gelen gama enerjisinde ışıyan radyoizotop ise Am-241'dir. 26,35 keV enerjide foton yayınlayan kaynağın özellikleri Tablo 4.6'da verilmiştir. Her iki kaynakta aktivite ve bulunabilirlik açısından çalışmalarımızla uyumlu olduğundan tercih edilmişlerdir.

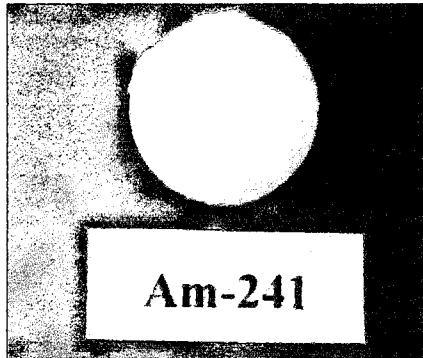
Tablo 4.6: Am-241 İzotopunun Özellikleri (<http://ie.lbl.gov/toi/nucSearch.asp>, 2005)

İzotop	Yarı Ömrü	Üretim Tipi	Enerji (keV) ve bolluk oranları (%)
Am-241	432,2 yıl	Termal Nötron Aktivasyonu	26,3448 (2.40) 32,183 (0.0174) 33,1964 (0.126) 42,73 (0.0055) 43,423 (0.073) 51,01 (0.000026) 55,56 (0.0181) 57,85 (0.0052) 59,5412 (35.9)

Noktasal kaynak olarak nitelendirilebilecek Ba-133 radyoizotopu, laboratuarda var olan Nucleus marka gama radyoizotop setinden temin edilmiştir. Kaynağın aktivitesi 0,46 μCi olup Şekil 4.6’da görülmektedir. Deneylerde kullanılan diğer bir radyoizotop Am-241 Çekmece Nükleer Araştırma merkezinden sağlanmıştır. 0,27 μCi aktiviteli bu kaynak Şekil 4.7’de görülmektedir.



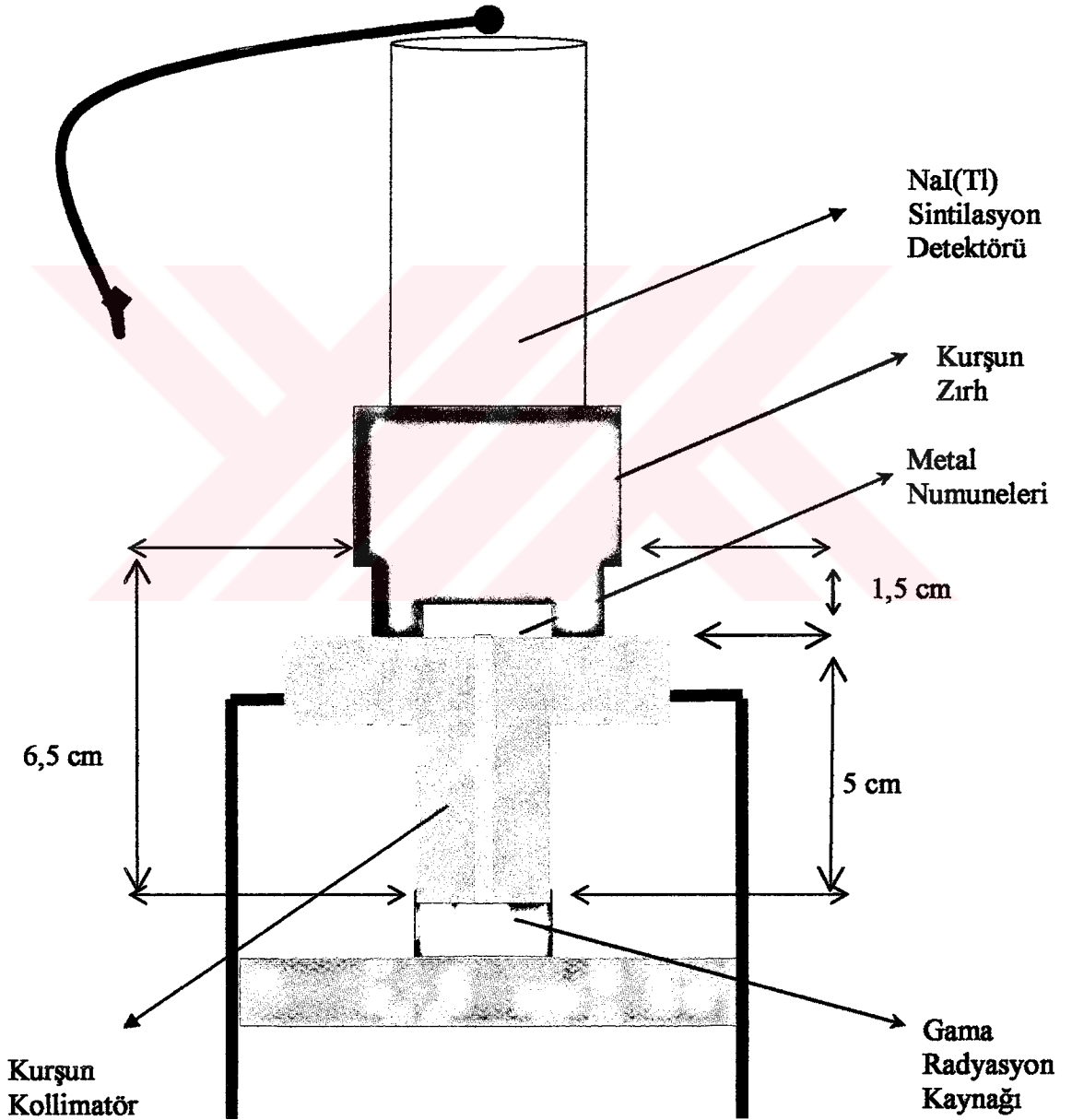
Şekil 4.6 : Deneylerde Kullanılan Ba-133 Gama Radyoizotop Kaynağı



Şekil 4.7 : Deneylerde Kullanılan Am-241 Gama Radyoizotop Kaynağı

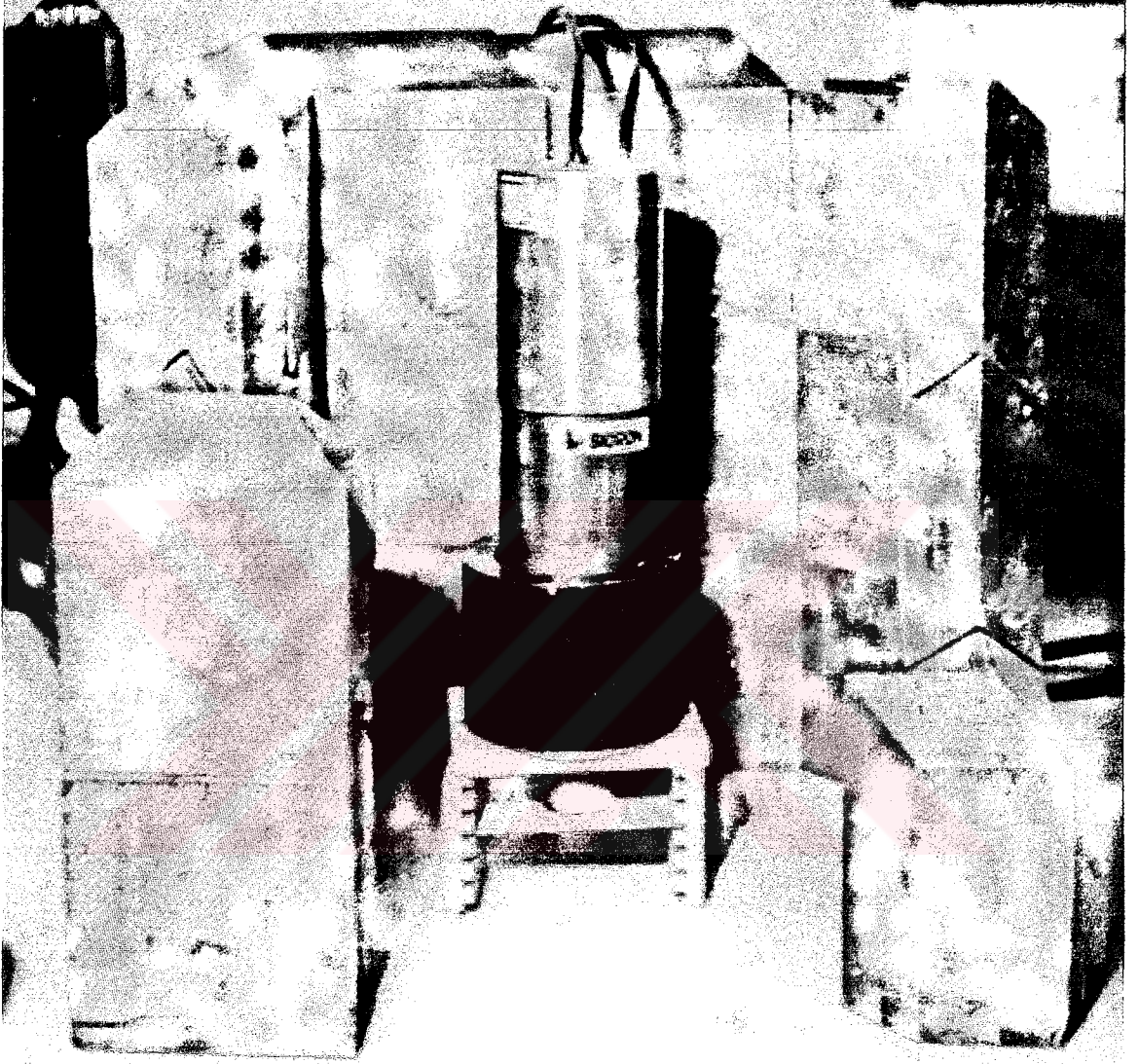
4.3 Deney Geometrisi

Radyasyonla ölçüm sistemlerinin tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli unsurlardan biri deney geometrisidir. Deney geometrisi, tekniğin duyarlılığına ve sonuçlarına etkin olabilen bir olgudur (Tuğrul, 1995). Bir başka deyişle, sistem geometrisinden doğabilecek hataları önlemek için bu çalışmada deney geometrisi sabit tutulmuştur. Şekil 4.8’de deney geometrisi görülmektedir.



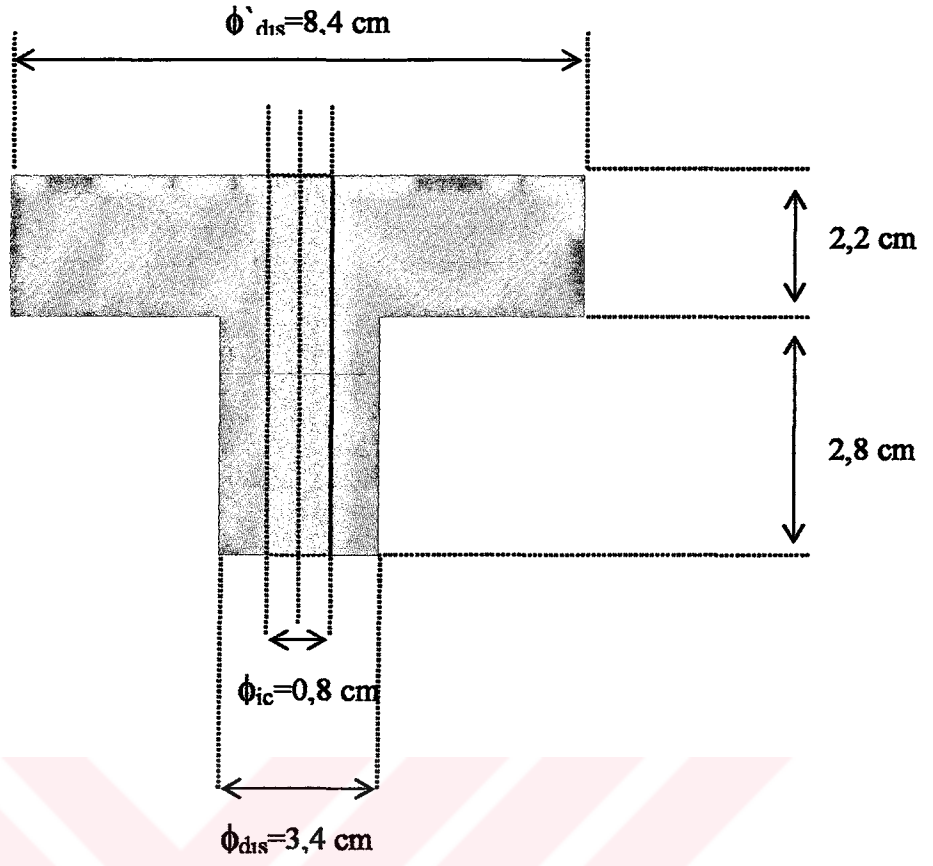
Şekil 4.8 : Deney Geometrisi

Deneyleerde sayım veriminin yüksek olması nedeniyle NaI(Tl) sintilasyon detektörü kullanılmıştır. Detektör, radyoizotop kaynak, kurşun zırh ve sayım sehпасı ile birlikte Şekil 4.9'da görölmektedir. Çevresel saçılmaları elimine etmek için detektör kurşun bloklarla çevrelenmiştir.



Şekil 4.9 : Detektör, Radyoizotop Kaynak ve Sayım Sehпасı

Deneyleerde dar demet geometrisini sağlamak ve aynı zamanda çevresel saçılmaları da elimine edebilmek için, detektörün kurşun zırhı haricinde, kaynak ile detektör arasında özel kurşun bir kollimatör kullanılmıştır. Döküm halinde imal edilen kollimatörün ortası delik silindir olup iç yarıçapı 0,8 cm'dir. Kollimatörün sayım sehпасına oturacak kısmının dış çapı 3,4 cm, sayım sehпасı üzerine gelen kısmının dış çapı ise 8,4 cm'dir. Kollimatörün çizimi Şekil 4.10'da, fotoğrafı ise 4.11'de görölmektedir.



Şekil 4.10 : Kollimatörün Çizimi

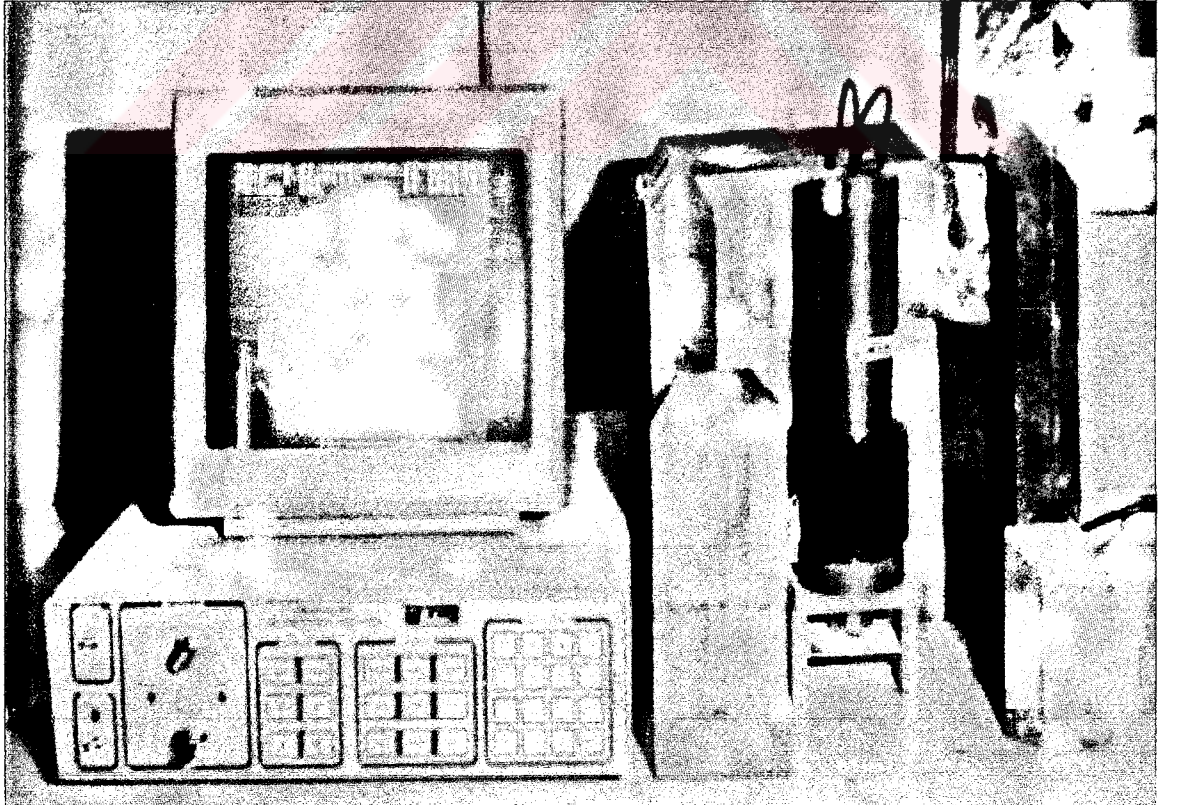


Şekil 4.11 : Kollimatörün Fotoğrafi

4.4 Deney Düzeneği

Bu çalışmada, deneylerimiz için gerekli olan deney seti, deneyin amacına uygun olarak İTÜ Enerji Enstitüsü Nükleer Araştırmalar Anabilim Dalı'na bağlı Radyoizotop Laboratuvarında oluşturulmuştur. şekil 4.12'de görölen deney setinde şu ekipmanlar yer almıştır:

- Radyoizotop Kaynak (Ba-133, Am-241)
- NaI(Tl) Sintilasyon Detektörü
- Model 800 A tipinde 256 Kanallı Analizör
- Kurşun Detektör Zırhı
- Sayım Sehpası
- Kurşun Kollimatör
- Zırhlama Amaçlı Kurşun Bloklar
- Kıymetli Metal Numuneleri



şekil 4.12 : Deney Düzeneğinin Görünümü

Deneyler, noktasal gama kaynakları kurşun kollimatör altına hareket etmeyecek şekilde yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. Kollimatörün üzerine numuneler yerleştirilmiş, detektör kurşun zırhı ile birlikte kollimatör üzerine oturtulmuştur. Bir başka deyişle, deneyler dar demet geometrisi sağlanarak gerçekleştirilmiş ve sayımlar alınmıştır.

4.5 Deneylerin Yapılışı

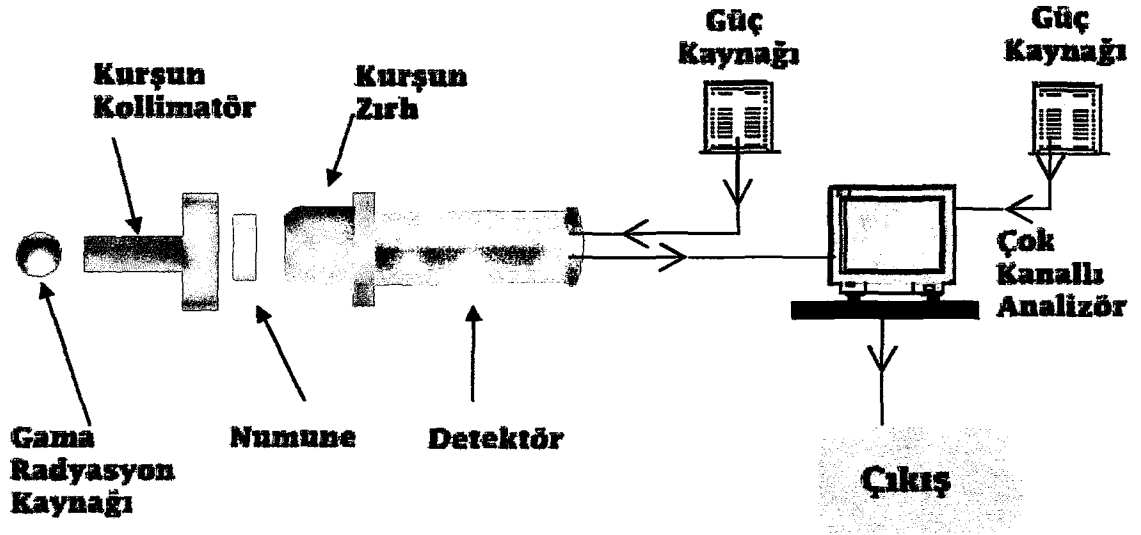
Radyasyon ölçümlerinde, radyasyonun doğasından yada ölçüm sistemlerinden kaynaklanabilecek bir takım hatalar meydana gelebilmektedir. Bozunma işleminin rasgele oluşu, sayım sisteminin verimi, doğal sayım (background), laboratuvar şartlarının ve deney geometrisinin değişimi bu hataların oluşumunda etken olmaktadır (Tsoulfanidis, 1983).

Deneyler sırasında oluşabilecek sistematik hataları minimuma indirmek için, her deney seti her ölçüm öncesi standart radyoaktif kaynak kullanılarak kalibre edilmiştir. Her deney seti öncesi, doğal ortam (background) sayımı beş kez alınarak, bu sayımların ortalaması doğal sayım olarak belirlenmiştir.

Ölçüm sonuçları net sayım olarak hesaplanmıştır. Deneylere ait çalışma parametreleri Tablo 4.7’de verilmiştir. Şekil 4.13’de deney düzeneğinin blok diyagramı görülmektedir.

Tablo 4.7: Deney Çalışma Parametreleri

Radyoizotop Kaynak	Ba-133	Am-241
Radyoizotop Kaynak Aktivitesi	0,46 μ Ci	0,27 μ Ci
Çalışılan Numune	Platin Altın	Gümüş
Sayım Zamanı	60 s	600 sn
Kaynak-Detektör Mesafesi	6,5 cm	6,5 cm
Kaynak-Numune Mesafesi	5 cm	5 cm
Detektör Tipi	NaI(Tl)	NaI(Tl)



Şekil 4.13 : Deney Düzenekinin Blok Diyagramı

5. DENEY SONUÇLARI

Çalışılan üç kıymetli metal ile, gama absorbsiyon tekniği kullanılarak gerçekleştirilen ve deneysel ayrıntıları Bölüm 4 içinde verilen deneylerle ulaşılan sonuçlar, bu Bölüm içinde verilmektedir. Her kıymetli metal için ve söz konusu kıymetli metallerin farklı alaşım ayarları için ulaşılan sonuçlar ayrı ayrı alt bölümler halinde sunulmaktadır.

Bu bağlamda, gümüş, platin ve altın için gerçekleştirilen deney sonuçlarından hareketle başlangıç kaynak sayımına oranlanarak ulaşılan bağıl sayımlar bağlamında değerlendirme yapılması hedeflenmiştir. Böylelikle, deneysel sonuçların toplu olarak irdelenmesi de yapılabilecektir.

Ayrıca, deneylerden hareketle, analizi yapılacak numunelerin kütle zayıflatma katsayılarının tayini de amaçlanmıştır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar da bu bölümde verilmektedir.

5.1 Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Gümüş için Tablo 4.1'de belirtilen dört farklı ayar için çalışılmıştır. Bir başka deyişle, deneyler, 800, 900, 925 ayar ve saf gümüşle gerçekleştirilmiştir. Çalışılan her gümüş tipi için sonuçlar aşağıdaki alt bölümlerde verilmektedir.

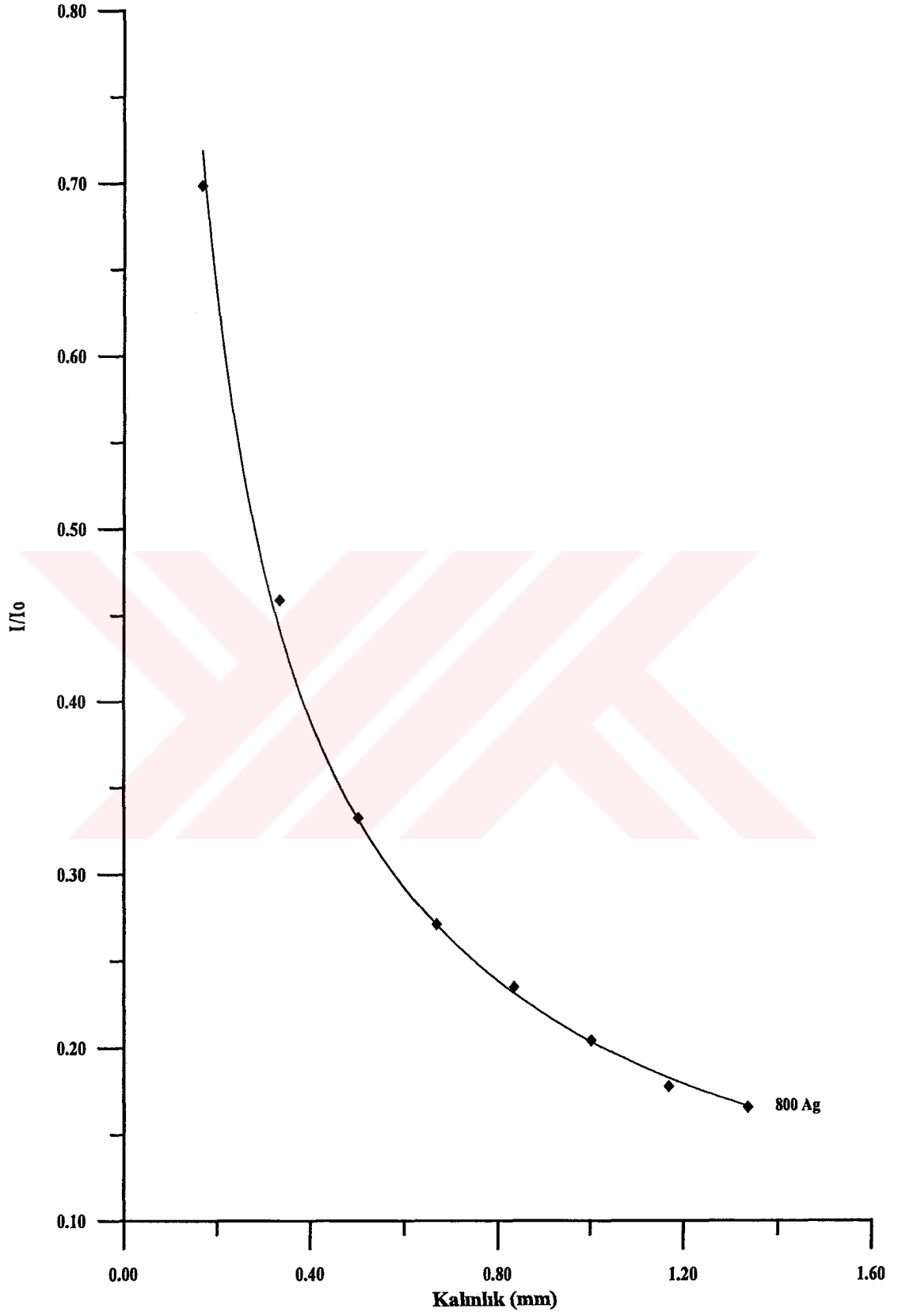
5.1.1 800 Ayar Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

800 Ayar gümüş ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.1'de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.1'de görülmektedir.

Tablo 5.1: 800 Ayar Gümüş İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	800 Ag	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	STANDART SAPMA
KAYNAK	Am-241		62	65	72	75	81	71	7

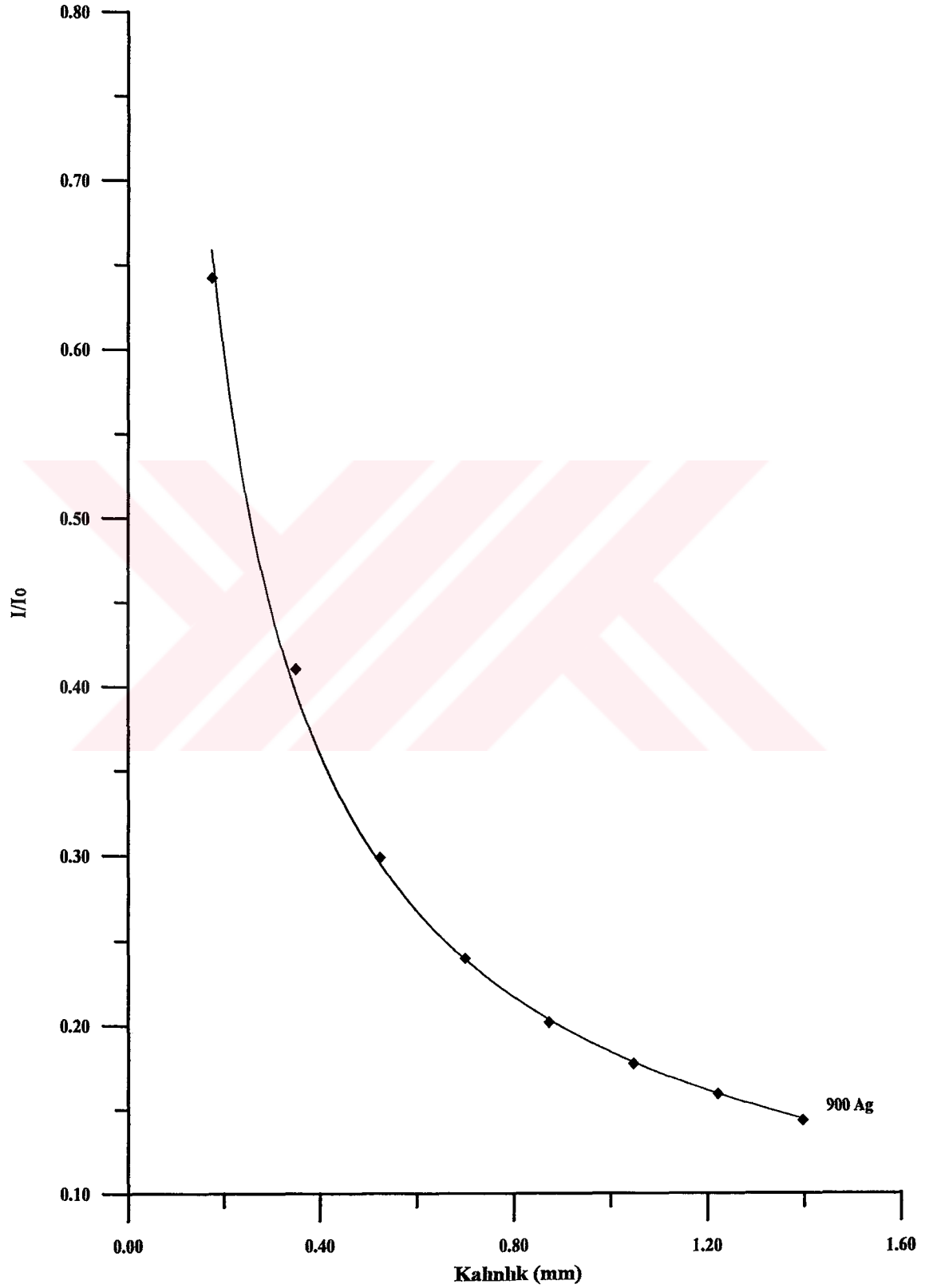
KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,167	1847	1840	1837	1852	1865	1848,2	1777,2	11	0,699
0,334	1238	1241	1235	1226	1252	1238,4	1167,4	9	0,459
0,501	917	914	927	903	922	916,6	845,6	9	0,333
0,668	765	754	777	761	748	761	690	11	0,271
0,835	661	674	682	657	669	668,6	597,6	10	0,235
1,002	592	595	588	575	605	591	520	11	0,204
1,169	537	523	511	519	527	523,4	452,4	10	0,178
1,336	495	484	488	491	505	492,6	421,6	8	0,166
KAYNAK SAYIMI (Io)	2635	2596	2603	2625	2611	2614	2543	14	



Şekil 5.1 : 800 Ayar Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları

5.1.2 900 Ayar Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

900 Ayar gümüş ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.2’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.2 : 900 Ayar Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları

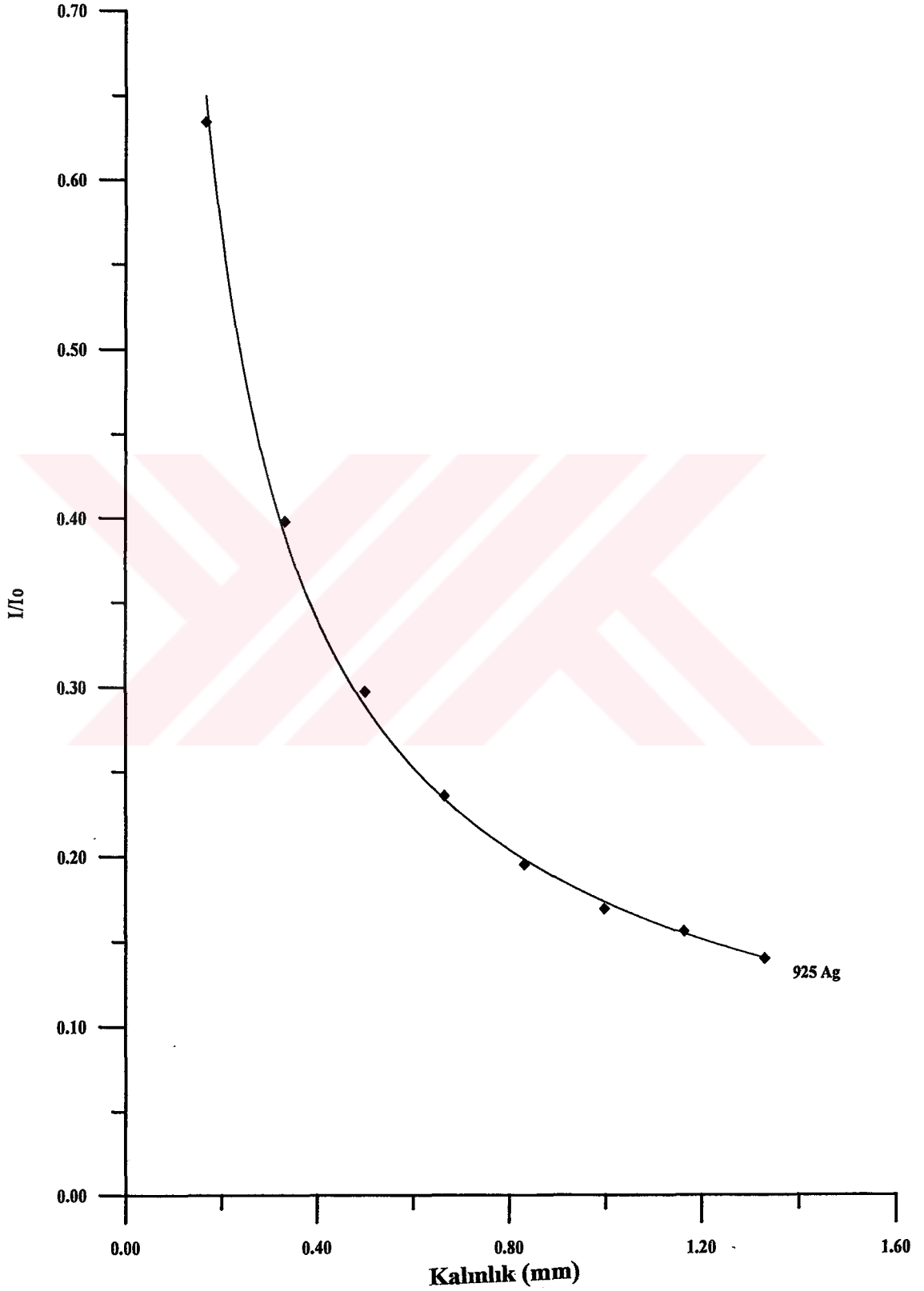
Tablo 5.2: 900 Ayar Gümüş İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	900 Ag	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	STANDART SAPMA
KAYNAK	Am-241		65	67	58	72	69	66,2	5

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,17455	1817	1824	1835	1826	1805	1821,4	1755,2	11	0,642
0,3491	1179	1181	1195	1197	1185	1187,4	1121,2	8	0,410
0,52365	897	874	869	885	888	882,6	816,4	11	0,299
0,6982	725	711	735	729	707	721,4	655,2	12	0,240
0,87275	619	630	611	605	622	617,4	551,2	10	0,202
1,0473	535	558	553	544	561	550,2	484	11	0,177
1,22185	493	489	507	510	503	500,4	434,2	9	0,159
1,3964	457	453	462	449	468	457,8	391,6	7	0,143
KAYNAK SAYIMI (Io)	2789	2820	2811	2796	2777	2798,6	2732,4	15	

5.1.3 925 Ayar Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

925 Ayar gümüş ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.3’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.3’de görülmektedir.



Şekil 5.3 : 925 Ayar Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları

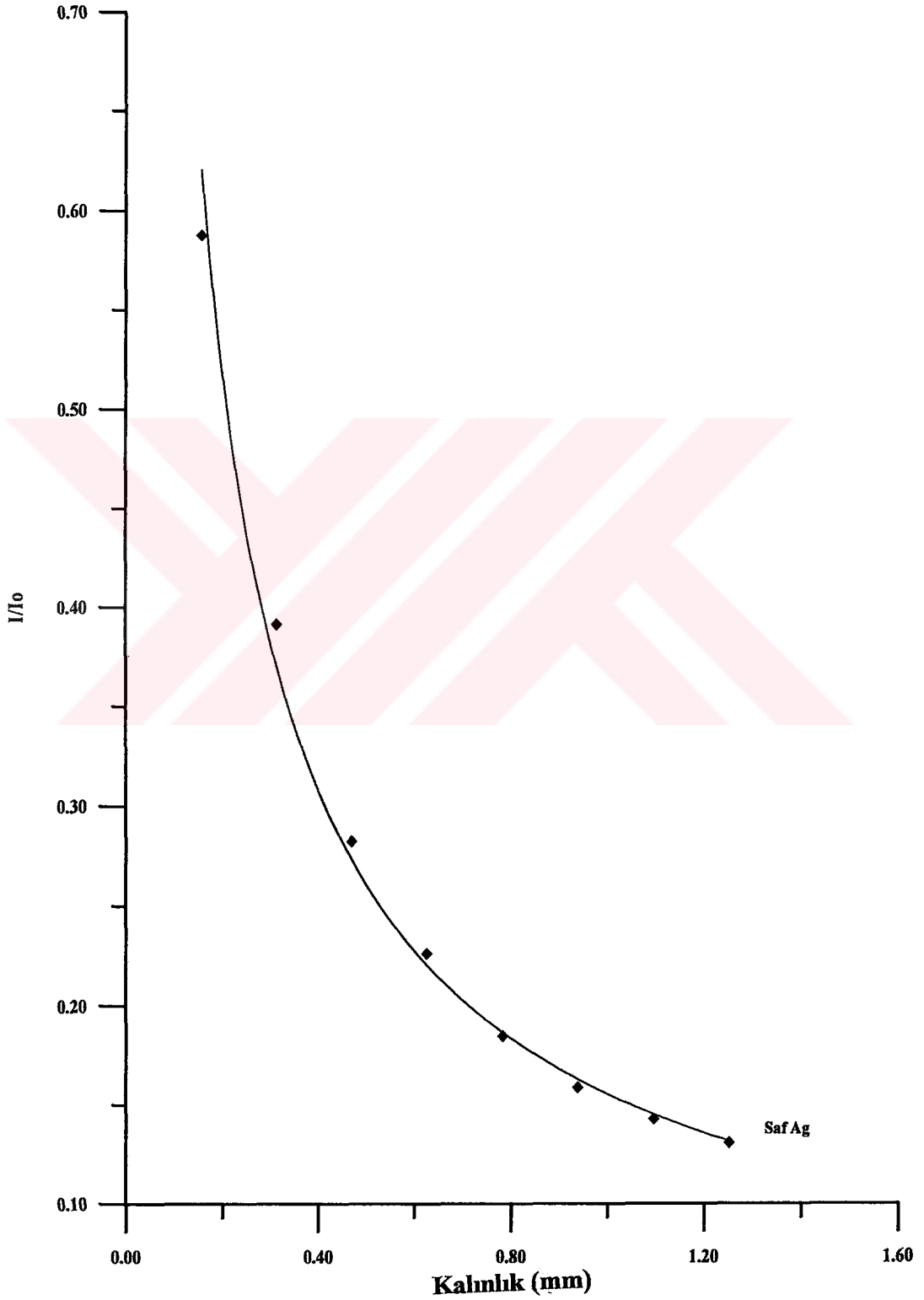
Tablo 5.3: 925 Ayar Gümüş İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	925 Ag	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	STANDART SAPMA
KAYNAK	Am-241		67	62	75	71	75	70	5

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,16625	1778	1785	1767	1772	1763	1773	1703	9	0,634
0,3325	1139	1128	1147	1144	1135	1138,6	1068,6	8	0,398
0,49875	872	882	863	855	869	868,2	798,2	10	0,297
0,665	692	703	722	688	711	703,2	633,2	14	0,236
0,83125	588	592	603	578	611	594,4	524,4	13	0,195
0,9975	538	512	531	517	524	524,4	454,4	10	0,169
1,16375	497	482	502	478	487	489,2	419,2	10	0,156
1,33	451	432	456	441	448	445,6	375,6	9	0,140
KAYNAK SAYIMI (Io)	2763	2754	2737	2778	2742	2754,8	2684,8	15	

5.1.4 Saf Gümüş İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Saf gümüş ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.4’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.4’de görülmektedir.



Şekil 5.4 : Saf Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları

Tablo 5.4: Saf Gümüş İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	1000 Ag	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	STANDART SAPMA
KAYNAK	Am-241		54	58	52	55	56	55	2

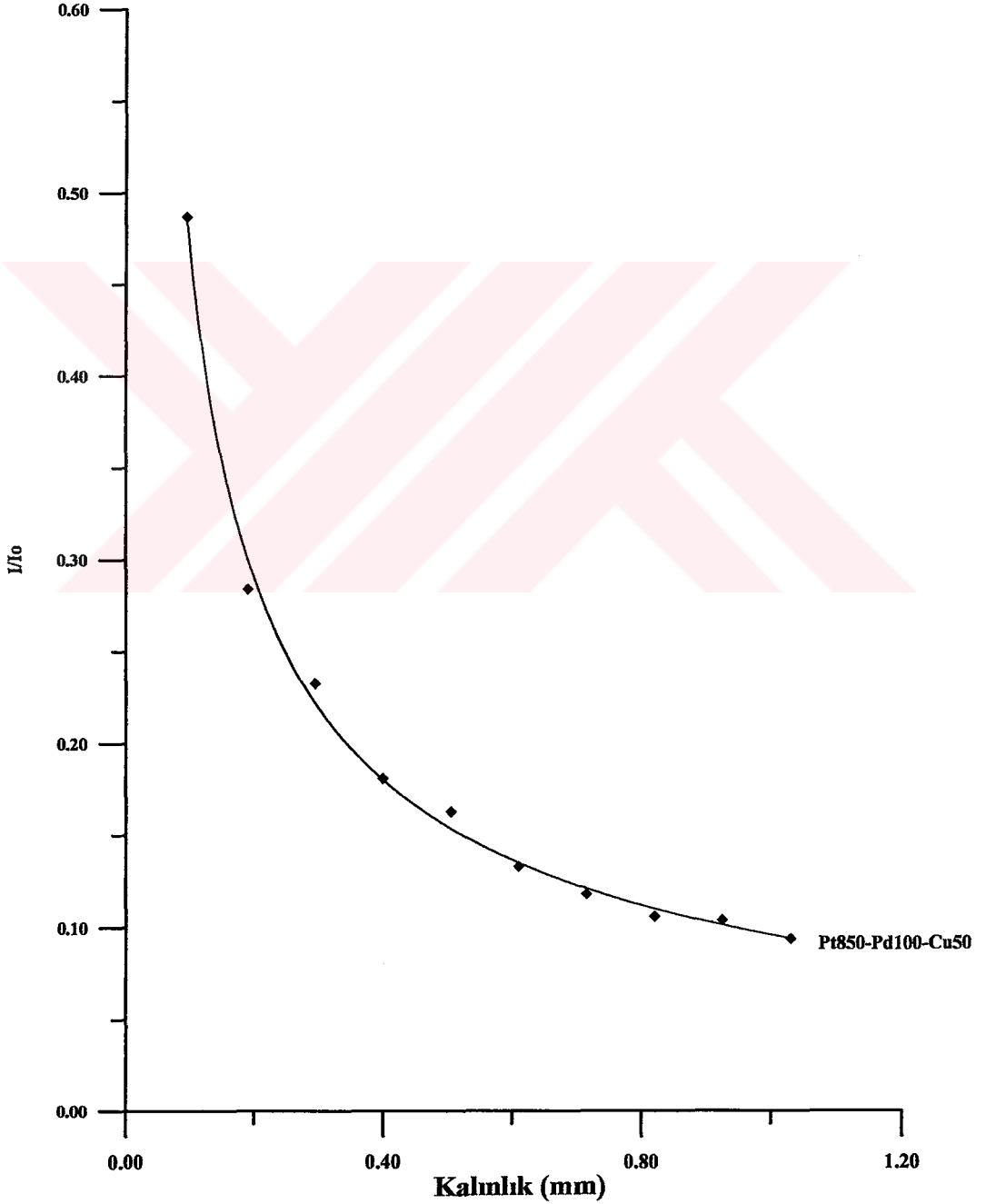
KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,1565	1539	1545	1555	1548	1541	1545,6	1490,6	6	0,588
0,313	1055	1048	1062	1038	1035	1047,6	992,6	11	0,391
0,4695	771	785	765	777	757	771	716	11	0,282
0,626	624	645	632	618	625	628,8	573,8	10	0,226
0,7825	537	511	514	525	532	523,8	468,8	11	0,185
0,939	452	444	456	472	465	457,8	402,8	11	0,159
1,0955	418	421	410	427	409	417	362	8	0,143
1,252	392	385	389	378	387	386,2	331,2	5	0,131
KAYNAK SAYIMI (Io)	2572	2598	2612	2592	2582	2591,2	2536,2	14	

5.2 Platin İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Platin için Tablo 4.2’de belirtilen dört farklı ayar için çalışılmıştır. deneyler, Pt850-Pd100-Cu50, Pt900-Pd70-Cu30, Pt950-Pd50 ve saf platin ile gerçekleştirilmiştir. Çalışılan her platin tipi için sonuçlar aşağıdaki alt bölümlerde verilmektedir.

5.2.1 Pt850-Pd100-Cu50 İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Pt850-Pd100-Cu50, ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.5’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.5’de görülmektedir.



Şekil 5.5 : Pt850-Pd100-Cu50 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları

Tablo 5.5: Pt850-Pd100-Cu50 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları

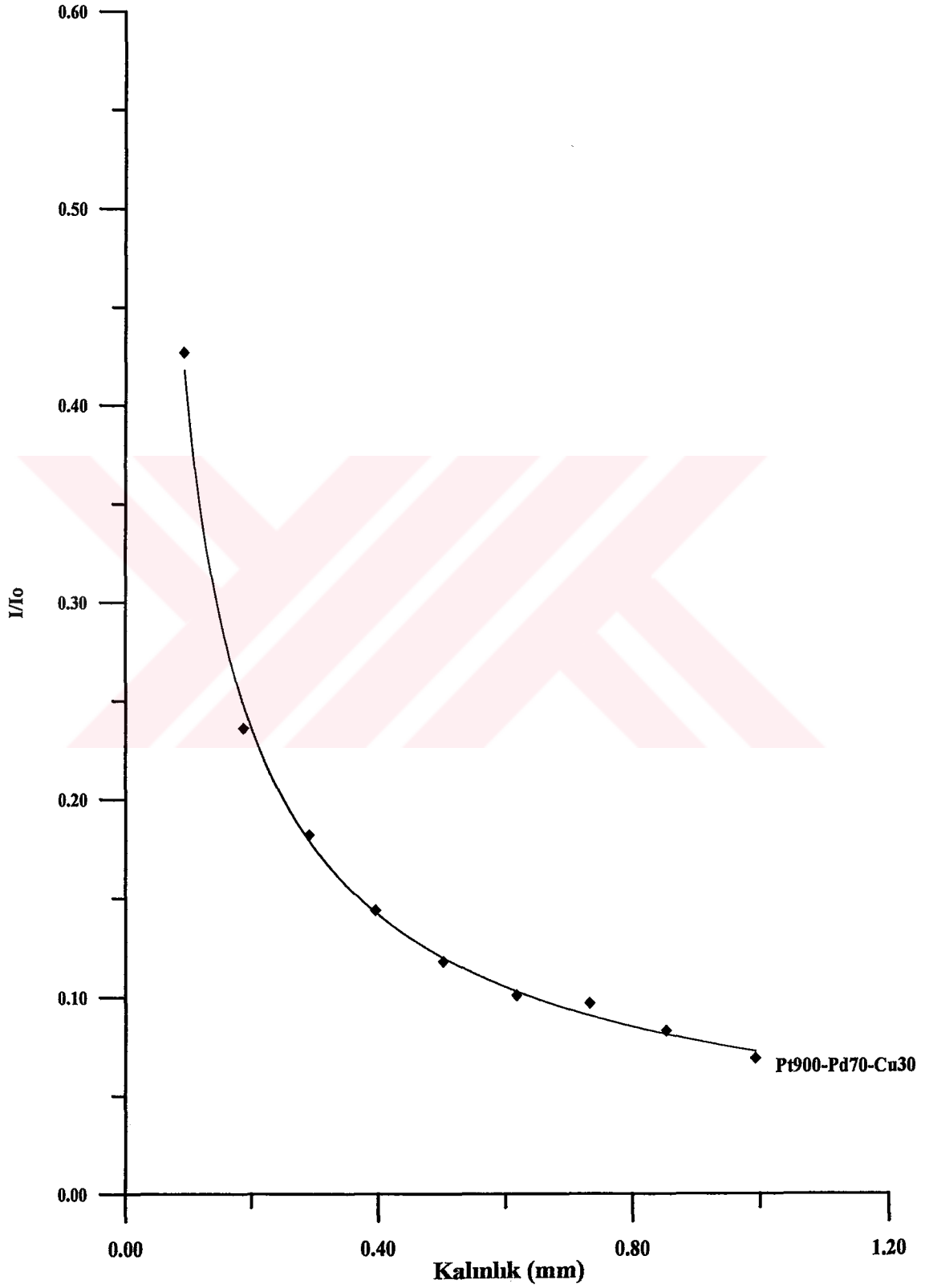
NUMUNE	1.Grup Pt	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		33	32	31	30	30	31,2	1

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	NET SAYIM	STANDART SAPMA	I/Io
0,095	330	345	335	337	340	337,4	306,2	6	0,487
0,19	211	206	215	210	209	210,2	179	3	0,284
0,295	176	173	179	180	182	178	146,8	4	0,233
0,4	145	140	141	149	150	145	113,8	5	0,181
0,505	135	130	133	137	133	133,6	102,4	3	0,163
0,61	112	120	115	111	117	115	83,8	4	0,133
0,715	105	108	107	103	105	105,6	74,4	2	0,118
0,82	98	93	97	100	101	97,8	66,6	3	0,106
0,925	97	94	95	100	97	96,6	65,4	2	0,104
1,03	92	89	90	93	89	90,6	59,4	2	0,094
KAYNAK SAYIMI (Io)	654	656	661	665	666	660,4	629,2	5	

5.2.2 Pt900-Pd70-Cu30 İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Pt900-Pd70-Cu30, ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.6'da verilmektedir.

Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.6'da görülmektedir.



Şekil 5.6 : Pt900-Pd70-Cu30 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları

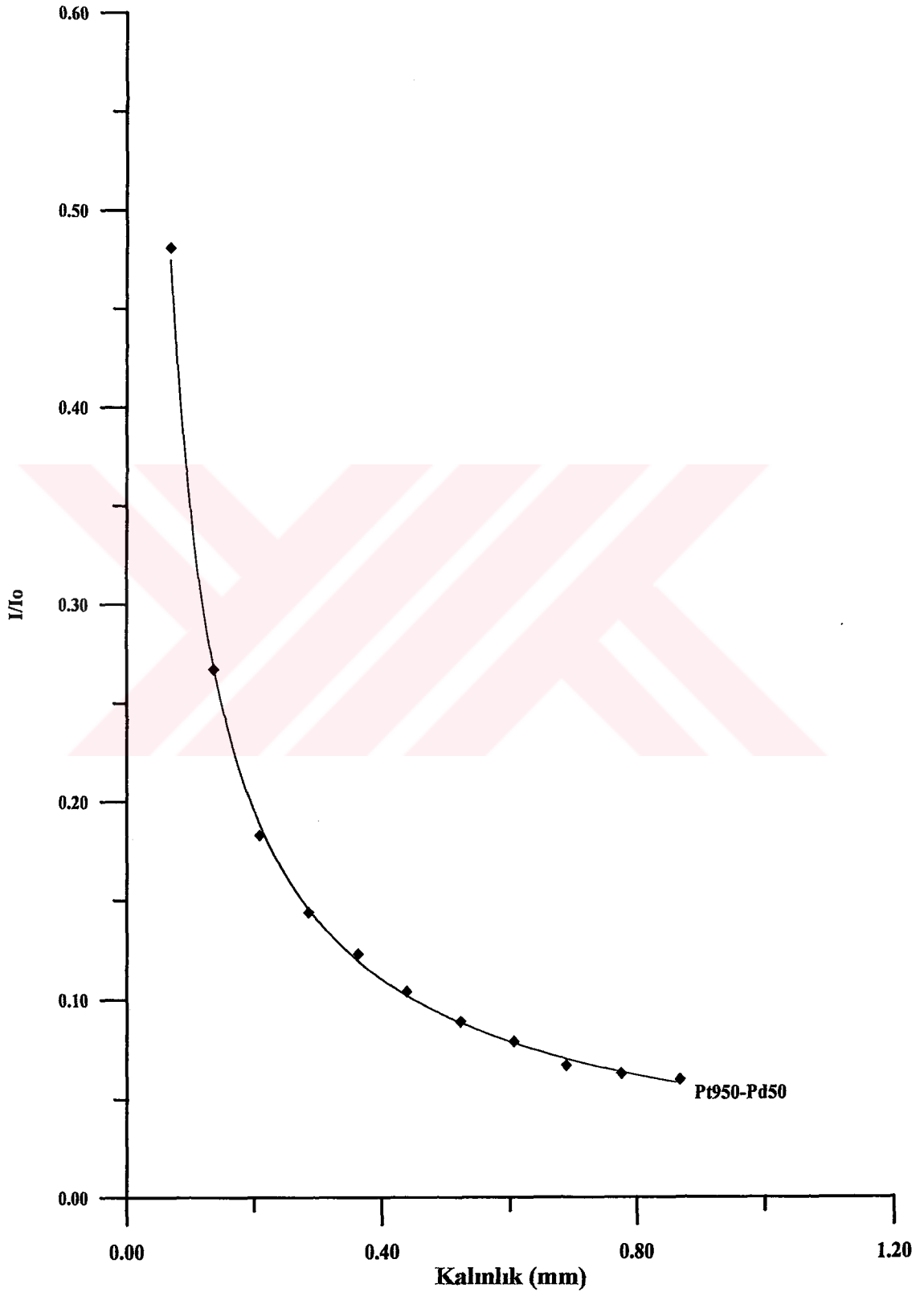
Tablo 5.6: Pt900-Pd70-Cu30 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	2. Grup Pt	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		32	31	30	33	30	31,2	1

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	NET SAYIM	STANDART SAPMA	I/Io
0,092	309	305	304	315	312	309	277,8	5	0,427
0,187	184	187	184	186	185	185,2	154	2	0,236
0,291	144	150	155	148	152	149,8	118,6	4	0,182
0,395	127	124	125	122	126	124,8	93,6	2	0,144
0,502	104	106	109	113	107	107,8	76,6	4	0,118
0,617	96	93	94	98	103	96,8	65,6	4	0,101
0,732	92	97	92	95	95	94,2	63	2	0,097
0,852	84	87	82	86	88	85,4	54,2	3	0,083
0,992	76	77	71	78	78	76	44,8	3	0,069
KAYNAK SAYIMI (Io)	682	681	677	687	685	682,4	651,2	4	

5.2.3 Pt950-Pd50 İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Pt950-Pd50 ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.7’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.7’de görülmektedir.



Şekil 5.7 : Pt950-Pd50 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları

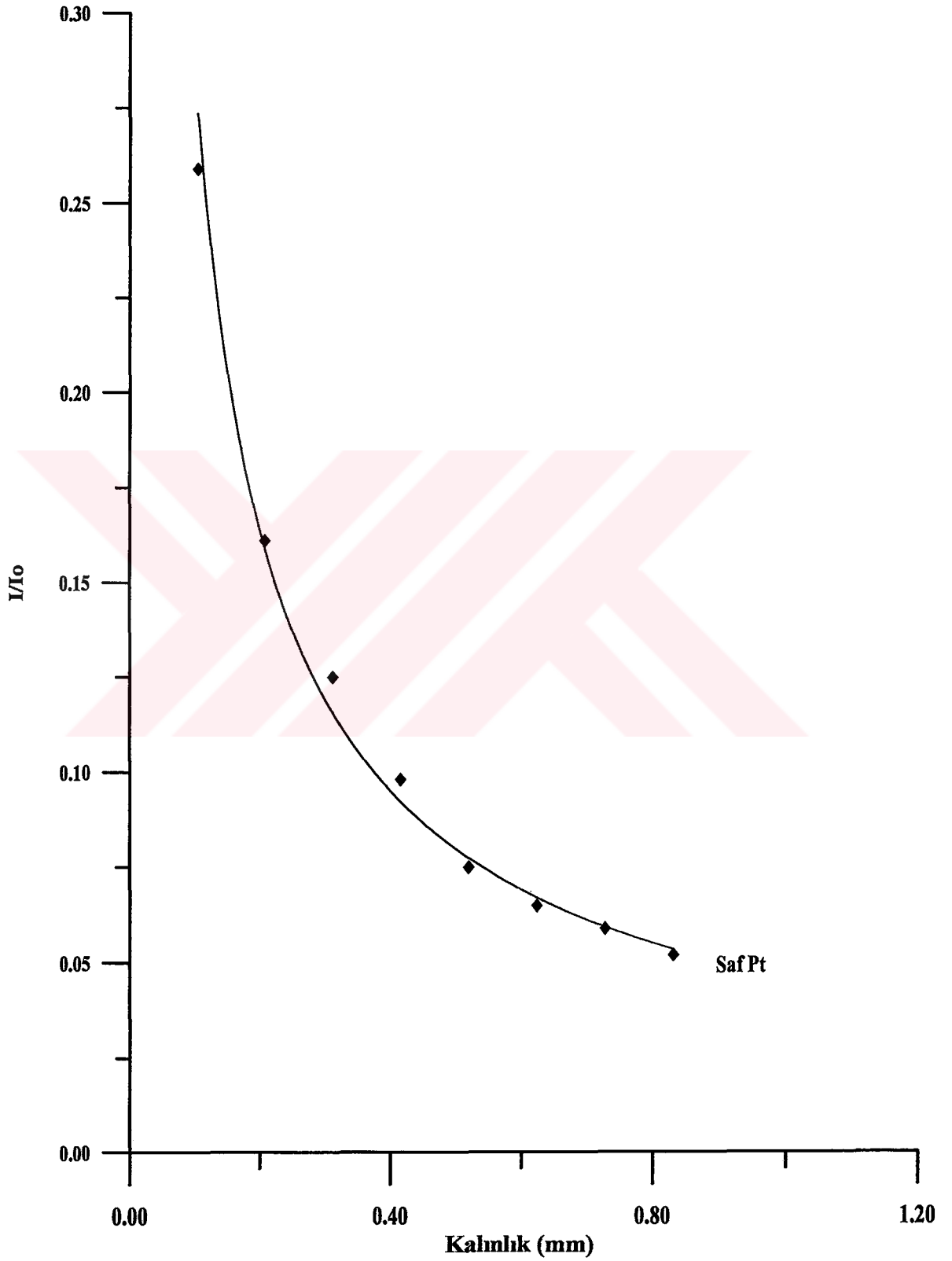
Tablo 5.7: Pt950-Pd50 Alaşımı İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	3. Grup Pt	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		30	31	27	31	28	29,4	2

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	NET SAYIM	STANDART SAPMA	I/Io
0,068	346	347	340	346	339	343,6	314,2	4	0,481
0,136	209	206	205	200	199	203,8	174,4	4	0,267
0,208	151	154	149	146	146	149,2	119,8	4	0,183
0,285	125	125	120	124	123	123,4	94	2	0,144
0,362	108	107	110	111	114	110	80,6	3	0,123
0,439	100	93	99	96	97	97	67,6	3	0,104
0,522	84	89	85	88	92	87,6	58,2	3	0,089
0,605	80	82	85	80	77	80,8	51,4	3	0,079
0,688	73	75	72	76	75	74,2	44,8	2	0,067
0,775	67	69	70	73	74	70,6	41,2	3	0,063
0,867	72	69	65	65	72	68,6	39,2	4	0,060
KAYNAK SAYIMI (Io)	682	681	677	687	685	682,4	653	4	

5.2.4 Saf Platin İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Saf Platin ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.8’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.8’de görülmektedir.



Şekil 5.8 : Saf Platin İle Alınan Deney Sonuçları

Tablo 5.8: Saf Platin İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	1000 Pt	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		36	33	37	36	37	35,8	2

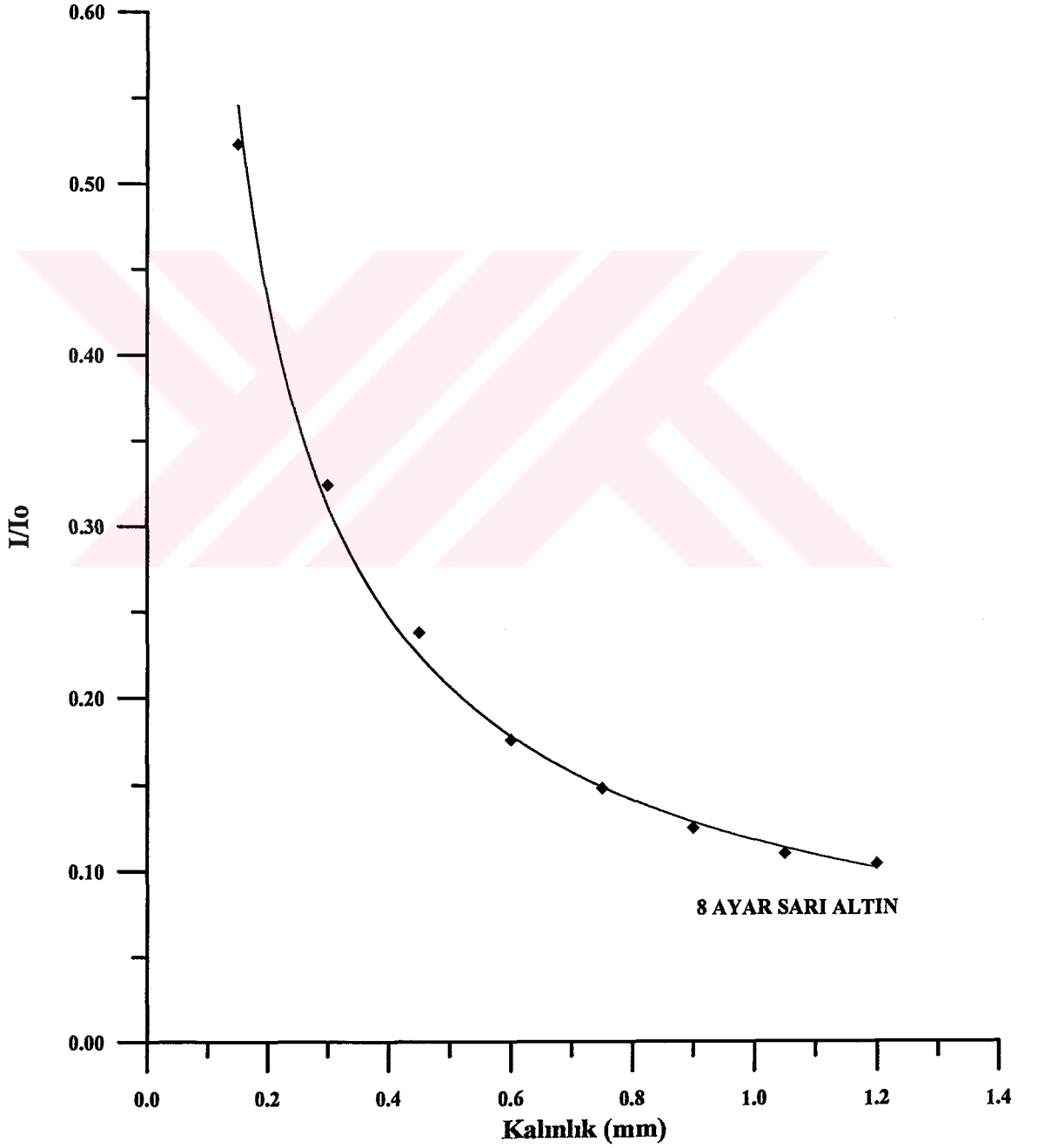
KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	NET SAYIM	STANDART SAPMA	I/Io
0,104	204	207	203	204	206	204,8	169	2	0,259
0,208	135	139	140	146	145	141	105,2	5	0,161
0,312	119	120	115	118	117	117,8	82	2	0,125
0,416	100	99	98	99	103	99,8	64	2	0,098
0,52	86	84	85	82	87	84,8	49	2	0,075
0,624	80	80	76	78	77	78,2	42,4	2	0,065
0,728	75	73	76	78	73	75	39,2	2	0,059
0,832	70	71	72	69	67	69,8	34	2	0,052
KAYNAK SAYIMI (Io)	688	687	686	690	695	689,2	653,4	3	

5.3 Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Altın için Tablo 4.'de verilen 4 farklı sarı altın ayarı ile deneyler gerçekleştirilmiştir. Çalışılan ayarlar, 8,14,18 ve 22 ayardır. Çalışılan her altın tipi için sonuçlar aşağıdaki alt bölümlerde verilmektedir (Kurtoğlu, 1999).

5.3.1 8 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

8 Ayar sarı altın ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.9'da verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.9 : 8 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları

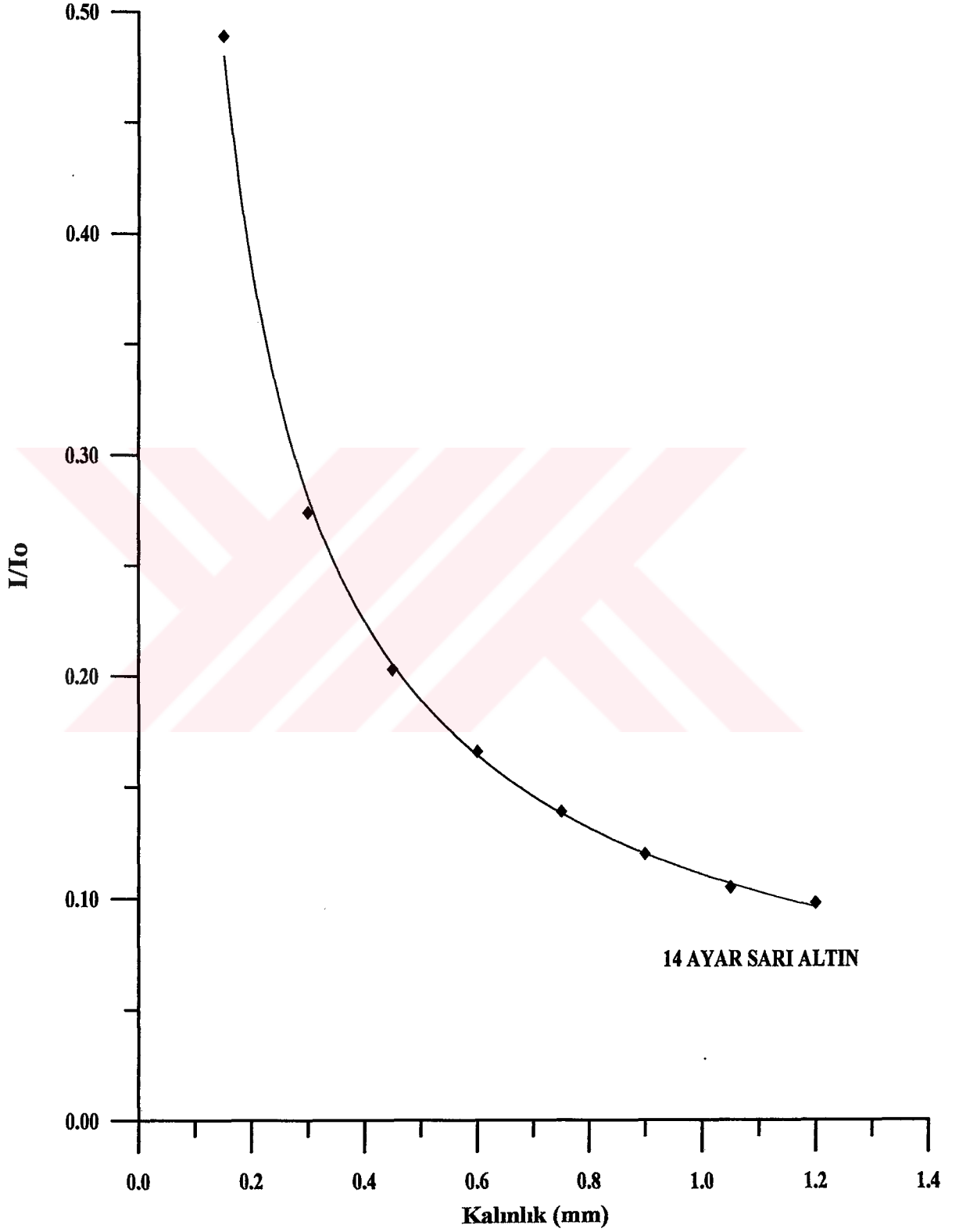
Tablo 5.9: 8 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	8 Ct	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		29	28	32	25	31	29	3

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET ORTALAMA SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,150	385	368	374	372	369	373,6	344,6	7	0,523
0,300	255	241	232	237	247	242,4	213,4	9	0,324
0,450	193	189	182	175	191	186	157	7	0,238
0,600	138	145	151	141	149	144,8	115,8	5	0,176
0,750	131	127	125	133	118	126,8	97,8	6	0,148
0,900	111	106	110	114	117	111,6	82,6	4	0,125
1,050	102	105	103	98	101	101,8	72,8	3	0,110
1,200	99	92	101	96	101	97,8	68,8	4	0,104
KAYNAK SAYIMI (Io)	685	692	696	688	679	688	659	6	

5.3.2 14 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

14 Ayar sarı altın ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.10'da verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.10'da görülmektedir.



Şekil 5.10 : 14 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları

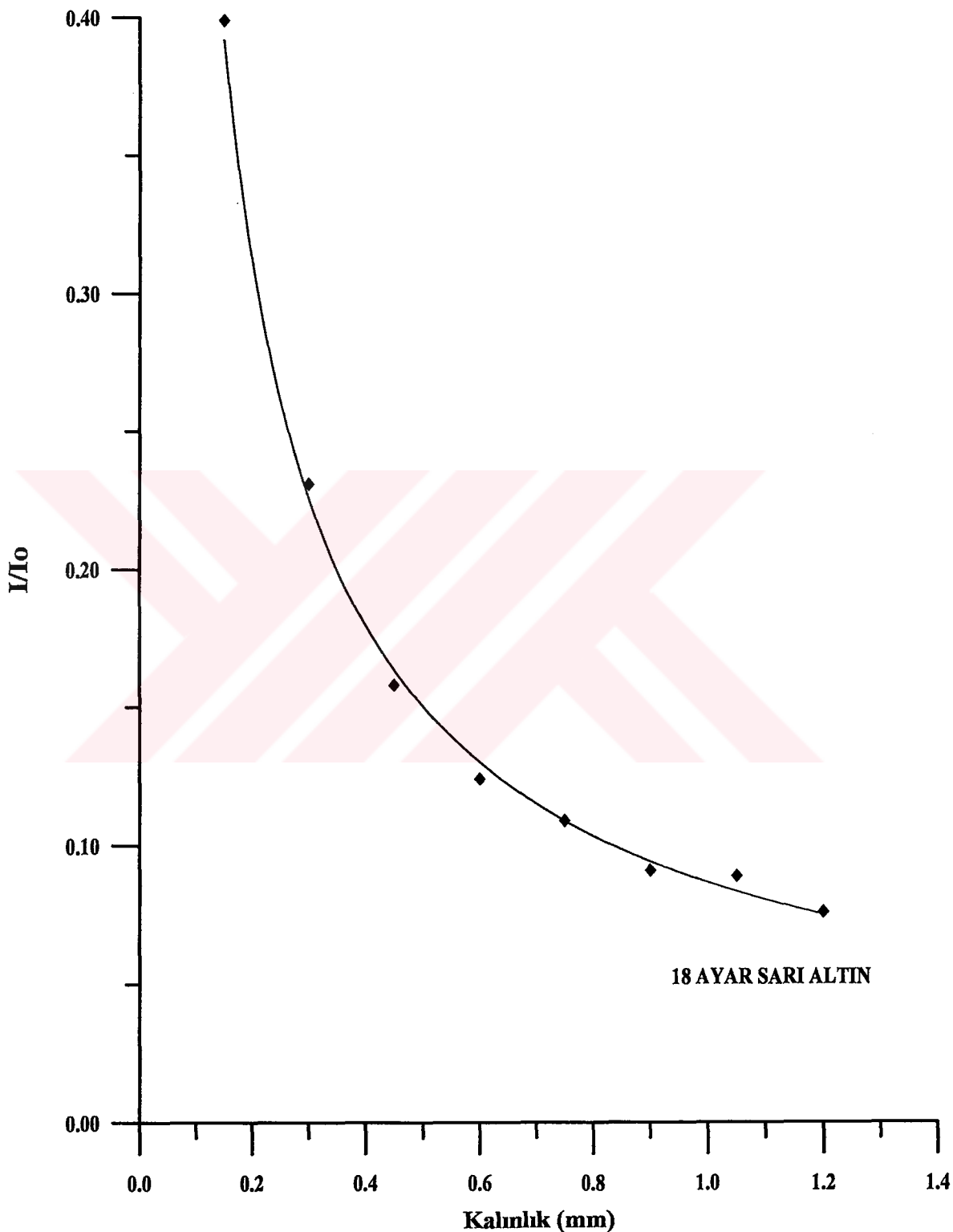
Tablo 5.10: 14 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	14 Ct	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		29	33	24	31	33	30	3

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET ORTALAMA SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,150	345	347	354	341	349	347,2	317,2	5	0,489
0,300	196	216	214	208	204	207,6	177,6	8	0,274
0,450	169	155	158	167	161	162	132	6	0,203
0,600	138	131	134	145	141	137,8	107,8	6	0,166
0,750	121	117	115	124	125	120,4	90,4	4	0,139
0,900	110	109	111	104	107	108,2	78,2	3	0,120
1,050	103	107	97	94	90	98,2	68,2	7	0,105
1,200	89	91	100	94	95	93,8	63,8	4	0,098
KAYNAK SAYIMI (Io)	680	684	671	682	678	679	649	5	

5.3.3 18 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

18 Ayar sarı altın ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.11’da verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.11’da görülmektedir.



Şekil 5.11 : 18 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları

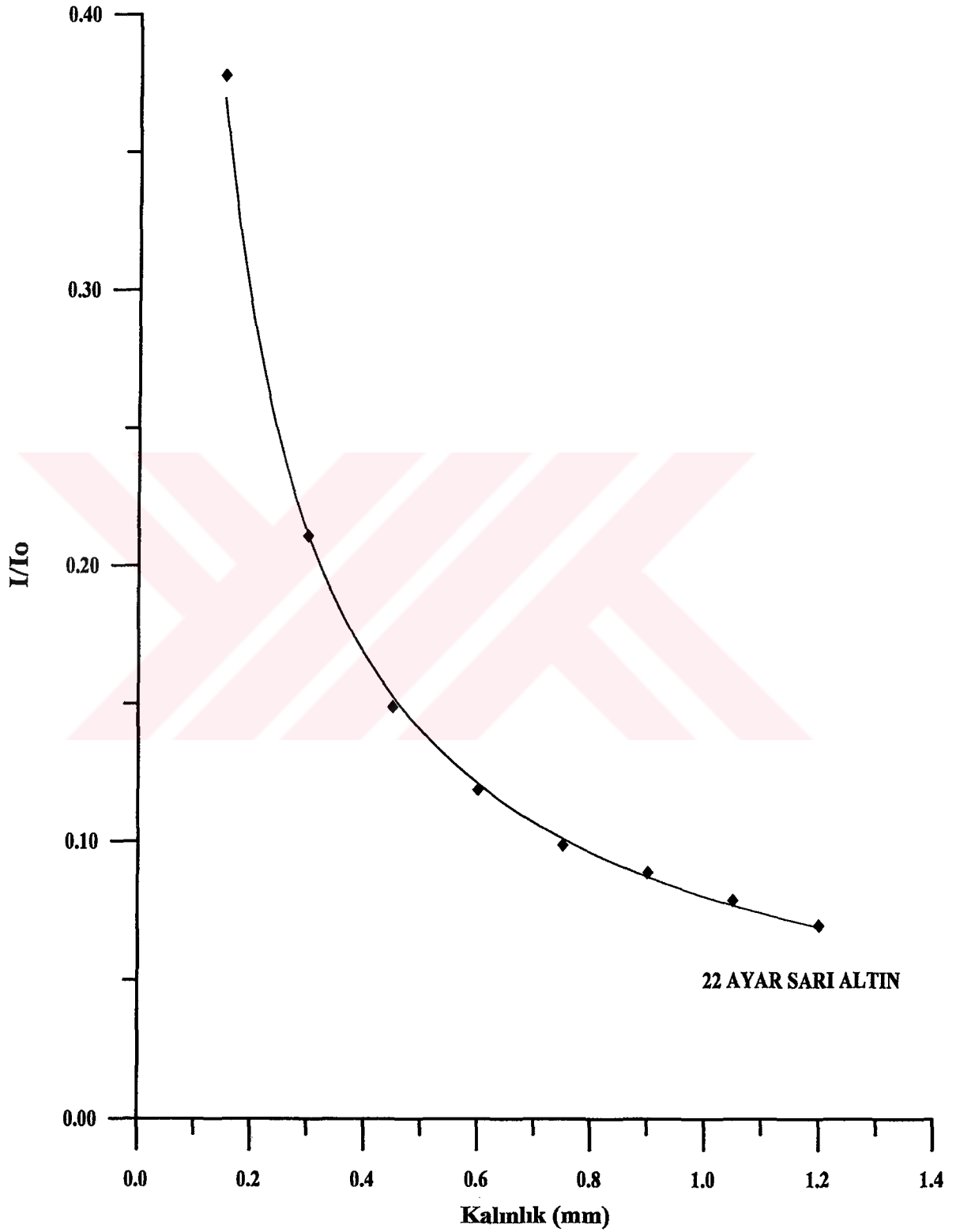
Tablo 5.11: 18 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	18 Ct	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		34	35	30	37	34	34	2

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET ORTALAMA SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,150	311	287	289	292	298	295,4	261,4	10	0,399
0,300	186	189	193	185	175	185,6	151,6	7	0,231
0,450	145	139	141	129	134	137,6	103,6	6	0,158
0,600	114	118	111	113	119	115	81	3	0,124
0,750	101	111	105	103	107	105,4	71,4	4	0,109
0,900	97	99	92	91	89	93,6	59,6	4	0,091
1,050	95	87	93	97	89	92,2	58,2	4	0,089
1,200	79	82	90	78	91	84	50	6	0,076
KAYNAK SAYIMI (Io)	692	689	681	684	701	689,4	655,4	7	

5.3.4 22 Ayar Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

22 Ayar sarı altın ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.12’da verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.12’da görülmektedir.



Şekil 5.12 : 22 Ayar Sarı Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları

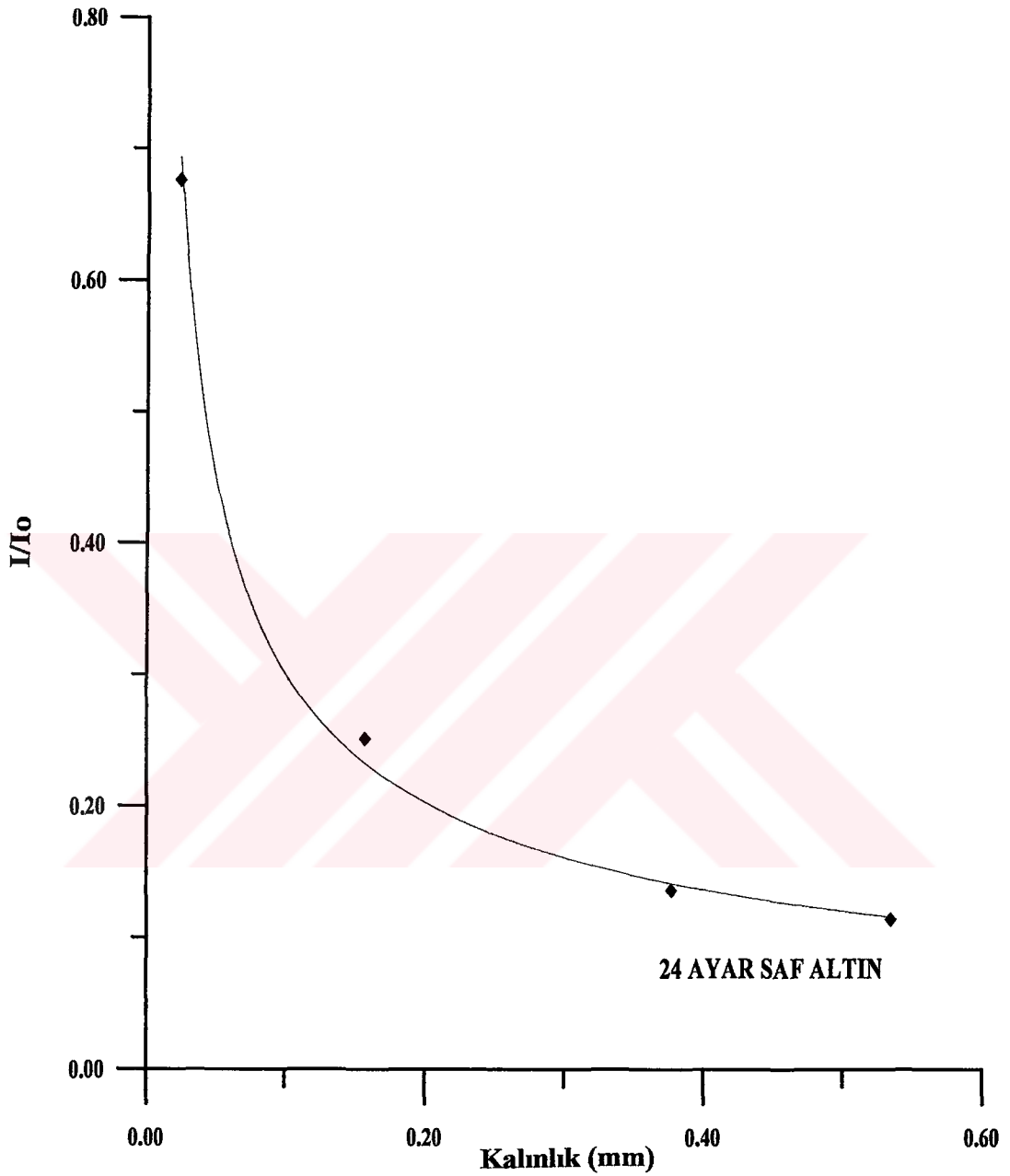
Tablo 5.12: 22 Ayar Sarı Altın İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	22 Ct	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		37	39	41	45	42	40.8	3

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET ORTALAMA SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,150	281	287	289	278	298	286,6	245,8	8	0,378
0,300	183	179	173	181	175	178,2	137,4	4	0,211
0,450	144	138	140	128	137	137,4	96,6	6	0,149
0,600	119	121	117	112	122	118,2	77,4	4	0,119
0,750	100	113	106	102	105	105,2	64,4	5	0,099
0,900	107	99	94	92	102	98,8	58	6	0,089
1,050	85	89	95	94	99	92,4	51,6	5	0,079
1,200	81	87	93	75	95	86,2	45,4	8	0,070
KAYNAK SAYIMI (Io)	687	692	697	684	695	691	650.2	5	

5.3.5 Saf Altın İle Yapılan Deneylerin Sonuçları

Saf altın ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.13’de verilmektedir. Deney sonuçlarından hareketle çizilen grafik ise Şekil 5.13’de görülmektedir.



Şekil 5.13 : 24 Ayar Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları

5.4 Deneysel Sonuçların Mukayeseli Değerlendirmesi

Bu alt bölümde, üç kıymetli metal için yapılan deneylerle elde edilen sonuçların mukayeseli incelemesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, her bir kıymetli metalin farklı ayarları için yapılan deneyler mukayeseli olarak incelenmiştir.

Tablo 5.13: 24 Ayar Altın İle Alınan Deney Sonuçları

NUMUNE	24 Ct	BG	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA	STANDART SAPMA
KAYNAK	Ba-133		27	29	27	29	23	27	2

KALINLIK (mm)	1. SAYIM	2. SAYIM	3. SAYIM	4. SAYIM	5. SAYIM	ORTALAMA SAYIM	NET ORTALAMA SAYIM (I)	STANDART SAPMA	I/Io
0,023	468	465	466	470	473	468,4	441,4	3	0,676
0,157	193	197	187	185	191	190,6	163,6	5	0,251
0,377	122	114	117	121	105	115,8	88,8	7	0,136
0,534	99	91	107	102	108	101,4	74,4	7	0,114
KAYNAK SAYIMI (Io)	694	680	678	661	687	680	653	12	

5.4.1 Farklı Ayarlarda Gümüş İle Yapılan Deneylerin Mukayeseli Değerlendirmesi

Çalışılan gümüş ayarları olan 800, 900, 925 ayar ve saf gümüş için yapılan deneylerden hareketle ulaşılan bağıl sayım değerleri topluca Tablo 5.14’de verilmektedir. Tablo 5.14’den hareketle çizilen mukayese grafiği ise Şekil 5.14’de görülmektedir.

Tablo 5.14: Gümüşle Elde Edilen Deney Sonuçları

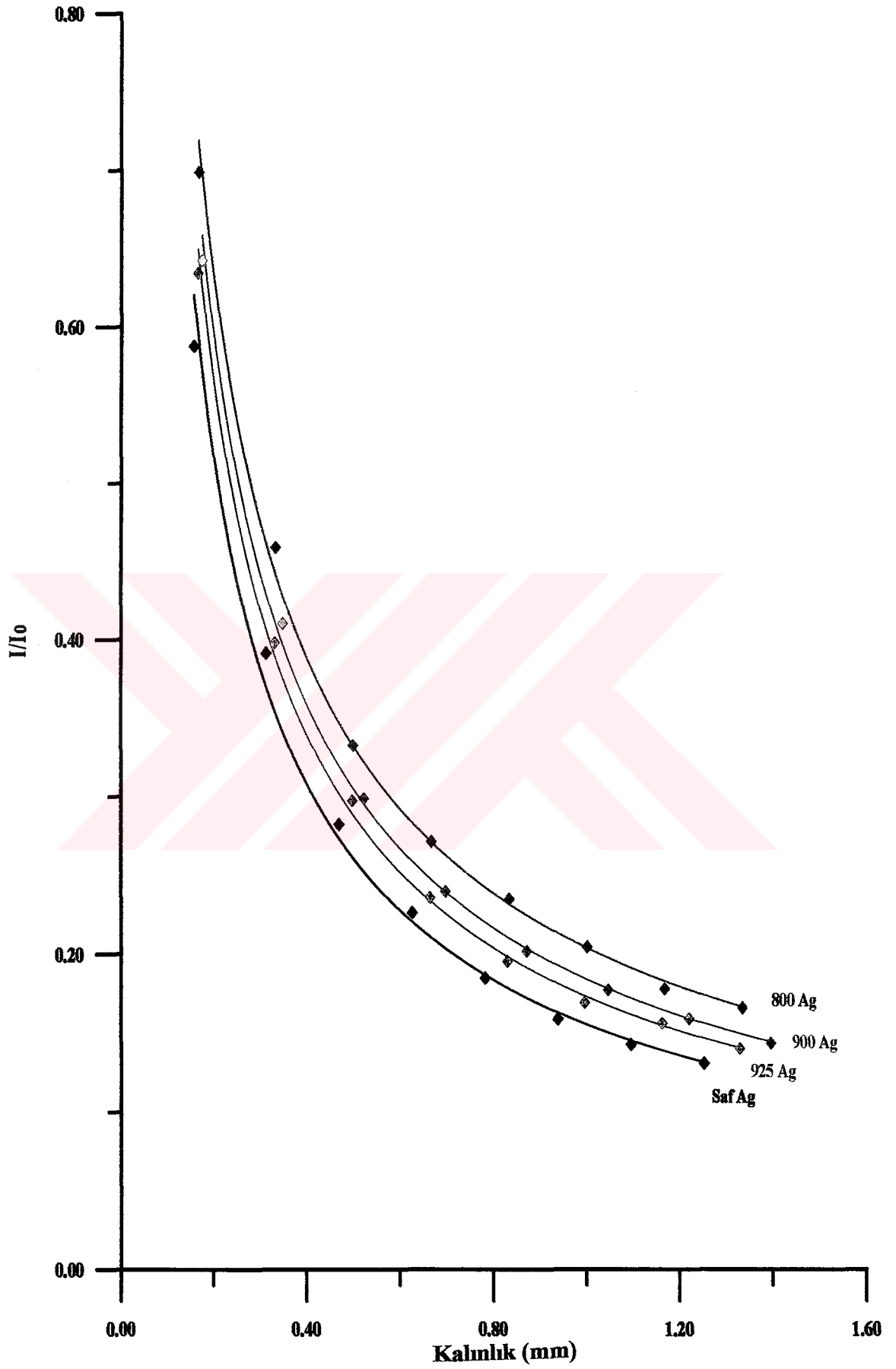
Gümüş Numuneleri							
800 Ayar		900 Ayar		925 Ayar		Saf Ag	
Kalınlık(mm)	I/Io	Kalınlık(mm)	I/Io	Kalınlık(mm)	I/Io	Kalınlık(mm)	I/Io
0,167	0,699	0,175	0,642	0,166	0,634	0,157	0,588
0,334	0,459	0,349	0,410	0,333	0,398	0,313	0,391
0,501	0,333	0,524	0,299	0,499	0,297	0,470	0,282
0,668	0,271	0,698	0,240	0,665	0,236	0,626	0,226
0,835	0,235	0,872	0,202	0,831	0,195	0,783	0,185
1,002	0,204	1,047	0,177	0,998	0,169	0,939	0,159
1,169	0,178	1,222	0,159	1,164	0,156	1,096	0,143
1,336	0,166	1,396	0,143	1,330	0,140	1,252	0,131

5.4.2 Farklı Ayarlarda Platin İle Yapılan Deneylerin Mukayeseli Değerlendirmesi

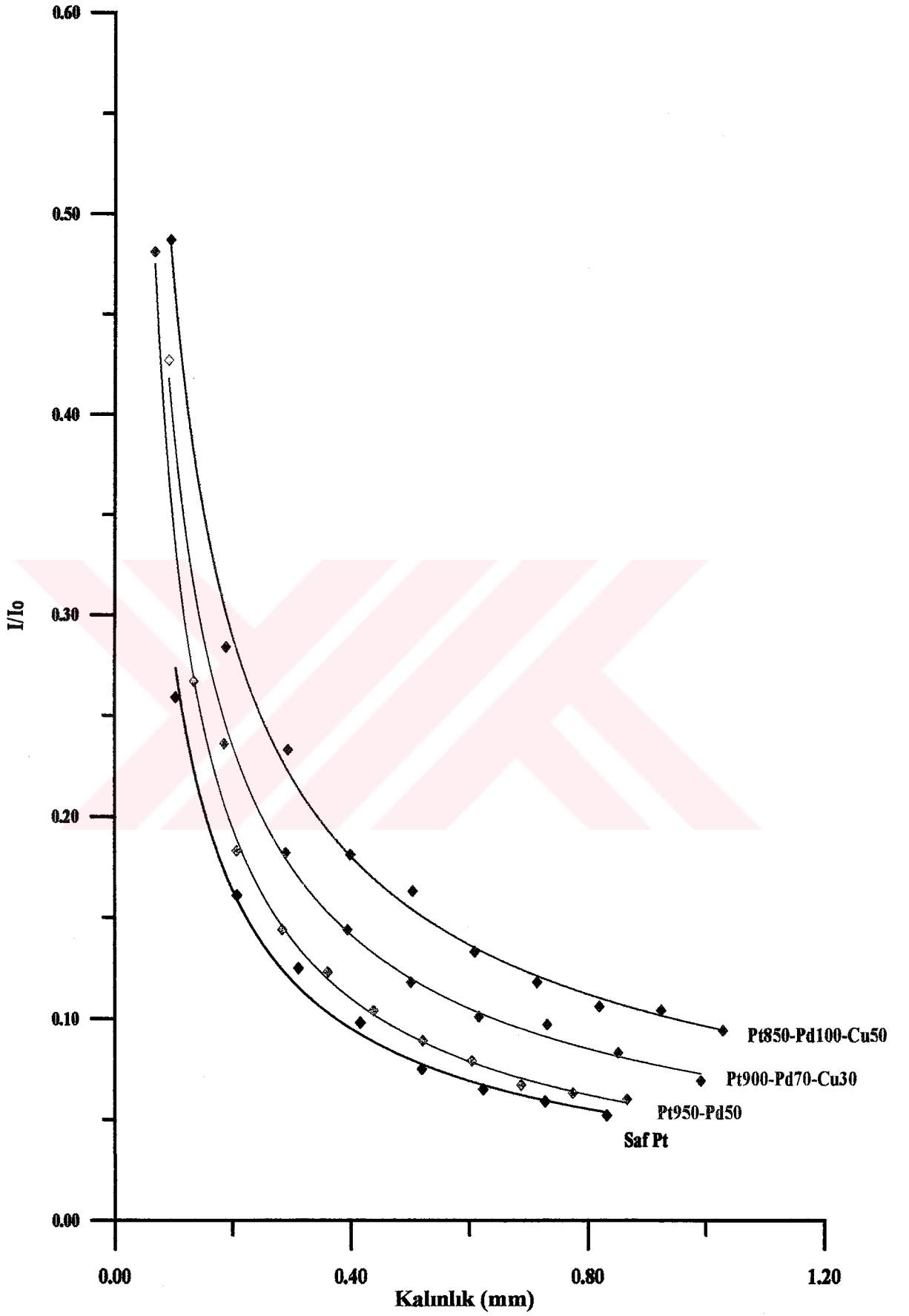
Çalışılan platin ayarları olan Pt850-Pd100-Cu50, Pt900-Pd70-Cu30, Pt950-Pd50 ve saf platin için yapılan deneylerden hareketle ulaşılan bağıl sayım değerleri topluca Tablo 5.15’de verilmektedir. Tablo 5.15’den hareketle çizilen mukayese grafiği ise Şekil 5.15’de görülmektedir.

Tablo 5.15: Platinle Elde Edilen Deney Sonuçları

Platin Numuneleri							
Pt850-Pd100-Cu50		Pt900-Pd70-Cu30		Pt950-Pd50		Saf Pt	
Kalınlık(mm)	I/Io	Kalınlık(mm)	I/Io	Kalınlık(mm)	I/Io	Kalınlık(mm)	I/Io
0,095	0,487	0,092	0,427	0,068	0,481	0,104	0,259
0,190	0,284	0,187	0,236	0,136	0,267	0,208	0,161
0,295	0,233	0,291	0,182	0,208	0,183	0,312	0,125
0,4	0,181	0,395	0,144	0,285	0,144	0,416	0,098
0,505	0,163	0,502	0,118	0,362	0,123	0,52	0,075
0,61	0,133	0,617	0,101	0,439	0,104	0,624	0,065
0,715	0,118	0,732	0,097	0,522	0,089	0,728	0,059
0,82	0,106	0,852	0,083	0,605	0,079	0,832	0,052



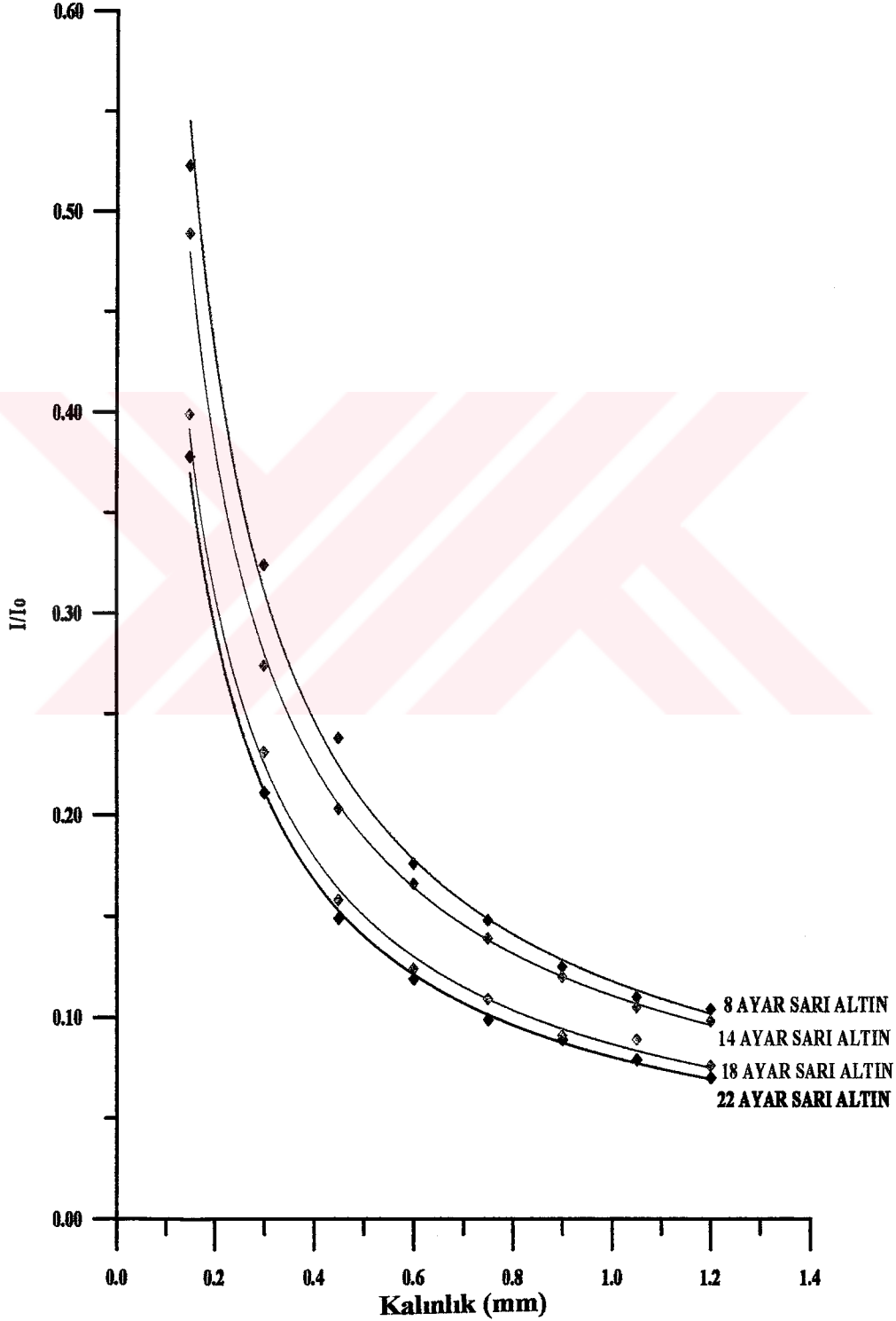
Şekil 5.14 : Gümüşle Elde Edilen Mukayeseli Deney Sonuçları



Şekil 5.15 : Platinle Elde Edilen Mukayeseli Deney Sonuçları

5.4.3 Farklı Ayarlarda Sarı Altın İle Yapılan Deneylerin Mukayeseli Değerlendirmesi

Çalışılan altının ayarları olan 8, 14, 18, 22 ayar sarı altın için yapılan deneylerden hareketle ulaşılan bağıl sayım değerleri topluca Tablo 5.16'da verilmektedir. Tablo 5.16'dan hareketle çizilen mukayese grafiği ise Şekil 5.16'da görülmektedir.



Şekil 5.16 : Sarı Altınla Elde Edilen Mukayeseli Deney Sonuçları

Tablo 5.16: Altınla Elde Edilen Deney Sonuçları

Altın Numuneleri							
8 Ayar Sarı Altın		14 Ayar Sarı Altın		18 Ayar Sarı Altın		22 Ayar Sarı Altın	
Kalınlık (mm)	I/I ₀	Kalınlık (mm)	I/I ₀	Kalınlık (mm)	I/I ₀	Kalınlık (mm)	I/I ₀
0,150	0,523	0,150	0,489	0,150	0,399	0,150	0,378
0,300	0,324	0,300	0,274	0,300	0,231	0,300	0,211
0,450	0,238	0,450	0,203	0,450	0,158	0,450	0,149
0,600	0,176	0,600	0,166	0,600	0,124	0,600	0,119
0,750	0,148	0,750	0,139	0,750	0,109	0,750	0,099
0,900	0,125	0,900	0,12	0,900	0,091	0,900	0,089
1,050	0,110	1,050	0,105	1,050	0,089	1,050	0,079
1,200	0,104	1,200	0,098	1,200	0,076	1,200	0,070

5.5 Üç Kıymetli Metale İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması

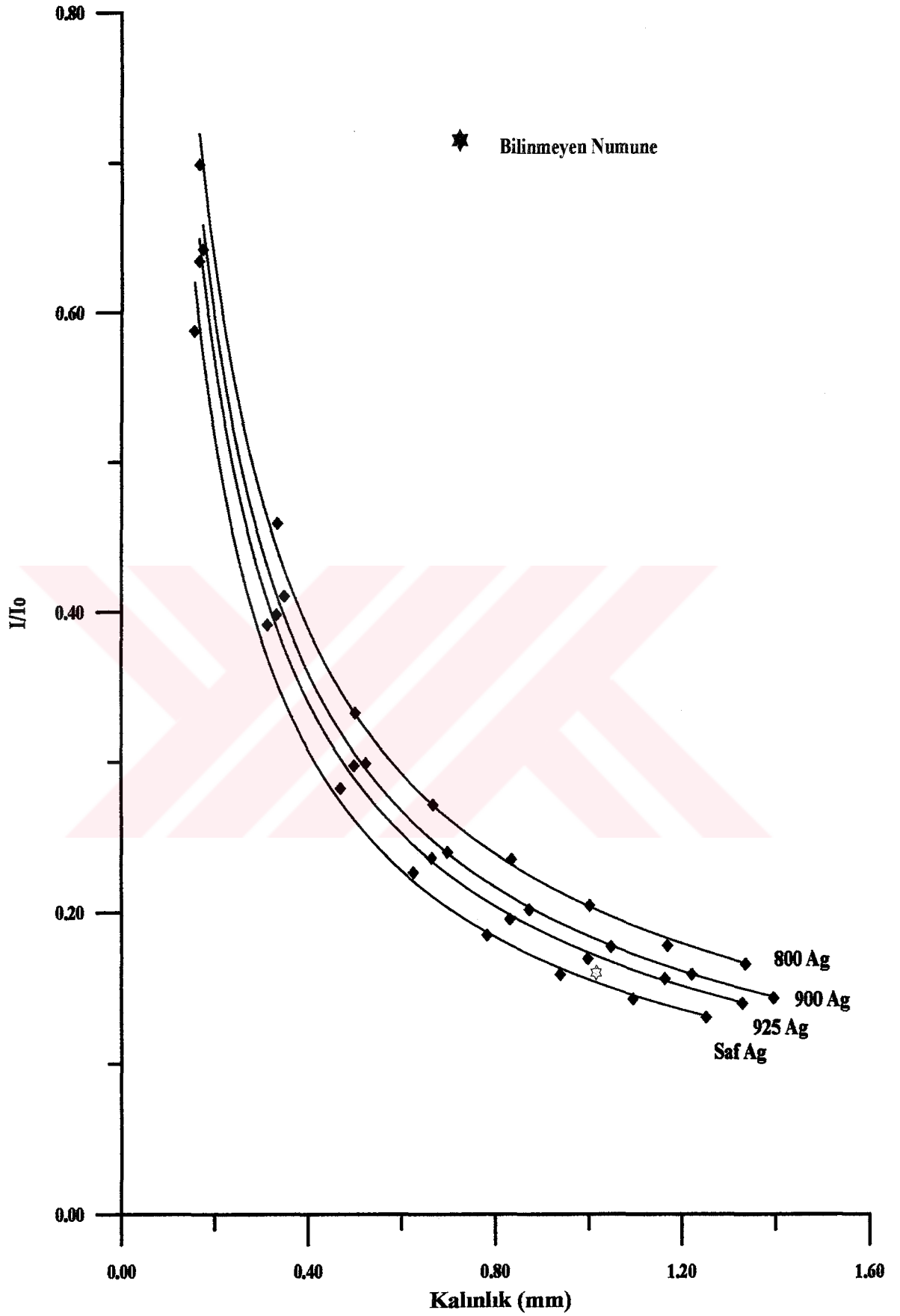
Üç kıymetli metal için çizilmiş eğrilerin sınanması bağlamında farklı numunelerle çalışılarak sınanması yoluna gidilmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalara ilişkin sonuçlar aşağıdaki alt bölümler içinde verilmektedir.

5.5.1 Gümüşe İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması

Gümüş için çizilmiş eğrilerin sınanması bağlamında gümüş için çizilen eğriler için kullanılmamış bir numune ile çalışılmış ve böylece eğrilerin sınaması yapılmıştır. Yeni çalışılan numuneye ilişkin alınan sonuçlar Tablo 5.17’de görülmektedir. Grafik olarak yeri ise Şekil 5.17’de görülmektedir. Çalışılan gümüş numunenin, LAPİS Holding A.Ş. tarafından Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile de analizi yaptırılmış ve 975 ayar gümüş olarak belirlenmiştir.

Tablo 5.17: Bilinmeyen Numune Gümüş İle Elde Edilen Deney Sonuçları

Kalınlık	1,017 mm
Sayım Zamanı	600 s
Doğal Ortam Sayımı Ortalaması (BG)	60,8
Kaynak Sayımı Net Ortalaması (Io)	2736,2
1. Sayım	510
1. Net Sayım	449,2
2. Sayım	492
2. Net Sayım	431,2
3. Sayım	494
3. Net Sayım	433,2
4. Sayım	497
4. Net Sayım	463,2
5. Sayım	502
5. Net Sayım	441,2
Ortalama Sayım	499
Net Ortalama Sayım (I)	438,2
Standart Sapma	7
I/Io	0,160



Şekil 5.17 : Bilinmeyen Numune Gümüşün Grafiksel Sonuçları

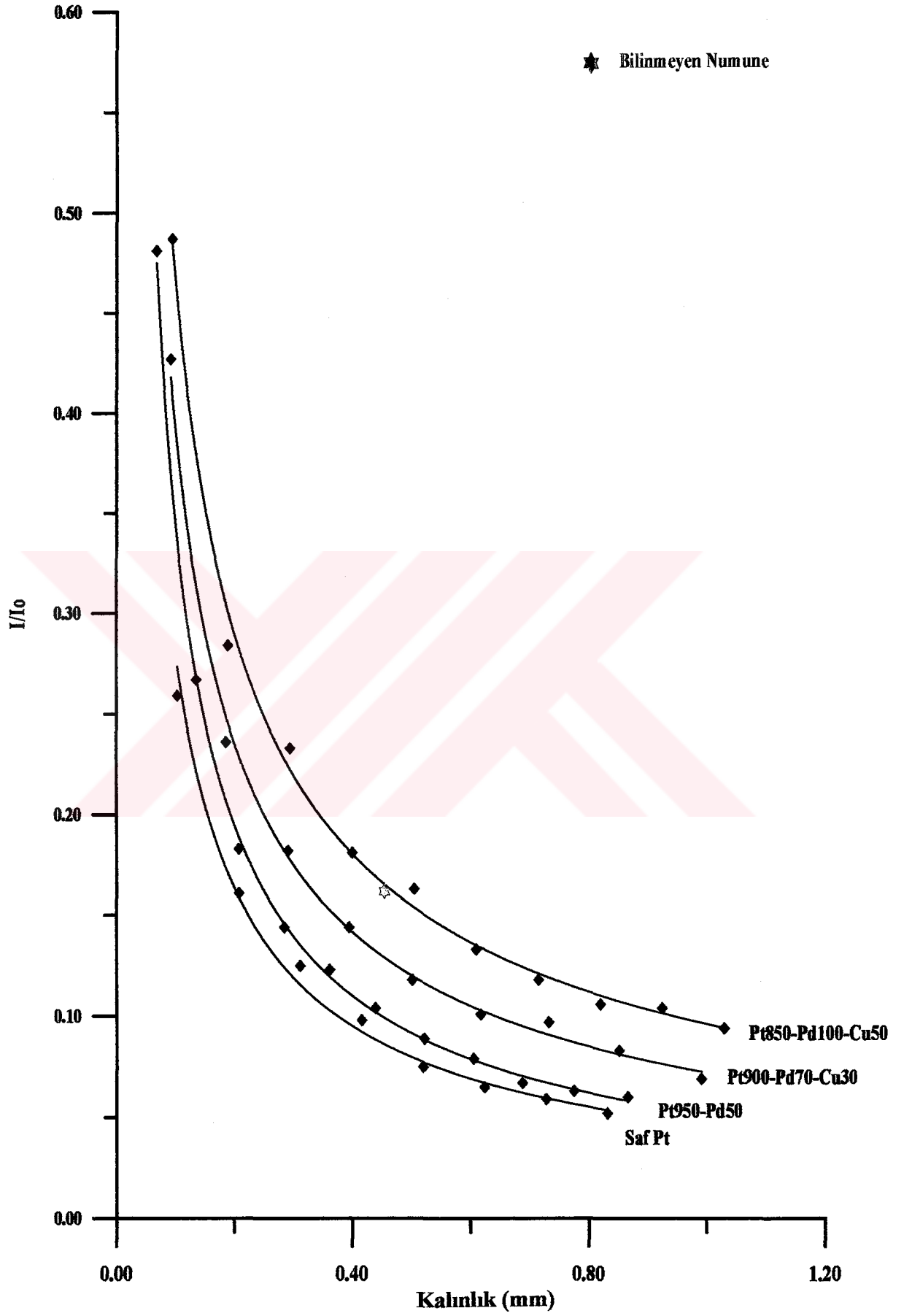
5.5.2 Platine İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması

Platin için çizilmiş eğrilerin sınanması bağlamında gümüş için çizilen eğriler için kullanılmamış bir numune ile çalışılmış ve böylece eğrilerin sınanması yapılmıştır. Yeni çalışılan numuneye ilişkin alınan sonuçlar Tablo 5.18’de görülmektedir. Grafik olarak yeri ise Şekil 5.18’de görülmektedir.

Çalışılan platin numunenin, LAPİS Holding A.Ş. tarafından Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile de analizi yaptırılmış, platin-paladyum alaşımı olduğu tespit edilmiştir. Alaşımdaki platin oranının %85, paladyum oranının %15 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.18: Bilinmeyen Numune Platin İle Elde Edilen Deney Sonuçları

Kalınlık	0,455 mm
Sayım Zamanı	60 s
Doğal Ortam Sayımı Ortalaması (BG)	33
Kaynak Sayımı Net Ortalaması (I _o)	629,6
1. Sayım	131
1. Net Sayım	98
2. Sayım	137
2. Net Sayım	104
3. Sayım	135
3. Net Sayım	102
4. Sayım	140
4. Net Sayım	107
5. Sayım	131
5. Net Sayım	98
Ortalama Sayım	134,8
Net Ortalama Sayım (I)	101,8
Standart Sapma	4
I/I _o	0,162



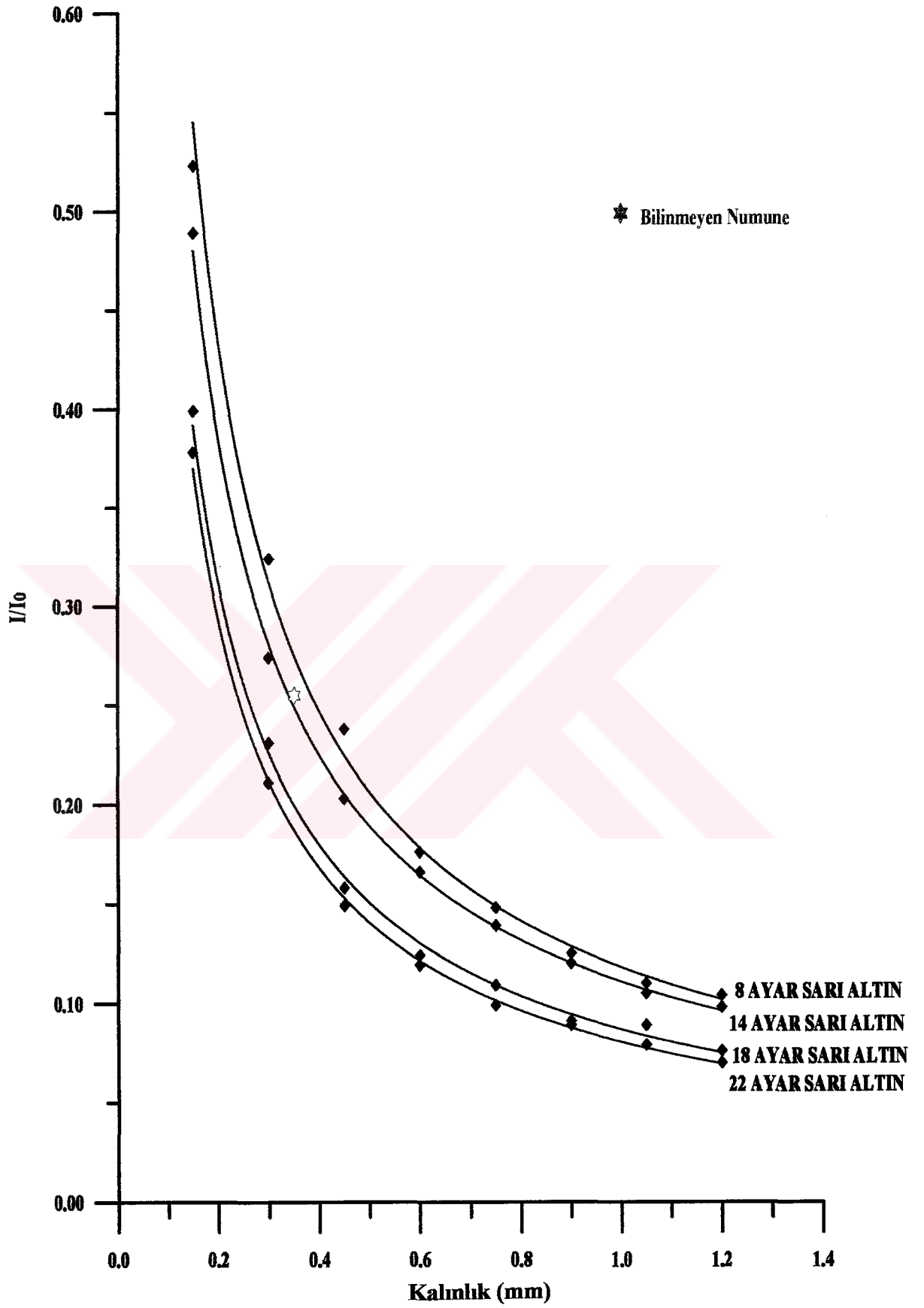
Şekil 5.18 : Bilinmeyen Numune Platinin Grafiksel Sonuçları

5.5.3 Altına İlişkin Çıkarılan Eğrilerin Sınanması

Altın için çizilmiş eğrilerin sınanması bağlamında gümüş için çizilen eğriler için kullanılmamış bir numune ile çalışılmış ve böylece eğrilerin sınanması yapılmıştır. Yeni çalışılan numuneye ilişkin alınan sonuçlar Tablo 5.19’de görülmektedir. Grafik olarak yeri ise Şekil 5.19’de görülmektedir. Çalışılan altın numunenin, LAPİS Holding A.Ş. tarafından Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile de analizi yaptırılmış, 14 ayar altın olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.19: Bilinmeyen Numune Altın İle Elde Edilen Deney Sonuçları

Kalınlık	0,352 mm
Sayım Zamanı	60 s
Doğal Ortam Sayımı Ortalaması (BG)	27
Kaynak Sayımı Net Ortalaması (I _o)	831,2
1. Sayım	240
1. Net Sayım	213
2. Sayım	246
2. Net Sayım	219
3. Sayım	231
3. Net Sayım	204
4. Sayım	234
4. Net Sayım	207
5. Sayım	244
5. Net Sayım	217
Ortalama Sayım	239
Net Ortalama Sayım (I)	212
Standart Sapma	6
I/I _o	0,255



Şekil 5.19 : Bilinmeyen Numune Altının Grafikselse Sonuçları

5.6 Kütle Zayıflatma Katsayılarının DeneySEL Olarak Tayini

Absorpsiyon süreksizliğinin her element için ayırt edici bir özellik olduğu belirtilmektedir. Elementlerin süreksizliğe sahip olduğu bu enerji değerlerindeki zayıflatma katsayılarının doğru bir şekilde ölçülmesi deneySEL çalışmalarda oldukça geniş bir yer almaktadır (Murty ve diğ., 1998). Kıymetli metallere gümüş, platin ve altının K tabakası absorpsiyon süreksizliği civarındaki enerji değerlerindeki kütle zayıflatma katsayılarının deneySEL olarak tayini, bu doktora tez çalışmasının hedefleri arasındadır.

Denklem 2.7’de yer alan lineer zayıflatma katsayısı olarak bilinen büyüklük (μ_L), gama radyasyonunun, malzeme içinde difüzyonu ve girişimini tanımlayan en karakteristik büyüklük durumunda olduğu ifade edilmektedir (Hubbell, 1969). Bununla birlikte, Denklem 2.8’de tanımlanan kütle zayıflatma katsayısı, yoğunluktan etkilenmediği için, kullanımı daha çok tercih edilen bir büyüklük olduğu belirtilmektedir.

Pek çok deneySEL düzenlemeler ve tekniklerle kütle zayıflatma katsayısının ölçülmesi mümkün olabilmektedir (Hubbell ve Seltzer, 1995). Toplam foton zayıflatma tesir kesiti ölçümlerinde direkt ve indirekt deneySEL metotların kullanıldığı görülmektedir (Anasuya ve diğ., 1998).

Metal alaşımlarının yoğunlukları, alaşıma giren saf metallere yoğunluklarından hareketle;

$$\frac{1}{\rho} = \sum_i \left(\frac{w_i}{\rho_i} \right) \quad (5.1)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir. Burada; w_i , i. elementin alaşım içindeki ağırlık oranı; ρ_i ise i. elementin yoğunluğudur (Payling, 1997). Hesaplamalarda Tablo 4.1’de verilen değerler kullanılmıştır. Sonuçlar ise Tablo 4.2-4.4’de verilmiştir.

Bileşik, karışım ve alaşımların kütle zayıflatma katsayıları ise;

$$\left(\frac{\mu_L}{\rho} \right) = \sum_i w_i \left(\frac{\mu_L}{\rho} \right)_i \quad (5.2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada w_i i. bileşenin ağırlık oranı, $\left(\frac{\mu_L}{\rho}\right)_i$ ise i. bileşenin kütle zayıflatma katsayısıdır (Knoll, 1989).

Bu doktora tez çalışması çerçevesinde, Gama Absorpsiyon Tekniği ile kıymetli metallerin ve alaşımlarının analizi için kullanılmasına yönelik olarak Dk. 2.7:

$$I = I_0 \exp \left[- \sum_{i=1}^M w_i \left(\frac{\mu_L}{\rho} \right)_i \rho_i x \right] \quad (5.3)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada;

I : Malzemeyi kateden radyasyonun şiddeti

I_0 : Radyasyonun malzemeyi katetmeden önceki şiddeti

M : Alaşımdaki bileşen sayısı

w_i : i. bileşenin alaşımdaki ağırlık oranı

$\left(\frac{\mu_L}{\rho} \right)_i$: i. bileşenin kütle zayıflatma katsayısı

ρ_i : i. bileşenin yoğunluğu

x : Malzeme kalınlığını

temsil etmektedir.

Denklem 5.3'den hareketle Kütle zayıflatma katsayısı;

$$\left(\frac{\mu_L}{\rho} \right) = \frac{1}{\rho x} \ln \left(\frac{I_0}{I} \right) \quad (5.4)$$

olarak ifade edilebilmektedir. Burada;

ρ : Malzemenin yoğunluğu

x : Malzeme kalınlığı

I_0 : Radyasyonun malzemeyi katetmeden önceki şiddeti

I : Malzemeyi kateden radyasyonun şiddetini temsil etmektedir.

Deneyisel olarak hesaplamalardan doğabilecek hatalar ise;

$$\delta\left(\frac{\mu_L}{\rho}\right) = \left(-\frac{1}{\rho x}\right) \left\{ \left[\left(\frac{I\delta I_0 - I_0\delta I}{I I_0} \right) + x\delta\rho \ln \frac{I}{I_0} \right] \right\} \quad (5.5)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir (Singh ve diğ., 1996). Burada;

I_0 : Radyasyonun malzemeyi katetmeden önceki şiddeti

I : Malzemeyi kateden radyasyonun şiddeti

ρ : Malzemenin yoğunluğu

x : Malzeme kalınlığı

δI_0 : Radyasyonun malzemeyi katetmeden önceki şiddetinin standart sapması

δI : Malzemeyi kateden radyasyonun şiddetinin standart sapması

$\delta\rho$: Hesaplanan yoğunluğun standart sapması

$\delta\left(\frac{\mu_L}{\rho}\right)$: Tayin edilen kütle zayıflatma katsayısının standart sapmasını temsil etmektedir.

Kütle zayıflatma katsayısını ölçümleme deneylerinde en önemli gereklilik dar demet geometrisidir. Dar demet geometrisi gelen gama ışınlarından olan saçılmaları minimuma indirmektedir. Bu nedenle, soğurucu ortama gelen radyasyonun zayıflatma katsayısının detaylı ve hassas bir şekilde belirlenebilmesinde bu husus önem taşımaktadırlar (Tuğrul, 1995).

Malzeme ile etkileşime girmeden saçılan fotonların detektör tarafından algılanması istenmemektedir. Bununla birlikte, dar demet geometrisi sağlansa da, eğer malzemenin kalınlığı ortalama serbest yoldan büyükse, çoğul saçılma etkisi, ölçümlenen kütle zayıflatma katsayısı değerleri üzerinde etkili olmaktadır (Varier ve diğ., 1986).

Bir başka deyişle, kütle zayıflatma katsayısının deneysel olarak tayininde, soğurucu ortam kalınlığının bir ortalama serbest yola eşit yada küçük olması gerekmektedir (Sidhu ve diğ., 1999).

Ortalama serbest yol (λ), gama ışınlarının bir etkileşim olmadan yayılabileceği ortalama mesafe olarak tanımlanmakta ve:

$$\lambda = \frac{1}{\mu_L} \quad (5.6)$$

ile verilmektedir (Knoll, 1989). Bütün bunlar dikkate alınarak, deneysel çalışmalarımızda kullanılan gümüş, platin ve altın için özel birer numune hazırlanmıştır.

Numuneler hazırlanırken kıymetli metallerin K absorpsiyon süreksizliği enerjilerindeki lineer zayıflatma katsayısı değerleri dikkate alınmıştır. Gümüş için 598 cm^{-1} , platin için 195 cm^{-1} ve altın için 169 cm^{-1} değerleri hesaplamalarda kullanılmıştır (Brady ve McIntire, 1985).

5.6.1 Gümüş Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini

Bu doktora tez çalışmasında incelenen gümüş alaşımları ve saf gümüş için kütle zayıflatma katsayılarının tayinine yönelik yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.20’de, tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları sonuçları Tablo 5.21’de verilmiştir.

Tablo 5.20: Gümüş ve Gümüş Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Deneysel Sonuçlar

Numune	1. Sayım	2. Sayım	3. Sayım	Ortalama Sayım	Net Sayım (I)	Standart Sapma	I/Io
800 Ayar Ag	5211	5196	5183	5196,66	4842,66	14	0,517
900 Ayar Ag	4881	4874	4902	4885,66	4531,66	15	0,484
925 Ayar Ag	4811	4825	4771	4802,33	4448,33	28	0,475
Saf Ag	4487	4521	4471	4493	4139	26	0,442
Kaynak Sayımı (Io)	9687	9724	9745	9720	9366	31	BG: 354

Tablo 5.21: Gümüş ve Gümüş Alaşımlarının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları

Numune	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Kalınlık (mm)	I/I ₀	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
800 Ayar Ag	10,13	0,015	0,517	43,42 ± 0,33
900 Ayar Ag	10,31	0,015	0,484	46,96 ± 0,37
925 Ayar Ag	10,35	0,015	0,475	47,95 ± 0,37
Saf Ag	10,49	0,015	0,442	51,90 ± 0,41

5.6.2 Platin Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini

Saf platin ve platin alaşımlarının kütle zayıflatma katsayılarının deneysel olarak tayinine yönelik gerçekleştirilen deneylerin sonuçları Tablo 5.22’de, tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları sonuçları Tablo 5.23’de verilmiştir.

Tablo 5.22: Platin ve Platin Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Deneysel Sonuçlar

Numune	1. Sayım	2. Sayım	3. Sayım	4. Sayım	5. Sayım	Ortalama Sayım	Net Sayım (I)	Standart Sapma	I/I ₀
Pt850-Pd100-Cu50	375	364	370	373	359	368,2	335,6	7	0,515
Pt900-Pd70-Cu30	325	330	333	328	332	329,6	297	3	0,456
Pt950-Pd50	432	427	430	428	425	428,4	395,8	3	0,607
Saf Pt	380	375	378	385	373	378,2	345,6	5	0,530
Kaynak Sayımı (I ₀)	669	694	676	688	696	684,6	652	12	BG:32,6

Tablo 5.23: Platin ve Platin Alaşımlarının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları

Numune	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Kalınlık (mm)	I/I ₀	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
Pt850-Pd100-Cu50	18,67	0,045	0,515	7,91 ± 0,25
Pt900-Pd70-Cu30	19,55	0,05	0,456	8,04 ± 0,27
Pt950-Pd50	20,64	0,028	0,607	8,64 ± 0,24
Saf Pt	21,45	0,033	0,530	8,97 ± 0,27

5.6.3 Altın Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayılarının Deneysel Olarak Tayini

Altının ve altın alaşımlarının kütle zayıflatma katsayılarının deneysel olarak hesaplanması ile ilgili deney sonuçları Tablo 5.24’de, tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları sonuçları Tablo 5.25’de verilmiştir (Kurtoglu ve Tuğrul, 2003).

Tablo 5.24: Altın ve Altın Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Deneysel Sonuçlar

Numune	1. Sayım	2. Sayım	3. Sayım	4. Sayım	5. Sayım	Ortalama Sayım	Net Sayım (I)	Standart Sapma	I/I ₀
8 Ayar Sarı Altın	533	545	538	548	554	543,6	516,6	8	0,791
14 Ayar Sarı Altın	454	460	464	456	462	459,2	432,2	4	0,662
18 Ayar Sarı Altın	428	431	436	424	434	430,6	403,6	4	0,618
22 Ayar Sarı Altın	484	492	482	478	488	484,8	457,8	3	0,701
Saf Altın	468	465	466	470	473	468,4	441,4	3	0,676
Kaynak Sayımı (I ₀)	694	680	678	661	687	680	653	12	BG:27

Tablo 5.25: Altın ve Altın Alaşımlarının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları

Numune	Yoğunluk ρ (g/cm ³)	Kalınlık (mm)	I/I ₀	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
8 Ayar Sarı Altın	11,68	0,048	0,791	4,18 ± 0,11
14 Ayar Sarı Altın	13,39	0,054	0,662	5,70 ± 0,17
18 Ayar Sarı Altın	15,62	0,045	0,618	6,84 ± 0,20
22 Ayar Sarı Altın	18,04	0,023	0,701	8,56 ± 0,22
Saf Altın	19,32	0,023	0,676	8,81 ± 0,19

5.6.4 Üç Kıymetli Metal İçin Deneysel Olarak Hesaplanan Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi

Çalışılan üç kıymetli metalin saf halleri, için yapılan deneylerden hareketle hesaplanan kütle zayıflatma katsayılarının değerleri topluca Tablo 5.26’da verilmektedir.

Tablo 5.26: Saf Gümüş, Platin ve Altının Deneysel Sonuçlardan Hareketle Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayıları

Numune	Kalınlık (mm)	I/I ₀	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
Saf Gümüş	0,015	0,442	51,90 ± 0,41
Saf Platin	0,033	0,530	8,97 ± 0,27
Saf Altın	0,023	0,676	8,81 ± 0,19

6. XCOM VE WinXCOM : KİŞİSEL BİLGİSAYARLARDA FOTON TESİR KESİTLERİ

Bu doktora tez çalışmasında, esas itibariyle Gama Absorpsiyon Tekniği ile başlıca üç kıymetli metalin analizi ve yapılan deneylerden hareketle kütle zayıflatma katsayılarının hesaplanması amaçlanmıştır. Bu bölümde, deneysel verilerden yola çıkarak tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının sınanması yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda, halen dünyada kütle zayıflatma katsayılarının hesabı için “en güvenilir” olarak nitelenen WinXCom programından yararlanılarak hesaplanan kütle zayıflatma katsayıları ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle, Bölüm 5’te sonuçları verilen deneysel çalışmalardan hesaplanan kütle zayıflatma katsayıları irdelenmiştir.

Dr. Leif GERWARD tarafından geliştirilen WinXCom programının bu çalışmada kullanılması için özel olarak izin alınmış ve bizzat kendisinden programın temini sağlamıştır. Alınan izin sadece bu doktora tezinde kullanımı kapsamaktadır.

6.1 XCOM: Kişisel Bilgisayarlarda Foton Tesir Kesitleri

X ışını, gama ışını veya Bremsstrahlung sonucu açığa çıkan fotonların soğurulması ve saçılması ile ilgili verilere, pek çok bilimsel, mühendislik ve medikal uygulamalarda ihtiyaç olmaktadır. Bir başka deyişle, çeşitli alanlarda kullanılan farklı malzemelerin foton tesir kesitleri değerlerine her geçen gün daha çok gereksinim duyulmaktadır (**Berger ve Hubbell, 1987**).

Foton tesir kesitleri için, gerekli nümerik hesaplama işlemi sorunlar arz etmektedir. Foto-absorpsiyon tesir kesitlerinin ve toplam zayıflatma katsayılarının; absorpsiyon süreksizliklerine yakın enerjilerde hesaplanması oldukça karmaşık olmaktadır.

Bileşiklerin tesir kesiti tabloları oluşturulurken, atomik bileşenlerin absorpsiyon süreksizliğine yakın enerji değerlerinde bileşiğin tesir kesiti de ani olarak yükselip alçalmakta ve hesaplamalar sırasında daha fazla interpolasyon işlemini

gerektirmektedir. Bileşik ve karışımların tesir kesitleri hesaplanırken kişisel bilgisayarlar yardımı ile hesapları üretmek en uygun alternatif yaklaşımdır (<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/chap3.html>, 2005).

Dr. John Hubbell yaptığı pek çok yayınında, hemen hemen tüm elementlerin, birçok alaşım ve bileşimin kütle zayıflatma katsayısının tespitine ilişkin çalışmalar sunmuştur (Hubbell ve diğ; 1980; Hubbell; 1994,1996). Elementlerin, bileşiklerin yada alaşımların kütle zayıflatma katsayılarına ilişkin oluşturdukları XCOM adlı bir bilgisayar programı da FORTRAN dilinde mevcuttur (Berger ve Hubbell; 1987).

XCOM bilgisayar programı ile, standart enerji aralıkları (yaklaşık logaritmik aralıklar) veya kullanıcının belirleyeceği enerji aralıkları yada her iki tip enerji aralıklarında; element, bileşik yada karışımların tesir kesiti değerlerini üretmek mümkün olmaktadır. Bu enerji aralıkları, absorpsiyon süresizliği enerji değerlerinin hemen alt ve üstündeki enerji değerlerini de otomatik olarak içermektedir.

İnterpolasyon ve kombinasyon esasına dayalı olan bu bilgisayar programı, deneysel çalışmaların teorik yaklaşımlarla kıyaslanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır. Mevcut literatür araştırıldığında, XCOM bilgisayar programının yaygın olarak kullanılmakta olduğu görülmektedir (Gerward ve diğ., 1993; Sandhu ve diğ., 2002; İçelli ve diğ.; 2003, 2004, 2005; Murty ve diğ., 2000; Seven ve diğ., 2003; Akkurt ve diğ., 2003; Prasad ve diğ., 1998; Singh ve diğ., 1998; Alam ve diğ., 2001).

XCOM, enerjisi 1 keV ile 100 GeV arasında bulunan, herhangi bir element, bileşik yada karışımın, saçılma, fotoelektrik absorpsiyon ve ikiz oluşumu kısmi tesir kesitlerinin ve bunların toplamı olan toplam tesir kesitlerinin kişisel bilgisayarlarda hesaplanmasını sağlayan bir program ve veri tabanı içermektedir. Bu program **M.J Berger** ve **J. H. Hubbell** tarafından 1986 yılında oluşturulmuş, pek çok bilimsel çalışma ile refere edilmiş ve birkaç kez güncellenmiştir.

XCOM programı iki türlü veri çıkışı alınmasını sağlamaktadır:

1. Literatürde yer alan tablolara yakın formatta uygun tablo çıkışı
2. Kullanıcının seçtiği düzende bilgisayar hesaplarına uygun çıktılar sağlayabilmektedir.

Program, toplam tesir kesiti ve zayıflatma katsayılarının yanı sıra koharent saçılma, inkoharent saçılma, fotoelektrik absorpsiyon ve ikiz oluşumu proseslerinin kısmi tesir kesitlerinin hesaplanmasını da sağlamaktadır. Bunlardan ayrı olarak, gama ışını transport hesaplarında sıklıkla kullanıldığı için koharent saçılma değerleri hariç tutularak toplam zayıflatma katsayıları da hesaplanabilmektedir.

Bileşiklerin veya karışımların tesir kesitleri ve toplam zayıflatma katsayıları, atomik elemanların miktarlarına ait olarak elde edilmektedir. Ağırlık faktörü, bir başka deyişle bileşenlerin ağırlık oranları, XCOM programı ile kullanıcı tarafından girilen kimyasal formül ile hesaplanmaktadır. Bununla birlikte, karışımlar için kullanıcı kendi belirlediği çeşitli bileşenlerin ağırlık oranlarını verebilmektedir.

XCOM ile; bütün elementler için geniş tabanlı, kapsamlı ve geniş bir enerji aralığını kapsayan veritabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı, inkoharent ve koharent saçılma, fotoelektrik absorpsiyon ve çift oluşumu tesir kesitlerini kapsamaktadır (<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/XCOM.html>).

Inkoharent (Compton) saçılmasına ait tesir kesiti dataları Klein-Nishina formülü ve relativistik olmayan Hartree-Fock inkoharent saçılma fonksiyonlarının kombinasyonlarından elde edilmektedir. Radyatif ve çift Compton saçılma düzeltmelerini de içermektedir. Koharent (Rayleigh) saçılma tesir kesitleri, Thompson formülü ve relativistik Hartree-Fock atomik form faktörlerinin kombinasyonu ile elde edilmektedir (<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/chap2.html>, 2005).

Fotoelektrik olaya ait tesir kesitleri, Scofield (1973)'in merkezi potansiyel için phase-shift hesaplamaları ve Hartree-Slater atomik modeli göz önüne alınarak elde edilmiştir. Scofield'in sonuçları 1.5 MeV enerjiye kadar genişletilmiştir. Çift oluşumu için tesir kesitleri, Bethe-Heitler teorisinin diğer çeşitli teorik modeller ile kombinasyonu, Coulomb ve radyatif düzeltmeler yapılarak karmaşık formüllerinden elde edilmiştir. Yakın eşik enerjileri, orta ve yüksek enerji bölgeleri için çeşitli kombinasyonlar kullanılarak deneysel sonuçlarla en iyi uyumu sağlayan değerler elde edilmiştir (<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/chap2.html>, 2005).

XCOM bilgisayar programı, tesir kesitleri hesaplarken interpolasyon ve kombinasyon kullanmaktadır. Bunun amacı, foton enerjilerine uymak, saçılma ve soğurulma olaylarına ait tesir kesitlerini mümkün olan en iyi yaklaşımla enerjinin fonksiyonu olarak türetebilmektir (Hubbell ve Seltzer, 1995).

Sadece K absorpsiyon süreksizliğinin üstündeki enerji değerlerinde, bütün kabuklar için birleşik fotoelektrik absorpsiyon tesir kesiti benzer olarak, interpolate edilerek türetilmektedir. Bu enerji değerinin altında, her tabaka için ayrı ayrı fotoelektrik absorpsiyon tesir kesitlerinin logaritması olarak uygulanmakta ve foton enerjisinin logaritmasının lineer bir fonksiyonu olarak uyması sağlanmaktadır.

6.2 WinXCOM

Bilgisayar sektöründeki gelişmeler, kullanılan işletim sistemlerinin her geçen gün gelişmesini sağlamaktadır. Bu çerçevede, Windows İşletim Sistemi yaygın hale gelmekte ve daha çok bilgisayar kullanıcısı tarafından tercih edilmektedir.

Bu gelişimi göz önüne alarak, XCOM programı, Dr. Leif Gerward ve arkadaşları tarafından Windows İşletim Sistemine uygun olarak programlanmış ve yeni program WinXCom adını almıştır. Programın yeniden yapılanması sürecindeki proje esası ise 16 bit DOS ortamında çalışan programı 32 bit Windows uyumlu platforma taşımak ve böylelikle kullanıcı arabirimlerini modernize etmektir (Gerward ve diğ; 2001). Şekil 6.1' de WinXCom programının arayüzü görülmektedir.

WinXCom, programın arayüzlerinden faydalanarak malzemeyi tanımlayıp, listeleyen, foton tesir kesitleri ve kütle zayıflatma katsayılarını belirlemede kullanıcıya kolaylık sağlayan bir bilgisayar yazılımıdır (Gerward, 2004).

Kullanımda kimi malzemeyi tanımlamak, önceden tanımlanmış bileşik ve karışımların tanımlamaları ile de mümkün olabilmektedir. Programın veri tabanında yer alan maddeler, periyodik cetvelde yer alan ve atom numaraları 1 ila 100 arasındaki elementleri içermektedir. Şekil 6.1'de elementlerin listesi sol kolonda görülmektedir. Şekil 6.2'de, WinXCom programında, kullanıcının malzeme tanımlı yapabildiği arayüzü görülmektedir.

WinXCom - D:\Arzu\WINXCOM\2004 JULY\Izzetgumuslayar.w20

File Edit View Help

Substance Definition List Partial Interaction Coefficients and Total Attenuation Coefficients

			Energy (MeV)	Coherent (cm ² /g)	InCoherent (cm ² /g)	Photo Electric (cm ² /g)	PAIR Nuclear (cm ² /g)	PAIR Ele (cm ² /g)
Re (Rhenium)	92	L1	2.176E-002	2.42E+000	6.89E-002	8.97E+001	0	0
Os (Osmium)			3.000E-002	1.58E+000	7.83E-002	3.96E+001	0	0
Ir (Iridium)			4.000E-002	1.07E+000	8.58E-002	1.87E+001	0	0
Pt (Platinum)			5.000E-002	7.68E-001	9.03E-002	1.04E+001	0	0
Au (Gold)			6.000E-002	5.78E-001	9.31E-002	6.36E+000	0	0
Hg (Mercury)			8.000E-002	3.63E-001	9.52E-002	2.94E+000	0	0
Tl (Thallium)			8.099E-002	3.56E-001	9.52E-002	2.84E+000	0	0
Pb (Lead)			1.000E-001	2.52E-001	9.51E-002	1.61E+000	0	0
Bi (Bismuth)			1.156E-001	1.97E-001	9.43E-002	1.09E+000	0	0
Po (Polonium)	92	K	1.156E-001	1.97E-001	9.43E-002	4.60E+000	0	0
At (Astatine)			1.500E-001	1.26E-001	9.16E-002	2.37E+000	0	0
Rn (Radon)			2.000E-001	7.54E-002	8.68E-002	1.14E+000	0	0
Fr (Francium)			3.000E-001	3.62E-002	7.81E-002	4.05E-001	0	0
Ra (Radium)			4.000E-001	2.13E-002	7.11E-002	2.00E-001	0	0
Ac (Actinium)			5.000E-001	1.40E-002	6.55E-002	1.18E-001	0	0
Th (Thorium)			6.000E-001	9.92E-003	6.10E-002	7.81E-002	0	0
Pa (Protactinium)			8.000E-001	5.71E-003	5.40E-002	4.19E-002	0	0
U (Uranium)			1.000E+000	3.71E-003	4.87E-002	2.65E-002	0	0
Np (Neptunium)								
Pu (Plutonium)								
Am (Americium)								
Cm (Curium)								
Bk (Berkelium)								
Cf (Californium)								
Es (Einsteinium)								
Fm (Fermium)								

Modified

Şekil 6.1 : WinXCom Programı Arayüzü

Define Mixture (0)

Elements | Compounds | Mixtures

Name	Atomic No.	Symbol	At
Tc (Technetium)	43	Tc	
Ru (Ruthenium)	44	Ru	
Rh (Rhodium)	45	Rh	
Ag (Silver)	47	Ag	
Cd (Cadmium)	48	Cd	
In (Indium)	49	In	
Sn (Tin)	50	Sn	
Sb (Antimony)	51	Sb	
Te (Tellurium)	52	Te	
I (Iodine)	53	I	
Xe (Xenon)	54	Xe	
Cs (Cesium)	55	Cs	
Ba (Barium)	56	Ba	

Current Composition

Constituent	Weight (Frac)
Pt (Platinum)	0.95
Pd (Palladium)	0.05

Atomic Break Down

Z	Weight Frac
Pd	0.05000
Pt	0.95000

Validate... Sum: 1.0

OK Cancel Help

Şekil 6.2 : WinXCom Programı Kullanıcı Malzeme Tanımı Arayüzü

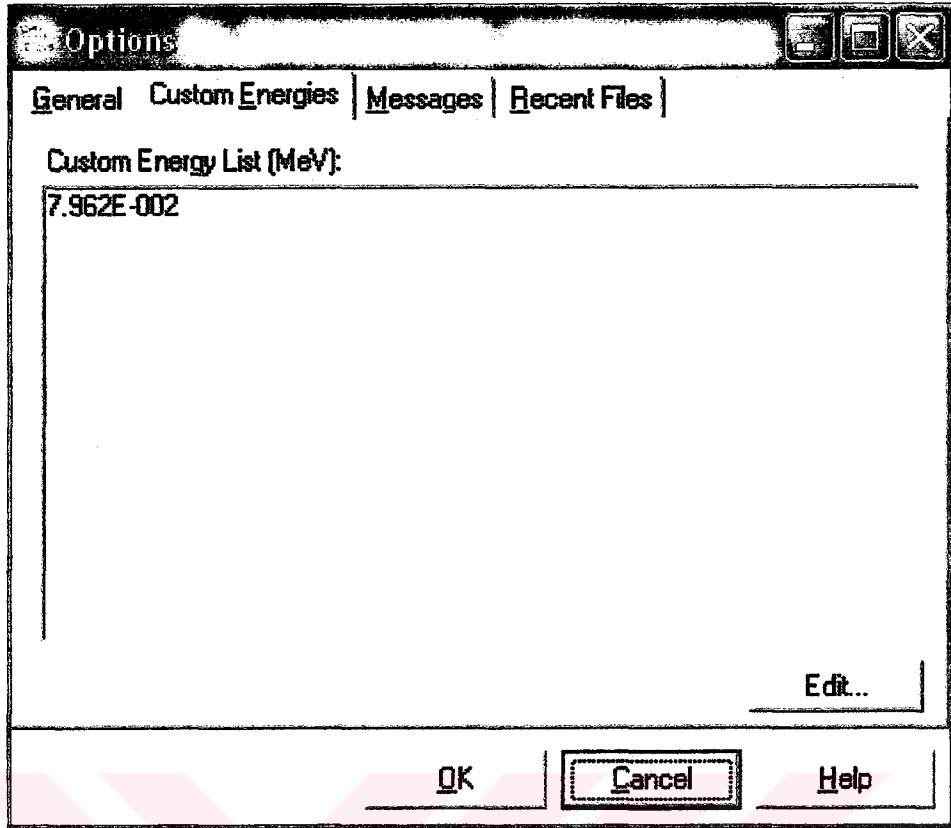
Program, toplam tesir kesiti ve kütle zayıflatma katsayılarının yanı sıra kısmi inkoharent, koharent, fotoelektrik absorpsiyon, ikiz oluşumu tesir kesitlerini de ayrıca hesaplamaktadır. Gama ışını transport hesaplarında kullanılmaya başladığından beri, ayrıca toplam tesir kesitleri koharent saçılma katkısı olmadan da hesaplanabilmektedir.

Günümüz teknolojisine uygun olarak modernize edilmiş olan WinXCom programının başlıca özellikleri şu şekilde ifade edilmektedir (Gerward, 2001):

1. WinXCOM, elementi, karışımı yada bileşiği belirleyen ve saklayan bir arayüze sahiptir. Öncelikle karışım veya bileşiklere ait bileşenler belirlenmekte ve arayüzde saklanmaktadır. Bu liste daha önceden belirlenmiş, atom numaraları 1'den 100'e kadar olan elementleri içeren listeden sonra yer almaktadır.
2. WinXCOM, tesir kesitlerini ve zayıflatma katsayılarını standart XCOM enerji aralıkları veya kullanıcı tarafından belirlenen enerji aralıkları veya her iki tip enerji aralıklarını kullanarak türetebilmektedir. Program, toplam tesir kesiti ve zayıflatma katsayılarının yanı sıra pek çok etkileşim için kısmi tesir kesitlerini de türetebilmektedir. Şekil 6.3'de kullanıcı tarafından enerji aralıklarının belirlenebildiği arayüzü görülmektedir.
3. XCOM programı sonuçları ASCII formatında elde edilmektedir. Elde edilen bu sonuçları tablolamak, birleştirmek oldukça zor olmaktadır. Buna karşın, WinXCOM programı; verileri Microsoft Excel formatına rahatlıkla aktarabilen, çalışma kolaylığı sağlayan bir program durumundadır. Bir başka deyişle, WinXCom ile elde edilen veriler üzerinde çalışmak, tablolamak, grafiksel sonuçlar elde etmek daha pratik ve kolay olmaktadır.

6.3 WinXCom Bilgisayar Programının Üç Kıymetli Metal İçin Uygulanması

Bölüm 4'te tanıtılan ve deneylerde kullanılan gümüş, platin ve altın alaşımları için tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının deneysel sonuçları Bölüm 5.6'da verilmişti. Deney sonuçlarının açıklanabilmesi ve güvenilirliğinin ispatı teorik irdeleme ile mümkün olacağı düşünülerek WinXCom bilgisayar programı ile sınanması yoluna gidilmiştir.



Şekil 6.3 : WinXCom Programı Kullanıcı Enerji Tanımı Arayüzü

WinXCom - D:\Arzu\UNILARZU\2004\JULY\Arzu\unilazhar.w2

File Edit View Help

Substance Definition List

- WinXCom
 - Elements
 - Compounds
 - Mixtures
 - 22ArzuSanAtm
 - 6ArzuSanAtm
 - 14ArzuSanAtm
 - 18ArzuSanAtm

Partial Interaction Coefficients and Total Attenuation Coefficients

		Energy (MeV)	Coherent (cm ² /g)	Incoherent (cm ² /g)	Photo Electric (cm ² /g)	PAIR Nuclear (cm ² /g)	PAIR Ele (cm ² /g)
79	L1	1.435E-002	3.21E+000	6.05E-002	1.66E+002	0	
		1.500E-002	3.03E+000	6.21E-002	1.50E+002	0	
		2.000E-002	2.15E+000	7.24E-002	7.15E+001	0	
		2.551E-002	1.57E+000	8.08E-002	3.75E+001	0	
47	K	2.551E-002	1.57E+000	8.08E-002	4.13E+001	0	
		3.000E-002	1.27E+000	8.61E-002	2.69E+001	0	
		4.000E-002	8.42E-001	9.40E-002	1.24E+001	0	
		5.000E-002	5.97E-001	9.85E-002	6.75E+000	0	
		6.000E-002	4.47E-001	1.01E-001	4.09E+000	0	
		8.000E-002	2.80E-001	1.03E-001	1.94E+000	0	
		9.072E-002	2.76E-001	1.03E-001	1.80E+000	0	
79	K	9.072E-002	2.76E-001	1.03E-001	7.99E+000	0	
		9.099E-002	2.75E-001	1.03E-001	7.92E+000	0	
		1.000E-001	1.93E-001	1.02E-001	4.55E+000	0	
		1.500E-001	9.49E-002	9.75E-002	1.56E+000	0	
		2.000E-001	5.65E-002	9.20E-002	7.21E-001	0	
		3.000E-001	2.69E-002	8.23E-002	2.47E-001	0	
		4.000E-001	1.57E-002	7.48E-002	1.19E-001	0	

Modified 8.0724900E-002

Şekil 6.4 : WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar

Çalışılan üç kıymetli metal ve alaşımları için WinXCom programından yararlanılarak teorik sonuçlar elde edilmiştir. WinXCom programında sadece alaşım oranları ve istenen enerji değerleri girilerek hesaplama yapılmıştır. Şekil 6.2’de alaşım oranlarının girişine bir örnek, Şekil 6.3’de enerji girişine bir örnek görülmektedir. Şekil 6.4’de tanımlanan altın alaşımları için ulaşılan sonuçlar görülmektedir. Şekil 6.5’de Microsoft Excel programına aktarılmış olarak elde edilen sonuçlar görülmektedir. Ulaşılan teorik sonuçlar ile deneysel verilerle hesaplanan sonuçların kıyaslanması yapılmıştır. Ek B’de çalışılan üç kıymetli metalin alaşımları için WinXCom programı ile alınan sonuçları verilmiştir.

Energy (MeV)	Coherent (cm ² /g)	Incoherent (cm ² /g)	Photo Electric (cm ² /g)	PAIR Nuclear (cm ² /g)	PAIR Electron (cm ² /g)	Sum (cm ² /g)	NonCoherent (cm ² /g)
1.00E+03	7.28E+00	5.17E+00	7.74E+03	0.00E+00	0.00E+00	7.74E+03	7.74E+03
1.05E+03	7.24E+00	5.45E+00	8.93E+03	0.00E+00	0.00E+00	8.93E+03	8.93E+03
1.10E+03	7.21E+00	5.96E+00	8.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	8.21E+03	8.21E+03
1.15E+03	7.21E+00	5.96E+00	8.43E+03	0.00E+00	0.00E+00	8.43E+03	8.43E+03
1.50E+03	8.92E+00	9.51E+00	3.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.11E+03	3.11E+03
2.00E+03	8.62E+00	1.29E+02	1.64E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.64E+03	1.64E+03
3.00E+03	5.88E+00	2.38E+02	5.66E+02	0.00E+00	0.00E+00	5.81E+02	5.66E+02
3.35E+03	5.40E+00	2.54E+02	4.17E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.22E+02	4.17E+02
3.35E+03	5.40E+00	2.54E+02	1.13E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.13E+03	1.13E+03
3.44E+03	5.30E+00	2.61E+02	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.06E+03	1.06E+03
3.52E+03	5.26E+00	2.68E+02	9.93E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.98E+02	9.93E+02
3.52E+03	5.26E+00	2.68E+02	1.33E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+03	1.33E+03
3.68E+03	5.16E+00	2.79E+02	1.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.21E+03	1.21E+03
3.81E+03	5.05E+00	2.90E+02	1.10E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.10E+03	1.10E+03
3.81E+03	5.05E+00	2.90E+02	1.25E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.25E+03	1.25E+03
4.00E+03	4.91E+00	3.05E+02	1.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+03	1.11E+03
5.00E+03	4.24E+00	3.78E+02	6.25E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.29E+02	6.25E+02
6.00E+03	3.70E+00	4.35E+02	3.88E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.92E+02	3.88E+02
8.00E+03	2.89E+00	5.65E+02	1.81E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.84E+02	1.81E+02

Şekil 6.5 : WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçların Microsoft Excel Programına Aktarılmış Hali

6.3.1 Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin WinXCom İle Alınan Sonuçlar

Tablo 4.2’de alaşım oranları verilen, deneylerde kullanılan gümüş ve gümüş alaşımları için kütle zayıflatma katsayılarının teorik değerleri WinXCom programı ile elde edilmiştir. Am-241 radyoizotop kaynağın sahip olduğu enerji değeri için elde edilen sonuçlar Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1: Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin 26,34 keV Enerjide WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar

Gümüş Alaşımları	Enerji (keV)		Koharent Saçılma (cm ² /g)	İnkoharent Saçılma (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Kütle Zayıflatma Katsayısı μ (cm ² /g)
800 Ayar Ag	Am-241	26,34	7,139E-01	1,053E-01	43,21E+00	44,03E+00
900 Ayar Ag	Am-241	26,34	7,518E-01	1,035E-01	46,71E+00	47,56E+00
925 Ayar Ag	Am-241	26,34	7,613E-01	1,031E-01	47,58E+00	48,45E+00
Saf Ag	Am-241	26,34	7,898E-01	1,017E-01	50,21E+00	51,10E+00

6.3.2 Platin ve Platin Alaşımları İçin WinXCom İle Alınan Sonuçlar

Tablo 4.3’de alaşım oranları verilen, deneylerde kullanılan platin ve platin alaşımları için kütle zayıflatma katsayılarının teorik değerleri WinXCom programı ile elde edilmiştir. Ba-133 radyoizotop kaynağın sahip olduğu enerji değeri için elde edilen sonuçlar Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2: Platin ve Platin Alaşımları İçin 79,62 keV Enerjide WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar

Platin Alaşımları	Enerji (keV)		Koharent Saçılma (cm ² /g)	İnkoharent Saçılma (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Kütle Zayıflatma Katsayısı μ (cm ² /g)
Pt850-Pd100-Cu50	Ba-133	79,62	2,62E-01	1,04E-01	7,47E+00	7,84E+00
Pt900-Pd70-Cu30	Ba-133	79,62	2,71E-01	1,03E-01	7,81E+00	8,19E+00
Pt950-Pd50	Ba-133	79,62	2,81E-01	1,02E-01	8,18E+00	8,56E+00
Saf Pt	Ba-133	79,62	2,89E-01	1,01E-01	8,49E+00	8,88E+00

6.3.3 Altın ve Altın Alaşımları İçin WinXCom İle Alınan Sonuçlar

Tablo 4.4’de alaşım oranları verilen, deneylerde kullanılan altın ve altın alaşımları için kütle zayıflatma katsayılarının teorik değerleri WinXCom programı ile elde edilmiştir. Ba-133 radyoizotop kaynağın sahip olduğu enerji değeri için elde edilen sonuçlar Tablo 6.3’de verilmiştir.

Tablo 6.3: Altın ve Altın Alaşımları İçin 80,99 keV Enerjide WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar

Altın Alaşımları	Enerji (keV)		Koharent Saçılma (cm ² /g)	İnkoharent Saçılma (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Kütle Zayıflatma Katsayısı μ (cm ² /g)
8 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	1,66E-01	1,16E-01	3,86E+00	4,14E+00
14 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	2,04E-01	1,11E-01	5,40E+00	5,71E+00
18 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	2,44E-01	1,06E-01	6,77E+00	7,12E+00
22 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	2,75E-01	1,03E-01	7,92E+00	8,30E+00
Saf Altın	Ba-133	80,99	2,88E-01	1,01E-01	8,44E+00	8,83E+00

6.3.4 Üç Kıymetli Metal İçin WinXCom İle Alınan Sonuçlar

Deneylerde kullanılan üç kıymetli metalin saf halleri için, WinXCom programı ile elde edilen, kütle zayıflatma katsayılarının değerleri topluca Tablo 6.4’de verilmiştir.

Tablo 6.4: Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin WinXCom Programı İle Elde Edilen Sonuçlar

Numune	Koharent Saçılma (cm ² /g)	İnkoharent Saçılma (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Kütle Zayıflatma Katsayısı μ (cm ² /g)
Saf Ag	8,268E-01	1,007E-01	54,47E+00	51,10E+00
Saf Pt	2,96E-01	1,01E-01	8,98E+00	8,88E+00
Saf Au	2,89E-01	1,01E-01	8,51E+00	8,83E+00

6.4 Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Sonuçların Mukayeseli Değerlendirilmesi

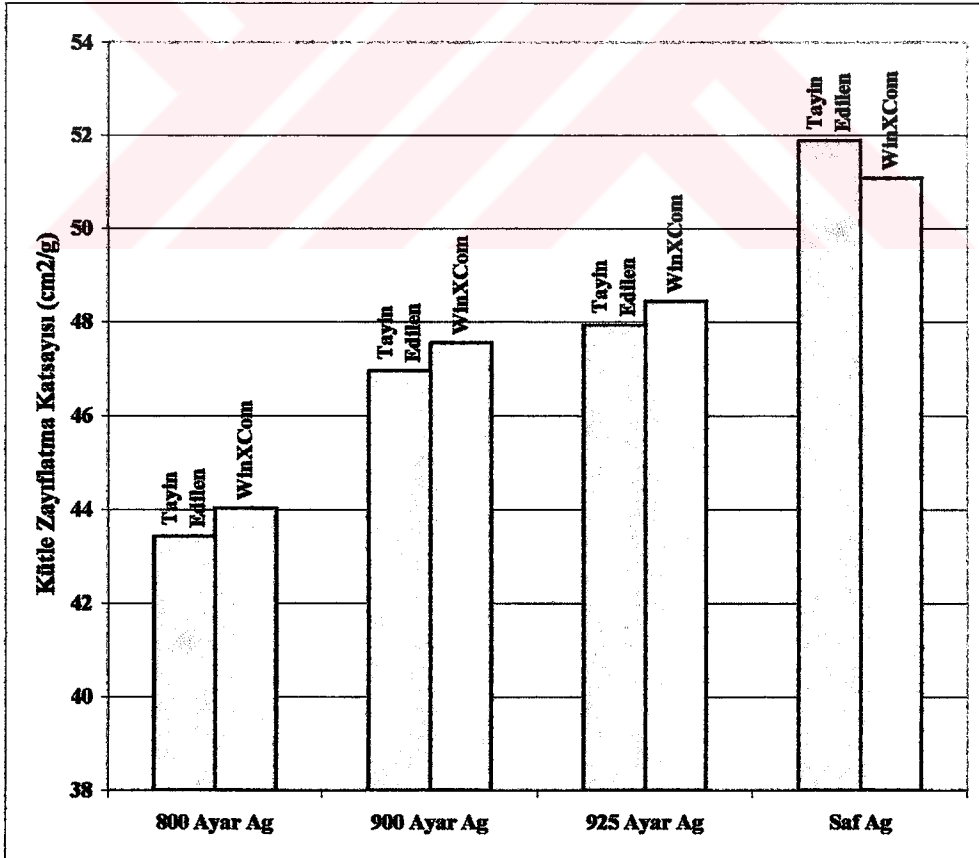
Bu doktora tez çalışmasında, kütle zayıflatma katsayılarına ilişkin olarak, üç kıymetli metal için tayin edilen deneysel sonuçların, WinXCom programından elde edilen teorik sonuçlarla mukayesesi yoluna gidilmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalara ilişkin sonuçlar aşağıdaki alt bölümlerde verilmektedir.

6.4.1 Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi

Gümüş ve gümüş alaşımları için, Tablo 5.22’de verilen, deneysel olarak “tayin edilen kütle zayıflatma katsayısı” değeri ile Tablo 6.1’de verilen teorik “kütle zayıflatma katsayısı” değerleri Tablo 6.5’de mukayeseli olarak görülmektedir. Yine bu mukayese Şekil 6.6’da grafik olarak verilmektedir.

Tablo 6.5: Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler

Gümüş Alaşımları	Kaynak	Enerji (keV)	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom İle Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
800 Ayar Ag	Am-241	26,34	43,42	44,03
900 Ayar Ag	Am-241	26,34	46,96	47,56
925 Ayar Ag	Am-241	26,34	47,95	48,45
Saf Ag	Am-241	26,34	51,90	51,10



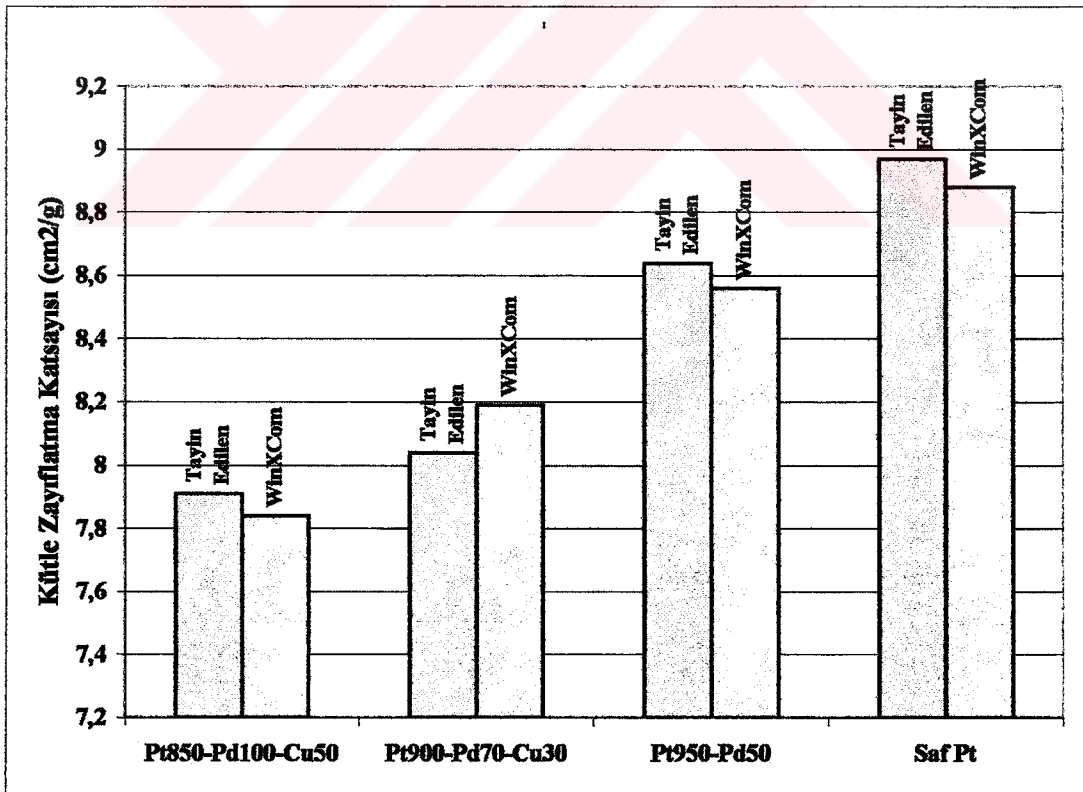
Şekil 6.6 : Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi

6.4.2 Platin ve Platin Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi

Platin ve platin alaşımları için, Tablo 5.24’de verilen, deneysel olarak “tayin edilen kütle zayıflatma katsayısı” değeri ile Tablo 6.2’de verilen teorik “kütle zayıflatma katsayısı” değerleri Tablo 6.6’da mukayeseli olarak görülmektedir. Yine bu mukayese Şekil 6.7’de grafik olarak verilmektedir.

Tablo 6.6: Platin ve Platin Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler

Platin Alaşımları	Kaynak	Enerji (keV)	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom ile Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
Pt850-Pd100-Cu50	Ba-133	79,62	7,91	7,84
Pt900-Pd70-Cu30	Ba-133	79,62	8,04	8,19
Pt950-Pd50	Ba-133	79,62	8,64	8,56
Saf Pt	Ba-133	79,62	8,97	8,88



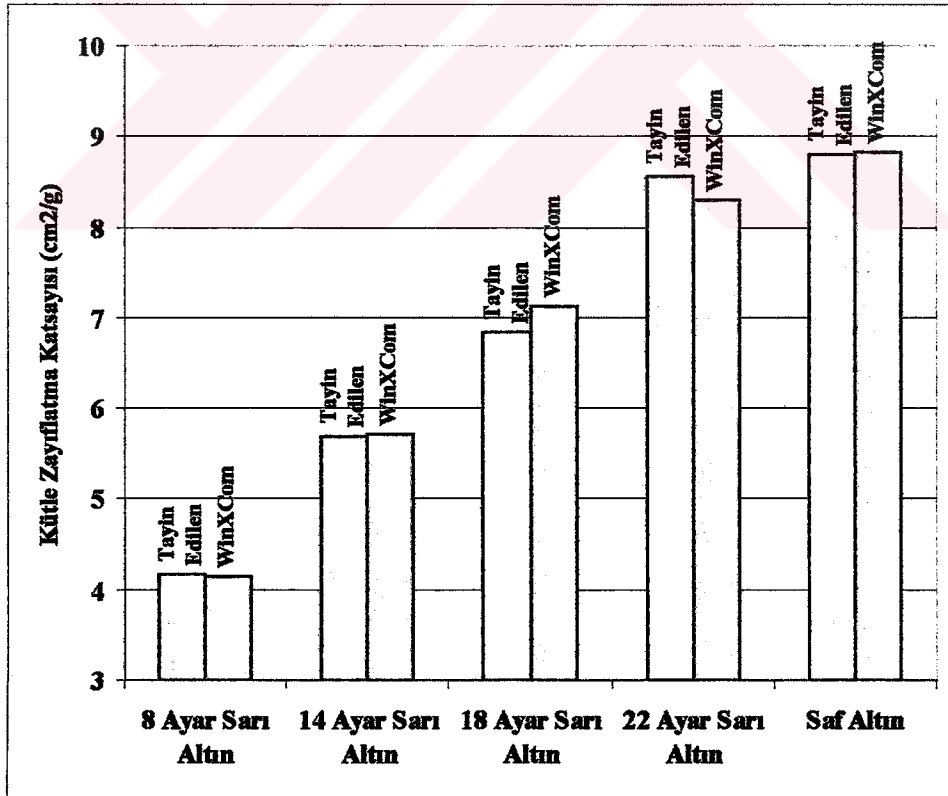
Şekil 6.7 : Platin ve Platin Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi

6.4.3 Altın ve Altın Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi

Altın ve altın alaşımları için, Tablo 5.26’de verilen, deneysel olarak “tayin edilen kütle zayıflatma katsayısı” değeri ile Tablo 6.3’de verilen teorik “kütle zayıflatma katsayısı” değerleri Tablo 6.7’de mukayeseli olarak görülmektedir. Yine bu mukayese Şekil 6.8’de grafik olarak verilmektedir.

Tablo 6.7: Altın ve Altın Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler

Altın Alaşımları	Kaynak	Enerji (keV)	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom ile Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
8 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	4,18	4,14
14 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	5,70	5,71
18 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	6,84	7,12
22 Ayar Sarı Altın	Ba-133	80,99	8,56	8,30
Saf Altın	Ba-133	80,99	8,81	8,83



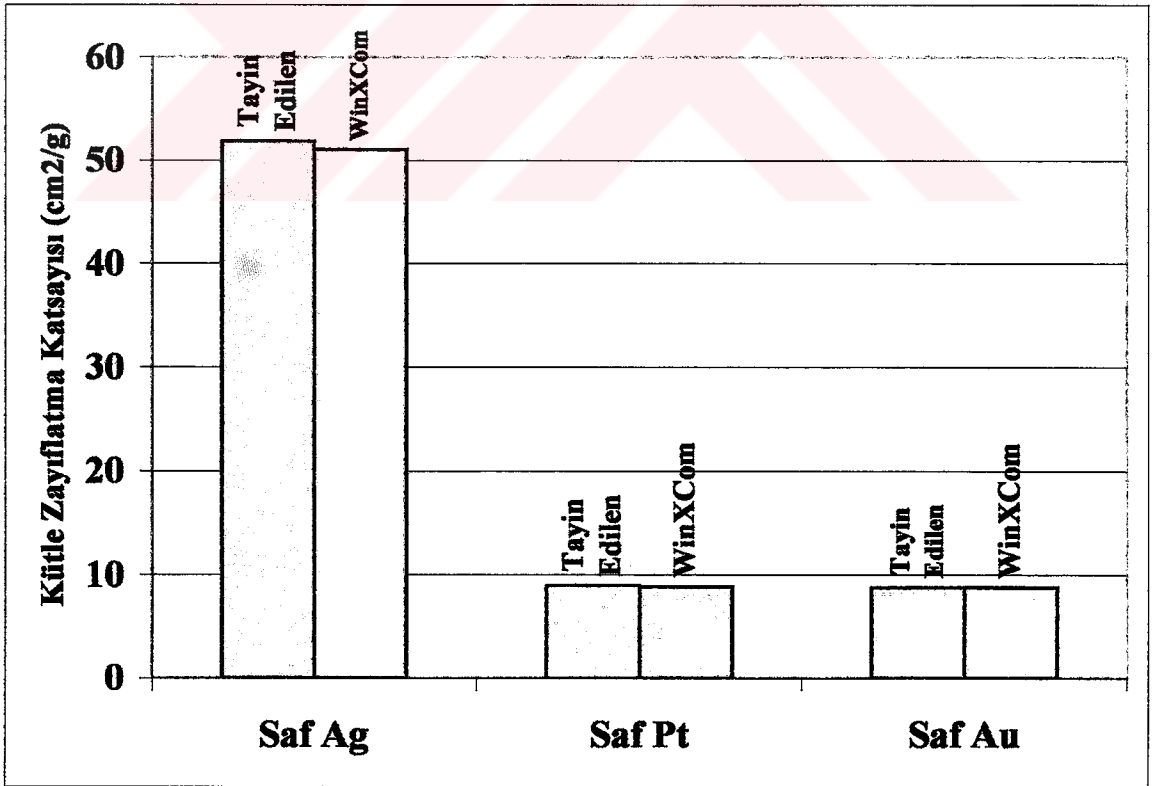
Şekil 6.8 : Altın ve Altın Alaşımları İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi

6.4.4 Üç Kıymetli Metal İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayılarının Mukayeseli Değerlendirmesi

Çalışılan üç kıymetli metalin saf halleri için, Tablo 5.27’de verilen, deneysel olarak “tayin edilen kütle zayıflatma katsayısı” değeri ile Tablo 6.4’de verilen teorik “kütle zayıflatma katsayısı” değerleri Tablo 6.8’de mukayeseli olarak görülmektedir. Yine bu mukayese Şekil 6.9’da grafik olarak verilmektedir.

Tablo 6.8: Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerler

Numune	Kaynak	Enerji (keV)	Tayin Edilen Kütle zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom ile Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)
Saf Ag	Am-241	26,34	51,9	51,1
Saf Pt	Ba-133	79,62	8,97	8,88
Saf Au	Ba-133	80,99	8,81	8,83



Şekil 6.9 : Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı Değerleri ve de WinXCom ile Elde Edilen Değerlerin Mukayesesi

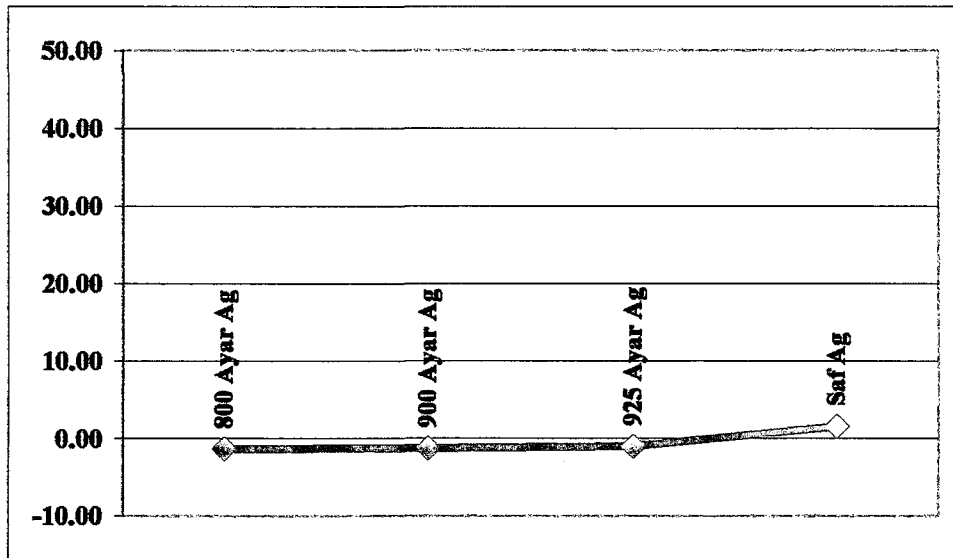
6.5 Fark İrdelemesi

6.5.1 Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Am-241 radyoizotop kaynak kullanılarak, dört farklı gümüş alaşımı için tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının fark irdellemelerine ilişkin olarak Tablo 6.9 düzenlenmiştir. Tablo 6.9'dan hareketle farklara ilişkin çizilen grafik ise Şekil 6.10'da görülmektedir.

Tablo 6.9: Gümüş ve Gümüş Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Gümüş Alaşımları	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom İle Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	Fark	Fark (%)
800 Ayar Ag	43,42	44,03	-0,61	-1,39
900 Ayar Ag	46,96	47,56	-0,60	-1,26
925 Ayar Ag	47,95	48,45	-0,50	-1,03
Saf Ag	51,90	51,1	0,80	1,57
Ortalama Fark (%)				-0,53
Ortalama Mutlak Fark (%)				1,31



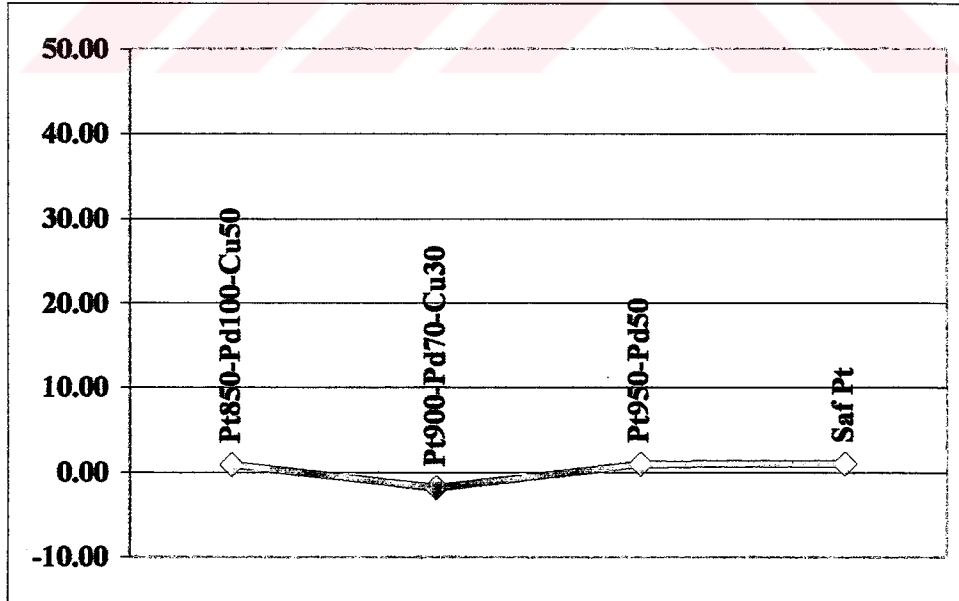
Şekil 6.10 : Gümüş ve Gümüş Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği

6.5.2 Platin ve Platin Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Ba-133 radyoizotop kaynak kullanılarak, dört farklı platin alaşımı için tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının fark irdellemelerine ilişkin olarak Tablo 6.10 düzenlenmiştir. Tablo 6.10'dan hareketle farklara ilişkin çizilen grafik ise Şekil 6.11'de görülmektedir.

Tablo 6.10: Platin ve Platin Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Platin Alaşımları	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom İle Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	Fark	Fark (%)
Pt850-Pd100-Cu50	7,91	7,84	0,07	0,89
Pt900-Pd70-Cu30	8,04	8,19	-0,15	-1,83
Pt950-Pd50	8,64	8,56	0,08	0,93
Saf Pt	8,97	8,88	0,09	1,01
Ortalama Fark (%)				0,25
Ortalama Mutlak Fark (%)				1,17



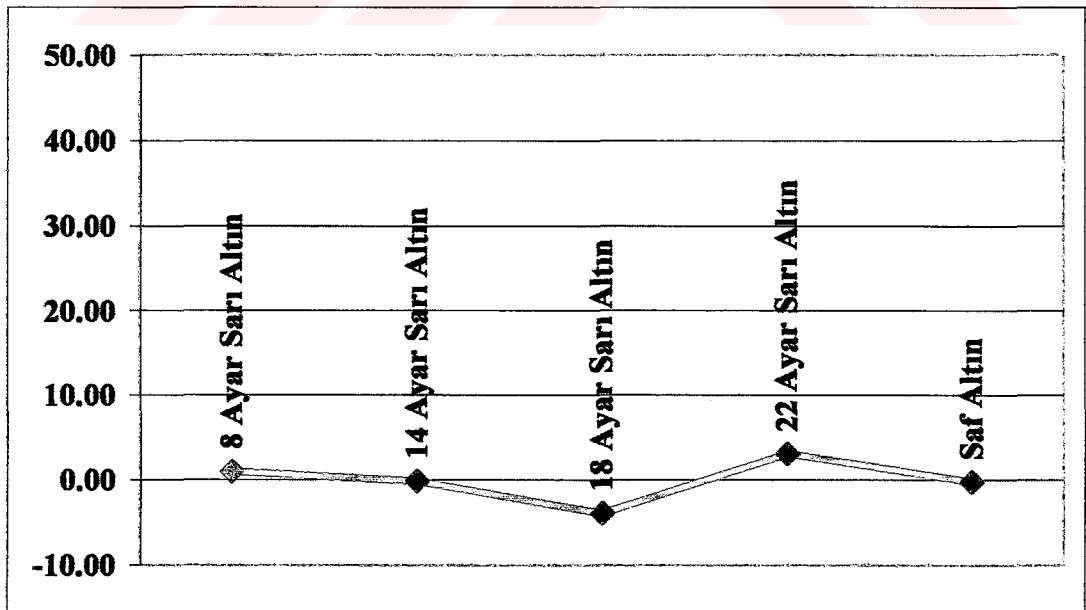
Şekil 6.11 : Platin ve Platin Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği

6.5.3 Altın ve Altın Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Ba-133 radyoizotop kaynak kullanılarak, beş farklı altın alaşımı için tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının fark irdellemelerine ilişkin olarak Tablo 6.11 düzenlenmiştir. Tablo 6.11'den hareketle farklara ilişkin çizilen grafik ise Şekil 6.12'de görülmektedir.

Tablo 6.11: Altın ve Altın Alaşımları İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Altın Alaşımları	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	WinXCom İle Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm ² /g)	Fark	Fark (%)
8 Ayar Sarı Altın	4,18	4,14	0,04	0,97
14 Ayar Sarı Altın	5,70	5,71	-0,01	-0,18
18 Ayar Sarı Altın	6,84	7,12	-0,28	-3,93
22 Ayar Sarı Altın	8,56	8,30	0,26	3,13
Saf Altın	8,81	8,83	-0,02	-0,23
Ortalama Fark (%)				-0,05
Ortalama Mutlak Fark (%)				1,69



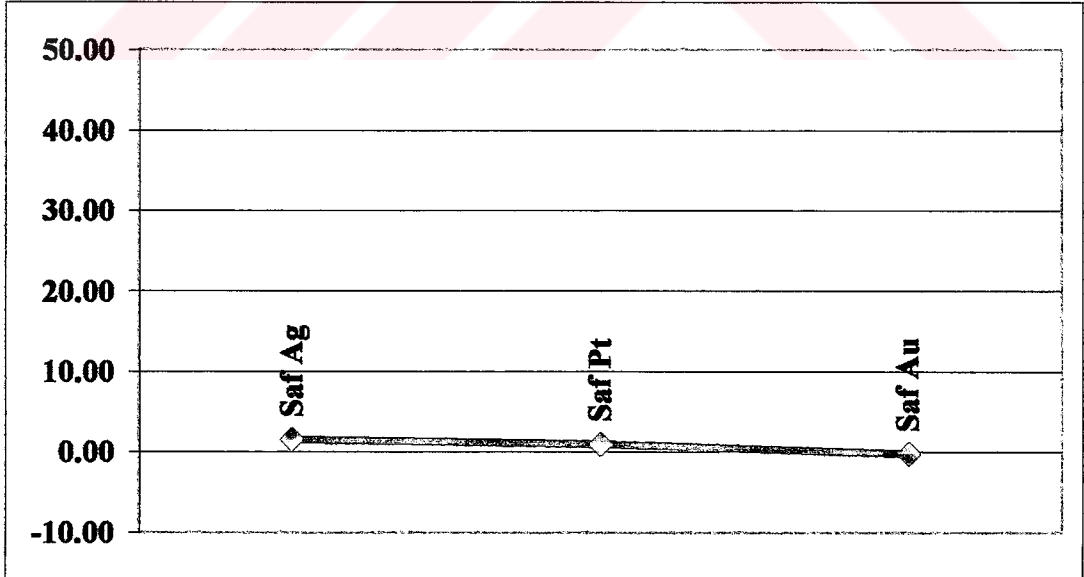
Şekil 6.12 : Altın ve Altın Alaşımlarının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği

6.5.4 Üç Kıymetli Metal İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

Çalışılan üç kıymetli metal için, tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının fark irdellemelerine ilişkin olarak Tablo 6.12 düzenlenmiştir. Tablo 6.12’den hareketle farklara ilişkin çizilen grafik ise Şekil 6.13’de görülmektedir.

Tablo 6.12: Saf Gümüş, Platin ve Altın İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Farklarının İrdelenmesi

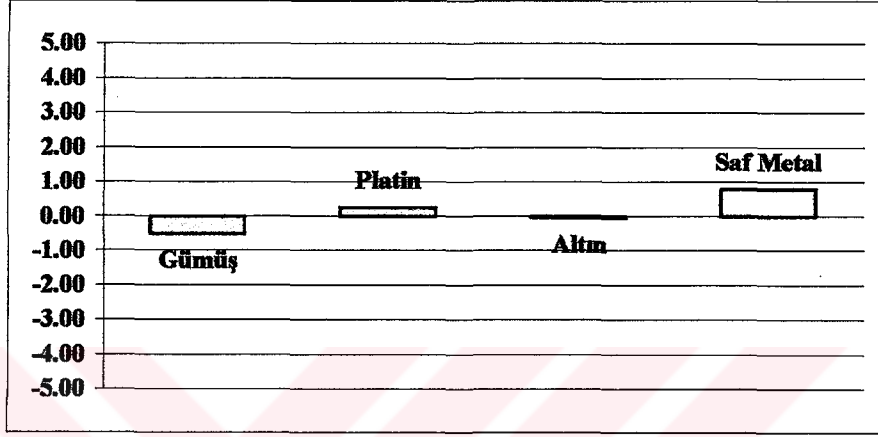
Numune	Tayin Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm^2/g)	WinXCom İle Elde Edilen Kütle Zayıflatma Katsayısı (cm^2/g)	Fark	Ortalama Fark (%)
Saf Ag	51,9	51,1	0,8	1,57
Saf Pt	8,97	8,88	0,09	1,01
Saf Au	8,81	8,83	-0,02	-0,23
Ortalama Farkların Ortalaması (%)				0,78
Ortalama Farkların Mutlak Farkı (%)				0,94



Şekil 6.13: Saf Gümüş, Platin ve Altının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Fark Grafiği

6.5.5 Üç Kıymetli Metal İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Ortalama Farklarının İrdelenmesi

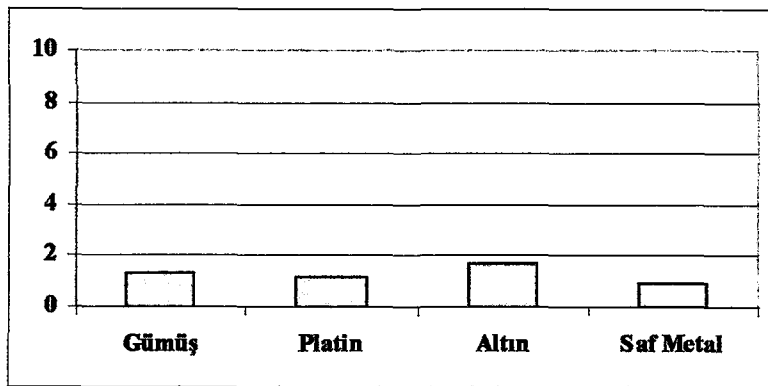
Çalışılan üç kıymetli metal ve alaşımları için, tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının fark irdellemelerine ilişkin olarak Tablo 6.9-Tablo 6.12 düzenlenmiştir. Bu tablolardan hareketle, farklara ilişkin olarak çizilen ortalama farklara ilişkin mukayeseli grafik Şekil 6.14’de görülmektedir.



Şekil 6.14 : Gümüş, Platin ve Altının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Ortalama Fark Grafiği

6.5.6 Üç Kıymetli Metal İçin Hesaplanan Deneysel ve Teorik Kütle Zayıflatma Katsayılarının Ortalama Mutlak Farklarının İrdelenmesi

Tablo 6.9-Tablo 6.12’de verilmiş olan, çalışılan üç kıymetli metal ve alaşımları için, tayin edilen kütle zayıflatma katsayılarının ortalama mutlak farklarına ilişkin olarak çizilen mukayeseli grafik Şekil 6.15’de görülmektedir.



Şekil 6.15 : Gümüş, Platin ve Altının Kütle Zayıflatma Katsayıları İçin Elde Edilen Ortalama Mutlak Fark Grafiği

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu Doktora Tez çalışmasında, üç kıymetli metalin bir nükleer teknik ile analizi ve kütle zayıflatma katsayılarının tayinine ilişkin, esas itibariyle deneysel bir çalışma yapılması amaçlanmıştır. Metallerin analizine ilişkin farklı yöntemler bulunmasına karşın, genel ve rutin kullanımda nükleer teknik kullanımının sınırlı olduğu gözlenmektedir. Burada özel ve özgün bir çalışma yapılması hedeflenmiştir.

Nükleer teknik olarak, bu çalışmada gama absorpsiyon tekniği ile çalışılması tercih edilmiştir. Endüstride nispeten daha yaygın kullanılan bir nükleer teknik, gama transmisyon tekniğidir. Gama absorpsiyon tekniği ile benzer temele dayanan bu teknik, radyasyon ölçüm tekniği bağlamında, malzemeyi kateden gama ışınlarının değerlendirilmesiyle, malzemelerin kalınlık, yoğunluk gibi fiziksel parametrelerinin tayini amacıyla kullanılmaktadır. Buna karşın gama absorpsiyon tekniğinde, süreksizlik enerjilerinde malzeme içinde soğurulan gama ışınları kullanılarak, malzeme analizine ilişkin değerlendirme yapılabilmektedir.

Çalışmamızda, kıymetli metal olarak, ilk akla gelen üç metal ile çalışılmıştır. Bunlar; gümüş, platin ve altındır. Söz konusu her üç metal de en eski kullanımı olan ve daha çok bulunan ve de yaygın kullanımı olan kıymetli metallerdir. Bu bağlamda, gümüş, platin ve altının önde gelen kıymetli metaller olduğu söylenebilir.

Çalışılan üç kıymetli metalden, gama absorpsiyon tekniği ile çalışılması sadece altın ile önerilmiştir. Gümüş ve platin için gama absorpsiyonu ile analize ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan, doktora tezi özgünlük içermektedir.

Bu doktora tezinde sadece analiz değil, aynı zamanda çalışılan üç kıymetli metal için kütle zayıflatma katsayısı tayini de amaçlanmıştır. Bu konu da, deneysel orijinallik içermektedir. Böylelikle, üç kıymetli metale ilişkin yapılan bu çalışma, genelinde ve özelinde olmak üzere özgünlük içermektedir.

Deneyisel çalışmalar için, öncelikle, üç kıymetli metale ilişkin numuneler bir sistematik içinde belirlenmiştir. Bunun için gümüş, platin ve altının saf örneklerinin yanısıra en çok kullanılan alaşımları ile de çalışılması yoluna gidilmiştir. Bu bağlamda, gümüş için dört, platin için dört ve altın için beş farklı saflıkta numuneler özel olarak yaptırılmıştır. Böylelikle, üç kıymetli metale ilişkin yaygın kullanımı olan ve başlıca alaşımlarını temsil edebileceği düşünülen numunelerle çalışılmıştır.

Gama absorbsiyon tekniği uygulaması için önemli bir husus, K süreksizlik enerjisinde ışıınımı olan radyoaktif kaynak ile çalışılması özel bir önem taşımaktadır. Bu bakımdan, K süreksizlikleri Tablo 3.10'da verilen enerji değerleri göz önüne alınarak; atom numarası 47 olan gümüşün K süreksizliği için Am-241, atom numarası 78 olan platinin K süreksizliği için Ba-133, periyodik sistemde platine komşu olarak yer alan ve atom numarası 79 olan altının K süreksizliği için de Ba-133 radyoizotop kaynak kullanılmıştır. Kullanılan radyoizotop kaynaklara ilişkin yayınım enerjileri Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da verilmiştir. Buradan hareketle, radyoizotop kaynakların, çalışılan üç kıymetli metal için uyumlu olduğu söylenebilir.

Gama absorbsiyon tekniği ile çalışılırken, radyasyon ölçüm tekniklerinde uygulanan prosedüre uygun olarak kurulan ve Bölüm 4 içinde detayı verilen bir deney düzeneği kurularak, sabit deney geometrisinde, her numune için deneyler en az üç kez tekrarlanarak, titizlikle gerçekleştirilmiştir. Alınan sonuçlar, Bölüm 5 içinde verilmiştir.

Üç farklı kıymetli metale ait farklı alaşım değerlerine ilişkin deneylerden elde edilen sonuçlar, Tablo 5.1 – Tablo 5.13'de ayrı ayrı farklı kalınlıkları için birarada verilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, her saflıktaki metal için eğriler çizilmiştir. Şekil 5.1 – Şekil 5.13'de verilen söz konusu bu eğrilerin karakteristiklerinin benzer olduğu gözlenmiştir.

Çalışılan her kıymetli metale ait farklı saflıktaki alaşımlara ilişkin elde edilen sonuçlar mukayeseli olarak Tablo 5.14 – Tablo 5.16'da verilmiştir. Mukayese grafikleri ise Şekil 5.14 – Şekil 5.16'da görülmektedir. Bu eğrilerin incelenmesinden görülmektedir ki; eğriler arasında, her üç kıymetli metal için de, düşük ayardan saf olana doğru bir sıralama söz konusudur. Kıymetli metaller kendinden daha küçük

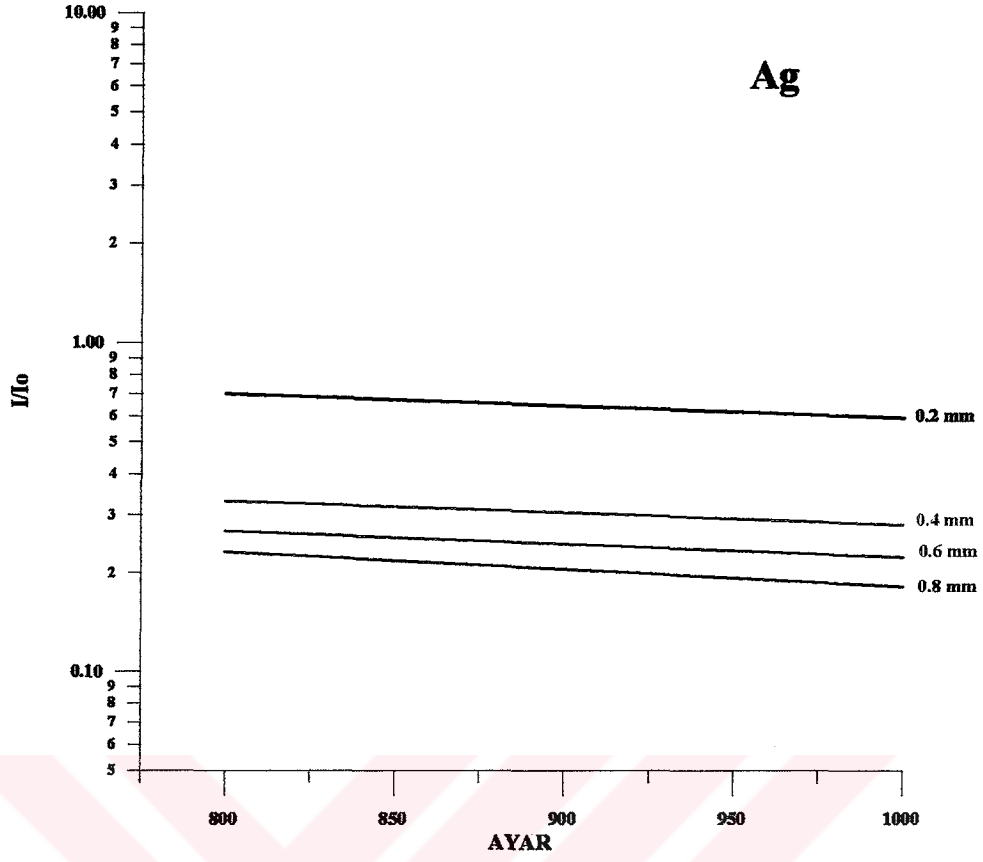
atom numaralı elementlerle alaşımlandırıldıklarından, ulaşılan sonuçlar olması gereken, beklenti doğrultusunda sonuçlardır.

Çalışılan üç kıymetli metal ve alaşımları için çizilen eğrilerin (Şekil 5.14 – Şekil 5.16) sınanması bakımından, eğrilerin çıkarılması için kullanılmamış ve analizi atomik absorpsiyon tekniği ile yapılmış “bilinmeyen numune” olarak nitelenen numunelerle de çalışılmıştır. Bu çalışmaya ilişkin deney sonuçları Tablo 5.17 – Tablo 5.19’da verilmektedir. Bilinmeyen numunelerin eğriler üzerindeki yerleri ise gümüş, platin ve altın için sırasıyla Şekil 5.17, Şekil 5.18 ve Şekil 5.19’da görülmektedir. Söz konusu şekillerden görüldüğü, bilinmeyen numunelerin hangi alaşım olduğu tayin edilebilmiştir. Bu husus, çizilen eğrilerin güvenilirliğini kanıtlamaktadır.

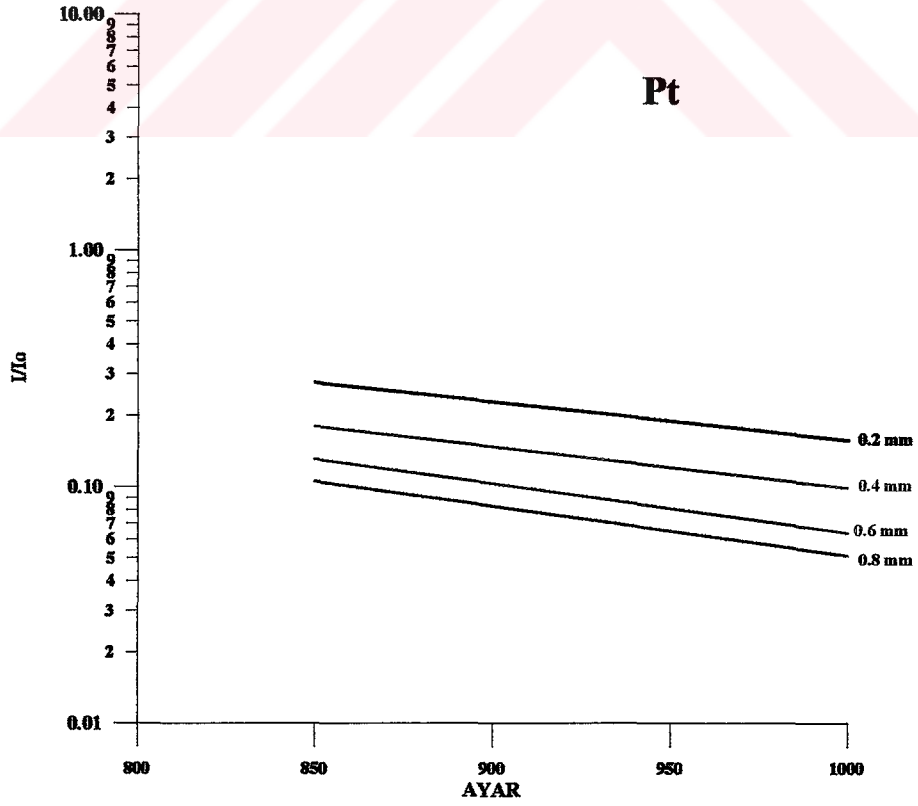
Bu durumda, gama absorpsiyon tekniği ile gümüş, platin ve altına ilişkin yapılan deneylerden hareketle çizilen eğriler (Şekil 5.1 – Şekil 5.16), “kalibrasyon eğrisi” olarak önerilebilir. Ancak, malzeme değerlendirmesi ve uygulamada kullanıma uygunluğu açısından söz konusu eğriler, (uygulamada sıkça kullanılan kalınlıklar göz önüne alınarak) yeniden düzenlenmiş ve çizilmiştir. (Şekil 7.1 - Şekil 7.3). Söz konusu bu eğrilerin “kalibrasyon eğrisi” olarak kabulü mümkündür. Bir başka deyişle, söz konusu eğriler, çalışılan kıymetli metaller için “kalibrasyon eğrisi” olarak kullanılabilir.

Bunlardan ayrı olarak, yapılan deneysel çalışmalardan hareketle, kütle zayıflatma katsayılarının tayini yoluna gidilmiştir. Malzemelere ilişkin kütle zayıflatma katsayılarının tayini, çoğu kez sorunlar arz etmektedir. Bu doktora çalışmasında, araştırmanın bir farklı özgünlüğünü oluşturması bakımından çalışılan üç kıymetli metal olan gümüş, platin ve altının ve alaşımlarının kütle zayıflatma katsayıları Denklem 5.4 çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel olarak tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları; gümüş, platin, altın ve alaşımları için sırasıyla Tablo 5.21, Tablo 5.23 ve Tablo 5.25’de verilmektedir.

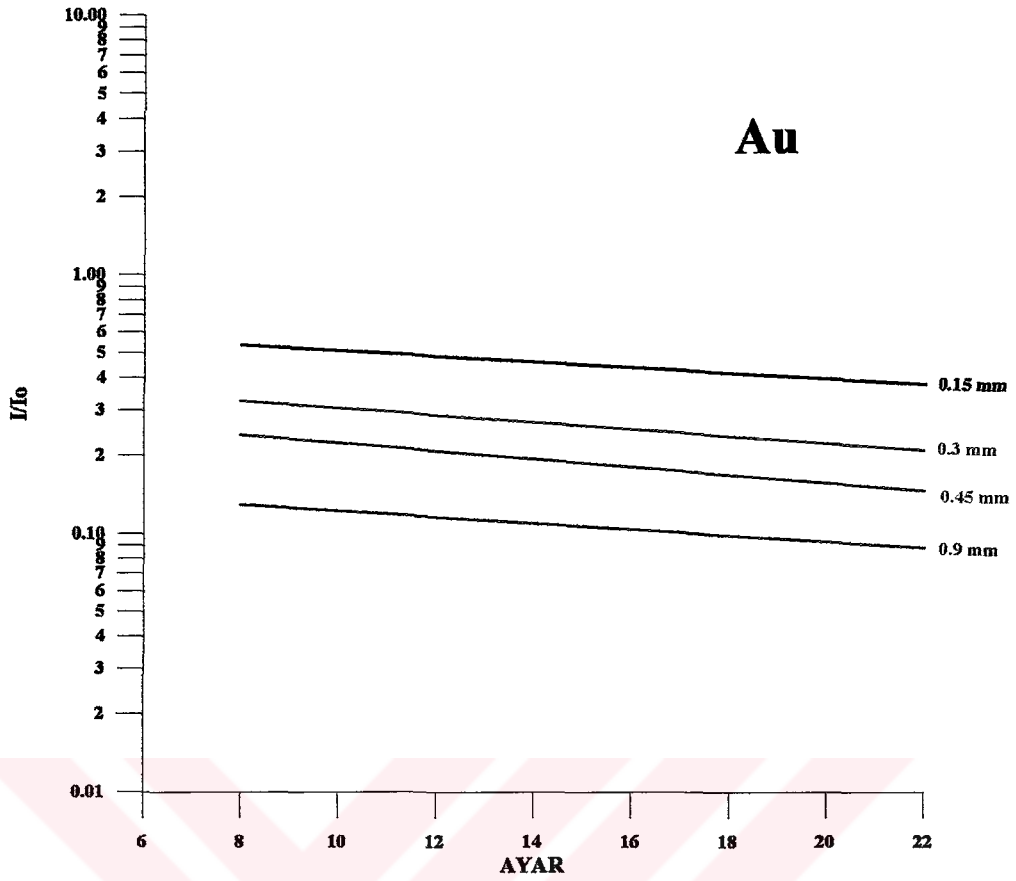
Bütün bu çalışmalarla ulaşılan sonuçlarla yetinilmemiş ve bir nümerik çalışma bağlamında değerlendirme yoluna gidilmiştir. Bu amaçla, halen dünyada “güvenilir” olarak nitelenen dünyada kütle zayıflatma katsayısı hesaplamasında kullanılan WinXCom Bilgisayar Programı ile çalışılması yoluna gidilmiştir.



Şekil 7.1 : Gümüş İçin Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 7.2 : Platin İçin Kalibrasyon Eğrisi



Şekil 7.3 : Altın İçin Kalibrasyon Eğrisi

WinXCom Bilgisayar Programı, çalışılan üç kıymetli metal ve alaşımlarına uygulanmış ve kütle zayıflatma katsayıları, süreksizlik enerjilerine ilişkin olarak bulunmuştur. Elde edilen çıktılar Ek B’de verilmektedir. Gümüş ve alaşımları, platin ve alaşımları ve de altın ve alaşımları için WinXCom Bilgisayar Programı ile elde edilen kütle zayıflatma katsayıları, sırasıyla Tablo 6.1, Tablo 6.2 ve Tablo 6.3’de bir araya toplanmıştır. Çalışılan üç kıymetli metalin saf halleri için mukayese tablosu ise Tablo 6.4 olarak oluşturulmuştur.

Deneysel olarak tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları ile WinXCom Bilgisayar programı ile nümerik olarak hesaplanan kütle zayıflatma katsayıları mukayeseli olarak irdelenmiştir. Gümüş ve alaşımları için hazırlanan mukayese tablosu Tablo 6.5’te ilgili grafik ise Şekil 6.6’da görülmektedir. Platin ve alaşımları için hazırlanan mukayese tablosu Tablo 6.6’de ilgili grafik ise Şekil 6.7’de verilmektedir. Altın ve alaşımları için hazırlanan mukayese tablosu Tablo 6.7’de ilgili grafik ise Şekil 6.8’de görülmektedir. Üç kıymetli metalin saf halleri için mukayese ise tablo olarak Tablo 6.8’de, grafik olarak ise Şekil 6.9’dadır.

Bu sonuçlardan sonra, deneysel olarak tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları ile WinXCom Bilgisayar programı ile nümerik olarak hesaplanan kütle zayıflatma katsayıları arasında fark irdelemesine gidilmiştir.

Gümüş ve alaşımları için yapılan fark irdelemesinde en büyük fark ve ortalama mutlak fark % 1,5'un altında kalmıştır. Ortalama fark ise binde 5 dolayında olmuştur. Gümüş ve alaşımları için fark grafiği Şekil 6.10'da görülmektedir.

Platin ve alaşımları için yapılan fark irdelemesinde en büyük fark % 2'nin altında ve ortalama mutlak fark % 1,5'un altında kalmıştır. Ortalama fark ise binde 5'in altında olmuştur. Platin ve alaşımları için fark grafiği Şekil 6.11'de görülmektedir.

Altın ve alaşımları için yapılan fark irdelemesinde en büyük fark % 4'ün ve ortalama mutlak fark % 2'nin altında kalmıştır. Ortalama fark ise onbinde 5 dolayında olmuştur. Altın ve alaşımları için fark grafiği Şekil 6.12'de görülmektedir.

Saf metaller için yapılan fark irdelemesi Tablo 6.12'de, grafiği ise Şekil 6.13'de verilmiştir. Burada da en büyük fark % 1,5 dolayında, ortalama mutlak fark %1'in altında, ortalama fark ise %1'in altında kalmıştır.

Üç kıymetli metal için deneysel olarak tayin edilen kütle zayıflatma katsayıları ile WinXCom Bilgisayar programı ile nümerik olarak hesaplanan kütle zayıflatma katsayıları arasında farkların beraberce irdelenmesi yapıldığında, ortalama mutlak farkların %2'nin altında kaldığı, ortalama farkın ise % 1'in altında kaldığı görülmektedir.

Tüm bu sonuçlardan sonra, çalışılan üç kıymetli metal olan gümüş, platin, altın ve alaşımlarına ilişkin gama absorbsiyon tekniği ile deneysel olarak hesaplanan kütle zayıflatma katsayılarının yeteri güvenilirlikde olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, gama absorbsiyon tekniğinin kütle zayıflatma katsayılarının tayini amaçlı kullanılabileceği önerilebilir.

Öz olarak, belirtmek istenirse, bu Doktora tezi ile, gama absorbsiyon tekniği ile çalışılan üç kıymetli metal olan gümüş, platin, altın ve alaşımlarına ilişkin olarak analiz amaçlı ve kütle zayıflatma katsayılarının tayinine yönelik olarak kullanılabileceği deneysel özgünlük içinde yapılmış ve kendi içinde uyumlu ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

Ulaşılan analiz sonuçları, irdelenmiş ve uygunluğu gösterilmiştir. Kütle zayıflatma katsayılarının tayinine ilişkin olarak ise, güvenilir olarak nitelenen nümerik bir bilgisayar programının sonuçları ile irdelenerek güvenilirliği belirlenmiştir. Böylelikle, deneysel ve kütle zayıflatma katsayılarının tayini bağlamında farklı yönlerden özgün ve uygulamada kullanılabilir bir çalışma gerçeklenmiştir.



KAYNAKLAR

- Abdel-Rahman, M.A., Badawi, E.A., Abdel-Hady, Y.L. and Kamel, N., 2000.** Effect of Sample Thickness On The Measured Mass Attenuation Coefficients of Some Compounds and Elements for 59.54, 661.6 and 1332.5 keV γ -Rays, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, **447**, 432-436.
- Abdo El-Sayed, A., 2002.** Calculations of the cross-section for fast neutrons and gamma-rays in concrete shields, *Annals of Nuclear Energy*, **29**, 1977-1988.
- Akkurt I., Kilincarslan S. and Basyigit C., 2003.** The photon attenuation coefficients of barite, marble and limra, *Annals of Nuclear Energy*, **31**, 577-582.
- Alam M.N., Miah M.M.H., Chowdhury M.I., Kamal M., Ghose S. and Rahman R., 2001.** Attenuation coefficients of soils and some building materials of Bangladesh in the energy range 276–1332 keV, *Applied Radiation and Isotopes*, **54**, 973-976.
- Alvarez, L.W., 1938.** The Capture Of Orbital Electrons by Nuclei, *Physical Review*, **54**, 486-497.
- Anasuya, S.J., Umesh, T.K. and Gowda, R., 1998.** Photoeffect cross sections of some rare earth elements for 661.6 keV gamma rays by a new method, *Radiation Physics and Chemistry*, **51**, 363-364.
- Angelone, M., Bubba, T. and Esposito, A., 2001.** Measurement of The Mass Attenuation Coefficient For Elemental Materials In The Range $6 \leq Z \leq 82$ Using X-Rays From 13 to 50 keV, *Applied Radiation and Isotopes*, **55**, 505-511.
- Angelone M., Esposito A., Chiti M. and Gentile A., 2001.** Measurement of mass attenuation coefficients for four mixtures using X-rays form 13 keV up to 40 keV, *Radiation Physics and Chemistry*, **61**, 547-548.
- Appoloni, C.R. and Pottker, W.E., 2004.** Non-destructive porosity profile measurement of amorphous materials by gamma-ray transmission, *Applied Radiation and Isotopes*, **61**, Issue 6, December 2004, 1133-1138

- Avner, S.H.**, 1964. Introduction to Physical Metallurgy, McGraw-Hill, New York.
- Bhattacharyya, N., Chaudhury, N. and Roy, S.C.**, 1995. Measurement of Total and Photoelectric Cross-Sections in The Vicinity of Absorption Edges of Heavier Atoms, *Applied Radiation and Isotopes*, **46**, 419-420.
- Balanzat, E. and Bouffard, S.**, 1993. Materials Under Irradiation “*Basic Phenomena of The Particle-Matter Interaction*”, Trans Tech Publications, Switzerland.
- Balashov, V.V.**, (translated by Pontecorvo, G.), 1997. Interaction of Particles and Radiation with Matter, Springer Publications, Germany.
- Baltaş, H., Çevik, U., Tıraşoğlu, E., Ertuğral, B., Apaydın, G. and Kobya, A.İ.**, 2004. Mass attenuation coefficients of YBaCuO and BiPbSrCaCuO superconductors at 511, 661 and 1274 keV energies, *Radiation Measurements*, **39**, 33-37.
- Baltazar-Rodrigues, J. and Cusatis, C.**, 2001. Determination of X-ray photoelectric absorption of Ge and Si avoiding solid-state effects, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, **179**, 325-333.
- Berger, M.J. and Hubbell, J.H.**, 1987. XCOM: Photon Cross Sections on A Personal Computer, NBSIR 87-3597.
- Bertschy, M., Crittin, M., Jolie, J., Warr, N. and Mondelaers, W.**, 1995. First result of the tunable monochromatic gamma-ray source at the Ghent 15 MeV linac, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, **99**, 286-288.
- Bever, M.B.**, 1986. An Encyclopaedia of Materials Science and Engineering, **5**, pp.3380-3382.
- Brady, G.S, Clauser, J.H. and Vaccari, J.A.**, 1997. Materials Handbook: An Encyclopaedia for Managers, Technical Professionals, Purchasing and Production Managers, Technicians, Supervisors and Foremen, 14. Edition, McGraw-Hill, New York.
- Brady, L.E. and McIntire, M.**, 1985. Nondestructive Testing Handbook, Vol.3, *Radiography and Radiation Testing*, American Society For Nondestructive Testing (ASTN), 2nd Edition, USA.
- British Standards**, 1993. Jewellery-Fineness of precious metal alloys, *British Standard Institution*, England.

- British Standards**, 1987. Colours of gold alloys- Definition, range of colours and designation, *British Standard Institution*, England.
- Bugbee, E.E.**, 1981. A textbook of fire assaying, 3rd edition, Golden, Colorado School of Mines Press, Colorado.
- Cesareo, R., Marabelli, M. and Feretti, M.**, 1986. New Paths in The Use of Nuclear Techniques For Art and Archaeology, "*Nuclear Techniques in The Elemental Characterisation of Archaeological Objects*", pp.162-185.
- Charlton, J.S.**, 1986. Radioisotope Techniques For Problem Solving in Industrial Process Plants, Gulf Publishing Comp., Houston.
- Chitralekha, B. R. Kerur, M. T. Lagare, R. Nathuram and D. N. Sharma**, 2005. Mass attenuation coefficients of saccharides for low-energy X-rays, *Radiation Physics and Chemistry*, **72**, 1-5.
- Cretu, C. and Lingen, E.**, 2000. Coloured Gold Alloys, *Gold Technology*, **30**, 31-39, World Gold Council.
- Devlet Planlama Teşkilatı Özel İhtisas Komisyonu**, 2000. Demirdışı Metaller Sanayii Raporu, Ankara.
- Delfini, M., Manni, A. and Massacci, P.**, 2000. Gold Recovery From Jewellery Waste, *Minerals Engineering*, **13**, No: 6, 663-666.
- Dresner, L.**, 1965. Principles of Radiation Protection Engineering, McGraw-Hill Book Comp., New York.
- El-Taher, A., Kratz, K.L., Nossair, A. and Azzam, A.H.**, (2003). Determination of gold in two Egyptian gold ores using instrumental neutron activation analysis, *Radiation Physics and Chemistry*, **68**, 751-755.
- Evans, R.D.**, 1955. The Atomic Nucleus, McGraw-Hill, New York.
- Földiák, G.**, 1986. Industrial Application of Radioisotopes, Elsevier, Amsterdam.
- Friedlander, G. and Kennedy, J.W.**, 1957. Nuclear and Radiochemistry, John Wiley & Sons, New York.
- Foster, A.R. and Wright, R.**, 1977. Basic Nuclear Engineering, 3rd edition, Allyn and Bacon, Inc. Boston
- Gardner, R.P. and Ely, R.L.**, 1967. Radioisotope Measurement Applications in Engineering, Reinhold Publ. Corp., New York.
- Gerward, L.**, 1993. X-ray attenuation coefficients: Current state of knowledge and availability, *Radiation Physics and Chemistry*, **41**, 783.

- Gerward, L., Guilbert, N., Jensen, K.B. and Levring, H., 2001.** X-ray absorption in matter. Reengineering XCOM., *Radiation Physics and Chemistry*, **60**, 23–24.
- Gerward, L., Guilbert, N., Jensen, K.B. and Levring, H., 2004.** WinXCom- a program for calculating X-ray attenuation coefficients, *adiation Physics and Chemistry*, **71**, 653-654
- Grimwade, M., 1985.** Introduction to Precious Metals, Butterworth &CO, London.
- Grimwade, M., 2000.** A Plain Man's Guide To Alloy Phase Diagrams: Their Us In Jewellery Manufacture-Part 2, *Gold Technology*, **30**, 8-15, World Gold Council.
- Hallenbeck, W.H., 1994.** Radiation Protection, Lewis Publishers, CRC press.
- Halliday, D., 1955.** Introductory of Nuclear Physics, 2nd edition, John Wiley &Sons, New York.
- Halliday, D. and Resnick, R., 1970.** Fundamentals of Physics, John Wiley &Sons, New York.
- <http://lepus.physics.ualr.edu/~tahall/EXAM2/emspec.jpg>, 2005.
- <http://www.amptek.com/xr100cdt.html>, 2005.
- <http://thayer.dartmouth.edu/~bpogue/ENGG167/daybyday167.html>, 2005.
- <http://www.acreo.se/upload/Publications/Tutorials/X-RAY2.gif>, 2005.
- <http://www.radiochemistry.org/periodictable/downloads.html>, 2005.
- <http://www.ucc.ie>, 2005.
- <http://www.emporia.edu/earthsci/amber/go340/gold.htm>, 2005.
- http://www.gold.org/discover/knowledge/aboutgold/gold_prod/index.html, 2005.
- <http://www.silverinstitute.org/facts/history.php>, 2005.
- <http://www.ftc.gov/bcp/guides/jewel-gd.htm>, 2005.
- <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/platinum/>, 2005.
- <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/scenes-e/elem/e07891.html>, 2005.
- <http://www.platinummetalsreview.com/dynamic/>, 2005.
- <http://www.24carat.co.uk/platinumalloys.html>, 2005.
- <http://www.encyclopedia.com/html/p1/platinum.asp>, 2005.
- http://www.gold.org/discover/sci_indu/properties/index.html, 2005.

<http://gold.goldenmine.com/goldkarats.htm>, 2005
http://www.goldpalace.com/gold_jewelry.htm, 2005
<http://www.gold.org/jewellery/technology/caratage/>, 2005
<http://gold.goldenmine.com/goldkarats.htm>, 2005
<http://www.geology.isc.edu>, 2004
<http://www.alschemex.com>, 2005
<http://www.goldandsilvermines.com>, 2005
<http://www.fef.sakarya.edu.tr>, 2005
<http://www.gmu.edu/departments/SRIF/tutorial/aas/aas.htm>, 2005
<http://www.wcaslab.com/tech/xrf.htm>, 2005
<http://www.glg.msu.edu/research/XRF.html>, 2005
<http://www.osp.cornell.edu/vpr/ward/NAA.html>, 2005
http://www.missouri.edu/~glascock/naa_over.htm, 2005
<http://nucleus.wpi.edu/Reactor/labs/R-naa.html>, 2005
<http://physics.nist.gov>, 2005
<http://ie.lbl.gov/toi/nucSearch.asp>, 2005
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/chap3.html>, 2005
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/XCOM.html>, 2005
<http://physics.nist.gov/PhysRefData/Xcom/Text/chap2.html>, 2005

Hubbell, J. H., 1969. Photon cross sections, attenuation coefficients and energy absorption coefficients from 10 keV to 100 GeV, NSRDS-NBS 29.

Hubbell, J. H., 1980. Pair, triplet and total atomic cross section for 1 MeV-100 GeV photons in elements $Z=1$ to 100, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **9**, 1023-1147.

Hubbell, J. H., 1982. Photon Mass Attenuation and Energy-absorption Coefficients from 1 keV to 20 MeV, *Journal of Applied Radiation and Isotopes*, **33**, 1269-1290.

Hubbell, J. H., 1988. X-ray attenuation cross section for energies 100 eV to 100 KeV and elements $Z=1$ to 92, *Atomic Data and Nuclear Tables*, Vol. **38**, No 1.

- Hubbell, J. H., 1994. Bibliography of Photon Total Cross-Section Measurements, NISTIR 5437.
- Hubbell, J. H. and Seltzer, S.M., 1995. Tables of X-ray mass attenuation coefficients and mass energy absorption coefficients 1 keV to 20 MeV for elements Z=1 to 92 and 48 additional substances of dosimetric interest, NISTIR 5632.
- Hubbell, J. H., 1996. Experimentally measured total X-ray attenuation coefficients extracted from previously unprocessed documents held by the NIST photon and charged particle data center. NISTIR 5893.
- Hubbell, J.H., 2000. X-ray cross-sections and crossroads (The International Radiation Physics Society) — Richard Pratt's contributions to both, *Radiation Physics and Chemistry*, **59**, 113-125.
- Hodgman, C.D., Weast, R.C. and Selby, S.M., 1962. Handbook of chemistry and physics: a ready-reference book of chemical and physical data, Chemical Rubber Pub., Cleveland, Ohio.
- İçelli O., Erzenoğlu S. and Boncukçuoğlu R., 2003. Measurement of mass attenuation coefficients of some boron compounds and the trommel sieve waste in the energy range 15.746–40.930 keV, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **78**, 203-210.
- İçelli O. and Erzenoğlu S., 2004. Effective atomic numbers of some vanadium and nickel compounds for total photon interactions using transmission experiments, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **85**, 115-124.
- İçelli O. and Erzenoğlu S., 2004. The mass attenuation coefficients in some vanadium and nickel compounds, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **88**, 519-524.
- İçelli O., Erzenoğlu S., Karahan, İ.H. and Çankaya, G., 2005. Effective atomic numbers for CoCuNi alloys using transmission experiments, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **91**, 485-491.
- Jahagirdar, H.A., Hanumiah, B. and Thontadarya, S.R., 1996. Measurement of total photoelectric cross section of rare earth elements present in compounds for 123.6 keV and 145.4 keV photons, *Radiation Physics and Chemistry*, **47**, 801-805.
- Jensen, T., Aljundi, T. and Gray, J.N., 1998. Application of X-ray K-edge Densitometry in D&D Operations, *International Conference on*

Decommissioning and Decontamination, September 13-18, Denver, Co.

Jensen, T. and Whitmore, C., 1999. *X-ray K-Edge Analysis of Drain Lines in Wilhelm Hall, Ames Laboratory*, Ames Laboratory Internal Report IS-5135.

Jensen, K.B., Levring, H. and Guilbert, N.P.M., 2000. WinXCom, Version 1.0.1. Patch 1 (Build 31).

Knoll, G.F., 1989. *Radiation Detection and Measurement*, 2nd edition, John Wiley & Sons, New York.

Kumar K.T., Venkataratnam, S. and Reddy V., (1996). Comments on theoretical limitations for experimental values of photoeffect cross sections at low energies, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, **108**, 267-275.

Kurtoğlu, A., 1999. Gama Absorpsiyon Tekniği İle Altın Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı, Nükleer Enerji Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.

Kurtoğlu, A. and Tuğrul, B., 2000. Red Gold Analysis By Using Gamma Absorption Techniques, *I. Eurasia Conference On Nuclear Science and Its Applications*, Turkish Atomic Energy Authority, İzmir, Turkey

Kurtoğlu, A. and Tuğrul, A.B., 2003. Gold Analysis By Using Gamma Absorption Techniques, *Applied Radiation and Isotopes*, **58**, 5-8.

Lakhtin, Y., 1968. *Engineering Physical Metallurgy*, MIR Publishers, Moscow.

Leo W. R., 1994. *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments*. Springer-Verlag.

Lieser, K. H., 1997. *Nuclear and Radiochemistry: Fundamentals and Applications*, VCH Publishers, New York.

Lilley, J.S., 2001. *Nuclear Physics: principles and application*, John Wiley & Sons, Chichester.

Maerz, J.J., 2000. *Platinum Alloy Applications for Jewelry*, Platinum Guild International, USA.

M. L. Mallikarjuna, S. B. Appaji Gowda, R. Gowda and T. K. Umesh, 2002. Studies on photon interaction around the K-edge of some rare-earth elements, *Radiation Physics and Chemistry*, **65**, 217-223.

- Metals Handbook Committee**, 1961. Metals Handbook, Volume 1., Properties and Selection of Metals, pp. 1185-1189.
- Metals Handbook Committee**, 1990. Metals Handbook, Volume 13, 10th editions, American Society for Metals, Metals Park, Ohio.
- Moscini, G., Pecoraro, M. and Saccocci, A.**, 1986. *New Paths in The Use of Nuclear Techniques For Art and Archaeology*, Physical Analysis (XRF, NAA, γ -Ray Transmission) of Silver "Denari" Coined By The Mints of Verona and Venice in The XII-th Century, Belonging To A Hoard From Ponte Di Brenta, pp.282.
- Murty, V.R.K., Winkoun, D.P. and Devan, K.R.S.**, 1998. Total photoelectric cross sections close to absorption edges, *Radiation Physics and Chemistry*, **51**, 361-362.
- Murty, V.R.K., Winkoun, D.P. and Devan, K.R.S.**, 2000. On discrepancies in atomic photo effect cross sections in the low photon energy region, *Applied Radiation and Isotopes*, **53**, 949-952.
- Özden, N.**, 1983. Radyoaktivite ve Radyasyonlar, Genel Yayın No:14, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası
- Parthasaradhi, K.**, 1985. Atomic photoelectric effect near threshold edges, *Physical Review A*, **32**, 194-198.
- Parthasaradhi, K., Esposito, A., Mobilio, S. and Pelliccioni, M.**, 1988. Photon cross sections near the x-ray absorption edges of Ti, Ni, Pt and Au, *Physical Review A*, **38**, 1608-1611.
- Payling, R., Jones, D.G. and Bengston, A.**, 1997. Glow Discharge Optical Emission spectrometry, John Wiley & Sons, Chichester.
- Pourreza, N. and Rastegarzadeh, S.**, 2001. Simultaneous Determination of Gold and Palladium with 5(p-dimethylaminobenzylidene)rhodanine by Using the H-point Standard Addition Method in Micellar Media, *Analytica Chimica Acta*, **437**, 273-280.
- Prasad Guru S., Parthasaradhi K. and Bloomer W.D.**, 1998. Effective atomic numbers for photo absorption in alloys in the energy region of absorption edges, *Radiation Physics and Chemistry*, **53**, 449-453.
- Radcliffe, C.D., Angle, B., Macias, E.S. and Gaspar, P.P.**, 1980. Gold Analysis by Differential Absorption of γ - Rays, *Archaeometry*, **22**, No.1, 47-55.

- Reddy, A.C., Janardhan, S., Murthy, C.R. and Rao, A.S.N., 1999.** Estimation of Trace Elements in Water Matrix from Photon Attenuation Coefficients, *Radiation Physics and Chemistry*, **56**, 521-524.
- Safoğlu, R., 1972.** Malzeme Bilimine Giriş, Matbaa Teknisyenleri Basım Evi, İstanbul.
- Sandhu, G.K., Singh, K., Lark, B.S. and Gerward, L., 2002.** Molar extinction coefficients of some fatty acids, *Radiation Physics and Chemistry*, **65**, 211-215.
- Scofield, J.H., 1973.** Theoretical photo ionization cross-sections from 1 to 1500 keV, UCRL Report No. 51326.
- Selman, J., 1990.** The basic physics of radiation therapy, Springfield: C.C. Thomas.
- Seven S., Karahan I. and Bakkaloğlu Ö., 2004.** The measurement of total mass attenuation coefficients of CoCuNi alloys, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **83**, 237-242.
- Shapiro, J., 1990.** Radiation Protection, 3rd edition, Harvard University Pres, Cambridge.
- Shultis, J. K. and Faw, R.E., 1996.** Radiation Shielding, Prentice-Hall, Inc.
- Sidhu, S., Singh, K., Singh, P.S. and Mudahar, G.S., 1999.** Effect Of Collimator Size And Absorber Thickness On Gamma Ray Attenuation Measurements, *Radiation Physics and Chemistry*, **56**, 535-537.
- Singh, C., Singh, T., , Kumar, A. and Mudahar, G.S., 2004.** Energy and chemical composition dependence of mass attenuation coefficients of building materials, *Annals of Nuclear Energy*, **31**, 199-1205.
- Singh, K., Kaur, R. and Kumar, V., 1996.** Study of effective atomic numbers and mass attenuation coefficients in some compounds, *Radiation Physics and Chemistry*, **47**, 535-541.
- Singh H., Singh K., Gerward L., Singh K., Singh H. and Naturam R., 2003.** ZnO–PbO–B₂O₃ glasses as gamma-ray shielding materials, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, **207-3**, 257-262.
- Singh K., Kaur G., Kumar V., Dharmi A.K. and Lark B.S., 1998.** Measurement of attenuation coefficientst of some dilute solutions at 662 keV, *Radiation Physics and Chemistry*, **53**, 123-126.

- Singh K., Singh H., Sharma V., Nathuram R., Khanna A., Kumar R., Bhatti S. and Sahota H., 2002.** Gamma-ray attenuation coefficients in bismuth borate glasses, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, **194-1**, 1-6.
- Storm, E. and Israel, H.I., 1970.** Photon Cross-Sections from 1 keV to 100 MeV for Elements Z=1 to 100, *Nuclear Data Tables A7*, 565.
- Tajuddin, A.A., Chong, C.S., Shukri, A., Bandyopadhyay, T. and Bradley, A.D., 1995.** Measurement of Mass Attenuation Coefficients of Moderate-to-high Atomic-number Elements at Low Photon Energies, *Applied Radiation and Physics*, **46**, 113-115.
- Tartari, A., Casnati, E., Baraldi, C. and Bonifazzi, C., 1998.** Z Dependence Of Mass Attenuation Coefficient at 59.54 keV Photon Energy: Experimental Assessment of Binding Energy Effects, *Radiation Physics and Chemistry*, **53**, 445-448.
- Tsoufanidis, N., 1983.** Measurement and Detection of Radiation, Hemisphere Publishing Corp., Washington.
- Tremilosifilho, G., Gonzales, E.R., Matheo, A.J., Belgsir, E.M., Leger, J.M. and Lamy, C., 1998.** Electrooxidation of Ethanol on Gold Analysis of The Reaction Products and Mechanism, *Journal Electroanalytical Chemistry*, **444**, No.1., 31-39.
- Tuğrul, A.B., 1995.** A new approach for calculating the geometry factor for flow measurements with radioactive tracers, *Kerntechnik*, **60**, 265-266.
- Turgut Ü., Şimşek Ö., Büyükkasap E. and Ertuğrul M., 2002.** X-Ray attenuation coefficients at different energies and the validity of the mixture rule for compounds around the absorption edge, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, **57**, 261-266
- Turgut Ü., Şimşek Ö., Büyükkasap E. and Ertuğrul M., 2004.** X-Ray attenuation coefficient measurement for photon energies 4.508-13.375 keV in Cu, Cr and their compounds and validity of the mixture rule, *Analytica Chimica Acta*, **515**, 349-352.
- Varier, K.M., Kunju, S.N. and Madhusudanan, K., 1986.** Effect of finite absorber dimension on γ -ray attenuation measurements, *Physical Review A*, **33**, 2378-2381.

Tablo A.1: Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Element:	Ag (Gümüş)	Enerji (MeV)	Koharent (cm2/g)	İnKoharent (cm2/g)	Fotoelektrik (cm2/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm2/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm2/g)	Toplam (cm2/g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm2/g)
Ağırlık Oranı:	1.000E+00								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları								
		1.00E-03	7.83E+00	4.98E-03	7.03E+03	0.00E+00	0.00E+00	7.04E+03	7.03E+03
		1.50E-03	7.45E+00	9.17E-03	2.78E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.79E+03	2.78E+03
		2.00E-03	7.02E+00	1.35E-02	1.39E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.40E+03	1.39E+03
		3.00E-03	6.11E+00	2.17E-02	5.07E+02	0.00E+00	0.00E+00	5.14E+02	5.08E+02
		3.35E-03	5.81E+00	2.45E-02	3.83E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.89E+02	3.83E+02
47	L3	3.35E-03	5.81E+00	2.45E-02	1.27E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.27E+03	1.27E+03
		3.44E-03	5.74E+00	2.51E-02	1.19E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.20E+03	1.19E+03
		3.52E-03	5.67E+00	2.58E-02	1.12E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.13E+03	1.12E+03
47	L2	3.52E-03	5.67E+00	2.58E-02	1.54E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+03	1.54E+03
		3.66E-03	5.55E+00	2.68E-02	1.40E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.41E+03	1.40E+03
		3.81E-03	5.44E+00	2.79E-02	1.28E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.28E+03	1.28E+03
47	L1	3.81E-03	5.44E+00	2.79E-02	1.46E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+03	1.46E+03
		4.00E-03	5.28E+00	2.93E-02	1.30E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.31E+03	1.30E+03
		5.00E-03	4.58E+00	3.62E-02	7.34E+02	0.00E+00	0.00E+00	7.39E+02	7.34E+02
		6.00E-03	4.00E+00	4.27E-02	4.57E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.61E+02	4.57E+02
		8.00E-03	3.14E+00	5.42E-02	2.13E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.16E+02	2.13E+02
		1.00E-02	2.56E+00	6.39E-02	1.17E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.19E+02	1.17E+02

		1.50E-02	1.68E+00	8.10E-02	3.82E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.00E+01	3.83E+01
		2.00E-02	1.16E+00	9.22E-02	1.71E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.84E+01	1.72E+01
		2.55E-02	8.27E-01	1.01E-01	8.60E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.53E+00	8.70E+00
47	K	2.55E-02	8.27E-01	1.01E-01	5.45E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.54E+01	5.46E+01
		2.63E-02	7.90E-01	1.02E-01	5.02E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.11E+01	5.03E+01
		3.00E-02	6.54E-01	1.06E-01	3.59E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.67E+01	3.60E+01
		4.00E-02	4.27E-01	1.13E-01	1.67E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.72E+01	1.68E+01
		5.00E-02	3.02E-01	1.16E-01	9.03E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.45E+00	9.14E+00
		6.00E-02	2.23E-01	1.18E-01	5.42E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.77E+00	5.54E+00
		8.00E-02	1.36E-01	1.18E-01	2.40E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.65E+00	2.51E+00
		1.00E-01	9.23E-02	1.16E-01	1.26E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+00	1.38E+00
		1.50E-01	4.48E-02	1.09E-01	3.89E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.43E-01	4.98E-01
		2.00E-01	2.64E-02	1.02E-01	1.69E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.97E-01	2.71E-01
		3.00E-01	1.22E-02	9.04E-02	5.34E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.56E-01	1.44E-01
		4.00E-01	7.03E-03	8.17E-02	2.44E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.13E-01	1.06E-01
		5.00E-01	4.56E-03	7.50E-02	1.37E-02	0.00E+00	0.00E+00	9.32E-02	8.87E-02
		6.00E-01	3.19E-03	6.96E-02	8.72E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.15E-02	7.83E-02
		8.00E-01	1.81E-03	6.14E-02	4.50E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.77E-02	6.59E-02
		1.00E+00	1.16E-03	5.52E-02	2.81E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.92E-02	5.80E-02
		1.02E+00	1.11E-03	5.47E-02	2.67E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.84E-02	5.73E-02
		1.25E+00	7.48E-04	4.94E-02	1.80E-03	1.60E-04	0.00E+00	5.22E-02	5.14E-02
		1.50E+00	5.20E-04	4.50E-02	1.29E-03	7.50E-04	0.00E+00	4.75E-02	4.70E-02
		2.00E+00	2.93E-04	3.84E-02	7.88E-04	2.60E-03	0.00E+00	4.21E-02	4.18E-02
		2.04E+00	2.80E-04	3.79E-02	7.60E-04	2.78E-03	0.00E+00	4.18E-02	4.15E-02
		3.00E+00	1.30E-04	3.02E-02	4.19E-04	6.74E-03	1.06E-05	3.75E-02	3.74E-02
		4.00E+00	7.34E-05	2.52E-02	2.79E-04	1.04E-02	4.31E-05	3.61E-02	3.60E-02
		5.00E+00	4.70E-05	2.18E-02	2.07E-04	1.36E-02	8.59E-05	3.58E-02	3.57E-02
		6.00E+00	3.26E-05	1.93E-02	1.63E-04	1.64E-02	1.32E-04	3.60E-02	3.60E-02

		7.00E+00	2.40E-05	1.73E-02	1.35E-04	1.89E-02	1.78E-04	3.65E-02	3.65E-02
		8.00E+00	1.84E-05	1.58E-02	1.14E-04	2.11E-02	2.22E-04	3.72E-02	3.72E-02
		9.00E+00	1.45E-05	1.45E-02	9.93E-05	2.31E-02	2.64E-04	3.80E-02	3.80E-02
		1.00E+01	1.17E-05	1.34E-02	8.77E-05	2.50E-02	3.04E-04	3.88E-02	3.88E-02
		1.10E+01	9.71E-06	1.25E-02	7.84E-05	2.67E-02	3.42E-04	3.97E-02	3.96E-02
		1.20E+01	8.16E-06	1.17E-02	7.10E-05	2.83E-02	3.78E-04	4.05E-02	4.05E-02
		1.30E+01	6.95E-06	1.11E-02	6.48E-05	2.97E-02	4.12E-04	4.13E-02	4.13E-02
		1.40E+01	5.99E-06	1.05E-02	5.95E-05	3.11E-02	4.44E-04	4.20E-02	4.20E-02
		1.50E+01	5.22E-06	9.93E-03	5.51E-05	3.23E-02	4.75E-04	4.28E-02	4.28E-02
		1.60E+01	4.59E-06	9.46E-03	5.13E-05	3.35E-02	5.04E-04	4.35E-02	4.35E-02
		1.80E+01	3.62E-06	8.65E-03	4.50E-05	3.56E-02	5.57E-04	4.48E-02	4.48E-02
		2.00E+01	2.94E-06	7.97E-03	4.01E-05	3.75E-02	6.06E-04	4.61E-02	4.61E-02
		2.20E+01	2.43E-06	7.41E-03	3.61E-05	3.92E-02	6.50E-04	4.73E-02	4.73E-02
		2.40E+01	2.04E-06	6.92E-03	3.29E-05	4.08E-02	6.92E-04	4.84E-02	4.84E-02
		2.60E+01	1.74E-06	6.50E-03	3.02E-05	4.22E-02	7.30E-04	4.94E-02	4.94E-02
		2.80E+01	1.50E-06	6.13E-03	2.79E-05	4.35E-02	7.64E-04	5.04E-02	5.04E-02
		3.00E+01	1.31E-06	5.81E-03	2.59E-05	4.47E-02	7.97E-04	5.13E-02	5.13E-02
		4.00E+01	7.34E-07	4.61E-03	1.91E-05	4.96E-02	9.32E-04	5.51E-02	5.51E-02
		5.00E+01	4.70E-07	3.85E-03	1.52E-05	5.32E-02	1.04E-03	5.81E-02	5.81E-02
		6.00E+01	3.26E-07	3.32E-03	1.25E-05	5.60E-02	1.12E-03	6.04E-02	6.04E-02
		8.00E+01	1.84E-07	2.62E-03	9.33E-06	6.02E-02	1.24E-03	6.40E-02	6.40E-02
		1.00E+02	1.17E-07	2.17E-03	7.43E-06	6.31E-02	1.33E-03	6.66E-02	6.66E-02
		1.50E+02	5.22E-08	1.55E-03	4.92E-06	6.78E-02	1.48E-03	7.09E-02	7.09E-02
		2.00E+02	2.94E-08	1.21E-03	3.68E-06	7.06E-02	1.57E-03	7.34E-02	7.34E-02
		3.00E+02	1.31E-08	8.59E-04	2.44E-06	7.39E-02	1.68E-03	7.65E-02	7.65E-02
		4.00E+02	7.34E-09	6.73E-04	1.83E-06	7.58E-02	1.75E-03	7.82E-02	7.82E-02
		5.00E+02	4.70E-09	5.57E-04	1.46E-06	7.70E-02	1.79E-03	7.93E-02	7.93E-02
		6.00E+02	3.26E-09	4.77E-04	1.22E-06	7.79E-02	1.83E-03	8.02E-02	8.02E-02

			8.00E+02	1.84E-09	3.73E-04	9.13E-07	7.91E-02	1.88E-03	8.13E-02	8.13E-02
			1.00E+03	1.17E-09	3.07E-04	7.30E-07	7.98E-02	1.91E-03	8.20E-02	8.20E-02
			1.50E+03	5.22E-10	2.14E-04	4.86E-07	8.10E-02	1.95E-03	8.31E-02	8.31E-02
			2.00E+03	2.94E-10	1.66E-04	3.65E-07	8.15E-02	1.98E-03	8.37E-02	8.37E-02
			3.00E+03	1.31E-10	1.15E-04	2.43E-07	8.22E-02	2.01E-03	8.43E-02	8.43E-02
			4.00E+03	7.34E-11	8.89E-05	1.82E-07	8.25E-02	2.02E-03	8.46E-02	8.46E-02
			5.00E+03	4.70E-11	7.27E-05	1.46E-07	8.27E-02	2.03E-03	8.48E-02	8.48E-02
			6.00E+03	3.26E-11	6.16E-05	1.21E-07	8.29E-02	2.04E-03	8.50E-02	8.50E-02
			8.00E+03	1.84E-11	4.75E-05	9.11E-08	8.31E-02	2.05E-03	8.52E-02	8.52E-02
			1.00E+04	1.17E-11	3.88E-05	7.29E-08	8.32E-02	2.06E-03	8.53E-02	8.53E-02
			1.50E+04	5.22E-12	2.68E-05	4.86E-08	8.34E-02	2.06E-03	8.55E-02	8.55E-02
			2.00E+04	2.94E-12	2.06E-05	3.64E-08	8.35E-02	2.07E-03	8.56E-02	8.56E-02
			3.00E+04	1.31E-12	1.42E-05	2.43E-08	8.36E-02	2.07E-03	8.57E-02	8.57E-02
			4.00E+04	7.34E-13	1.09E-05	1.82E-08	8.36E-02	2.08E-03	8.57E-02	8.57E-02
			5.00E+04	4.70E-13	8.88E-06	1.46E-08	8.37E-02	2.08E-03	8.58E-02	8.58E-02
			6.00E+04	3.26E-13	7.51E-06	1.21E-08	8.37E-02	2.08E-03	8.58E-02	8.58E-02
			8.00E+04	1.84E-13	5.76E-06	9.11E-09	8.37E-02	2.08E-03	8.58E-02	8.58E-02
			1.00E+05	1.17E-13	4.69E-06	7.29E-09	8.37E-02	2.08E-03	8.58E-02	8.58E-02

Tablo A.2: Platinin Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Element:	Pt (Platin)	Enerji (MeV)	Koharent (cm2/g)	İnKoharent (cm2/g)	Fotoelektrik (cm2/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm2/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm2/g)	Toplam (cm2/g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm2/g)
Ağırlık Oranı:	1.000E+00								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları								
		1.00E-03	1.21E+01	3.37E-03	4.42E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.43E+03	4.42E+03
		1.50E-03	1.16E+01	6.21E-03	1.97E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.99E+03	1.97E+03
		2.00E-03	1.11E+01	9.13E-03	1.07E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.08E+03	1.07E+03
		2.12E-03	1.09E+01	9.84E-03	9.40E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.51E+02	9.40E+02
78	M5	2.12E-03	1.09E+01	9.84E-03	1.02E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.03E+03	1.02E+03
		2.16E-03	1.09E+01	1.01E-02	1.53E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.54E+03	1.53E+03
		2.20E-03	1.08E+01	1.03E-02	2.29E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.30E+03	2.29E+03
78	M4	2.20E-03	1.08E+01	1.03E-02	2.44E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.45E+03	2.44E+03
		2.41E-03	1.06E+01	1.15E-02	2.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.38E+03	2.37E+03
		2.65E-03	1.03E+01	1.28E-02	2.29E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.30E+03	2.29E+03
78	M3	2.65E-03	1.03E+01	1.28E-02	2.65E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.66E+03	2.65E+03
		3.00E-03	9.92E+00	1.48E-02	1.96E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.97E+03	1.96E+03
		3.03E-03	9.89E+00	1.50E-02	1.91E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.92E+03	1.91E+03
78	M2	3.03E-03	9.89E+00	1.50E-02	2.03E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.04E+03	2.03E+03
		3.16E-03	9.74E+00	1.57E-02	1.84E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.85E+03	1.84E+03
		3.30E-03	9.59E+00	1.64E-02	1.66E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.67E+03	1.66E+03
78	M1	3.30E-03	9.59E+00	1.64E-02	1.73E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.74E+03	1.73E+03

		4.00E-03	8.84E+00	2.02E-02	1.09E+03	0.00E+00	1.10E+03	1.09E+03
		5.00E-03	7.89E+00	2.53E-02	6.32E+02	0.00E+00	6.40E+02	6.32E+02
		6.00E-03	7.06E+00	3.02E-02	4.01E+02	0.00E+00	4.08E+02	4.01E+02
		8.00E-03	5.74E+00	3.91E-02	1.93E+02	0.00E+00	1.99E+02	1.93E+02
		1.00E-02	4.74E+00	4.65E-02	1.08E+02	0.00E+00	1.13E+02	1.08E+02
		1.16E-02	4.12E+00	5.15E-02	7.43E+01	0.00E+00	7.84E+01	7.43E+01
78	L3	1.16E-02	4.12E+00	5.15E-02	1.90E+02	0.00E+00	1.95E+02	1.91E+02
		1.24E-02	3.84E+00	5.38E-02	1.58E+02	0.00E+00	1.62E+02	1.58E+02
		1.33E-02	3.56E+00	5.61E-02	1.31E+02	0.00E+00	1.35E+02	1.31E+02
78	L2	1.33E-02	3.56E+00	5.61E-02	1.82E+02	0.00E+00	1.85E+02	1.82E+02
		1.36E-02	3.48E+00	5.69E-02	1.72E+02	0.00E+00	1.76E+02	1.72E+02
		1.39E-02	3.39E+00	5.77E-02	1.63E+02	0.00E+00	1.67E+02	1.63E+02
78	L1	1.39E-02	3.39E+00	5.77E-02	1.89E+02	0.00E+00	1.92E+02	1.89E+02
		1.50E-02	3.11E+00	6.04E-02	1.55E+02	0.00E+00	1.58E+02	1.55E+02
		2.00E-02	2.19E+00	7.06E-02	7.35E+01	0.00E+00	7.57E+01	7.35E+01
		3.00E-02	1.29E+00	8.44E-02	2.50E+01	0.00E+00	2.64E+01	2.51E+01
		4.00E-02	8.59E-01	9.23E-02	1.15E+01	0.00E+00	1.24E+01	1.16E+01
		5.00E-02	6.09E-01	9.68E-02	6.25E+00	0.00E+00	6.95E+00	6.34E+00
		6.00E-02	4.56E-01	9.93E-02	3.78E+00	0.00E+00	4.34E+00	3.88E+00
		7.84E-02	2.96E-01	1.01E-01	1.81E+00	0.00E+00	2.20E+00	1.91E+00
78	K	7.84E-02	2.96E-01	1.01E-01	8.98E+00	0.00E+00	9.38E+00	9.08E+00
		7.96E-02	2.89E-01	1.01E-01	8.49E+00	0.00E+00	8.88E+00	8.59E+00
		8.00E-02	2.86E-01	1.01E-01	8.34E+00	0.00E+00	8.73E+00	8.45E+00
		1.00E-01	1.97E-01	1.01E-01	4.70E+00	0.00E+00	4.99E+00	4.80E+00
		1.50E-01	9.69E-02	9.63E-02	1.60E+00	0.00E+00	1.79E+00	1.70E+00
		2.00E-01	5.78E-02	9.09E-02	7.41E-01	0.00E+00	8.90E-01	8.32E-01
		3.00E-01	2.75E-02	8.14E-02	2.54E-01	0.00E+00	3.62E-01	3.35E-01
		4.00E-01	1.60E-02	7.40E-02	1.22E-01	0.00E+00	2.12E-01	1.96E-01

	5.00E-01	1.05E-02	6.81E-02	7.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.49E-01	1.39E-01
	6.00E-01	7.38E-03	6.33E-02	4.61E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.17E-01	1.09E-01
	8.00E-01	4.23E-03	5.60E-02	2.44E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.46E-02	8.03E-02
	1.00E+00	2.73E-03	5.05E-02	1.53E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.86E-02	6.58E-02
	1.02E+00	2.62E-03	5.00E-02	1.47E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.73E-02	6.47E-02
	1.25E+00	1.76E-03	4.53E-02	9.90E-03	3.51E-04	0.00E+00	0.00E+00	5.73E-02	5.55E-02
	1.50E+00	1.23E-03	4.12E-02	7.05E-03	1.66E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.11E-02	4.99E-02
	2.00E+00	6.95E-04	3.52E-02	4.27E-03	5.07E-03	0.00E+00	0.00E+00	4.52E-02	4.45E-02
	2.04E+00	6.66E-04	3.48E-02	4.11E-03	5.37E-03	0.00E+00	0.00E+00	4.49E-02	4.42E-02
	3.00E+00	3.10E-04	2.77E-02	2.23E-03	1.13E-02	9.69E-06	4.16E-02	4.16E-02	4.13E-02
	4.00E+00	1.75E-04	2.31E-02	1.47E-03	1.64E-02	3.95E-05	4.12E-02	4.12E-02	4.11E-02
	5.00E+00	1.12E-04	2.00E-02	1.07E-03	2.07E-02	7.85E-05	4.20E-02	4.20E-02	4.19E-02
	6.00E+00	7.78E-05	1.77E-02	8.43E-04	2.44E-02	1.20E-04	4.31E-02	4.31E-02	4.30E-02
	7.00E+00	5.71E-05	1.59E-02	6.91E-04	2.76E-02	1.62E-04	4.44E-02	4.44E-02	4.44E-02
	8.00E+00	4.38E-05	1.45E-02	5.84E-04	3.06E-02	2.02E-04	4.58E-02	4.58E-02	4.58E-02
	9.00E+00	3.46E-05	1.33E-02	5.05E-04	3.32E-02	2.41E-04	4.73E-02	4.73E-02	4.73E-02
	1.00E+01	2.80E-05	1.23E-02	4.44E-04	3.57E-02	2.77E-04	4.87E-02	4.87E-02	4.87E-02
	1.10E+01	2.32E-05	1.15E-02	3.96E-04	3.79E-02	3.11E-04	5.01E-02	5.01E-02	5.01E-02
	1.20E+01	1.95E-05	1.08E-02	3.57E-04	4.00E-02	3.44E-04	5.15E-02	5.15E-02	5.15E-02
	1.30E+01	1.66E-05	1.01E-02	3.26E-04	4.20E-02	3.74E-04	5.28E-02	5.28E-02	5.28E-02
	1.40E+01	1.43E-05	9.60E-03	2.99E-04	4.38E-02	4.03E-04	5.42E-02	5.42E-02	5.41E-02
	1.50E+01	1.25E-05	9.12E-03	2.76E-04	4.55E-02	4.31E-04	5.54E-02	5.54E-02	5.54E-02
	1.60E+01	1.09E-05	8.68E-03	2.56E-04	4.71E-02	4.57E-04	5.65E-02	5.65E-02	5.65E-02
	1.80E+01	8.65E-06	7.93E-03	2.25E-04	5.00E-02	5.04E-04	5.87E-02	5.87E-02	5.87E-02
	2.00E+01	7.00E-06	7.32E-03	2.00E-04	5.26E-02	5.48E-04	6.06E-02	6.06E-02	6.06E-02
	2.20E+01	5.79E-06	6.79E-03	1.80E-04	5.49E-02	5.88E-04	6.25E-02	6.25E-02	6.25E-02
	2.40E+01	4.87E-06	6.35E-03	1.63E-04	5.70E-02	6.24E-04	6.42E-02	6.42E-02	6.42E-02
	2.60E+01	4.15E-06	5.96E-03	1.50E-04	5.90E-02	6.58E-04	6.57E-02	6.57E-02	6.57E-02

		2.80E+01	3.57E-06	5.62E-03	1.38E-04	6.08E-02	6.88E-04	6.72E-02	6.72E-02
		3.00E+01	3.11E-06	5.33E-03	1.28E-04	6.24E-02	7.17E-04	6.86E-02	6.86E-02
		4.00E+01	1.75E-06	4.23E-03	9.43E-05	6.91E-02	8.35E-04	7.43E-02	7.42E-02
		5.00E+01	1.12E-06	3.53E-03	7.45E-05	7.41E-02	9.24E-04	7.86E-02	7.86E-02
		6.00E+01	7.79E-07	3.04E-03	6.16E-05	7.79E-02	9.94E-04	8.20E-02	8.20E-02
		8.00E+01	4.38E-07	2.40E-03	4.57E-05	8.36E-02	1.10E-03	8.71E-02	8.71E-02
		1.00E+02	2.80E-07	1.99E-03	3.64E-05	8.76E-02	1.17E-03	9.08E-02	9.08E-02
		1.50E+02	1.25E-07	1.42E-03	2.41E-05	9.39E-02	1.30E-03	9.66E-02	9.66E-02
		2.00E+02	7.00E-08	1.11E-03	1.80E-05	9.76E-02	1.37E-03	1.00E-01	1.00E-01
		3.00E+02	3.11E-08	7.89E-04	1.19E-05	1.02E-01	1.46E-03	1.04E-01	1.04E-01
		4.00E+02	1.75E-08	6.18E-04	8.93E-06	1.04E-01	1.52E-03	1.07E-01	1.07E-01
		5.00E+02	1.12E-08	5.11E-04	7.14E-06	1.06E-01	1.56E-03	1.08E-01	1.08E-01
		6.00E+02	7.79E-09	4.38E-04	5.94E-06	1.07E-01	1.58E-03	1.09E-01	1.09E-01
		8.00E+02	4.38E-09	3.42E-04	4.45E-06	1.09E-01	1.62E-03	1.11E-01	1.11E-01
		1.00E+03	2.80E-09	2.81E-04	3.56E-06	1.10E-01	1.64E-03	1.12E-01	1.12E-01
		1.50E+03	1.25E-09	1.96E-04	2.37E-06	1.11E-01	1.68E-03	1.13E-01	1.13E-01
		2.00E+03	7.00E-10	1.52E-04	1.78E-06	1.12E-01	1.70E-03	1.14E-01	1.14E-01
		3.00E+03	3.11E-10	1.06E-04	1.18E-06	1.13E-01	1.72E-03	1.15E-01	1.15E-01
		4.00E+03	1.75E-10	8.16E-05	8.88E-07	1.13E-01	1.73E-03	1.15E-01	1.15E-01
		5.00E+03	1.12E-10	6.67E-05	7.10E-07	1.14E-01	1.74E-03	1.15E-01	1.15E-01
		6.00E+03	7.79E-11	5.66E-05	5.92E-07	1.14E-01	1.75E-03	1.16E-01	1.16E-01
		8.00E+03	4.38E-11	4.36E-05	4.44E-07	1.14E-01	1.75E-03	1.16E-01	1.16E-01
		1.00E+04	2.80E-11	3.56E-05	3.55E-07	1.14E-01	1.76E-03	1.16E-01	1.16E-01
		1.50E+04	1.25E-11	2.46E-05	2.37E-07	1.14E-01	1.77E-03	1.16E-01	1.16E-01
		2.00E+04	7.00E-12	1.89E-05	1.78E-07	1.15E-01	1.77E-03	1.16E-01	1.16E-01
		3.00E+04	3.11E-12	1.30E-05	1.18E-07	1.15E-01	1.77E-03	1.16E-01	1.16E-01
		4.00E+04	1.75E-12	1.00E-05	8.88E-08	1.15E-01	1.77E-03	1.17E-01	1.17E-01
		5.00E+04	1.12E-12	8.15E-06	7.10E-08	1.15E-01	1.78E-03	1.17E-01	1.17E-01

		6.00E+04	7.79E-13	6.89E-06	5.92E-08	1.15E-01	1.78E-03	1.17E-01	1.17E-01
		8.00E+04	4.38E-13	5.28E-06	4.44E-08	1.15E-01	1.78E-03	1.17E-01	1.17E-01
		1.00E+05	2.80E-13	4.30E-06	3.55E-08	1.15E-01	1.78E-03	1.17E-01	1.17E-01

Tablo A.3: Altının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Element:	Au (Altın)	Enerji (MeV)	Koharent (cm2/g)	İnkoharent (cm2/g)	Fotoelektrik (cm2/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm2/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm2/g)	Toplam (cm2/g)	Toplam (İnkoharent yok) (cm2/g)
Ağırlık Oranı:	1.000E+00								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları								
		1.00E-03	1.23E+01	3.27E-03	4.64E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.65E+03	4.64E+03
		1.50E-03	1.18E+01	6.07E-03	2.08E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.09E+03	2.08E+03
		2.00E-03	1.13E+01	8.96E-03	1.13E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.14E+03	1.13E+03
		2.21E-03	1.10E+01	1.01E-02	9.08E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.19E+02	9.08E+02
79	M5	2.21E-03	1.10E+01	1.01E-02	9.83E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.94E+02	9.83E+02
		2.25E-03	1.10E+01	1.04E-02	1.48E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.49E+03	1.48E+03
		2.29E-03	1.09E+01	1.06E-02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+03	2.21E+03
79	M4	2.29E-03	1.09E+01	1.06E-02	2.35E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.36E+03	2.35E+03
		2.51E-03	1.07E+01	1.18E-02	2.27E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.28E+03	2.27E+03
		2.74E-03	1.04E+01	1.32E-02	2.19E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+03	2.19E+03
79	M3	2.74E-03	1.04E+01	1.32E-02	2.53E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.54E+03	2.53E+03
		3.00E-03	1.01E+01	1.46E-02	2.04E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.05E+03	2.04E+03
		3.15E-03	9.94E+00	1.54E-02	1.81E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.82E+03	1.81E+03
79	M2	3.15E-03	9.94E+00	1.54E-02	1.92E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.93E+03	1.92E+03
		3.28E-03	9.79E+00	1.61E-02	1.74E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.75E+03	1.74E+03
		3.42E-03	9.63E+00	1.69E-02	1.58E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.58E+03	1.58E+03
79	M1	3.42E-03	9.63E+00	1.69E-02	1.64E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+03	1.64E+03

		4.00E-03	9.01E+00	1.99E-02	1.13E+03	0.00E+00	1.14E+03	1.13E+03
		5.00E-03	8.03E+00	2.50E-02	6.58E+02	0.00E+00	6.66E+02	6.58E+02
		6.00E-03	7.19E+00	2.99E-02	4.18E+02	0.00E+00	4.25E+02	4.18E+02
		8.00E-03	5.85E+00	3.88E-02	2.01E+02	0.00E+00	2.07E+02	2.01E+02
		1.00E-02	4.84E+00	4.63E-02	1.13E+02	0.00E+00	1.18E+02	1.13E+02
		1.19E-02	4.08E+00	5.24E-02	7.17E+01	0.00E+00	7.58E+01	7.17E+01
79	L3	1.19E-02	4.08E+00	5.24E-02	1.83E+02	0.00E+00	1.87E+02	1.83E+02
		1.28E-02	3.79E+00	5.48E-02	1.51E+02	0.00E+00	1.55E+02	1.51E+02
		1.37E-02	3.51E+00	5.72E-02	1.25E+02	0.00E+00	1.28E+02	1.25E+02
79	L2	1.37E-02	3.51E+00	5.72E-02	1.73E+02	0.00E+00	1.76E+02	1.73E+02
		1.40E-02	3.43E+00	5.80E-02	1.64E+02	0.00E+00	1.67E+02	1.64E+02
		1.44E-02	3.34E+00	5.88E-02	1.55E+02	0.00E+00	1.59E+02	1.55E+02
79	L1	1.44E-02	3.34E+00	5.88E-02	1.80E+02	0.00E+00	1.83E+02	1.80E+02
		1.50E-02	3.18E+00	6.04E-02	1.60E+02	0.00E+00	1.64E+02	1.61E+02
		2.00E-02	2.24E+00	7.05E-02	7.65E+01	0.00E+00	7.88E+01	7.66E+01
		3.00E-02	1.32E+00	8.43E-02	2.61E+01	0.00E+00	2.75E+01	2.62E+01
		4.00E-02	8.80E-01	9.23E-02	1.20E+01	0.00E+00	1.30E+01	1.21E+01
		5.00E-02	6.24E-01	9.68E-02	6.54E+00	0.00E+00	7.26E+00	6.63E+00
		6.00E-02	4.67E-01	9.94E-02	3.96E+00	0.00E+00	4.53E+00	4.06E+00
		8.00E-02	2.94E-01	1.01E-01	1.79E+00	0.00E+00	2.19E+00	1.89E+00
		8.07E-02	2.89E-01	1.01E-01	1.75E+00	0.00E+00	2.14E+00	1.85E+00
79	K	8.07E-02	2.89E-01	1.01E-01	8.51E+00	0.00E+00	8.90E+00	8.61E+00
		8.10E-02	2.88E-01	1.01E-01	8.44E+00	0.00E+00	8.83E+00	8.54E+00
		1.00E-01	2.02E-01	1.01E-01	4.86E+00	0.00E+00	5.16E+00	4.96E+00
		1.50E-01	9.95E-02	9.65E-02	1.66E+00	0.00E+00	1.86E+00	1.76E+00
		2.00E-01	5.93E-02	9.11E-02	7.71E-01	0.00E+00	9.22E-01	8.62E-01
		3.00E-01	2.83E-02	8.16E-02	2.65E-01	0.00E+00	3.74E-01	3.46E-01
		4.00E-01	1.65E-02	7.42E-02	1.27E-01	0.00E+00	2.18E-01	2.01E-01

	5.00E-01	1.08E-02	6.83E-02	7.39E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.53E-01	1.42E-01
	6.00E-01	7.59E-03	6.35E-02	4.83E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.19E-01	1.12E-01
	8.00E-01	4.35E-03	5.61E-02	2.56E-02	0.00E+00	0.00E+00	8.60E-02	8.17E-02
	1.00E+00	2.81E-03	5.06E-02	1.61E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.95E-02	6.67E-02
	1.02E+00	2.69E-03	5.01E-02	1.54E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.82E-02	6.55E-02
	1.25E+00	1.81E-03	4.54E-02	1.04E-02	3.60E-04	0.00E+00	5.79E-02	5.61E-02
	1.50E+00	1.27E-03	4.13E-02	7.40E-03	1.70E-03	0.00E+00	5.17E-02	5.04E-02
	2.00E+00	7.16E-04	3.53E-02	4.48E-03	5.19E-03	0.00E+00	4.57E-02	4.50E-02
	2.04E+00	6.85E-04	3.49E-02	4.32E-03	5.50E-03	0.00E+00	4.54E-02	4.47E-02
	3.00E+00	3.20E-04	2.78E-02	2.34E-03	1.15E-02	9.72E-06	4.20E-02	4.17E-02
	4.00E+00	1.80E-04	2.32E-02	1.54E-03	1.67E-02	3.96E-05	4.17E-02	4.15E-02
	5.00E+00	1.15E-04	2.01E-02	1.13E-03	2.10E-02	7.88E-05	4.24E-02	4.23E-02
	6.00E+00	8.01E-05	1.77E-02	8.83E-04	2.47E-02	1.21E-04	4.36E-02	4.35E-02
	7.00E+00	5.89E-05	1.59E-02	7.23E-04	2.80E-02	1.63E-04	4.49E-02	4.48E-02
	8.00E+00	4.51E-05	1.45E-02	6.11E-04	3.10E-02	2.03E-04	4.63E-02	4.63E-02
	9.00E+00	3.56E-05	1.33E-02	5.29E-04	3.37E-02	2.41E-04	4.78E-02	4.78E-02
	1.00E+01	2.89E-05	1.24E-02	4.65E-04	3.61E-02	2.78E-04	4.93E-02	4.92E-02
	1.10E+01	2.38E-05	1.15E-02	4.15E-04	3.84E-02	3.12E-04	5.07E-02	5.06E-02
	1.20E+01	2.00E-05	1.08E-02	3.74E-04	4.05E-02	3.45E-04	5.21E-02	5.21E-02
	1.30E+01	1.71E-05	1.02E-02	3.41E-04	4.25E-02	3.75E-04	5.34E-02	5.34E-02
	1.40E+01	1.47E-05	9.63E-03	3.13E-04	4.44E-02	4.04E-04	5.48E-02	5.47E-02
	1.50E+01	1.28E-05	9.14E-03	2.89E-04	4.61E-02	4.32E-04	5.60E-02	5.60E-02
	1.60E+01	1.13E-05	8.71E-03	2.68E-04	4.77E-02	4.58E-04	5.72E-02	5.72E-02
	1.80E+01	8.91E-06	7.96E-03	2.35E-04	5.07E-02	5.06E-04	5.94E-02	5.94E-02
	2.00E+01	7.22E-06	7.34E-03	2.09E-04	5.33E-02	5.49E-04	6.14E-02	6.14E-02
	2.20E+01	5.96E-06	6.82E-03	1.88E-04	5.56E-02	5.89E-04	6.32E-02	6.32E-02
	2.40E+01	5.01E-06	6.37E-03	1.71E-04	5.78E-02	6.26E-04	6.49E-02	6.49E-02
	2.60E+01	4.27E-06	5.98E-03	1.57E-04	5.97E-02	6.59E-04	6.65E-02	6.65E-02

	2.80E+01	3.68E-06	5.64E-03	1.44E-04	6.15E-02	6.90E-04	6.80E-02	6.80E-02
	3.00E+01	3.21E-06	5.34E-03	1.34E-04	6.32E-02	7.19E-04	6.94E-02	6.94E-02
	4.00E+01	1.80E-06	4.25E-03	9.86E-05	7.00E-02	8.37E-04	7.52E-02	7.52E-02
	5.00E+01	1.15E-06	3.54E-03	7.80E-05	7.50E-02	9.26E-04	7.95E-02	7.95E-02
	6.00E+01	8.02E-07	3.05E-03	6.45E-05	7.89E-02	9.96E-04	8.30E-02	8.30E-02
	8.00E+01	4.51E-07	2.41E-03	4.78E-05	8.46E-02	1.10E-03	8.82E-02	8.82E-02
	1.00E+02	2.89E-07	2.00E-03	3.81E-05	8.87E-02	1.18E-03	9.19E-02	9.19E-02
	1.50E+02	1.28E-07	1.42E-03	2.52E-05	9.51E-02	1.30E-03	9.78E-02	9.78E-02
	2.00E+02	7.22E-08	1.12E-03	1.88E-05	9.88E-02	1.37E-03	1.01E-01	1.01E-01
	3.00E+02	3.21E-08	7.91E-04	1.25E-05	1.03E-01	1.47E-03	1.06E-01	1.06E-01
	4.00E+02	1.80E-08	6.20E-04	9.34E-06	1.06E-01	1.52E-03	1.08E-01	1.08E-01
	5.00E+02	1.15E-08	5.13E-04	7.46E-06	1.07E-01	1.56E-03	1.09E-01	1.09E-01
	6.00E+02	8.02E-09	4.39E-04	6.21E-06	1.09E-01	1.58E-03	1.11E-01	1.11E-01
	8.00E+02	4.51E-09	3.43E-04	4.66E-06	1.10E-01	1.62E-03	1.12E-01	1.12E-01
	1.00E+03	2.89E-09	2.82E-04	3.72E-06	1.11E-01	1.64E-03	1.13E-01	1.13E-01
	1.50E+03	1.28E-09	1.97E-04	2.48E-06	1.13E-01	1.68E-03	1.14E-01	1.14E-01
	2.00E+03	7.22E-10	1.53E-04	1.86E-06	1.13E-01	1.70E-03	1.15E-01	1.15E-01
	3.00E+03	3.21E-10	1.06E-04	1.24E-06	1.14E-01	1.72E-03	1.16E-01	1.16E-01
	4.00E+03	1.80E-10	8.18E-05	9.29E-07	1.15E-01	1.74E-03	1.17E-01	1.17E-01
	5.00E+03	1.15E-10	6.69E-05	7.43E-07	1.15E-01	1.74E-03	1.17E-01	1.17E-01
	6.00E+03	8.02E-11	5.67E-05	6.19E-07	1.15E-01	1.75E-03	1.17E-01	1.17E-01
	8.00E+03	4.51E-11	4.37E-05	4.64E-07	1.15E-01	1.76E-03	1.17E-01	1.17E-01
	1.00E+04	2.89E-11	3.57E-05	3.71E-07	1.16E-01	1.76E-03	1.17E-01	1.17E-01
	1.50E+04	1.28E-11	2.47E-05	2.48E-07	1.16E-01	1.77E-03	1.18E-01	1.18E-01
	2.00E+04	7.22E-12	1.90E-05	1.86E-07	1.16E-01	1.77E-03	1.18E-01	1.18E-01
	3.00E+04	3.21E-12	1.31E-05	1.24E-07	1.16E-01	1.77E-03	1.18E-01	1.18E-01
	4.00E+04	1.80E-12	1.00E-05	9.28E-08	1.16E-01	1.78E-03	1.18E-01	1.18E-01
	5.00E+04	1.15E-12	8.18E-06	7.43E-08	1.16E-01	1.78E-03	1.18E-01	1.18E-01

		6.00E+04	8.02E-13	6.91E-06	6.19E-08	1.16E-01	1.78E-03	1.18E-01	1.18E-01
		8.00E+04	4.51E-13	5.30E-06	4.64E-08	1.16E-01	1.78E-03	1.18E-01	1.18E-01
		1.00E+05	2.89E-13	4.31E-06	3.71E-08	1.16E-01	1.78E-03	1.18E-01	1.18E-01

Tablo A.4: Paladyumun Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Element:	Pd (Paladyum)		Enerji (MeV)	Koharent (cm ² /g)	İnKoharent (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm ² /g)	Toplam (cm ² /g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm ² /g)
	Ağırlık Oranı:	1.000E+00								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları		Enerji (MeV)	Koharent (cm ² /g)	İnKoharent (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm ² /g)	Toplam (cm ² /g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm ² /g)
			1.00E-03	7.63E+00	4.27E-03	6.53E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.54E+03	6.53E+03
			1.50E-03	7.27E+00	8.47E-03	2.57E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.58E+03	2.57E+03
			2.00E-03	6.84E+00	1.30E-02	1.29E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.29E+03	1.29E+03
			3.00E-03	5.94E+00	2.15E-02	4.67E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.73E+02	4.67E+02
			3.17E-03	5.79E+00	2.29E-02	4.05E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.11E+02	4.05E+02
46		L3	3.17E-03	5.79E+00	2.29E-02	1.35E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+03	1.35E+03
			3.25E-03	5.72E+00	2.35E-02	1.28E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.28E+03	1.28E+03
			3.33E-03	5.66E+00	2.41E-02	1.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+03	1.21E+03
46		L2	3.33E-03	5.66E+00	2.41E-02	1.66E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.66E+03	1.66E+03
			3.46E-03	5.54E+00	2.52E-02	1.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.52E+03	1.51E+03
			3.60E-03	5.43E+00	2.62E-02	1.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.38E+03	1.37E+03
46		L1	3.60E-03	5.43E+00	2.62E-02	1.58E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.58E+03	1.58E+03
			4.00E-03	5.12E+00	2.92E-02	1.22E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+03	1.22E+03
			5.00E-03	4.42E+00	3.62E-02	6.87E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.91E+02	6.87E+02
			6.00E-03	3.86E+00	4.27E-02	4.27E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.31E+02	4.27E+02
			8.00E-03	3.04E+00	5.44E-02	1.99E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.02E+02	1.99E+02

		1.00E-02	2.48E+00	6.39E-02	1.08E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+02	1.09E+02
		1.50E-02	1.62E+00	8.08E-02	3.54E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.71E+01	3.55E+01
		2.00E-02	1.12E+00	9.19E-02	1.58E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.70E+01	1.59E+01
		2.44E-02	8.52E-01	9.88E-02	9.08E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.00E+01	9.18E+00
46	K	2.44E-02	8.52E-01	9.88E-02	5.81E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.90E+01	5.82E+01
		3.00E-02	6.28E-01	1.05E-01	3.39E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.46E+01	3.40E+01
		4.00E-02	4.10E-01	1.12E-01	1.56E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.61E+01	1.57E+01
		5.00E-02	2.89E-01	1.16E-01	8.44E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.85E+00	8.56E+00
		6.00E-02	2.14E-01	1.17E-01	5.07E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.40E+00	5.18E+00
		7.96E-02	1.32E-01	1.17E-01	2.26E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.51E+00	2.38E+00
		8.00E-02	1.31E-01	1.17E-01	2.23E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.48E+00	2.35E+00
		1.00E-01	8.83E-02	1.15E-01	1.17E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.38E+00	1.29E+00
		1.50E-01	4.29E-02	1.08E-01	3.60E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.12E-01	4.69E-01
		2.00E-01	2.52E-02	1.01E-01	1.56E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.83E-01	2.58E-01
		3.00E-01	1.17E-02	8.97E-02	4.93E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.51E-01	1.39E-01
		4.00E-01	6.72E-03	8.11E-02	2.25E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-01	1.04E-01
		5.00E-01	4.35E-03	7.44E-02	1.26E-02	0.00E+00	0.00E+00	9.13E-02	8.70E-02
		6.00E-01	3.04E-03	6.90E-02	8.02E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.01E-02	7.71E-02
		8.00E-01	1.73E-03	6.08E-02	4.14E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.67E-02	6.50E-02
		1.00E+00	1.11E-03	5.48E-02	2.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.85E-02	5.74E-02
		1.02E+00	1.06E-03	5.42E-02	2.45E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.77E-02	5.67E-02
		1.25E+00	7.13E-04	4.91E-02	1.66E-03	1.54E-04	0.00E+00	5.16E-02	5.09E-02
		1.50E+00	4.96E-04	4.46E-02	1.19E-03	7.20E-04	0.00E+00	4.70E-02	4.65E-02
		2.00E+00	2.79E-04	3.81E-02	7.24E-04	2.51E-03	0.00E+00	4.16E-02	4.13E-02
		2.04E+00	2.67E-04	3.76E-02	6.99E-04	2.69E-03	0.00E+00	4.13E-02	4.10E-02
		3.00E+00	1.24E-04	3.00E-02	3.86E-04	6.52E-03	1.05E-05	3.70E-02	3.69E-02
		4.00E+00	6.99E-05	2.50E-02	2.57E-04	1.01E-02	4.28E-05	3.55E-02	3.55E-02
		5.00E+00	4.48E-05	2.16E-02	1.90E-04	1.32E-02	8.52E-05	3.52E-02	3.51E-02

		6.00E+00	3.11E-05	1.91E-02	1.50E-04	1.59E-02	1.31E-04	3.54E-02	3.53E-02
		7.00E+00	2.29E-05	1.72E-02	1.24E-04	1.84E-02	1.76E-04	3.59E-02	3.58E-02
		8.00E+00	1.75E-05	1.56E-02	1.05E-04	2.05E-02	2.20E-04	3.65E-02	3.65E-02
		9.00E+00	1.38E-05	1.44E-02	9.15E-05	2.25E-02	2.62E-04	3.72E-02	3.72E-02
		1.00E+01	1.12E-05	1.33E-02	8.08E-05	2.43E-02	3.02E-04	3.80E-02	3.80E-02
		1.10E+01	9.26E-06	1.24E-02	7.23E-05	2.60E-02	3.40E-04	3.88E-02	3.88E-02
		1.20E+01	7.78E-06	1.16E-02	6.54E-05	2.75E-02	3.75E-04	3.96E-02	3.96E-02
		1.30E+01	6.63E-06	1.10E-02	5.98E-05	2.89E-02	4.09E-04	4.04E-02	4.04E-02
		1.40E+01	5.72E-06	1.04E-02	5.49E-05	3.02E-02	4.41E-04	4.11E-02	4.11E-02
		1.50E+01	4.98E-06	9.86E-03	5.08E-05	3.14E-02	4.71E-04	4.18E-02	4.18E-02
		1.60E+01	4.37E-06	9.38E-03	4.73E-05	3.26E-02	5.00E-04	4.25E-02	4.25E-02
		1.80E+01	3.46E-06	8.58E-03	4.15E-05	3.46E-02	5.53E-04	4.38E-02	4.38E-02
		2.00E+01	2.80E-06	7.91E-03	3.70E-05	3.65E-02	6.02E-04	4.50E-02	4.50E-02
		2.20E+01	2.31E-06	7.35E-03	3.34E-05	3.81E-02	6.46E-04	4.62E-02	4.62E-02
		2.40E+01	1.94E-06	6.86E-03	3.04E-05	3.97E-02	6.86E-04	4.72E-02	4.72E-02
		2.60E+01	1.66E-06	6.45E-03	2.79E-05	4.10E-02	7.24E-04	4.82E-02	4.82E-02
		2.80E+01	1.43E-06	6.08E-03	2.57E-05	4.23E-02	7.59E-04	4.92E-02	4.92E-02
		3.00E+01	1.24E-06	5.76E-03	2.39E-05	4.35E-02	7.92E-04	5.01E-02	5.01E-02
		4.00E+01	7.00E-07	4.58E-03	1.77E-05	4.82E-02	9.26E-04	5.38E-02	5.38E-02
		5.00E+01	4.48E-07	3.82E-03	1.40E-05	5.18E-02	1.03E-03	5.66E-02	5.66E-02
		6.00E+01	3.11E-07	3.29E-03	1.16E-05	5.45E-02	1.11E-03	5.89E-02	5.89E-02
		8.00E+01	1.75E-07	2.60E-03	8.62E-06	5.86E-02	1.23E-03	6.24E-02	6.24E-02
		1.00E+02	1.12E-07	2.15E-03	6.86E-06	6.15E-02	1.32E-03	6.49E-02	6.49E-02
		1.50E+02	4.98E-08	1.53E-03	4.54E-06	6.60E-02	1.47E-03	6.90E-02	6.90E-02
		2.00E+02	2.80E-08	1.20E-03	3.40E-06	6.88E-02	1.56E-03	7.15E-02	7.15E-02
		3.00E+02	1.24E-08	8.53E-04	2.26E-06	7.20E-02	1.67E-03	7.45E-02	7.45E-02
		4.00E+02	7.00E-09	6.68E-04	1.69E-06	7.38E-02	1.74E-03	7.62E-02	7.62E-02
		5.00E+02	4.48E-09	5.53E-04	1.35E-06	7.50E-02	1.78E-03	7.73E-02	7.73E-02

		6.00E+02	3.11E-09	4.73E-04	1.12E-06	7.59E-02	1.82E-03	7.82E-02	7.82E-02
		8.00E+02	1.75E-09	3.70E-04	8.43E-07	7.70E-02	1.86E-03	7.93E-02	7.93E-02
		1.00E+03	1.12E-09	3.04E-04	6.74E-07	7.78E-02	1.89E-03	8.00E-02	8.00E-02
		1.50E+03	4.98E-10	2.12E-04	4.49E-07	7.88E-02	1.94E-03	8.10E-02	8.10E-02
		2.00E+03	2.80E-10	1.64E-04	3.37E-07	7.95E-02	1.97E-03	8.16E-02	8.16E-02
		3.00E+03	1.24E-10	1.14E-04	2.24E-07	8.01E-02	1.99E-03	8.22E-02	8.22E-02
		4.00E+03	7.00E-11	8.82E-05	1.68E-07	8.04E-02	2.01E-03	8.25E-02	8.25E-02
		5.00E+03	4.48E-11	7.22E-05	1.35E-07	8.06E-02	2.02E-03	8.27E-02	8.27E-02
		6.00E+03	3.11E-11	6.12E-05	1.12E-07	8.08E-02	2.03E-03	8.28E-02	8.28E-02
		8.00E+03	1.75E-11	4.71E-05	8.41E-08	8.10E-02	2.04E-03	8.31E-02	8.31E-02
		1.00E+04	1.12E-11	3.85E-05	6.73E-08	8.11E-02	2.04E-03	8.32E-02	8.32E-02
		1.50E+04	4.98E-12	2.66E-05	4.49E-08	8.13E-02	2.05E-03	8.33E-02	8.33E-02
		2.00E+04	2.80E-12	2.04E-05	3.36E-08	8.13E-02	2.05E-03	8.34E-02	8.34E-02
		3.00E+04	1.24E-12	1.41E-05	2.24E-08	8.14E-02	2.06E-03	8.35E-02	8.35E-02
		4.00E+04	7.00E-13	1.08E-05	1.68E-08	8.15E-02	2.06E-03	8.36E-02	8.36E-02
		5.00E+04	4.48E-13	8.82E-06	1.35E-08	8.15E-02	2.06E-03	8.36E-02	8.36E-02
		6.00E+04	3.11E-13	7.45E-06	1.12E-08	8.15E-02	2.06E-03	8.36E-02	8.36E-02
		8.00E+04	1.75E-13	5.72E-06	8.41E-09	8.15E-02	2.06E-03	8.36E-02	8.36E-02
		1.00E+05	1.12E-13	4.65E-06	6.73E-09	8.16E-02	2.07E-03	8.37E-02	8.37E-02

Tablo A.5: Bakırın Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Element:	Cu (Bakır)								
Ağırlık Oranı:	1.000E+00								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm²/g)	İnkoharent (cm²/g)	Fotoelektrik (cm²/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm²/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm²/g)	Toplam (cm²/g)	Toplam (İnkoharent yok) (cm²/g)
29		1.00E-03	5.05E+00	5.91E-03	1.06E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.06E+04	1.06E+04
		1.05E-03	5.03E+00	6.36E-03	9.33E+03	0.00E+00	0.00E+00	9.33E+03	9.33E+03
		1.10E-03	5.01E+00	6.84E-03	8.24E+03	0.00E+00	0.00E+00	8.25E+03	8.24E+03
	L1	1.10E-03	5.01E+00	6.84E-03	9.34E+03	0.00E+00	0.00E+00	9.35E+03	9.34E+03
		1.50E-03	4.81E+00	1.09E-02	4.41E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.42E+03	4.41E+03
		2.00E-03	4.53E+00	1.59E-02	2.15E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03	2.15E+03
		3.00E-03	3.95E+00	2.59E-02	7.45E+02	0.00E+00	0.00E+00	7.49E+02	7.45E+02
		4.00E-03	3.40E+00	3.53E-02	3.44E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.47E+02	3.44E+02
		5.00E-03	2.91E+00	4.39E-02	1.87E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.90E+02	1.87E+02
		6.00E-03	2.50E+00	5.18E-02	1.13E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.16E+02	1.13E+02
		8.00E-03	1.87E+00	6.57E-02	5.06E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.26E+01	5.07E+01
		8.98E-03	1.65E+00	7.16E-02	3.66E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.83E+01	3.66E+01
29	K	8.98E-03	1.65E+00	7.16E-02	2.77E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.78E+02	2.77E+02
		1.00E-02	1.45E+00	7.73E-02	2.14E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.16E+02	2.15E+02
		1.50E-02	8.80E-01	9.76E-02	7.31E+01	0.00E+00	0.00E+00	7.41E+01	7.32E+01
		2.00E-02	6.06E-01	1.10E-01	3.31E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.38E+01	3.32E+01
		3.00E-02	3.37E-01	1.23E-01	1.05E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+01	1.06E+01

	4.00E-02	2.12E-01	1.29E-01	4.52E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.86E+00	4.65E+00
	5.00E-02	1.47E-01	1.31E-01	2.34E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.61E+00	2.47E+00
	6.00E-02	1.08E-01	1.31E-01	1.35E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.59E+00	1.48E+00
	8.00E-02	6.59E-02	1.29E-01	5.68E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-01	6.97E-01
	8.10E-02	6.46E-02	1.29E-01	5.47E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.41E-01	6.76E-01
	1.00E-01	4.45E-02	1.26E-01	2.88E-01	0.00E+00	0.00E+00	4.58E-01	4.14E-01
	1.50E-01	2.11E-02	1.17E-01	8.35E-02	0.00E+00	0.00E+00	2.22E-01	2.01E-01
	2.00E-01	1.23E-02	1.09E-01	3.49E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.56E-01	1.44E-01
	3.00E-01	5.62E-03	9.58E-02	1.05E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-01	1.06E-01
	4.00E-01	3.21E-03	8.63E-02	4.66E-03	0.00E+00	0.00E+00	9.41E-02	9.09E-02
	5.00E-01	2.07E-03	7.90E-02	2.57E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.36E-02	8.16E-02
	6.00E-01	1.44E-03	7.32E-02	1.62E-03	0.00E+00	0.00E+00	7.63E-02	7.48E-02
	8.00E-01	8.15E-04	6.44E-02	8.26E-04	0.00E+00	0.00E+00	6.61E-02	6.52E-02
	1.00E+00	5.23E-04	5.80E-02	5.14E-04	0.00E+00	0.00E+00	5.90E-02	5.85E-02
	1.02E+00	5.01E-04	5.74E-02	4.89E-04	0.00E+00	0.00E+00	5.83E-02	5.78E-02
	1.25E+00	3.35E-04	5.19E-02	3.30E-04	8.02E-05	0.00E+00	5.26E-02	5.23E-02
	1.50E+00	2.33E-04	4.72E-02	2.38E-04	4.02E-04	0.00E+00	4.80E-02	4.78E-02
	2.00E+00	1.31E-04	4.03E-02	1.46E-04	1.51E-03	0.00E+00	4.20E-02	4.19E-02
	2.04E+00	1.26E-04	3.98E-02	1.41E-04	1.62E-03	0.00E+00	4.17E-02	4.15E-02
	3.00E+00	5.83E-05	3.17E-02	7.92E-05	4.16E-03	1.11E-05	3.60E-02	3.59E-02
	4.00E+00	3.28E-05	2.64E-02	5.32E-05	6.62E-03	4.53E-05	3.32E-02	3.31E-02
	5.00E+00	2.10E-05	2.28E-02	3.98E-05	8.79E-03	9.01E-05	3.18E-02	3.17E-02
	6.00E+00	1.46E-05	2.02E-02	3.17E-05	1.07E-02	1.38E-04	3.11E-02	3.11E-02
	7.00E+00	1.07E-05	1.81E-02	2.62E-05	1.24E-02	1.87E-04	3.08E-02	3.08E-02
	8.00E+00	8.20E-06	1.65E-02	2.24E-05	1.40E-02	2.33E-04	3.07E-02	3.07E-02
	9.00E+00	6.48E-06	1.52E-02	1.95E-05	1.54E-02	2.78E-04	3.08E-02	3.08E-02
	1.00E+01	5.25E-06	1.41E-02	1.72E-05	1.66E-02	3.20E-04	3.10E-02	3.10E-02
	1.10E+01	4.34E-06	1.31E-02	1.55E-05	1.78E-02	3.60E-04	3.13E-02	3.13E-02

	1.20E+01	3.65E-06	1.23E-02	1.40E-05	1.88E-02	3.99E-04	3.15E-02	3.15E-02
	1.30E+01	3.11E-06	1.16E-02	1.28E-05	1.98E-02	4.34E-04	3.18E-02	3.18E-02
	1.40E+01	2.68E-06	1.10E-02	1.18E-05	2.07E-02	4.68E-04	3.22E-02	3.22E-02
	1.50E+01	2.33E-06	1.04E-02	1.09E-05	2.16E-02	5.01E-04	3.25E-02	3.25E-02
	1.60E+01	2.05E-06	9.91E-03	1.02E-05	2.23E-02	5.32E-04	3.28E-02	3.28E-02
	1.80E+01	1.62E-06	9.06E-03	8.96E-06	2.38E-02	5.89E-04	3.34E-02	3.34E-02
	2.00E+01	1.31E-06	8.35E-03	7.99E-06	2.51E-02	6.41E-04	3.41E-02	3.41E-02
	2.20E+01	1.09E-06	7.76E-03	7.21E-06	2.63E-02	6.89E-04	3.47E-02	3.47E-02
	2.40E+01	9.11E-07	7.25E-03	6.57E-06	2.73E-02	7.33E-04	3.53E-02	3.53E-02
	2.60E+01	7.77E-07	6.81E-03	6.04E-06	2.83E-02	7.73E-04	3.59E-02	3.59E-02
	2.80E+01	6.70E-07	6.42E-03	5.58E-06	2.92E-02	8.11E-04	3.64E-02	3.64E-02
	3.00E+01	5.83E-07	6.08E-03	5.19E-06	3.00E-02	8.46E-04	3.69E-02	3.69E-02
	4.00E+01	3.28E-07	4.83E-03	3.84E-06	3.34E-02	9.93E-04	3.92E-02	3.92E-02
	5.00E+01	2.10E-07	4.03E-03	3.05E-06	3.59E-02	1.11E-03	4.10E-02	4.10E-02
	6.00E+01	1.46E-07	3.48E-03	2.53E-06	3.79E-02	1.20E-03	4.25E-02	4.25E-02
	8.00E+01	8.20E-08	2.74E-03	1.88E-06	4.08E-02	1.33E-03	4.49E-02	4.49E-02
	1.00E+02	5.25E-08	2.27E-03	1.50E-06	4.29E-02	1.43E-03	4.66E-02	4.66E-02
	1.50E+02	2.33E-08	1.62E-03	9.94E-07	4.62E-02	1.60E-03	4.94E-02	4.94E-02
	2.00E+02	1.31E-08	1.27E-03	7.44E-07	4.82E-02	1.70E-03	5.12E-02	5.12E-02
	3.00E+02	5.83E-09	9.00E-04	4.94E-07	5.05E-02	1.83E-03	5.33E-02	5.33E-02
	4.00E+02	3.28E-09	7.05E-04	3.70E-07	5.19E-02	1.91E-03	5.45E-02	5.45E-02
	5.00E+02	2.10E-09	5.84E-04	2.96E-07	5.27E-02	1.96E-03	5.53E-02	5.53E-02
	6.00E+02	1.46E-09	5.00E-04	2.46E-07	5.34E-02	2.00E-03	5.59E-02	5.59E-02
	8.00E+02	8.20E-10	3.90E-04	1.85E-07	5.42E-02	2.05E-03	5.67E-02	5.67E-02
	1.00E+03	5.25E-10	3.21E-04	1.48E-07	5.48E-02	2.09E-03	5.72E-02	5.72E-02
	1.50E+03	2.33E-10	2.24E-04	9.85E-08	5.55E-02	2.14E-03	5.79E-02	5.79E-02
	2.00E+03	1.31E-10	1.74E-04	7.38E-08	5.60E-02	2.17E-03	5.83E-02	5.83E-02
	3.00E+03	5.83E-11	1.21E-04	4.92E-08	5.64E-02	2.20E-03	5.87E-02	5.87E-02

		4.00E+03	3.28E-11	9.31E-05	3.69E-08	5.67E-02	2.22E-03	5.90E-02	5.90E-02
		5.00E+03	2.10E-11	7.62E-05	2.95E-08	5.68E-02	2.23E-03	5.91E-02	5.91E-02
		6.00E+03	1.46E-11	6.46E-05	2.46E-08	5.69E-02	2.24E-03	5.92E-02	5.92E-02
		8.00E+03	8.20E-12	4.98E-05	1.84E-08	5.71E-02	2.25E-03	5.94E-02	5.94E-02
		1.00E+04	5.25E-12	4.06E-05	1.48E-08	5.72E-02	2.26E-03	5.95E-02	5.95E-02
		1.50E+04	2.33E-12	2.81E-05	9.84E-09	5.73E-02	2.27E-03	5.96E-02	5.96E-02
		2.00E+04	1.31E-12	2.16E-05	7.38E-09	5.74E-02	2.28E-03	5.97E-02	5.97E-02
		3.00E+04	5.83E-13	1.49E-05	4.92E-09	5.74E-02	2.28E-03	5.97E-02	5.97E-02
		4.00E+04	3.28E-13	1.14E-05	3.69E-09	5.75E-02	2.28E-03	5.98E-02	5.98E-02
		5.00E+04	2.10E-13	9.31E-06	2.95E-09	5.75E-02	2.29E-03	5.98E-02	5.98E-02
		6.00E+04	1.46E-13	7.87E-06	2.46E-09	5.75E-02	2.29E-03	5.98E-02	5.98E-02
		8.00E+04	8.20E-14	6.03E-06	1.84E-09	5.75E-02	2.29E-03	5.98E-02	5.98E-02
		1.00E+05	5.25E-14	4.91E-06	1.47E-09	5.75E-02	2.29E-03	5.98E-02	5.98E-02

Tablo B.1: 800 Ayar Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Alaşım:	800 Ayar Gümüş								
Ağırlık Oranı:	Ag: 8.000E-01 Cu: 2.000E-01								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm²/g)	İnkoharent (cm²/g)	Fotoelektrik (cm²/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm²/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm²/g)	Toplam (cm²/g)	Toplam (İnkoharent yok) (cm²/g)
		1.00E-03	7.28E+00	5.17E-03	7.74E+03	0.00E+00	0.00E+00	7.74E+03	7.74E+03
		1.05E-03	7.24E+00	5.55E-03	6.93E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.94E+03	6.93E+03
		1.10E-03	7.21E+00	5.96E-03	6.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.21E+03	6.21E+03
29	L1	1.10E-03	7.21E+00	5.96E-03	6.43E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.43E+03	6.43E+03
		1.50E-03	6.92E+00	9.51E-03	3.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.12E+03	3.11E+03
		2.00E-03	6.52E+00	1.39E-02	1.54E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+03	1.54E+03
		3.00E-03	5.68E+00	2.26E-02	5.55E+02	0.00E+00	0.00E+00	5.61E+02	5.55E+02
		3.35E-03	5.40E+00	2.54E-02	4.17E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.22E+02	4.17E+02
47	L3	3.35E-03	5.40E+00	2.54E-02	1.13E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.13E+03	1.13E+03
		3.44E-03	5.33E+00	2.61E-02	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.06E+03	1.06E+03
		3.52E-03	5.26E+00	2.68E-02	9.93E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.98E+02	9.93E+02
47	L2	3.52E-03	5.26E+00	2.68E-02	1.33E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+03	1.33E+03
		3.66E-03	5.16E+00	2.79E-02	1.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.21E+03	1.21E+03
		3.81E-03	5.05E+00	2.90E-02	1.10E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.10E+03	1.10E+03
47	L1	3.81E-03	5.05E+00	2.90E-02	1.25E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.25E+03	1.25E+03
		4.00E-03	4.91E+00	3.05E-02	1.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+03	1.11E+03
		5.00E-03	4.24E+00	3.78E-02	6.25E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.29E+02	6.25E+02

		6.00E-03	3.70E+00	4.45E-02	3.88E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.92E+02	3.88E+02
		8.00E-03	2.89E+00	5.65E-02	1.81E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.84E+02	1.81E+02
		8.98E-03	2.60E+00	6.17E-02	1.32E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.35E+02	1.32E+02
29	K	8.98E-03	2.60E+00	6.17E-02	1.80E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.83E+02	1.80E+02
		1.00E-02	2.34E+00	6.65E-02	1.36E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.39E+02	1.36E+02
		1.50E-02	1.52E+00	8.43E-02	4.52E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.68E+01	4.53E+01
		2.00E-02	1.05E+00	9.57E-02	2.03E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.14E+01	2.04E+01
		2.55E-02	7.47E-01	1.04E-01	1.02E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+01	1.03E+01
47	K	2.55E-02	7.47E-01	1.04E-01	4.69E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.78E+01	4.70E+01
		2.63E-02	7.14E-01	1.05E-01	4.32E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.40E+01	4.33E+01
		3.00E-02	5.91E-01	1.09E-01	3.08E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.15E+01	3.09E+01
		4.00E-02	3.84E-01	1.16E-01	1.42E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+01	1.43E+01
		5.00E-02	2.71E-01	1.19E-01	7.69E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.08E+00	7.81E+00
		6.00E-02	2.00E-01	1.21E-01	4.61E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.93E+00	4.73E+00
		8.00E-02	1.22E-01	1.20E-01	2.03E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+00	2.15E+00
		1.00E-01	8.28E-02	1.18E-01	1.07E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.27E+00	1.18E+00
		1.50E-01	4.01E-02	1.11E-01	3.28E-01	0.00E+00	0.00E+00	4.78E-01	4.38E-01
		2.00E-01	2.36E-02	1.03E-01	1.42E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.69E-01	2.45E-01
		3.00E-01	1.09E-02	9.15E-02	4.48E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.47E-01	1.36E-01
		4.00E-01	6.27E-03	8.26E-02	2.04E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.09E-01	1.03E-01
		5.00E-01	4.06E-03	7.58E-02	1.15E-02	0.00E+00	0.00E+00	9.13E-02	8.72E-02
		6.00E-01	2.84E-03	7.03E-02	7.30E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.05E-02	7.76E-02
		8.00E-01	1.61E-03	6.20E-02	3.76E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.73E-02	6.57E-02
		1.00E+00	1.04E-03	5.58E-02	2.35E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.92E-02	5.81E-02
		1.02E+00	9.92E-04	5.52E-02	2.23E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.84E-02	5.74E-02
		1.25E+00	6.65E-04	4.99E-02	1.51E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.22E-02	5.16E-02
		1.50E+00	4.62E-04	4.54E-02	1.08E-03	0.00E+00	0.00E+00	4.76E-02	4.72E-02
		2.00E+00	2.61E-04	3.88E-02	6.59E-04	0.00E+00	0.00E+00	4.21E-02	4.18E-02

		2.04E+00	2.50E-04	3.83E-02	6.36E-04	2.55E-03	0.00E+00	4.17E-02	4.15E-02
		3.00E+00	1.16E-04	3.05E-02	3.51E-04	6.22E-03	1.07E-05	3.72E-02	3.71E-02
		4.00E+00	6.52E-05	2.55E-02	2.34E-04	9.67E-03	4.36E-05	3.55E-02	3.54E-02
		5.00E+00	4.18E-05	2.20E-02	1.73E-04	1.27E-02	8.68E-05	3.50E-02	3.49E-02
		6.00E+00	2.90E-05	1.94E-02	1.37E-04	1.53E-02	1.33E-04	3.50E-02	3.50E-02
		7.00E+00	2.13E-05	1.75E-02	1.13E-04	1.76E-02	1.79E-04	3.54E-02	3.54E-02
		8.00E+00	1.63E-05	1.59E-02	9.59E-05	1.97E-02	2.24E-04	3.59E-02	3.59E-02
		9.00E+00	1.29E-05	1.46E-02	8.33E-05	2.16E-02	2.67E-04	3.66E-02	3.66E-02
		1.00E+01	1.04E-05	1.35E-02	7.36E-05	2.33E-02	3.08E-04	3.73E-02	3.73E-02
		1.10E+01	8.63E-06	1.26E-02	6.58E-05	2.49E-02	3.46E-04	3.80E-02	3.80E-02
		1.20E+01	7.25E-06	1.19E-02	5.96E-05	2.64E-02	3.82E-04	3.87E-02	3.87E-02
		1.30E+01	6.18E-06	1.12E-02	5.44E-05	2.77E-02	4.17E-04	3.94E-02	3.94E-02
		1.40E+01	5.33E-06	1.06E-02	5.00E-05	2.90E-02	4.49E-04	4.01E-02	4.01E-02
		1.50E+01	4.64E-06	1.00E-02	4.63E-05	3.01E-02	4.80E-04	4.07E-02	4.07E-02
		1.60E+01	4.08E-06	9.55E-03	4.30E-05	3.12E-02	5.09E-04	4.13E-02	4.13E-02
		1.80E+01	3.22E-06	8.73E-03	3.78E-05	3.32E-02	5.64E-04	4.26E-02	4.26E-02
		2.00E+01	2.61E-06	8.05E-03	3.37E-05	3.50E-02	6.13E-04	4.37E-02	4.37E-02
		2.20E+01	2.16E-06	7.48E-03	3.04E-05	3.66E-02	6.58E-04	4.48E-02	4.48E-02
		2.40E+01	1.81E-06	6.99E-03	2.76E-05	3.81E-02	7.00E-04	4.58E-02	4.58E-02
		2.60E+01	1.55E-06	6.56E-03	2.54E-05	3.94E-02	7.38E-04	4.67E-02	4.67E-02
		2.80E+01	1.33E-06	6.19E-03	2.34E-05	4.06E-02	7.74E-04	4.76E-02	4.76E-02
		3.00E+01	1.16E-06	5.86E-03	2.18E-05	4.17E-02	8.07E-04	4.84E-02	4.84E-02
		4.00E+01	6.53E-07	4.66E-03	1.61E-05	4.63E-02	9.45E-04	5.19E-02	5.19E-02
		5.00E+01	4.18E-07	3.89E-03	1.27E-05	4.97E-02	1.05E-03	5.47E-02	5.47E-02
		6.00E+01	2.90E-07	3.35E-03	1.05E-05	5.24E-02	1.13E-03	5.69E-02	5.69E-02
		8.00E+01	1.63E-07	2.64E-03	7.84E-06	5.63E-02	1.26E-03	6.02E-02	6.02E-02
		1.00E+02	1.04E-07	2.19E-03	6.24E-06	5.91E-02	1.35E-03	6.26E-02	6.26E-02
		1.50E+02	4.64E-08	1.56E-03	4.14E-06	6.35E-02	1.50E-03	6.66E-02	6.66E-02

	2.00E+02	2.61E-08	1.22E-03	3.09E-06	6.61E-02	1.59E-03	6.90E-02	6.90E-02
	3.00E+02	1.16E-08	8.67E-04	2.05E-06	6.92E-02	1.71E-03	7.18E-02	7.18E-02
	4.00E+02	6.53E-09	6.80E-04	1.54E-06	7.10E-02	1.78E-03	7.34E-02	7.34E-02
	5.00E+02	4.18E-09	5.62E-04	1.23E-06	7.21E-02	1.83E-03	7.45E-02	7.45E-02
	6.00E+02	2.90E-09	4.82E-04	1.02E-06	7.30E-02	1.86E-03	7.53E-02	7.53E-02
	8.00E+02	1.63E-09	3.76E-04	7.67E-07	7.41E-02	1.91E-03	7.64E-02	7.64E-02
	1.00E+03	1.04E-09	3.09E-04	6.13E-07	7.48E-02	1.94E-03	7.71E-02	7.71E-02
	1.50E+03	4.64E-10	2.16E-04	4.09E-07	7.59E-02	1.99E-03	7.81E-02	7.81E-02
	2.00E+03	2.61E-10	1.67E-04	3.06E-07	7.64E-02	2.02E-03	7.86E-02	7.86E-02
	3.00E+03	1.16E-10	1.16E-04	2.04E-07	7.70E-02	2.05E-03	7.92E-02	7.92E-02
	4.00E+03	6.53E-11	8.98E-05	1.53E-07	7.73E-02	2.06E-03	7.95E-02	7.95E-02
	5.00E+03	4.18E-11	7.34E-05	1.23E-07	7.76E-02	2.07E-03	7.97E-02	7.97E-02
	6.00E+03	2.90E-11	6.22E-05	1.02E-07	7.77E-02	2.08E-03	7.99E-02	7.99E-02
	8.00E+03	1.63E-11	4.79E-05	7.65E-08	7.79E-02	2.09E-03	8.00E-02	8.00E-02
	1.00E+04	1.04E-11	3.92E-05	6.12E-08	7.80E-02	2.10E-03	8.02E-02	8.02E-02
	1.50E+04	4.64E-12	2.71E-05	4.08E-08	7.82E-02	2.10E-03	8.03E-02	8.03E-02
	2.00E+04	2.61E-12	2.08E-05	3.06E-08	7.83E-02	2.11E-03	8.04E-02	8.04E-02
	3.00E+04	1.16E-12	1.43E-05	2.04E-08	7.83E-02	2.11E-03	8.05E-02	8.05E-02
	4.00E+04	6.53E-13	1.10E-05	1.53E-08	7.84E-02	2.12E-03	8.05E-02	8.05E-02
	5.00E+04	4.18E-13	8.97E-06	1.22E-08	7.84E-02	2.12E-03	8.06E-02	8.06E-02
	6.00E+04	2.90E-13	7.58E-06	1.02E-08	7.84E-02	2.12E-03	8.06E-02	8.06E-02
	8.00E+04	1.63E-13	5.81E-06	7.65E-09	7.85E-02	2.12E-03	8.06E-02	8.06E-02
	1.00E+05	1.04E-13	4.73E-06	6.12E-09	7.85E-02	2.12E-03	8.06E-02	8.06E-02

Tablo B.2: 900 Ayar Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

900 Ayar Gümüş									
Ag: 9.000E-01									
Cu: 1.000E-01									
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm ² /g)	İnKoharent (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm ² /g)	Toplam (cm ² /g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm ² /g)
		1.00E-03	7.55E+00	5.07E-03	7.38E+03	0.00E+00	0.00E+00	7.39E+03	7.38E+03
		1.05E-03	7.52E+00	5.45E-03	6.63E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.64E+03	6.63E+03
		1.10E-03	7.48E+00	5.85E-03	5.95E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.96E+03	5.95E+03
29	L1	1.10E-03	7.48E+00	5.85E-03	6.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.07E+03	6.06E+03
		1.50E-03	7.19E+00	9.34E-03	2.95E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.95E+03	2.95E+03
		2.00E-03	6.77E+00	1.37E-02	1.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+03	1.47E+03
		3.00E-03	5.90E+00	2.21E-02	5.31E+02	0.00E+00	0.00E+00	5.37E+02	5.31E+02
		3.35E-03	5.61E+00	2.49E-02	4.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.06E+02	4.00E+02
47	L3	3.35E-03	5.61E+00	2.49E-02	1.20E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.20E+03	1.20E+03
		3.44E-03	5.54E+00	2.56E-02	1.12E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.13E+03	1.12E+03
		3.52E-03	5.47E+00	2.63E-02	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.06E+03	1.06E+03
47	L2	3.52E-03	5.47E+00	2.63E-02	1.44E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.44E+03	1.44E+03
		3.66E-03	5.36E+00	2.73E-02	1.31E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.31E+03	1.31E+03
		3.81E-03	5.24E+00	2.84E-02	1.19E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.19E+03	1.19E+03
47	L1	3.81E-03	5.24E+00	2.84E-02	1.36E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+03	1.36E+03
		4.00E-03	5.10E+00	2.99E-02	1.20E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.21E+03	1.20E+03
		5.00E-03	4.41E+00	3.70E-02	6.79E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.84E+02	6.79E+02

		6.00E-03	3.85E+00	4.36E-02	4.23E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.27E+02	4.23E+02
		8.00E-03	3.02E+00	5.54E-02	1.97E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.00E+02	1.97E+02
		8.98E-03	2.71E+00	6.04E-02	1.44E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+02	1.44E+02
29	K	8.98E-03	2.71E+00	6.04E-02	1.68E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.71E+02	1.68E+02
		1.00E-02	2.45E+00	6.52E-02	1.26E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.29E+02	1.26E+02
		1.50E-02	1.60E+00	8.27E-02	4.17E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.34E+01	4.18E+01
		2.00E-02	1.11E+00	9.39E-02	1.87E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.99E+01	1.88E+01
		2.55E-02	7.87E-01	1.02E-01	9.40E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.03E+01	9.51E+00
47	K	2.55E-02	7.87E-01	1.02E-01	5.07E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.16E+01	5.08E+01
		2.63E-02	7.52E-01	1.04E-01	4.67E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.76E+01	4.68E+01
		3.00E-02	6.23E-01	1.07E-01	3.34E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.41E+01	3.35E+01
		4.00E-02	4.06E-01	1.14E-01	1.54E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.60E+01	1.56E+01
		5.00E-02	2.86E-01	1.18E-01	8.36E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.76E+00	8.48E+00
		6.00E-02	2.12E-01	1.19E-01	5.02E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.35E+00	5.14E+00
		8.00E-02	1.29E-01	1.19E-01	2.21E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.46E+00	2.33E+00
		1.00E-01	8.76E-02	1.17E-01	1.16E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+00	1.28E+00
		1.50E-01	4.24E-02	1.10E-01	3.58E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.11E-01	4.68E-01
		2.00E-01	2.50E-02	1.03E-01	1.56E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.83E-01	2.58E-01
		3.00E-01	1.16E-02	9.09E-02	4.91E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.52E-01	1.40E-01
		4.00E-01	6.65E-03	8.21E-02	2.24E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-01	1.05E-01
		5.00E-01	4.31E-03	7.54E-02	1.26E-02	0.00E+00	0.00E+00	9.23E-02	8.79E-02
		6.00E-01	3.02E-03	7.00E-02	8.01E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.10E-02	7.80E-02
		8.00E-01	1.71E-03	6.17E-02	4.13E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.75E-02	6.58E-02
		1.00E+00	1.10E-03	5.55E-02	2.58E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.92E-02	5.81E-02
		1.02E+00	1.05E-03	5.49E-02	2.45E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.84E-02	5.74E-02
		1.25E+00	7.06E-04	4.97E-02	1.65E-03	1.52E-04	0.00E+00	5.22E-02	5.15E-02
		1.50E+00	4.91E-04	4.52E-02	1.19E-03	7.16E-04	0.00E+00	4.76E-02	4.71E-02
		2.00E+00	2.77E-04	3.86E-02	7.24E-04	2.49E-03	0.00E+00	4.21E-02	4.18E-02

	2.04E+00	2.65E-04	3.81E-02	6.98E-04	2.67E-03	0.00E+00	4.17E-02	4.15E-02
	3.00E+00	1.23E-04	3.04E-02	3.85E-04	6.48E-03	1.06E-05	3.74E-02	3.73E-02
	4.00E+00	6.93E-05	2.53E-02	2.56E-04	1.01E-02	4.34E-05	3.58E-02	3.57E-02
	5.00E+00	4.44E-05	2.19E-02	1.90E-04	1.32E-02	8.63E-05	3.54E-02	3.53E-02
	6.00E+00	3.08E-05	1.94E-02	1.50E-04	1.58E-02	1.32E-04	3.55E-02	3.55E-02
	7.00E+00	2.26E-05	1.74E-02	1.24E-04	1.82E-02	1.78E-04	3.60E-02	3.59E-02
	8.00E+00	1.73E-05	1.58E-02	1.05E-04	2.04E-02	2.23E-04	3.66E-02	3.66E-02
	9.00E+00	1.37E-05	1.46E-02	9.13E-05	2.24E-02	2.65E-04	3.73E-02	3.73E-02
	1.00E+01	1.11E-05	1.35E-02	8.06E-05	2.42E-02	3.06E-04	3.80E-02	3.80E-02
	1.10E+01	9.17E-06	1.26E-02	7.21E-05	2.58E-02	3.44E-04	3.88E-02	3.88E-02
	1.20E+01	7.71E-06	1.18E-02	6.53E-05	2.73E-02	3.80E-04	3.96E-02	3.96E-02
	1.30E+01	6.57E-06	1.11E-02	5.96E-05	2.87E-02	4.14E-04	4.03E-02	4.03E-02
	1.40E+01	5.66E-06	1.05E-02	5.47E-05	3.00E-02	4.47E-04	4.10E-02	4.10E-02
	1.50E+01	4.93E-06	9.98E-03	5.07E-05	3.12E-02	4.77E-04	4.17E-02	4.17E-02
	1.60E+01	4.33E-06	9.51E-03	4.72E-05	3.23E-02	5.06E-04	4.24E-02	4.24E-02
	1.80E+01	3.42E-06	8.69E-03	4.14E-05	3.44E-02	5.60E-04	4.37E-02	4.37E-02
	2.00E+01	2.77E-06	8.01E-03	3.69E-05	3.62E-02	6.10E-04	4.49E-02	4.49E-02
	2.20E+01	2.29E-06	7.44E-03	3.32E-05	3.79E-02	6.54E-04	4.60E-02	4.60E-02
	2.40E+01	1.93E-06	6.96E-03	3.03E-05	3.94E-02	6.96E-04	4.71E-02	4.71E-02
	2.60E+01	1.64E-06	6.53E-03	2.78E-05	4.08E-02	7.34E-04	4.81E-02	4.81E-02
	2.80E+01	1.42E-06	6.16E-03	2.57E-05	4.20E-02	7.69E-04	4.90E-02	4.90E-02
	3.00E+01	1.23E-06	5.83E-03	2.38E-05	4.32E-02	8.02E-04	4.99E-02	4.99E-02
	4.00E+01	6.94E-07	4.63E-03	1.76E-05	4.79E-02	9.38E-04	5.35E-02	5.35E-02
	5.00E+01	4.44E-07	3.87E-03	1.39E-05	5.15E-02	1.04E-03	5.64E-02	5.64E-02
	6.00E+01	3.08E-07	3.33E-03	1.15E-05	5.42E-02	1.12E-03	5.87E-02	5.87E-02
	8.00E+01	1.73E-07	2.63E-03	8.59E-06	5.82E-02	1.25E-03	6.21E-02	6.21E-02
	1.00E+02	1.11E-07	2.18E-03	6.84E-06	6.11E-02	1.34E-03	6.46E-02	6.46E-02
	1.50E+02	4.93E-08	1.55E-03	4.53E-06	6.57E-02	1.49E-03	6.87E-02	6.87E-02

		2.00E+02	2.77E-08	1.22E-03	3.39E-06	6.84E-02	1.58E-03	7.12E-02	7.12E-02
		3.00E+02	1.23E-08	8.63E-04	2.25E-06	7.16E-02	1.70E-03	7.41E-02	7.41E-02
		4.00E+02	6.94E-09	6.76E-04	1.68E-06	7.34E-02	1.76E-03	7.58E-02	7.58E-02
		5.00E+02	4.44E-09	5.60E-04	1.35E-06	7.46E-02	1.81E-03	7.69E-02	7.69E-02
		6.00E+02	3.08E-09	4.79E-04	1.12E-06	7.54E-02	1.85E-03	7.78E-02	7.78E-02
		8.00E+02	1.73E-09	3.74E-04	8.40E-07	7.66E-02	1.89E-03	7.88E-02	7.88E-02
		1.00E+03	1.11E-09	3.08E-04	6.71E-07	7.73E-02	1.92E-03	7.96E-02	7.96E-02
		1.50E+03	4.93E-10	2.15E-04	4.47E-07	7.84E-02	1.97E-03	8.06E-02	8.06E-02
		2.00E+03	2.77E-10	1.66E-04	3.35E-07	7.90E-02	2.00E-03	8.11E-02	8.11E-02
		3.00E+03	1.23E-10	1.16E-04	2.24E-07	7.96E-02	2.03E-03	8.17E-02	8.17E-02
		4.00E+03	6.94E-11	8.94E-05	1.68E-07	7.99E-02	2.04E-03	8.21E-02	8.21E-02
		5.00E+03	4.44E-11	7.30E-05	1.34E-07	8.01E-02	2.05E-03	8.23E-02	8.23E-02
		6.00E+03	3.08E-11	6.19E-05	1.12E-07	8.03E-02	2.06E-03	8.24E-02	8.24E-02
		8.00E+03	1.73E-11	4.77E-05	8.38E-08	8.05E-02	2.07E-03	8.26E-02	8.26E-02
		1.00E+04	1.11E-11	3.90E-05	6.70E-08	8.06E-02	2.08E-03	8.27E-02	8.27E-02
		1.50E+04	4.93E-12	2.69E-05	4.47E-08	8.08E-02	2.08E-03	8.29E-02	8.29E-02
		2.00E+04	2.77E-12	2.07E-05	3.35E-08	8.09E-02	2.09E-03	8.30E-02	8.30E-02
		3.00E+04	1.23E-12	1.43E-05	2.23E-08	8.10E-02	2.09E-03	8.31E-02	8.31E-02
		4.00E+04	6.94E-13	1.10E-05	1.68E-08	8.10E-02	2.10E-03	8.31E-02	8.31E-02
		5.00E+04	4.44E-13	8.92E-06	1.34E-08	8.11E-02	2.10E-03	8.32E-02	8.32E-02
		6.00E+04	3.08E-13	7.54E-06	1.12E-08	8.11E-02	2.10E-03	8.32E-02	8.32E-02
		8.00E+04	1.73E-13	5.78E-06	8.38E-09	8.11E-02	2.10E-03	8.32E-02	8.32E-02
		1.00E+05	1.11E-13	4.71E-06	6.70E-09	8.11E-02	2.10E-03	8.32E-02	8.32E-02

Tablo B.3: 925 Ayar Gümüşün Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

925 Ayar Gümüş									
Ag: 9.250E-01									
Oranı: Cu: 7.500E-02									
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm ² /g)	İnKoharent (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm ² /g)	Toplam (cm ² /g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm ² /g)
		1.00E-03	7.62E+00	5.05E-03	7.29E+03	0.00E+00	0.00E+00	7.30E+03	7.29E+03
		1.05E-03	7.59E+00	5.42E-03	6.55E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.56E+03	6.55E+03
		1.10E-03	7.55E+00	5.82E-03	5.89E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.90E+03	5.89E+03
29	L1	1.10E-03	7.55E+00	5.82E-03	5.97E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.98E+03	5.97E+03
		1.50E-03	7.25E+00	9.29E-03	2.91E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.91E+03	2.91E+03
		2.00E-03	6.83E+00	1.36E-02	1.45E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.46E+03	1.45E+03
		3.00E-03	5.95E+00	2.20E-02	5.25E+02	0.00E+00	0.00E+00	5.31E+02	5.25E+02
		3.35E-03	5.66E+00	2.48E-02	3.96E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.01E+02	3.96E+02
47	L3	3.35E-03	5.66E+00	2.48E-02	1.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+03	1.21E+03
		3.44E-03	5.59E+00	2.55E-02	1.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.15E+03	1.14E+03
		3.52E-03	5.52E+00	2.62E-02	1.07E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.08E+03	1.07E+03
47	L2	3.52E-03	5.52E+00	2.62E-02	1.46E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+03	1.46E+03
		3.66E-03	5.40E+00	2.72E-02	1.33E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.34E+03	1.33E+03
		3.81E-03	5.29E+00	2.83E-02	1.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+03	1.21E+03
47	L1	3.81E-03	5.29E+00	2.83E-02	1.38E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.39E+03	1.38E+03
		4.00E-03	5.14E+00	2.97E-02	1.23E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+03	1.23E+03
		5.00E-03	4.45E+00	3.68E-02	6.93E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.98E+02	6.93E+02

		6.00E-03	3.88E+00	4.34E-02	4.31E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.35E+02	4.31E+02
		8.00E-03	3.05E+00	5.51E-02	2.01E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.04E+02	2.01E+02
		8.98E-03	2.74E+00	6.01E-02	1.47E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+02	1.47E+02
29	K	8.98E-03	2.74E+00	6.01E-02	1.65E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.68E+02	1.65E+02
		1.00E-02	2.48E+00	6.49E-02	1.24E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.27E+02	1.24E+02
		1.50E-02	1.62E+00	8.23E-02	4.08E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.25E+01	4.09E+01
		2.00E-02	1.12E+00	9.35E-02	1.83E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.95E+01	1.84E+01
		2.55E-02	7.97E-01	1.02E-01	9.20E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.01E+01	9.30E+00
47	K	2.55E-02	7.97E-01	1.02E-01	5.16E+01	0.00E+00	0.00E+00	5.25E+01	5.17E+01
		2.63E-02	7.61E-01	1.03E-01	4.76E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.84E+01	4.77E+01
		3.00E-02	6.31E-01	1.07E-01	3.40E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.47E+01	3.41E+01
		4.00E-02	4.11E-01	1.14E-01	1.57E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.63E+01	1.59E+01
		5.00E-02	2.90E-01	1.17E-01	8.53E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.93E+00	8.64E+00
		6.00E-02	2.15E-01	1.19E-01	5.12E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.45E+00	5.24E+00
		8.00E-02	1.31E-01	1.19E-01	2.26E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.51E+00	2.38E+00
		1.00E-01	8.87E-02	1.17E-01	1.19E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.39E+00	1.30E+00
		1.50E-01	4.30E-02	1.10E-01	3.66E-01	0.00E+00	0.00E+00	5.19E-01	4.76E-01
		2.00E-01	2.53E-02	1.02E-01	1.59E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.87E-01	2.61E-01
		3.00E-01	1.17E-02	9.08E-02	5.02E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.53E-01	1.41E-01
		4.00E-01	6.75E-03	8.20E-02	2.29E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.12E-01	1.05E-01
		5.00E-01	4.37E-03	7.53E-02	1.28E-02	0.00E+00	0.00E+00	9.25E-02	8.81E-02
		6.00E-01	3.06E-03	6.99E-02	8.19E-03	0.00E+00	0.00E+00	8.11E-02	7.81E-02
		8.00E-01	1.74E-03	6.16E-02	4.22E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.75E-02	6.58E-02
		1.00E+00	1.12E-03	5.54E-02	2.64E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.92E-02	5.81E-02
		1.02E+00	1.07E-03	5.49E-02	2.51E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.84E-02	5.74E-02
		1.25E+00	7.17E-04	4.96E-02	1.69E-03	1.54E-04	0.00E+00	5.22E-02	5.15E-02
		1.50E+00	4.98E-04	4.51E-02	1.21E-03	7.24E-04	0.00E+00	4.76E-02	4.71E-02
		2.00E+00	2.81E-04	3.85E-02	7.40E-04	2.52E-03	0.00E+00	4.21E-02	4.18E-02

		2.04E+00	2.69E-04	3.81E-02	7.13E-04	2.70E-03	0.00E+00	4.18E-02	4.15E-02
		3.00E+00	1.25E-04	3.03E-02	3.94E-04	6.55E-03	1.06E-05	3.74E-02	3.73E-02
		4.00E+00	7.03E-05	2.53E-02	2.62E-04	1.01E-02	4.33E-05	3.58E-02	3.58E-02
		5.00E+00	4.50E-05	2.19E-02	1.94E-04	1.33E-02	8.62E-05	3.55E-02	3.54E-02
		6.00E+00	3.13E-05	1.93E-02	1.53E-04	1.60E-02	1.32E-04	3.56E-02	3.56E-02
		7.00E+00	2.30E-05	1.74E-02	1.26E-04	1.84E-02	1.78E-04	3.61E-02	3.61E-02
		8.00E+00	1.76E-05	1.58E-02	1.07E-04	2.06E-02	2.23E-04	3.67E-02	3.67E-02
		9.00E+00	1.39E-05	1.45E-02	9.33E-05	2.26E-02	2.65E-04	3.75E-02	3.75E-02
		1.00E+01	1.13E-05	1.35E-02	8.24E-05	2.44E-02	3.06E-04	3.82E-02	3.82E-02
		1.10E+01	9.31E-06	1.26E-02	7.37E-05	2.60E-02	3.44E-04	3.90E-02	3.90E-02
		1.20E+01	7.82E-06	1.18E-02	6.67E-05	2.76E-02	3.80E-04	3.98E-02	3.98E-02
		1.30E+01	6.66E-06	1.11E-02	6.09E-05	2.90E-02	4.14E-04	4.06E-02	4.06E-02
		1.40E+01	5.74E-06	1.05E-02	5.59E-05	3.03E-02	4.46E-04	4.13E-02	4.13E-02
		1.50E+01	5.00E-06	9.97E-03	5.18E-05	3.15E-02	4.77E-04	4.20E-02	4.20E-02
		1.60E+01	4.40E-06	9.50E-03	4.82E-05	3.26E-02	5.06E-04	4.27E-02	4.27E-02
		1.80E+01	3.47E-06	8.68E-03	4.23E-05	3.47E-02	5.60E-04	4.40E-02	4.40E-02
		2.00E+01	2.81E-06	8.00E-03	3.77E-05	3.65E-02	6.09E-04	4.52E-02	4.52E-02
		2.20E+01	2.33E-06	7.43E-03	3.40E-05	3.82E-02	6.53E-04	4.63E-02	4.63E-02
		2.40E+01	1.95E-06	6.95E-03	3.09E-05	3.97E-02	6.95E-04	4.74E-02	4.74E-02
		2.60E+01	1.67E-06	6.52E-03	2.84E-05	4.11E-02	7.33E-04	4.84E-02	4.84E-02
		2.80E+01	1.44E-06	6.15E-03	2.62E-05	4.24E-02	7.68E-04	4.94E-02	4.94E-02
		3.00E+01	1.25E-06	5.83E-03	2.44E-05	4.36E-02	8.01E-04	5.02E-02	5.02E-02
		4.00E+01	7.04E-07	4.63E-03	1.80E-05	4.83E-02	9.37E-04	5.39E-02	5.39E-02
		5.00E+01	4.50E-07	3.86E-03	1.42E-05	5.19E-02	1.04E-03	5.68E-02	5.68E-02
		6.00E+01	3.13E-07	3.33E-03	1.18E-05	5.46E-02	1.12E-03	5.91E-02	5.91E-02
		8.00E+01	1.76E-07	2.63E-03	8.78E-06	5.87E-02	1.25E-03	6.26E-02	6.26E-02
		1.00E+02	1.13E-07	2.18E-03	6.99E-06	6.16E-02	1.34E-03	6.51E-02	6.51E-02
		1.50E+02	5.00E-08	1.55E-03	4.63E-06	6.62E-02	1.49E-03	6.93E-02	6.93E-02

	2.00E+02	2.81E-08	1.22E-03	3.46E-06	6.89E-02	1.58E-03	7.17E-02	7.17E-02
	3.00E+02	1.25E-08	8.62E-04	2.30E-06	7.22E-02	1.69E-03	7.47E-02	7.47E-02
	4.00E+02	7.04E-09	6.76E-04	1.72E-06	7.40E-02	1.76E-03	7.64E-02	7.64E-02
	5.00E+02	4.50E-09	5.59E-04	1.38E-06	7.52E-02	1.81E-03	7.75E-02	7.75E-02
	6.00E+02	3.13E-09	4.79E-04	1.15E-06	7.60E-02	1.84E-03	7.84E-02	7.84E-02
	8.00E+02	1.76E-09	3.74E-04	8.58E-07	7.72E-02	1.89E-03	7.95E-02	7.95E-02
	1.00E+03	1.13E-09	3.08E-04	6.86E-07	7.80E-02	1.92E-03	8.02E-02	8.02E-02
	1.50E+03	5.00E-10	2.15E-04	4.57E-07	7.90E-02	1.97E-03	8.12E-02	8.12E-02
	2.00E+03	2.81E-10	1.66E-04	3.43E-07	7.96E-02	1.99E-03	8.18E-02	8.18E-02
	3.00E+03	1.25E-10	1.16E-04	2.28E-07	8.02E-02	2.02E-03	8.24E-02	8.24E-02
	4.00E+03	7.04E-11	8.93E-05	1.71E-07	8.06E-02	2.04E-03	8.27E-02	8.27E-02
	5.00E+03	4.50E-11	7.29E-05	1.37E-07	8.08E-02	2.05E-03	8.29E-02	8.29E-02
	6.00E+03	3.13E-11	6.19E-05	1.14E-07	8.10E-02	2.06E-03	8.31E-02	8.31E-02
	8.00E+03	1.76E-11	4.77E-05	8.56E-08	8.11E-02	2.06E-03	8.32E-02	8.32E-02
	1.00E+04	1.13E-11	3.89E-05	6.85E-08	8.13E-02	2.07E-03	8.34E-02	8.34E-02
	1.50E+04	5.00E-12	2.69E-05	4.57E-08	8.14E-02	2.08E-03	8.36E-02	8.36E-02
	2.00E+04	2.81E-12	2.07E-05	3.42E-08	8.16E-02	2.08E-03	8.37E-02	8.37E-02
	3.00E+04	1.25E-12	1.43E-05	2.28E-08	8.16E-02	2.09E-03	8.37E-02	8.37E-02
	4.00E+04	7.04E-13	1.09E-05	1.71E-08	8.17E-02	2.09E-03	8.38E-02	8.38E-02
	5.00E+04	4.50E-13	8.91E-06	1.37E-08	8.17E-02	2.09E-03	8.38E-02	8.38E-02
	6.00E+04	3.13E-13	7.54E-06	1.14E-08	8.17E-02	2.09E-03	8.38E-02	8.38E-02
	8.00E+04	1.76E-13	5.78E-06	8.56E-09	8.18E-02	2.10E-03	8.39E-02	8.39E-02
	1.00E+05	1.13E-13	4.70E-06	6.85E-09	8.18E-02	2.10E-03	8.39E-02	8.39E-02

Tablo B.4: Pt850-Pd100-Cu50 Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Alaşım: Pt850-Pd100-Cu50									
Ağırlık Oranı: Pt: 8.500E-01 Pd: 1.000E-01 Cu: 5.000E-02									
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm ² /g)	İnkoharent (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm ² /g)	Toplam (cm ² /g)	Toplam (İnkoharent yok) (cm ² /g)
		1.00E-03	1.13E+01	3.59E-03	4.94E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.95E+03	4.94E+03
		1.05E-03	1.12E+01	3.85E-03	4.48E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.50E+03	4.48E+03
		1.10E-03	1.12E+01	4.14E-03	4.07E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.08E+03	4.07E+03
29	L1	1.10E-03	1.12E+01	4.14E-03	4.13E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.14E+03	4.13E+03
		1.50E-03	1.08E+01	6.67E-03	2.16E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.17E+03	2.16E+03
		2.00E-03	1.03E+01	9.85E-03	1.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.16E+03	1.14E+03
		2.12E-03	1.02E+01	1.06E-02	1.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.01E+03	1.00E+03
78	M5	2.12E-03	1.02E+01	1.06E-02	1.07E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.08E+03	1.07E+03
		2.16E-03	1.01E+01	1.09E-02	1.49E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+03	1.49E+03
		2.20E-03	1.01E+01	1.11E-02	2.13E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.14E+03	2.13E+03
78	M4	2.20E-03	1.01E+01	1.11E-02	2.26E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.27E+03	2.26E+03
		2.41E-03	9.86E+00	1.25E-02	2.16E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.17E+03	2.16E+03
		2.65E-03	9.61E+00	1.39E-02	2.07E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.08E+03	2.07E+03
78	M3	2.65E-03	9.61E+00	1.39E-02	2.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.38E+03	2.37E+03
		3.00E-03	9.22E+00	1.60E-02	1.75E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.76E+03	1.75E+03
		3.03E-03	9.20E+00	1.62E-02	1.71E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.72E+03	1.71E+03

78		M2		3.03E-03	9.20E+00	1.62E-02	1.81E+03	0.00E+00	1.82E+03	1.81E+03
				3.10E-03	9.12E+00	1.66E-02	1.71E+03	0.00E+00	1.72E+03	1.71E+03
				3.17E-03	9.04E+00	1.71E-02	1.62E+03	0.00E+00	1.63E+03	1.62E+03
46		L3		3.17E-03	9.04E+00	1.71E-02	1.71E+03	0.00E+00	1.72E+03	1.71E+03
				3.23E-03	8.97E+00	1.74E-02	1.64E+03	0.00E+00	1.65E+03	1.64E+03
				3.30E-03	8.91E+00	1.78E-02	1.56E+03	0.00E+00	1.57E+03	1.56E+03
78		M1		3.30E-03	8.91E+00	1.78E-02	1.63E+03	0.00E+00	1.63E+03	1.63E+03
				3.31E-03	8.89E+00	1.79E-02	1.61E+03	0.00E+00	1.61E+03	1.61E+03
				3.33E-03	8.87E+00	1.80E-02	1.59E+03	0.00E+00	1.59E+03	1.59E+03
46		L2		3.33E-03	8.87E+00	1.80E-02	1.63E+03	0.00E+00	1.64E+03	1.63E+03
				3.46E-03	8.74E+00	1.88E-02	1.48E+03	0.00E+00	1.49E+03	1.48E+03
				3.60E-03	8.59E+00	1.96E-02	1.35E+03	0.00E+00	1.36E+03	1.35E+03
46		L1		3.60E-03	8.59E+00	1.96E-02	1.37E+03	0.00E+00	1.38E+03	1.37E+03
				4.00E-03	8.20E+00	2.18E-02	1.07E+03	0.00E+00	1.08E+03	1.07E+03
				5.00E-03	7.29E+00	2.73E-02	6.15E+02	0.00E+00	6.23E+02	6.15E+02
				6.00E-03	6.51E+00	3.25E-02	3.89E+02	0.00E+00	3.96E+02	3.89E+02
				8.00E-03	5.28E+00	4.19E-02	1.86E+02	0.00E+00	1.92E+02	1.86E+02
				8.98E-03	4.79E+00	4.59E-02	1.38E+02	0.00E+00	1.43E+02	1.38E+02
29		K		8.98E-03	4.79E+00	4.59E-02	1.50E+02	0.00E+00	1.55E+02	1.50E+02
				1.00E-02	4.35E+00	4.98E-02	1.14E+02	0.00E+00	1.18E+02	1.14E+02
				1.16E-02	3.78E+00	5.50E-02	7.78E+01	0.00E+00	8.17E+01	7.79E+01
78		L3		1.16E-02	3.78E+00	5.50E-02	1.77E+02	0.00E+00	1.80E+02	1.77E+02
				1.24E-02	3.52E+00	5.74E-02	1.47E+02	0.00E+00	1.50E+02	1.47E+02
				1.33E-02	3.27E+00	5.99E-02	1.22E+02	0.00E+00	1.25E+02	1.22E+02
78		L2		1.33E-02	3.27E+00	5.99E-02	1.65E+02	0.00E+00	1.68E+02	1.65E+02
				1.36E-02	3.19E+00	6.07E-02	1.56E+02	0.00E+00	1.59E+02	1.56E+02
				1.39E-02	3.11E+00	6.15E-02	1.48E+02	0.00E+00	1.51E+02	1.48E+02
78		L1		1.39E-02	3.11E+00	6.15E-02	1.69E+02	0.00E+00	1.72E+02	1.69E+02

		1.50E-02	2.85E+00	6.43E-02	1.39E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.42E+02	1.39E+02
		2.00E-02	2.00E+00	7.47E-02	6.57E+01	0.00E+00	0.00E+00	6.78E+01	6.58E+01
		2.44E-02	1.56E+00	8.16E-02	3.89E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.05E+01	3.90E+01
46	K	2.44E-02	1.56E+00	8.16E-02	4.38E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.54E+01	4.39E+01
		3.00E-02	1.18E+00	8.84E-02	2.52E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.65E+01	2.53E+01
		4.00E-02	7.82E-01	9.61E-02	1.16E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.24E+01	1.17E+01
		5.00E-02	5.54E-01	1.00E-01	6.27E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.93E+00	6.37E+00
		6.00E-02	4.14E-01	1.03E-01	3.79E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.31E+00	3.89E+00
		7.84E-02	2.69E-01	1.04E-01	1.80E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.17E+00	1.91E+00
78	K	7.84E-02	2.69E-01	1.04E-01	7.90E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.28E+00	8.01E+00
		7.96E-02	2.62E-01	1.04E-01	7.47E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.84E+00	7.57E+00
		8.00E-02	2.60E-01	1.04E-01	7.34E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.71E+00	7.45E+00
		1.00E-01	1.79E-01	1.03E-01	4.12E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.40E+00	4.23E+00
		1.50E-01	8.77E-02	9.85E-02	1.40E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.59E+00	1.50E+00
		2.00E-01	5.22E-02	9.28E-02	6.47E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.92E-01	7.40E-01
		3.00E-01	2.48E-02	8.29E-02	2.21E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.29E-01	3.04E-01
		4.00E-01	1.45E-02	7.53E-02	1.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.96E-01	1.81E-01
		5.00E-01	9.45E-03	6.93E-02	6.14E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.40E-01	1.31E-01
		6.00E-01	6.65E-03	6.44E-02	4.01E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.11E-01	1.04E-01
		8.00E-01	3.81E-03	5.69E-02	2.12E-02	0.00E+00	0.00E+00	8.18E-02	7.80E-02
		1.00E+00	2.46E-03	5.13E-02	1.33E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.71E-02	6.46E-02
		1.02E+00	2.36E-03	5.08E-02	1.27E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.59E-02	6.35E-02
		1.25E+00	1.59E-03	4.60E-02	8.60E-03	3.18E-04	0.00E+00	5.65E-02	5.49E-02
		1.50E+00	1.11E-03	4.18E-02	6.13E-03	1.50E-03	0.00E+00	5.06E-02	4.95E-02
		2.00E+00	6.25E-04	3.57E-02	3.71E-03	4.63E-03	0.00E+00	4.47E-02	4.41E-02
		2.04E+00	5.99E-04	3.53E-02	3.57E-03	4.92E-03	0.00E+00	4.44E-02	4.38E-02
		3.00E+00	2.79E-04	2.81E-02	1.94E-03	1.05E-02	9.84E-06	4.09E-02	4.06E-02
		4.00E+00	1.57E-04	2.35E-02	1.27E-03	1.53E-02	4.01E-05	4.03E-02	4.01E-02

	5.00E+00	1.01E-04	2.03E-02	9.35E-04	1.94E-02	7.98E-05	4.08E-02	4.07E-02
	6.00E+00	6.99E-05	1.79E-02	7.33E-04	2.29E-02	1.22E-04	4.17E-02	4.17E-02
	7.00E+00	5.14E-05	1.61E-02	6.01E-04	2.60E-02	1.65E-04	4.29E-02	4.28E-02
	8.00E+00	3.94E-05	1.47E-02	5.08E-04	2.87E-02	2.06E-04	4.42E-02	4.41E-02
	9.00E+00	3.11E-05	1.35E-02	4.39E-04	3.13E-02	2.45E-04	4.55E-02	4.54E-02
	1.00E+01	2.52E-05	1.25E-02	3.87E-04	3.36E-02	2.82E-04	4.68E-02	4.67E-02
	1.10E+01	2.08E-05	1.17E-02	3.45E-04	3.57E-02	3.17E-04	4.81E-02	4.80E-02
	1.20E+01	1.75E-05	1.09E-02	3.11E-04	3.77E-02	3.50E-04	4.93E-02	4.93E-02
	1.30E+01	1.49E-05	1.03E-02	2.83E-04	3.96E-02	3.81E-04	5.05E-02	5.05E-02
	1.40E+01	1.29E-05	9.75E-03	2.60E-04	4.13E-02	4.10E-04	5.17E-02	5.17E-02
	1.50E+01	1.12E-05	9.25E-03	2.40E-04	4.29E-02	4.38E-04	5.29E-02	5.29E-02
	1.60E+01	9.84E-06	8.81E-03	2.23E-04	4.44E-02	4.65E-04	5.40E-02	5.39E-02
	1.80E+01	7.78E-06	8.05E-03	1.95E-04	4.72E-02	5.13E-04	5.59E-02	5.59E-02
	2.00E+01	6.30E-06	7.43E-03	1.74E-04	4.96E-02	5.58E-04	5.78E-02	5.77E-02
	2.20E+01	5.21E-06	6.90E-03	1.56E-04	5.18E-02	5.99E-04	5.95E-02	5.95E-02
	2.40E+01	4.38E-06	6.45E-03	1.42E-04	5.38E-02	6.36E-04	6.11E-02	6.10E-02
	2.60E+01	3.73E-06	6.05E-03	1.30E-04	5.56E-02	6.70E-04	6.25E-02	6.25E-02
	2.80E+01	3.21E-06	5.71E-03	1.20E-04	5.73E-02	7.02E-04	6.39E-02	6.39E-02
	3.00E+01	2.80E-06	5.41E-03	1.12E-04	5.89E-02	7.31E-04	6.51E-02	6.51E-02
	4.00E+01	1.58E-06	4.30E-03	8.21E-05	6.52E-02	8.52E-04	7.04E-02	7.04E-02
	5.00E+01	1.01E-06	3.59E-03	6.49E-05	6.99E-02	9.44E-04	7.45E-02	7.45E-02
	6.00E+01	7.00E-07	3.09E-03	5.37E-05	7.36E-02	1.02E-03	7.77E-02	7.77E-02
	8.00E+01	3.94E-07	2.44E-03	3.98E-05	7.90E-02	1.12E-03	8.26E-02	8.26E-02
	1.00E+02	2.52E-07	2.02E-03	3.17E-05	8.27E-02	1.20E-03	8.60E-02	8.60E-02
	1.50E+02	1.12E-07	1.44E-03	2.10E-05	8.87E-02	1.33E-03	9.15E-02	9.15E-02
	2.00E+02	6.30E-08	1.13E-03	1.57E-05	9.23E-02	1.41E-03	9.48E-02	9.48E-02
	3.00E+02	2.80E-08	8.01E-04	1.04E-05	9.64E-02	1.50E-03	9.87E-02	9.87E-02
	4.00E+02	1.58E-08	6.27E-04	7.78E-06	9.87E-02	1.56E-03	1.01E-01	1.01E-01

		5.00E+02	1.01E-08	5.19E-04	6.22E-06	1.00E-01	1.60E-03	1.02E-01	1.02E-01
		6.00E+02	7.00E-09	4.44E-04	5.18E-06	1.01E-01	1.63E-03	1.03E-01	1.03E-01
		8.00E+02	3.94E-09	3.47E-04	3.88E-06	1.03E-01	1.67E-03	1.05E-01	1.05E-01
		1.00E+03	2.52E-09	2.86E-04	3.10E-06	1.04E-01	1.69E-03	1.06E-01	1.06E-01
		1.50E+03	1.12E-09	1.99E-04	2.07E-06	1.05E-01	1.73E-03	1.07E-01	1.07E-01
		2.00E+03	6.30E-10	1.54E-04	1.55E-06	1.06E-01	1.75E-03	1.08E-01	1.08E-01
		3.00E+03	2.80E-10	1.07E-04	1.03E-06	1.07E-01	1.77E-03	1.09E-01	1.09E-01
		4.00E+03	1.58E-10	8.28E-05	7.74E-07	1.07E-01	1.79E-03	1.09E-01	1.09E-01
		5.00E+03	1.01E-10	6.77E-05	6.19E-07	1.07E-01	1.79E-03	1.09E-01	1.09E-01
		6.00E+03	7.00E-11	5.74E-05	5.16E-07	1.08E-01	1.80E-03	1.09E-01	1.09E-01
		8.00E+03	3.94E-11	4.43E-05	3.87E-07	1.08E-01	1.81E-03	1.10E-01	1.10E-01
		1.00E+04	2.52E-11	3.61E-05	3.09E-07	1.08E-01	1.81E-03	1.10E-01	1.10E-01
		1.50E+04	1.12E-11	2.50E-05	2.06E-07	1.08E-01	1.82E-03	1.10E-01	1.10E-01
		2.00E+04	6.30E-12	1.92E-05	1.55E-07	1.08E-01	1.82E-03	1.10E-01	1.10E-01
		3.00E+04	2.80E-12	1.32E-05	1.03E-07	1.08E-01	1.83E-03	1.10E-01	1.10E-01
		4.00E+04	1.58E-12	1.02E-05	7.73E-08	1.09E-01	1.83E-03	1.10E-01	1.10E-01
		5.00E+04	1.01E-12	8.28E-06	6.18E-08	1.09E-01	1.83E-03	1.10E-01	1.10E-01
		6.00E+04	7.00E-13	7.00E-06	5.15E-08	1.09E-01	1.83E-03	1.10E-01	1.10E-01
		8.00E+04	3.94E-13	5.37E-06	3.87E-08	1.09E-01	1.83E-03	1.10E-01	1.10E-01
		1.00E+05	2.52E-13	4.37E-06	3.09E-08	1.09E-01	1.83E-03	1.11E-01	1.11E-01

Tablo B.5: Pt900-Pd70-Cu30 Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Alaşım:	Pt900-Pd70-Cu30								
Ağırlık Oranı:	Pt: 9.000E-01 Pd: 7.000E-02 Cu: 3.000E-02								
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm²/g)	İnKoharent (cm²/g)	Fotoelektrik (cm²/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm²/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm²/g)	Toplam (cm²/g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm²/g)
		1.00E-03	1.15E+01	3.51E-03	4.75E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.76E+03	4.75E+03
		1.05E-03	1.15E+01	3.77E-03	4.32E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.33E+03	4.32E+03
		1.10E-03	1.15E+01	4.05E-03	3.93E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.94E+03	3.93E+03
29	L1	1.10E-03	1.15E+01	4.05E-03	3.97E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.98E+03	3.97E+03
		1.50E-03	1.11E+01	6.51E-03	2.09E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.10E+03	2.09E+03
		2.00E-03	1.06E+01	9.60E-03	1.12E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.13E+03	1.12E+03
		2.12E-03	1.04E+01	1.04E-02	9.79E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.89E+02	9.79E+02
78	M5	2.12E-03	1.04E+01	1.04E-02	1.05E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.06E+03	1.05E+03
		2.16E-03	1.04E+01	1.06E-02	1.50E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.51E+03	1.50E+03
		2.20E-03	1.03E+01	1.08E-02	2.18E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.20E+03	2.18E+03
78	M4	2.20E-03	1.03E+01	1.08E-02	2.32E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.33E+03	2.32E+03
		2.41E-03	1.01E+01	1.21E-02	2.23E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.24E+03	2.23E+03
		2.65E-03	9.86E+00	1.35E-02	2.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03	2.14E+03
78	M3	2.65E-03	9.86E+00	1.35E-02	2.46E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.47E+03	2.46E+03
		3.00E-03	9.46E+00	1.56E-02	1.81E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.82E+03	1.81E+03
		3.03E-03	9.43E+00	1.58E-02	1.78E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.79E+03	1.78E+03

78	M2	3.03E-03	9.43E+00	1.58E-02	1.88E+03	0.00E+00	1.89E+03	1.88E+03
		3.10E-03	9.35E+00	1.62E-02	1.78E+03	0.00E+00	1.79E+03	1.78E+03
		3.17E-03	9.27E+00	1.66E-02	1.68E+03	0.00E+00	1.69E+03	1.68E+03
46	L3	3.17E-03	9.27E+00	1.66E-02	1.75E+03	0.00E+00	1.76E+03	1.75E+03
		3.23E-03	9.21E+00	1.70E-02	1.67E+03	0.00E+00	1.68E+03	1.67E+03
		3.30E-03	9.14E+00	1.73E-02	1.60E+03	0.00E+00	1.61E+03	1.60E+03
78	M1	3.30E-03	9.14E+00	1.73E-02	1.66E+03	0.00E+00	1.67E+03	1.66E+03
		3.31E-03	9.13E+00	1.74E-02	1.64E+03	0.00E+00	1.65E+03	1.64E+03
		3.33E-03	9.11E+00	1.75E-02	1.62E+03	0.00E+00	1.63E+03	1.62E+03
46	L2	3.33E-03	9.11E+00	1.75E-02	1.65E+03	0.00E+00	1.66E+03	1.65E+03
		3.46E-03	8.97E+00	1.83E-02	1.50E+03	0.00E+00	1.51E+03	1.50E+03
		3.60E-03	8.82E+00	1.91E-02	1.37E+03	0.00E+00	1.38E+03	1.37E+03
46	L1	3.60E-03	8.82E+00	1.91E-02	1.38E+03	0.00E+00	1.39E+03	1.38E+03
		4.00E-03	8.42E+00	2.13E-02	1.08E+03	0.00E+00	1.09E+03	1.08E+03
		5.00E-03	7.50E+00	2.66E-02	6.23E+02	0.00E+00	6.30E+02	6.23E+02
		6.00E-03	6.70E+00	3.17E-02	3.94E+02	0.00E+00	4.01E+02	3.94E+02
		8.00E-03	5.43E+00	4.09E-02	1.89E+02	0.00E+00	1.95E+02	1.89E+02
		8.98E-03	4.94E+00	4.49E-02	1.40E+02	0.00E+00	1.45E+02	1.40E+02
29	K	8.98E-03	4.94E+00	4.49E-02	1.47E+02	0.00E+00	1.52E+02	1.47E+02
		1.00E-02	4.48E+00	4.86E-02	1.12E+02	0.00E+00	1.16E+02	1.12E+02
		1.16E-02	3.90E+00	5.38E-02	7.64E+01	0.00E+00	8.03E+01	7.64E+01
78	L3	1.16E-02	3.90E+00	5.38E-02	1.81E+02	0.00E+00	1.85E+02	1.81E+02
		1.24E-02	3.63E+00	5.62E-02	1.50E+02	0.00E+00	1.54E+02	1.50E+02
		1.33E-02	3.37E+00	5.86E-02	1.25E+02	0.00E+00	1.28E+02	1.25E+02
78	L2	1.33E-02	3.37E+00	5.86E-02	1.70E+02	0.00E+00	1.74E+02	1.70E+02
		1.36E-02	3.29E+00	5.94E-02	1.61E+02	0.00E+00	1.64E+02	1.61E+02
		1.39E-02	3.21E+00	6.02E-02	1.53E+02	0.00E+00	1.56E+02	1.53E+02
78	L1	1.39E-02	3.21E+00	6.02E-02	1.76E+02	0.00E+00	1.79E+02	1.76E+02

		1.50E-02	2.94E+00	6.30E-02	1.44E+02	0.00E+00	1.47E+02	1.44E+02
		2.00E-02	2.07E+00	7.33E-02	6.82E+01	0.00E+00	7.04E+01	6.83E+01
		2.44E-02	1.61E+00	8.02E-02	4.04E+01	0.00E+00	4.21E+01	4.05E+01
46	K	2.44E-02	1.61E+00	8.02E-02	4.38E+01	0.00E+00	4.55E+01	4.39E+01
		3.00E-02	1.22E+00	8.70E-02	2.52E+01	0.00E+00	2.65E+01	2.53E+01
		4.00E-02	8.08E-01	9.48E-02	1.16E+01	0.00E+00	1.25E+01	1.17E+01
		5.00E-02	5.73E-01	9.92E-02	6.28E+00	0.00E+00	6.96E+00	6.38E+00
		6.00E-02	4.28E-01	1.02E-01	3.80E+00	0.00E+00	4.33E+00	3.90E+00
		7.84E-02	2.78E-01	1.03E-01	1.81E+00	0.00E+00	2.19E+00	1.91E+00
78	K	7.84E-02	2.78E-01	1.03E-01	8.27E+00	0.00E+00	8.65E+00	8.37E+00
		7.96E-02	2.71E-01	1.03E-01	7.81E+00	0.00E+00	8.19E+00	7.92E+00
		8.00E-02	2.69E-01	1.03E-01	7.68E+00	0.00E+00	8.06E+00	7.79E+00
		1.00E-01	1.85E-01	1.02E-01	4.32E+00	0.00E+00	4.60E+00	4.42E+00
		1.50E-01	9.08E-02	9.77E-02	1.47E+00	0.00E+00	1.66E+00	1.57E+00
		2.00E-01	5.41E-02	9.22E-02	6.79E-01	0.00E+00	8.25E-01	7.71E-01
		3.00E-01	2.57E-02	8.24E-02	2.32E-01	0.00E+00	3.40E-01	3.14E-01
		4.00E-01	1.50E-02	7.48E-02	1.11E-01	0.00E+00	2.01E-01	1.86E-01
		5.00E-01	9.80E-03	6.89E-02	6.45E-02	0.00E+00	1.43E-01	1.33E-01
		6.00E-01	6.90E-03	6.40E-02	4.21E-02	0.00E+00	1.13E-01	1.06E-01
		8.00E-01	3.95E-03	5.66E-02	2.22E-02	0.00E+00	8.28E-02	7.88E-02
		1.00E+00	2.55E-03	5.10E-02	1.40E-02	0.00E+00	6.76E-02	6.50E-02
		1.02E+00	2.45E-03	5.05E-02	1.34E-02	0.00E+00	6.63E-02	6.39E-02
		1.25E+00	1.65E-03	4.57E-02	9.04E-03	0.00E+00	5.67E-02	5.51E-02
		1.50E+00	1.15E-03	4.16E-02	6.44E-03	0.00E+00	5.07E-02	4.96E-02
		2.00E+00	6.49E-04	3.55E-02	3.90E-03	0.00E+00	4.49E-02	4.42E-02
		2.04E+00	6.21E-04	3.51E-02	3.76E-03	0.00E+00	4.46E-02	4.39E-02
		3.00E+00	2.90E-04	2.80E-02	2.04E-03	0.00E+00	4.11E-02	4.08E-02
		4.00E+00	1.63E-04	2.34E-02	1.34E-03	0.00E+00	4.06E-02	4.04E-02

		5.00E+00	1.05E-04	2.02E-02	9.82E-04	1.98E-02	7.94E-05	4.12E-02	4.11E-02
		6.00E+00	7.26E-05	1.78E-02	7.70E-04	2.34E-02	1.22E-04	4.22E-02	4.21E-02
		7.00E+00	5.33E-05	1.60E-02	6.31E-04	2.65E-02	1.64E-04	4.34E-02	4.34E-02
		8.00E+00	4.09E-05	1.46E-02	5.33E-04	2.94E-02	2.04E-04	4.47E-02	4.47E-02
		9.00E+00	3.23E-05	1.34E-02	4.61E-04	3.19E-02	2.43E-04	4.61E-02	4.61E-02
		1.00E+01	2.62E-05	1.24E-02	4.06E-04	3.43E-02	2.80E-04	4.74E-02	4.74E-02
		1.10E+01	2.16E-05	1.16E-02	3.62E-04	3.65E-02	3.15E-04	4.88E-02	4.87E-02
		1.20E+01	1.82E-05	1.09E-02	3.27E-04	3.85E-02	3.48E-04	5.01E-02	5.00E-02
		1.30E+01	1.55E-05	1.02E-02	2.98E-04	4.04E-02	3.79E-04	5.13E-02	5.13E-02
		1.40E+01	1.33E-05	9.70E-03	2.73E-04	4.22E-02	4.08E-04	5.26E-02	5.26E-02
		1.50E+01	1.16E-05	9.21E-03	2.52E-04	4.38E-02	4.36E-04	5.37E-02	5.37E-02
		1.60E+01	1.02E-05	8.77E-03	2.34E-04	4.54E-02	4.62E-04	5.48E-02	5.48E-02
		1.80E+01	8.08E-06	8.01E-03	2.05E-04	4.81E-02	5.10E-04	5.69E-02	5.69E-02
		2.00E+01	6.54E-06	7.39E-03	1.83E-04	5.06E-02	5.54E-04	5.88E-02	5.87E-02
		2.20E+01	5.40E-06	6.86E-03	1.64E-04	5.29E-02	5.95E-04	6.05E-02	6.05E-02
		2.40E+01	4.54E-06	6.41E-03	1.49E-04	5.49E-02	6.32E-04	6.21E-02	6.21E-02
		2.60E+01	3.87E-06	6.02E-03	1.37E-04	5.68E-02	6.66E-04	6.36E-02	6.36E-02
		2.80E+01	3.34E-06	5.68E-03	1.26E-04	5.85E-02	6.97E-04	6.50E-02	6.50E-02
		3.00E+01	2.91E-06	5.38E-03	1.17E-04	6.01E-02	7.26E-04	6.63E-02	6.63E-02
		4.00E+01	1.64E-06	4.27E-03	8.62E-05	6.66E-02	8.46E-04	7.18E-02	7.18E-02
		5.00E+01	1.05E-06	3.57E-03	6.81E-05	7.14E-02	9.37E-04	7.59E-02	7.59E-02
		6.00E+01	7.27E-07	3.07E-03	5.63E-05	7.51E-02	1.01E-03	7.92E-02	7.92E-02
		8.00E+01	4.09E-07	2.42E-03	4.18E-05	8.06E-02	1.11E-03	8.41E-02	8.41E-02
		1.00E+02	2.62E-07	2.01E-03	3.33E-05	8.44E-02	1.19E-03	8.76E-02	8.76E-02
		1.50E+02	1.16E-07	1.43E-03	2.20E-05	9.05E-02	1.32E-03	9.33E-02	9.33E-02
		2.00E+02	6.54E-08	1.12E-03	1.64E-05	9.41E-02	1.40E-03	9.66E-02	9.66E-02
		3.00E+02	2.91E-08	7.97E-04	1.09E-05	9.83E-02	1.49E-03	1.01E-01	1.01E-01
		4.00E+02	1.64E-08	6.24E-04	8.17E-06	1.01E-01	1.55E-03	1.03E-01	1.03E-01

		5.00E+02	1.05E-08	5.16E-04	6.53E-06	1.02E-01	1.58E-03	1.04E-01	1.04E-01
		6.00E+02	7.27E-09	4.42E-04	5.43E-06	1.03E-01	1.61E-03	1.05E-01	1.05E-01
		8.00E+02	4.09E-09	3.45E-04	4.07E-06	1.05E-01	1.65E-03	1.07E-01	1.07E-01
		1.00E+03	2.62E-09	2.84E-04	3.25E-06	1.06E-01	1.67E-03	1.08E-01	1.08E-01
		1.50E+03	1.16E-09	1.98E-04	2.17E-06	1.07E-01	1.71E-03	1.09E-01	1.09E-01
		2.00E+03	6.54E-10	1.54E-04	1.63E-06	1.08E-01	1.73E-03	1.10E-01	1.10E-01
		3.00E+03	2.91E-10	1.07E-04	1.08E-06	1.09E-01	1.75E-03	1.11E-01	1.11E-01
		4.00E+03	1.64E-10	8.24E-05	8.12E-07	1.09E-01	1.77E-03	1.11E-01	1.11E-01
		5.00E+03	1.05E-10	6.74E-05	6.50E-07	1.10E-01	1.78E-03	1.11E-01	1.11E-01
		6.00E+03	7.27E-11	5.71E-05	5.41E-07	1.10E-01	1.78E-03	1.12E-01	1.12E-01
		8.00E+03	4.09E-11	4.40E-05	4.06E-07	1.10E-01	1.79E-03	1.12E-01	1.12E-01
		1.00E+04	2.62E-11	3.59E-05	3.25E-07	1.10E-01	1.79E-03	1.12E-01	1.12E-01
		1.50E+04	1.16E-11	2.48E-05	2.17E-07	1.10E-01	1.80E-03	1.12E-01	1.12E-01
		2.00E+04	6.54E-12	1.91E-05	1.62E-07	1.10E-01	1.80E-03	1.12E-01	1.12E-01
		3.00E+04	2.91E-12	1.32E-05	1.08E-07	1.11E-01	1.81E-03	1.12E-01	1.12E-01
		4.00E+04	1.64E-12	1.01E-05	8.12E-08	1.11E-01	1.81E-03	1.13E-01	1.13E-01
		5.00E+04	1.05E-12	8.23E-06	6.49E-08	1.11E-01	1.81E-03	1.13E-01	1.13E-01
		6.00E+04	7.27E-13	6.96E-06	5.41E-08	1.11E-01	1.81E-03	1.13E-01	1.13E-01
		8.00E+04	4.09E-13	5.34E-06	4.06E-08	1.11E-01	1.81E-03	1.13E-01	1.13E-01
		1.00E+05	2.62E-13	4.34E-06	3.25E-08	1.11E-01	1.81E-03	1.13E-01	1.13E-01

Tablo B.6: Pt950-Pd50 Alaşımlarının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Pt950-Pd50									
Pt: 9.500E-01									
Pd: 5.000E-02									
Atom Numarası	Sürekli Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm ² /g)	İnkoharent (cm ² /g)	Fotoelektrik (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm ² /g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm ² /g)	Toplam (cm ² /g)	Toplam (İnkoharent yok) (cm ² /g)
		1.00E-03	1.18E+01	3.41E-03	4.53E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.54E+03	4.53E+03
		1.50E-03	1.14E+01	6.32E-03	2.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.02E+03	2.00E+03
		2.00E-03	1.08E+01	9.32E-03	1.08E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+03	1.08E+03
		2.12E-03	1.07E+01	1.00E-02	9.48E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.59E+02	9.48E+02
78	M5	2.12E-03	1.07E+01	1.00E-02	1.02E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.03E+03	1.02E+03
		2.16E-03	1.07E+01	1.03E-02	1.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.52E+03	1.51E+03
		2.20E-03	1.06E+01	1.05E-02	2.23E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.24E+03	2.23E+03
78	M4	2.20E-03	1.06E+01	1.05E-02	2.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.38E+03	2.37E+03
		2.41E-03	1.04E+01	1.18E-02	2.29E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.30E+03	2.29E+03
		2.65E-03	1.01E+01	1.31E-02	2.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+03	2.21E+03
78	M3	2.65E-03	1.01E+01	1.31E-02	2.55E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.56E+03	2.55E+03
		3.00E-03	9.72E+00	1.51E-02	1.88E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.89E+03	1.88E+03
		3.03E-03	9.69E+00	1.53E-02	1.84E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.85E+03	1.84E+03
78	M2	3.03E-03	9.69E+00	1.53E-02	1.95E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.96E+03	1.95E+03
		3.10E-03	9.61E+00	1.57E-02	1.85E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.86E+03	1.85E+03
		3.17E-03	9.53E+00	1.61E-02	1.75E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.76E+03	1.75E+03
46	L3	3.17E-03	9.53E+00	1.61E-02	1.79E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.80E+03	1.79E+03

		3.23E-03	9.46E+00	1.64E-02	1.71E+03	0.00E+00	1.72E+03	1.71E+03
		3.30E-03	9.40E+00	1.68E-02	1.64E+03	0.00E+00	1.65E+03	1.64E+03
78	M1	3.30E-03	9.40E+00	1.68E-02	1.71E+03	0.00E+00	1.72E+03	1.71E+03
		3.31E-03	9.38E+00	1.69E-02	1.69E+03	0.00E+00	1.70E+03	1.69E+03
		3.33E-03	9.36E+00	1.70E-02	1.67E+03	0.00E+00	1.68E+03	1.67E+03
46	L2	3.33E-03	9.36E+00	1.70E-02	1.69E+03	0.00E+00	1.70E+03	1.69E+03
		3.46E-03	9.21E+00	1.77E-02	1.54E+03	0.00E+00	1.55E+03	1.54E+03
		3.60E-03	9.07E+00	1.85E-02	1.40E+03	0.00E+00	1.41E+03	1.40E+03
46	L1	3.60E-03	9.07E+00	1.85E-02	1.41E+03	0.00E+00	1.42E+03	1.41E+03
		4.00E-03	8.65E+00	2.06E-02	1.10E+03	0.00E+00	1.11E+03	1.10E+03
		5.00E-03	7.71E+00	2.58E-02	6.35E+02	0.00E+00	6.43E+02	6.35E+02
		6.00E-03	6.90E+00	3.08E-02	4.02E+02	0.00E+00	4.09E+02	4.02E+02
		8.00E-03	5.60E+00	3.98E-02	1.93E+02	0.00E+00	1.99E+02	1.93E+02
		1.00E-02	4.63E+00	4.74E-02	1.08E+02	0.00E+00	1.13E+02	1.08E+02
		1.16E-02	4.03E+00	5.24E-02	7.42E+01	0.00E+00	7.83E+01	7.42E+01
78	L3	1.16E-02	4.03E+00	5.24E-02	1.85E+02	0.00E+00	1.89E+02	1.85E+02
		1.24E-02	3.75E+00	5.47E-02	1.53E+02	0.00E+00	1.57E+02	1.53E+02
		1.33E-02	3.48E+00	5.71E-02	1.27E+02	0.00E+00	1.31E+02	1.27E+02
78	L2	1.33E-02	3.48E+00	5.71E-02	1.75E+02	0.00E+00	1.79E+02	1.75E+02
		1.36E-02	3.39E+00	5.79E-02	1.66E+02	0.00E+00	1.69E+02	1.66E+02
		1.39E-02	3.31E+00	5.87E-02	1.57E+02	0.00E+00	1.61E+02	1.57E+02
78	L1	1.39E-02	3.31E+00	5.87E-02	1.81E+02	0.00E+00	1.85E+02	1.81E+02
		1.50E-02	3.03E+00	6.15E-02	1.49E+02	0.00E+00	1.52E+02	1.49E+02
		2.00E-02	2.14E+00	7.17E-02	7.06E+01	0.00E+00	7.28E+01	7.07E+01
		2.44E-02	1.66E+00	7.85E-02	4.18E+01	0.00E+00	4.36E+01	4.19E+01
46	K	2.44E-02	1.66E+00	7.85E-02	4.43E+01	0.00E+00	4.60E+01	4.44E+01
		3.00E-02	1.26E+00	8.54E-02	2.55E+01	0.00E+00	2.68E+01	2.56E+01
		4.00E-02	8.37E-01	9.33E-02	1.17E+01	0.00E+00	1.26E+01	1.18E+01

		5.00E-02	5.93E-01	9.78E-02	6.36E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.05E+00	6.46E+00
		6.00E-02	4.44E-01	1.00E-01	3.85E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.39E+00	3.95E+00
		7.84E-02	2.88E-01	1.02E-01	1.83E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+00	1.94E+00
78	K	7.84E-02	2.88E-01	1.02E-01	8.65E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.04E+00	8.75E+00
		7.96E-02	2.81E-01	1.02E-01	8.18E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.56E+00	8.28E+00
		8.00E-02	2.79E-01	1.02E-01	8.04E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.42E+00	8.14E+00
		1.00E-01	1.92E-01	1.01E-01	4.52E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+00	4.62E+00
		1.50E-01	9.42E-02	9.69E-02	1.54E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.73E+00	1.64E+00
		2.00E-01	5.61E-02	9.14E-02	7.12E-01	0.00E+00	0.00E+00	8.59E-01	8.03E-01
		3.00E-01	2.67E-02	8.18E-02	2.43E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.52E-01	3.25E-01
		4.00E-01	1.56E-02	7.43E-02	1.17E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.07E-01	1.91E-01
		5.00E-01	1.02E-02	6.84E-02	6.77E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.46E-01	1.36E-01
		6.00E-01	7.16E-03	6.36E-02	4.42E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.15E-01	1.08E-01
		8.00E-01	4.10E-03	5.62E-02	2.34E-02	0.00E+00	0.00E+00	8.37E-02	7.96E-02
		1.00E+00	2.65E-03	5.07E-02	1.47E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.81E-02	6.54E-02
		1.02E+00	2.54E-03	5.02E-02	1.41E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.68E-02	6.43E-02
		1.25E+00	1.71E-03	4.54E-02	9.49E-03	3.41E-04	0.00E+00	5.70E-02	5.53E-02
		1.50E+00	1.19E-03	4.14E-02	6.76E-03	1.61E-03	0.00E+00	5.09E-02	4.97E-02
		2.00E+00	6.74E-04	3.53E-02	4.09E-03	4.94E-03	0.00E+00	4.50E-02	4.44E-02
		2.04E+00	6.46E-04	3.49E-02	3.94E-03	5.24E-03	0.00E+00	4.47E-02	4.41E-02
		3.00E+00	3.01E-04	2.78E-02	2.14E-03	1.11E-02	9.73E-06	4.14E-02	4.11E-02
		4.00E+00	1.70E-04	2.32E-02	1.40E-03	1.61E-02	3.96E-05	4.10E-02	4.08E-02
		5.00E+00	1.09E-04	2.01E-02	1.03E-03	2.03E-02	7.89E-05	4.16E-02	4.15E-02
		6.00E+00	7.54E-05	1.77E-02	8.08E-04	2.40E-02	1.21E-04	4.27E-02	4.26E-02
		7.00E+00	5.54E-05	1.59E-02	6.63E-04	2.72E-02	1.63E-04	4.40E-02	4.39E-02
		8.00E+00	4.25E-05	1.45E-02	5.60E-04	3.01E-02	2.03E-04	4.54E-02	4.53E-02
		9.00E+00	3.35E-05	1.33E-02	4.84E-04	3.27E-02	2.42E-04	4.68E-02	4.67E-02
		1.00E+01	2.72E-05	1.24E-02	4.26E-04	3.51E-02	2.78E-04	4.82E-02	4.82E-02

		1.10E+01	2.25E-05	1.15E-02	3.80E-04	3.73E-02	3.13E-04	4.96E-02	4.95E-02
		1.20E+01	1.89E-05	1.08E-02	3.43E-04	3.94E-02	3.45E-04	5.09E-02	5.09E-02
		1.30E+01	1.61E-05	1.02E-02	3.12E-04	4.13E-02	3.76E-04	5.22E-02	5.22E-02
		1.40E+01	1.39E-05	9.64E-03	2.87E-04	4.32E-02	4.05E-04	5.35E-02	5.35E-02
		1.50E+01	1.21E-05	9.15E-03	2.65E-04	4.48E-02	4.33E-04	5.47E-02	5.47E-02
		1.60E+01	1.06E-05	8.72E-03	2.46E-04	4.64E-02	4.59E-04	5.58E-02	5.58E-02
		1.80E+01	8.39E-06	7.97E-03	2.15E-04	4.92E-02	5.07E-04	5.79E-02	5.79E-02
		2.00E+01	6.79E-06	7.35E-03	1.92E-04	5.18E-02	5.51E-04	5.99E-02	5.99E-02
		2.20E+01	5.61E-06	6.82E-03	1.72E-04	5.41E-02	5.91E-04	6.17E-02	6.17E-02
		2.40E+01	4.72E-06	6.38E-03	1.57E-04	5.62E-02	6.27E-04	6.33E-02	6.33E-02
		2.60E+01	4.02E-06	5.99E-03	1.44E-04	5.81E-02	6.61E-04	6.49E-02	6.49E-02
		2.80E+01	3.47E-06	5.65E-03	1.32E-04	5.98E-02	6.92E-04	6.63E-02	6.63E-02
		3.00E+01	3.02E-06	5.35E-03	1.23E-04	6.14E-02	7.21E-04	6.76E-02	6.76E-02
		4.00E+01	1.70E-06	4.25E-03	9.04E-05	6.80E-02	8.40E-04	7.32E-02	7.32E-02
		5.00E+01	1.09E-06	3.55E-03	7.15E-05	7.29E-02	9.29E-04	7.75E-02	7.75E-02
		6.00E+01	7.55E-07	3.06E-03	5.91E-05	7.67E-02	1.00E-03	8.09E-02	8.09E-02
		8.00E+01	4.25E-07	2.41E-03	4.39E-05	8.23E-02	1.11E-03	8.59E-02	8.59E-02
		1.00E+02	2.72E-07	2.00E-03	3.49E-05	8.63E-02	1.18E-03	8.95E-02	8.95E-02
		1.50E+02	1.21E-07	1.42E-03	2.31E-05	9.25E-02	1.31E-03	9.52E-02	9.52E-02
		2.00E+02	6.79E-08	1.12E-03	1.72E-05	9.62E-02	1.38E-03	9.87E-02	9.87E-02
		3.00E+02	3.02E-08	7.92E-04	1.14E-05	1.00E-01	1.47E-03	1.03E-01	1.03E-01
		4.00E+02	1.70E-08	6.20E-04	8.57E-06	1.03E-01	1.53E-03	1.05E-01	1.05E-01
		5.00E+02	1.09E-08	5.13E-04	6.85E-06	1.05E-01	1.57E-03	1.07E-01	1.07E-01
		6.00E+02	7.55E-09	4.40E-04	5.70E-06	1.06E-01	1.59E-03	1.08E-01	1.08E-01
		8.00E+02	4.25E-09	3.43E-04	4.27E-06	1.07E-01	1.63E-03	1.09E-01	1.09E-01
		1.00E+03	2.72E-09	2.82E-04	3.42E-06	1.08E-01	1.66E-03	1.10E-01	1.10E-01
		1.50E+03	1.21E-09	1.97E-04	2.27E-06	1.10E-01	1.69E-03	1.11E-01	1.11E-01
		2.00E+03	6.79E-10	1.53E-04	1.71E-06	1.10E-01	1.71E-03	1.12E-01	1.12E-01

Tablo B.7: 8 Ayar Sarı Altın Alışımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Alışım:		8 Ayar Sarı Altın							
Atom Numarası	Sürekli Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm²/g)	İnKoharent (cm²/g)	Fotoelektrik (cm²/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm²/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm²/g)	Toplam (cm²/g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm²/g)
		1.00E-03	8.53E+00	4.67E-03	7.22E+03	0.00E+00	0.00E+00	7.23E+03	7.22E+03
		1.05E-03	8.50E+00	5.02E-03	6.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.48E+03	6.47E+03
		1.10E-03	8.46E+00	5.39E-03	5.80E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.81E+03	5.80E+03
29	L1	1.10E-03	8.46E+00	5.39E-03	6.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.12E+03	6.11E+03
		1.50E-03	8.16E+00	8.61E-03	3.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.01E+03	3.00E+03
		2.00E-03	7.73E+00	1.26E-02	1.52E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.52E+03	1.52E+03
		2.21E-03	7.55E+00	1.43E-02	1.19E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.20E+03	1.19E+03
79	M5	2.21E-03	7.55E+00	1.43E-02	1.22E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+03	1.22E+03
		2.25E-03	7.51E+00	1.46E-02	1.34E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.35E+03	1.34E+03
		2.29E-03	7.47E+00	1.50E-02	1.54E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+03	1.54E+03
79	M4	2.29E-03	7.47E+00	1.50E-02	1.59E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.60E+03	1.59E+03
		2.51E-03	7.28E+00	1.67E-02	1.40E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.40E+03	1.40E+03
		2.74E-03	7.07E+00	1.85E-02	1.24E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.25E+03	1.24E+03
79	M3	2.74E-03	7.07E+00	1.85E-02	1.35E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+03	1.35E+03
		3.00E-03	6.84E+00	2.05E-02	1.08E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+03	1.08E+03
		3.15E-03	6.71E+00	2.16E-02	9.60E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.67E+02	9.61E+02

79	M2	3.15E-03	6.71E+00	2.16E-02	9.97E+02	0.00E+00	1.00E+03	9.97E+02
		3.25E-03	6.62E+00	2.24E-02	9.24E+02	0.00E+00	9.30E+02	9.24E+02
		3.35E-03	6.53E+00	2.31E-02	8.55E+02	0.00E+00	8.62E+02	8.55E+02
47	L3	3.35E-03	6.53E+00	2.31E-02	1.20E+03	0.00E+00	1.20E+03	1.20E+03
		3.39E-03	6.50E+00	2.34E-02	1.17E+03	0.00E+00	1.17E+03	1.17E+03
		3.42E-03	6.47E+00	2.37E-02	1.14E+03	0.00E+00	1.14E+03	1.14E+03
79	M1	3.42E-03	6.47E+00	2.37E-02	1.16E+03	0.00E+00	1.16E+03	1.16E+03
		3.47E-03	6.43E+00	2.41E-02	1.12E+03	0.00E+00	1.12E+03	1.12E+03
		3.52E-03	6.39E+00	2.44E-02	1.08E+03	0.00E+00	1.09E+03	1.08E+03
47	L2	3.52E-03	6.39E+00	2.44E-02	1.24E+03	0.00E+00	1.25E+03	1.24E+03
		3.66E-03	6.27E+00	2.54E-02	1.13E+03	0.00E+00	1.14E+03	1.13E+03
		3.81E-03	6.15E+00	2.65E-02	1.03E+03	0.00E+00	1.04E+03	1.03E+03
47	L1	3.81E-03	6.15E+00	2.65E-02	1.10E+03	0.00E+00	1.11E+03	1.10E+03
		4.00E-03	6.00E+00	2.78E-02	9.77E+02	0.00E+00	9.83E+02	9.77E+02
		5.00E-03	5.26E+00	3.46E-02	5.56E+02	0.00E+00	5.61E+02	5.56E+02
		6.00E-03	4.64E+00	4.10E-02	3.48E+02	0.00E+00	3.52E+02	3.48E+02
		8.00E-03	3.69E+00	5.23E-02	1.64E+02	0.00E+00	1.67E+02	1.64E+02
		8.98E-03	3.33E+00	5.71E-02	1.20E+02	0.00E+00	1.24E+02	1.20E+02
29	K	8.98E-03	3.33E+00	5.71E-02	1.88E+02	0.00E+00	1.91E+02	1.88E+02
		1.00E-02	3.01E+00	6.18E-02	1.43E+02	0.00E+00	1.46E+02	1.43E+02
		1.19E-02	2.52E+00	6.93E-02	9.00E+01	0.00E+00	9.26E+01	9.01E+01
79	L3	1.19E-02	2.52E+00	6.93E-02	1.27E+02	0.00E+00	1.30E+02	1.27E+02
		1.28E-02	2.34E+00	7.22E-02	1.05E+02	0.00E+00	1.07E+02	1.05E+02
		1.37E-02	2.16E+00	7.52E-02	8.65E+01	0.00E+00	8.87E+01	8.66E+01
79	L2	1.37E-02	2.16E+00	7.52E-02	1.03E+02	0.00E+00	1.05E+02	1.03E+02
		1.40E-02	2.11E+00	7.61E-02	9.69E+01	0.00E+00	9.91E+01	9.70E+01
		1.44E-02	2.06E+00	7.70E-02	9.16E+01	0.00E+00	9.37E+01	9.16E+01
79	L1	1.44E-02	2.06E+00	7.70E-02	9.96E+01	0.00E+00	1.02E+02	9.97E+01

		1.50E-02	1.95E+00	7.88E-02	8.87E+01	0.00E+00	0.00E+00	9.07E+01	8.88E+01
		2.00E-02	1.37E+00	8.99E-02	4.14E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.28E+01	4.14E+01
		2.55E-02	9.87E-01	9.84E-02	2.13E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.24E+01	2.14E+01
47	K	2.55E-02	9.87E-01	9.84E-02	3.91E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.02E+01	3.92E+01
		3.00E-02	7.88E-01	1.03E-01	2.55E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.64E+01	2.56E+01
		4.00E-02	5.18E-01	1.10E-01	1.17E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+01	1.18E+01
		5.00E-02	3.66E-01	1.14E-01	6.32E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.80E+00	6.44E+00
		6.00E-02	2.72E-01	1.15E-01	3.80E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.19E+00	3.91E+00
		8.00E-02	1.69E-01	1.16E-01	1.68E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.97E+00	1.80E+00
		8.07E-02	1.66E-01	1.16E-01	1.64E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.92E+00	1.76E+00
79	K	8.07E-02	1.66E-01	1.16E-01	3.89E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.17E+00	4.01E+00
		8.10E-02	1.66E-01	1.16E-01	3.86E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.14E+00	3.97E+00
		1.00E-01	1.16E-01	1.14E-01	2.19E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E+00	2.30E+00
		1.50E-01	5.64E-02	1.07E-01	7.28E-01	0.00E+00	0.00E+00	8.91E-01	8.35E-01
		2.00E-01	3.34E-02	1.00E-01	3.32E-01	0.00E+00	0.00E+00	4.66E-01	4.32E-01
		3.00E-01	1.57E-02	8.90E-02	1.12E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.16E-01	2.01E-01
		4.00E-01	9.11E-03	8.05E-02	5.31E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.43E-01	1.34E-01
		5.00E-01	5.93E-03	7.39E-02	3.06E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-01	1.04E-01
		6.00E-01	4.17E-03	6.86E-02	1.99E-02	0.00E+00	0.00E+00	9.27E-02	8.85E-02
		8.00E-01	2.38E-03	6.05E-02	1.05E-02	0.00E+00	0.00E+00	7.33E-02	7.10E-02
		1.00E+00	1.53E-03	5.45E-02	6.59E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.26E-02	6.11E-02
		1.02E+00	1.47E-03	5.39E-02	6.30E-03	0.00E+00	0.00E+00	6.17E-02	6.02E-02
		1.25E+00	9.87E-04	4.88E-02	4.25E-03	2.04E-04	0.00E+00	5.42E-02	5.32E-02
		1.50E+00	6.88E-04	4.44E-02	3.03E-03	9.70E-04	0.00E+00	4.91E-02	4.84E-02
		2.00E+00	3.88E-04	3.79E-02	1.84E-03	3.16E-03	0.00E+00	4.33E-02	4.29E-02
		2.04E+00	3.72E-04	3.74E-02	1.77E-03	3.36E-03	0.00E+00	4.29E-02	4.26E-02
		3.00E+00	1.73E-04	2.98E-02	9.65E-04	7.61E-03	1.04E-05	3.86E-02	3.84E-02
		4.00E+00	9.75E-05	2.49E-02	6.34E-04	1.15E-02	4.26E-05	3.71E-02	3.70E-02

	5.00E+00	6.24E-05	2.15E-02	4.66E-04	1.47E-02	8.47E-05	3.69E-02	3.68E-02
	6.00E+00	4.34E-05	1.90E-02	3.66E-04	1.76E-02	1.30E-04	3.71E-02	3.71E-02
	7.00E+00	3.19E-05	1.71E-02	3.00E-04	2.01E-02	1.75E-04	3.77E-02	3.77E-02
	8.00E+00	2.44E-05	1.55E-02	2.54E-04	2.24E-02	2.19E-04	3.84E-02	3.84E-02
	9.00E+00	1.93E-05	1.43E-02	2.20E-04	2.45E-02	2.60E-04	3.93E-02	3.92E-02
	1.00E+01	1.56E-05	1.32E-02	1.94E-04	2.64E-02	3.00E-04	4.01E-02	4.01E-02
	1.10E+01	1.29E-05	1.24E-02	1.73E-04	2.81E-02	3.38E-04	4.10E-02	4.10E-02
	1.20E+01	1.09E-05	1.16E-02	1.56E-04	2.97E-02	3.73E-04	4.18E-02	4.18E-02
	1.30E+01	9.25E-06	1.09E-02	1.42E-04	3.12E-02	4.06E-04	4.27E-02	4.27E-02
	1.40E+01	7.97E-06	1.03E-02	1.30E-04	3.26E-02	4.38E-04	4.35E-02	4.35E-02
	1.50E+01	6.94E-06	9.80E-03	1.21E-04	3.39E-02	4.68E-04	4.43E-02	4.43E-02
	1.60E+01	6.10E-06	9.34E-03	1.12E-04	3.51E-02	4.96E-04	4.50E-02	4.50E-02
	1.80E+01	4.82E-06	8.53E-03	9.82E-05	3.73E-02	5.49E-04	4.65E-02	4.65E-02
	2.00E+01	3.91E-06	7.87E-03	8.73E-05	3.93E-02	5.97E-04	4.78E-02	4.78E-02
	2.20E+01	3.23E-06	7.31E-03	7.86E-05	4.10E-02	6.41E-04	4.91E-02	4.91E-02
	2.40E+01	2.71E-06	6.83E-03	7.15E-05	4.27E-02	6.81E-04	5.02E-02	5.02E-02
	2.60E+01	2.31E-06	6.41E-03	6.55E-05	4.41E-02	7.18E-04	5.13E-02	5.13E-02
	2.80E+01	1.99E-06	6.05E-03	6.04E-05	4.55E-02	7.53E-04	5.23E-02	5.23E-02
	3.00E+01	1.74E-06	5.73E-03	5.61E-05	4.67E-02	7.85E-04	5.33E-02	5.33E-02
	4.00E+01	9.77E-07	4.55E-03	4.13E-05	5.18E-02	9.18E-04	5.73E-02	5.73E-02
	5.00E+01	6.25E-07	3.80E-03	3.27E-05	5.56E-02	1.02E-03	6.05E-02	6.05E-02
	6.00E+01	4.34E-07	3.27E-03	2.70E-05	5.85E-02	1.10E-03	6.29E-02	6.29E-02
	8.00E+01	2.44E-07	2.58E-03	2.01E-05	6.29E-02	1.22E-03	6.67E-02	6.67E-02
	1.00E+02	1.56E-07	2.14E-03	1.60E-05	6.60E-02	1.31E-03	6.94E-02	6.94E-02
	1.50E+02	6.95E-08	1.53E-03	1.06E-05	7.08E-02	1.45E-03	7.38E-02	7.38E-02
	2.00E+02	3.91E-08	1.20E-03	7.89E-06	7.37E-02	1.54E-03	7.65E-02	7.65E-02
	3.00E+02	1.74E-08	8.48E-04	5.24E-06	7.71E-02	1.65E-03	7.96E-02	7.96E-02
	4.00E+02	9.77E-09	6.64E-04	3.92E-06	7.91E-02	1.72E-03	8.14E-02	8.14E-02

		5.00E+02	6.25E-09	5.50E-04	3.13E-06	8.03E-02	1.76E-03	8.26E-02	8.26E-02
		6.00E+02	4.34E-09	4.71E-04	2.61E-06	8.12E-02	1.80E-03	8.35E-02	8.35E-02
		8.00E+02	2.44E-09	3.68E-04	1.96E-06	8.24E-02	1.84E-03	8.47E-02	8.47E-02
		1.00E+03	1.56E-09	3.03E-04	1.56E-06	8.32E-02	1.87E-03	8.54E-02	8.54E-02
		1.50E+03	6.95E-10	2.11E-04	1.04E-06	8.44E-02	1.91E-03	8.65E-02	8.65E-02
		2.00E+03	3.91E-10	1.63E-04	7.81E-07	8.50E-02	1.94E-03	8.71E-02	8.71E-02
		3.00E+03	1.74E-10	1.14E-04	5.20E-07	8.56E-02	1.97E-03	8.77E-02	8.77E-02
		4.00E+03	9.77E-11	8.78E-05	3.90E-07	8.60E-02	1.98E-03	8.81E-02	8.81E-02
		5.00E+03	6.25E-11	7.17E-05	3.12E-07	8.62E-02	1.99E-03	8.83E-02	8.83E-02
		6.00E+03	4.34E-11	6.08E-05	2.60E-07	8.64E-02	2.00E-03	8.85E-02	8.85E-02
		8.00E+03	2.44E-11	4.69E-05	1.95E-07	8.66E-02	2.01E-03	8.86E-02	8.86E-02
		1.00E+04	1.56E-11	3.83E-05	1.56E-07	8.67E-02	2.01E-03	8.88E-02	8.88E-02
		1.50E+04	6.95E-12	2.64E-05	1.04E-07	8.69E-02	2.02E-03	8.89E-02	8.89E-02
		2.00E+04	3.91E-12	2.03E-05	7.80E-08	8.70E-02	2.03E-03	8.90E-02	8.90E-02
		3.00E+04	1.74E-12	1.40E-05	5.20E-08	8.71E-02	2.03E-03	8.91E-02	8.91E-02
		4.00E+04	9.77E-13	1.08E-05	3.90E-08	8.71E-02	2.03E-03	8.92E-02	8.92E-02
		5.00E+04	6.25E-13	8.77E-06	3.12E-08	8.72E-02	2.04E-03	8.92E-02	8.92E-02
		6.00E+04	4.34E-13	7.41E-06	2.60E-08	8.72E-02	2.04E-03	8.92E-02	8.92E-02
		8.00E+04	2.44E-13	5.68E-06	1.95E-08	8.72E-02	2.04E-03	8.93E-02	8.93E-02
		1.00E+05	1.56E-13	4.62E-06	1.56E-08	8.72E-02	2.04E-03	8.93E-02	8.93E-02

Tablo B.8: 14 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Alaşım:	14 Ayar Sarı Altın								
Ağırlık Oranı:	Au: 5.830E-01 Ag: 1.400E-01 Cu: 2.770E-01								
Atom Numarası	Sürekli Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm²/g)	İnkoharent (cm²/g)	Fotoelektrik (cm²/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm²/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm²/g)	Toplam (cm²/g)	Toplam (İnkoharent yok) (cm²/g)
		1.00E-03	9.65E+00	4.24E-03	6.62E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.63E+03	6.62E+03
		1.05E-03	9.61E+00	4.56E-03	5.94E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.95E+03	5.94E+03
		1.10E-03	9.57E+00	4.90E-03	5.34E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.35E+03	5.34E+03
29	L1	1.10E-03	9.57E+00	4.90E-03	5.64E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.65E+03	5.64E+03
		1.50E-03	9.26E+00	7.83E-03	2.82E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.83E+03	2.82E+03
		2.00E-03	8.80E+00	1.15E-02	1.45E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.46E+03	1.45E+03
		2.21E-03	8.60E+00	1.30E-02	1.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.15E+03	1.14E+03
79	M5	2.21E-03	8.60E+00	1.30E-02	1.19E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.20E+03	1.19E+03
		2.25E-03	8.56E+00	1.33E-02	1.44E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.45E+03	1.44E+03
		2.29E-03	8.52E+00	1.36E-02	1.85E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.86E+03	1.85E+03
79	M4	2.29E-03	8.52E+00	1.36E-02	1.92E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.93E+03	1.92E+03
		2.51E-03	8.31E+00	1.52E-02	1.76E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.77E+03	1.76E+03
		2.74E-03	8.09E+00	1.69E-02	1.63E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.64E+03	1.63E+03
79	M3	2.74E-03	8.09E+00	1.69E-02	1.82E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.83E+03	1.82E+03
		3.00E-03	7.84E+00	1.87E-02	1.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+03	1.47E+03
		3.15E-03	7.70E+00	1.97E-02	1.30E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.31E+03	1.30E+03

79	M2	3.15E-03	7.70E+00	1.97E-02	1.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.37E+03	1.37E+03
		3.25E-03	7.61E+00	2.04E-02	1.27E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.27E+03	1.27E+03
		3.35E-03	7.51E+00	2.11E-02	1.17E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.18E+03	1.17E+03
47	L3	3.35E-03	7.51E+00	2.11E-02	1.30E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.31E+03	1.30E+03
		3.39E-03	7.48E+00	2.14E-02	1.26E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.27E+03	1.26E+03
		3.42E-03	7.45E+00	2.16E-02	1.23E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.24E+03	1.23E+03
79	M1	3.42E-03	7.45E+00	2.16E-02	1.27E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.28E+03	1.27E+03
		3.47E-03	7.40E+00	2.20E-02	1.23E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+03	1.23E+03
		3.52E-03	7.36E+00	2.23E-02	1.19E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.19E+03	1.19E+03
47	L2	3.52E-03	7.36E+00	2.23E-02	1.24E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.25E+03	1.24E+03
		3.66E-03	7.23E+00	2.32E-02	1.13E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.14E+03	1.13E+03
		3.81E-03	7.10E+00	2.42E-02	1.03E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.04E+03	1.03E+03
47	L1	3.81E-03	7.10E+00	2.42E-02	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.07E+03	1.06E+03
		4.00E-03	6.93E+00	2.55E-02	9.39E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.46E+02	9.39E+02
		5.00E-03	6.13E+00	3.18E-02	5.38E+02	0.00E+00	0.00E+00	5.44E+02	5.38E+02
		6.00E-03	5.44E+00	3.77E-02	3.39E+02	0.00E+00	0.00E+00	3.44E+02	3.39E+02
		8.00E-03	4.37E+00	4.84E-02	1.61E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.66E+02	1.61E+02
		8.98E-03	3.95E+00	5.30E-02	1.19E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.23E+02	1.19E+02
29	K	8.98E-03	3.95E+00	5.30E-02	1.86E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.90E+02	1.86E+02
		1.00E-02	3.58E+00	5.73E-02	1.42E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.45E+02	1.42E+02
		1.19E-02	3.01E+00	6.45E-02	8.98E+01	0.00E+00	0.00E+00	9.29E+01	8.99E+01
79	L3	1.19E-02	3.01E+00	6.45E-02	1.55E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.58E+02	1.55E+02
		1.28E-02	2.79E+00	6.73E-02	1.28E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.31E+02	1.28E+02
		1.37E-02	2.58E+00	7.01E-02	1.05E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.08E+02	1.05E+02
79	L2	1.37E-02	2.58E+00	7.01E-02	1.33E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+02	1.33E+02
		1.40E-02	2.52E+00	7.10E-02	1.26E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.29E+02	1.26E+02
		1.44E-02	2.45E+00	7.18E-02	1.20E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+02	1.20E+02
79	L1	1.44E-02	2.45E+00	7.18E-02	1.34E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+02	1.34E+02

		1.50E-02	2.33E+00	7.36E-02	1.19E+02	0.00E+00	1.22E+02	1.19E+02
		2.00E-02	1.64E+00	8.45E-02	5.62E+01	0.00E+00	5.79E+01	5.62E+01
		2.55E-02	1.19E+00	9.30E-02	2.92E+01	0.00E+00	3.05E+01	2.93E+01
47	K	2.55E-02	1.19E+00	9.30E-02	3.56E+01	0.00E+00	3.69E+01	3.57E+01
		3.00E-02	9.56E-01	9.80E-02	2.31E+01	0.00E+00	2.42E+01	2.32E+01
		4.00E-02	6.32E-01	1.05E-01	1.06E+01	0.00E+00	1.13E+01	1.07E+01
		5.00E-02	4.47E-01	1.09E-01	5.72E+00	0.00E+00	6.28E+00	5.83E+00
		6.00E-02	3.34E-01	1.11E-01	3.44E+00	0.00E+00	3.89E+00	3.56E+00
		8.00E-02	2.09E-01	1.11E-01	1.54E+00	0.00E+00	1.86E+00	1.65E+00
		8.07E-02	2.05E-01	1.11E-01	1.50E+00	0.00E+00	1.81E+00	1.61E+00
79	K	8.07E-02	2.05E-01	1.11E-01	5.44E+00	0.00E+00	5.76E+00	5.55E+00
		8.10E-02	2.04E-01	1.11E-01	5.40E+00	0.00E+00	5.71E+00	5.51E+00
		1.00E-01	1.43E-01	1.10E-01	3.09E+00	0.00E+00	3.34E+00	3.20E+00
		1.50E-01	7.01E-02	1.04E-01	1.05E+00	0.00E+00	1.22E+00	1.15E+00
		2.00E-01	4.17E-02	9.75E-02	4.83E-01	0.00E+00	6.22E-01	5.80E-01
		3.00E-01	1.97E-02	8.68E-02	1.65E-01	0.00E+00	2.71E-01	2.51E-01
		4.00E-01	1.15E-02	7.86E-02	7.89E-02	0.00E+00	1.69E-01	1.58E-01
		5.00E-01	7.49E-03	7.22E-02	4.57E-02	0.00E+00	1.25E-01	1.18E-01
		6.00E-01	5.27E-03	6.71E-02	2.98E-02	0.00E+00	1.02E-01	9.69E-02
		8.00E-01	3.01E-03	5.92E-02	1.58E-02	0.00E+00	7.79E-02	7.49E-02
		1.00E+00	1.95E-03	5.33E-02	9.91E-03	0.00E+00	6.52E-02	6.32E-02
		1.02E+00	1.87E-03	5.28E-02	9.48E-03	0.00E+00	6.41E-02	6.22E-02
		1.25E+00	1.25E-03	4.77E-02	6.40E-03	0.00E+00	5.56E-02	5.44E-02
		1.50E+00	8.75E-04	4.34E-02	4.56E-03	0.00E+00	5.01E-02	4.92E-02
		2.00E+00	4.95E-04	3.71E-02	2.76E-03	0.00E+00	4.42E-02	4.37E-02
		2.04E+00	4.74E-04	3.66E-02	2.66E-03	0.00E+00	4.38E-02	4.34E-02
		3.00E+00	2.21E-04	2.92E-02	1.45E-03	1.02E-05	3.97E-02	3.95E-02
		4.00E+00	1.24E-04	2.44E-02	9.49E-04	4.17E-05	3.85E-02	3.84E-02

		5.00E+00	7.96E-05	2.11E-02	6.96E-04	1.66E-02	8.29E-05	3.85E-02	3.84E-02
		6.00E+00	5.53E-05	1.86E-02	5.46E-04	1.97E-02	1.27E-04	3.90E-02	3.90E-02
		7.00E+00	4.06E-05	1.67E-02	4.48E-04	2.24E-02	1.71E-04	3.98E-02	3.98E-02
		8.00E+00	3.11E-05	1.52E-02	3.79E-04	2.49E-02	2.14E-04	4.07E-02	4.07E-02
		9.00E+00	2.46E-05	1.40E-02	3.27E-04	2.71E-02	2.55E-04	4.17E-02	4.17E-02
		1.00E+01	1.99E-05	1.30E-02	2.88E-04	2.92E-02	2.93E-04	4.28E-02	4.27E-02
		1.10E+01	1.65E-05	1.21E-02	2.57E-04	3.10E-02	3.30E-04	4.38E-02	4.37E-02
		1.20E+01	1.38E-05	1.14E-02	2.32E-04	3.28E-02	3.64E-04	4.48E-02	4.48E-02
		1.30E+01	1.18E-05	1.07E-02	2.11E-04	3.44E-02	3.97E-04	4.57E-02	4.57E-02
		1.40E+01	1.02E-05	1.01E-02	1.94E-04	3.60E-02	4.28E-04	4.67E-02	4.67E-02
		1.50E+01	8.85E-06	9.60E-03	1.79E-04	3.74E-02	4.57E-04	4.76E-02	4.76E-02
		1.60E+01	7.78E-06	9.15E-03	1.67E-04	3.87E-02	4.85E-04	4.85E-02	4.85E-02
		1.80E+01	6.15E-06	8.36E-03	1.46E-04	4.11E-02	5.36E-04	5.02E-02	5.01E-02
		2.00E+01	4.98E-06	7.71E-03	1.30E-04	4.32E-02	5.83E-04	5.17E-02	5.17E-02
		2.20E+01	4.12E-06	7.16E-03	1.17E-04	4.52E-02	6.25E-04	5.31E-02	5.31E-02
		2.40E+01	3.46E-06	6.69E-03	1.06E-04	4.69E-02	6.64E-04	5.44E-02	5.44E-02
		2.60E+01	2.95E-06	6.28E-03	9.72E-05	4.86E-02	7.01E-04	5.57E-02	5.57E-02
		2.80E+01	2.54E-06	5.93E-03	8.97E-05	5.00E-02	7.34E-04	5.68E-02	5.68E-02
		3.00E+01	2.21E-06	5.61E-03	8.32E-05	5.14E-02	7.65E-04	5.79E-02	5.79E-02
		4.00E+01	1.25E-06	4.46E-03	6.12E-05	5.70E-02	8.94E-04	6.24E-02	6.24E-02
		5.00E+01	7.97E-07	3.72E-03	4.84E-05	6.11E-02	9.91E-04	6.59E-02	6.59E-02
		6.00E+01	5.53E-07	3.21E-03	4.00E-05	6.43E-02	1.07E-03	6.86E-02	6.86E-02
		8.00E+01	3.11E-07	2.53E-03	2.97E-05	6.91E-02	1.18E-03	7.28E-02	7.28E-02
		1.00E+02	1.99E-07	2.10E-03	2.36E-05	7.24E-02	1.27E-03	7.58E-02	7.58E-02
		1.50E+02	8.86E-08	1.50E-03	1.56E-05	7.77E-02	1.41E-03	8.06E-02	8.06E-02
		2.00E+02	4.98E-08	1.17E-03	1.17E-05	8.09E-02	1.49E-03	8.35E-02	8.35E-02
		3.00E+02	2.21E-08	8.31E-04	7.76E-06	8.45E-02	1.60E-03	8.70E-02	8.70E-02
		4.00E+02	1.25E-08	6.51E-04	5.80E-06	8.66E-02	1.66E-03	8.89E-02	8.89E-02

		5.00E+02	7.97E-09	5.39E-04	4.64E-06	8.80E-02	1.70E-03	9.02E-02	9.02E-02
		6.00E+02	5.53E-09	4.61E-04	3.86E-06	8.90E-02	1.73E-03	9.12E-02	9.12E-02
		8.00E+02	3.11E-09	3.60E-04	2.89E-06	9.03E-02	1.78E-03	9.24E-02	9.24E-02
		1.00E+03	1.99E-09	2.96E-04	2.31E-06	9.11E-02	1.80E-03	9.32E-02	9.32E-02
		1.50E+03	8.86E-10	2.07E-04	1.54E-06	9.23E-02	1.85E-03	9.44E-02	9.44E-02
		2.00E+03	4.98E-10	1.60E-04	1.16E-06	9.30E-02	1.87E-03	9.50E-02	9.50E-02
		3.00E+03	2.21E-10	1.11E-04	7.70E-07	9.37E-02	1.90E-03	9.57E-02	9.57E-02
		4.00E+03	1.25E-10	8.60E-05	5.77E-07	9.41E-02	1.91E-03	9.61E-02	9.61E-02
		5.00E+03	7.97E-11	7.03E-05	4.62E-07	9.44E-02	1.92E-03	9.64E-02	9.64E-02
		6.00E+03	5.53E-11	5.96E-05	3.85E-07	9.45E-02	1.93E-03	9.65E-02	9.65E-02
		8.00E+03	3.11E-11	4.59E-05	2.88E-07	9.47E-02	1.93E-03	9.67E-02	9.67E-02
		1.00E+04	1.99E-11	3.75E-05	2.31E-07	9.49E-02	1.94E-03	9.69E-02	9.69E-02
		1.50E+04	8.86E-12	2.59E-05	1.54E-07	9.51E-02	1.95E-03	9.71E-02	9.71E-02
		2.00E+04	4.98E-12	1.99E-05	1.15E-07	9.52E-02	1.95E-03	9.72E-02	9.72E-02
		3.00E+04	2.21E-12	1.37E-05	7.69E-08	9.53E-02	1.96E-03	9.73E-02	9.73E-02
		4.00E+04	1.25E-12	1.05E-05	5.77E-08	9.54E-02	1.96E-03	9.73E-02	9.73E-02
		5.00E+04	7.97E-13	8.59E-06	4.62E-08	9.54E-02	1.96E-03	9.74E-02	9.74E-02
		6.00E+04	5.53E-13	7.26E-06	3.85E-08	9.54E-02	1.96E-03	9.74E-02	9.74E-02
		8.00E+04	3.11E-13	5.57E-06	2.88E-08	9.54E-02	1.96E-03	9.74E-02	9.74E-02
		1.00E+05	1.99E-13	4.53E-06	2.31E-08	9.55E-02	1.96E-03	9.74E-02	9.74E-02

Tablo B.9: 18 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

Alaşım:	18 Ayar Sarı Altın								
Ağırlık Oranı:	Au: 7.500E-01 Ag: 1.700E-01 Cu: 8.000E-02								
Atom Numarası	Sürekli Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm²/g)	İn Koharent (cm²/g)	Fotoelektrik (cm²/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm²/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm²/g)	Toplam (cm²/g)	Toplam (İn koharent yok) (cm²/g)
		1.00E-03	1.09E+01	3.77E-03	5.52E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.53E+03	5.52E+03
		1.05E-03	1.09E+01	4.05E-03	5.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	5.01E+03	5.00E+03
		1.10E-03	1.09E+01	4.35E-03	4.53E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.54E+03	4.53E+03
29	L1	1.10E-03	1.09E+01	4.35E-03	4.62E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.63E+03	4.62E+03
		1.50E-03	1.05E+01	6.98E-03	2.38E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.39E+03	2.38E+03
		2.00E-03	1.00E+01	1.03E-02	1.25E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.26E+03	1.25E+03
		2.21E-03	9.78E+00	1.16E-02	1.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.01E+03	1.00E+03
79	M5	2.21E-03	9.78E+00	1.16E-02	1.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.07E+03	1.06E+03
		2.25E-03	9.74E+00	1.19E-02	1.41E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.42E+03	1.41E+03
		2.29E-03	9.69E+00	1.22E-02	1.95E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.96E+03	1.95E+03
79	M4	2.29E-03	9.69E+00	1.22E-02	2.05E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.06E+03	2.05E+03
		2.51E-03	9.46E+00	1.36E-02	1.93E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.94E+03	1.93E+03
		2.74E-03	9.21E+00	1.51E-02	1.83E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.84E+03	1.83E+03
79	M3	2.74E-03	9.21E+00	1.51E-02	2.08E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.09E+03	2.08E+03
		3.00E-03	8.94E+00	1.67E-02	1.68E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.68E+03	1.68E+03
		3.15E-03	8.78E+00	1.76E-02	1.49E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+03	1.49E+03

79	M2	3.15E-03	8.78E+00	1.76E-02	1.57E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.58E+03	1.57E+03
		3.25E-03	8.68E+00	1.82E-02	1.46E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+03	1.46E+03
		3.35E-03	8.57E+00	1.89E-02	1.35E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+03	1.35E+03
47	L3	3.35E-03	8.57E+00	1.89E-02	1.50E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.51E+03	1.50E+03
		3.39E-03	8.53E+00	1.91E-02	1.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+03	1.47E+03
		3.42E-03	8.50E+00	1.93E-02	1.43E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.44E+03	1.43E+03
79	M1	3.42E-03	8.50E+00	1.93E-02	1.48E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.49E+03	1.48E+03
		3.47E-03	8.45E+00	1.96E-02	1.43E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.44E+03	1.43E+03
		3.52E-03	8.40E+00	1.99E-02	1.38E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.39E+03	1.38E+03
47	L2	3.52E-03	8.40E+00	1.99E-02	1.45E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.46E+03	1.45E+03
		3.66E-03	8.26E+00	2.07E-02	1.32E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+03	1.32E+03
		3.81E-03	8.11E+00	2.16E-02	1.21E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.21E+03	1.21E+03
47	L1	3.81E-03	8.11E+00	2.16E-02	1.24E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.25E+03	1.24E+03
		4.00E-03	7.93E+00	2.27E-02	1.10E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.11E+03	1.10E+03
		5.00E-03	7.04E+00	2.84E-02	6.33E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.40E+02	6.33E+02
		6.00E-03	6.27E+00	3.38E-02	4.00E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.07E+02	4.00E+02
		8.00E-03	5.07E+00	4.36E-02	1.91E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.96E+02	1.91E+02
		8.98E-03	4.60E+00	4.77E-02	1.42E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.46E+02	1.42E+02
29	K	8.98E-03	4.60E+00	4.77E-02	1.61E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.65E+02	1.61E+02
		1.00E-02	4.18E+00	5.18E-02	1.22E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.26E+02	1.22E+02
		1.19E-02	3.52E+00	5.84E-02	7.70E+01	0.00E+00	0.00E+00	8.05E+01	7.70E+01
79	L3	1.19E-02	3.52E+00	5.84E-02	1.60E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.64E+02	1.60E+02
		1.28E-02	3.27E+00	6.10E-02	1.32E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+02	1.32E+02
		1.37E-02	3.03E+00	6.36E-02	1.09E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.12E+02	1.09E+02
79	L2	1.37E-02	3.03E+00	6.36E-02	1.45E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+02	1.45E+02
		1.40E-02	2.95E+00	6.44E-02	1.38E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.41E+02	1.38E+02
		1.44E-02	2.88E+00	6.52E-02	1.31E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+02	1.31E+02
79	L1	1.44E-02	2.88E+00	6.52E-02	1.49E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.52E+02	1.49E+02

		1.50E-02	2.74E+00	6.68E-02	1.33E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+02	1.33E+02
		2.00E-02	1.93E+00	7.74E-02	6.29E+01	0.00E+00	0.00E+00	6.49E+01	6.30E+01
		2.55E-02	1.41E+00	8.58E-02	3.29E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.44E+01	3.30E+01
47	K	2.55E-02	1.41E+00	8.58E-02	4.07E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.22E+01	4.08E+01
		3.00E-02	1.13E+00	9.10E-02	2.65E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.77E+01	2.66E+01
		4.00E-02	7.50E-01	9.87E-02	1.22E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.30E+01	1.23E+01
		5.00E-02	5.31E-01	1.03E-01	6.62E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.26E+00	6.73E+00
		6.00E-02	3.97E-01	1.05E-01	4.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E+00	4.11E+00
		8.00E-02	2.49E-01	1.06E-01	1.80E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+00	1.90E+00
		8.07E-02	2.45E-01	1.06E-01	1.75E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.10E+00	1.86E+00
79	K	8.07E-02	2.45E-01	1.06E-01	6.83E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.18E+00	6.93E+00
		8.10E-02	2.44E-01	1.06E-01	6.77E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.12E+00	6.87E+00
		1.00E-01	1.71E-01	1.05E-01	3.88E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.16E+00	3.98E+00
		1.50E-01	8.39E-02	1.00E-01	1.32E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.50E+00	1.42E+00
		2.00E-01	5.00E-02	9.44E-02	6.10E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.54E-01	7.04E-01
		3.00E-01	2.37E-02	8.42E-02	2.08E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.16E-01	2.93E-01
		4.00E-01	1.38E-02	7.64E-02	1.00E-01	0.00E+00	0.00E+00	1.90E-01	1.76E-01
		5.00E-01	9.02E-03	7.03E-02	5.80E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.37E-01	1.28E-01
		6.00E-01	6.35E-03	6.53E-02	3.78E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.10E-01	1.03E-01
		8.00E-01	3.63E-03	5.77E-02	2.00E-02	0.00E+00	0.00E+00	8.13E-02	7.77E-02
		1.00E+00	2.35E-03	5.20E-02	1.26E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.69E-02	6.46E-02
		1.02E+00	2.25E-03	5.15E-02	1.20E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.58E-02	6.35E-02
		1.25E+00	1.51E-03	4.66E-02	8.12E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.65E-02	5.50E-02
		1.50E+00	1.06E-03	4.24E-02	5.79E-03	0.00E+00	0.00E+00	5.07E-02	4.96E-02
		2.00E+00	5.97E-04	3.62E-02	3.50E-03	0.00E+00	0.00E+00	4.48E-02	4.42E-02
		2.04E+00	5.72E-04	3.58E-02	3.38E-03	0.00E+00	0.00E+00	4.44E-02	4.39E-02
		3.00E+00	2.66E-04	2.85E-02	1.83E-03	0.00E+00	9.97E-06	4.08E-02	4.05E-02
		4.00E+00	1.50E-04	2.38E-02	1.20E-03	0.00E+00	4.07E-05	4.00E-02	3.99E-02

		5.00E+00	9.61E-05	2.06E-02	8.83E-04	1.88E-02	8.09E-05	4.04E-02	4.03E-02
		6.00E+00	6.68E-05	1.82E-02	6.93E-04	2.22E-02	1.24E-04	4.13E-02	4.12E-02
		7.00E+00	4.91E-05	1.63E-02	5.68E-04	2.52E-02	1.67E-04	4.24E-02	4.23E-02
		8.00E+00	3.76E-05	1.49E-02	4.80E-04	2.79E-02	2.08E-04	4.35E-02	4.35E-02
		9.00E+00	2.97E-05	1.37E-02	4.15E-04	3.04E-02	2.48E-04	4.48E-02	4.47E-02
		1.00E+01	2.41E-05	1.27E-02	3.65E-04	3.27E-02	2.86E-04	4.60E-02	4.60E-02
		1.10E+01	1.99E-05	1.18E-02	3.26E-04	3.48E-02	3.21E-04	4.72E-02	4.72E-02
		1.20E+01	1.67E-05	1.11E-02	2.94E-04	3.67E-02	3.55E-04	4.85E-02	4.85E-02
		1.30E+01	1.42E-05	1.04E-02	2.68E-04	3.85E-02	3.86E-04	4.96E-02	4.96E-02
		1.40E+01	1.23E-05	9.88E-03	2.46E-04	4.02E-02	4.16E-04	5.08E-02	5.08E-02
		1.50E+01	1.07E-05	9.38E-03	2.27E-04	4.18E-02	4.45E-04	5.19E-02	5.18E-02
		1.60E+01	9.40E-06	8.93E-03	2.11E-04	4.33E-02	4.71E-04	5.29E-02	5.29E-02
		1.80E+01	7.43E-06	8.16E-03	1.85E-04	4.59E-02	5.21E-04	5.48E-02	5.48E-02
		2.00E+01	6.02E-06	7.53E-03	1.64E-04	4.83E-02	5.66E-04	5.66E-02	5.66E-02
		2.20E+01	4.97E-06	6.99E-03	1.48E-04	5.05E-02	6.08E-04	5.82E-02	5.82E-02
		2.40E+01	4.18E-06	6.53E-03	1.34E-04	5.24E-02	6.45E-04	5.97E-02	5.97E-02
		2.60E+01	3.56E-06	6.13E-03	1.23E-04	5.42E-02	6.80E-04	6.12E-02	6.12E-02
		2.80E+01	3.07E-06	5.79E-03	1.14E-04	5.59E-02	7.13E-04	6.25E-02	6.25E-02
		3.00E+01	2.67E-06	5.48E-03	1.05E-04	5.74E-02	7.43E-04	6.37E-02	6.37E-02
		4.00E+01	1.50E-06	4.36E-03	7.75E-05	6.36E-02	8.66E-04	6.89E-02	6.89E-02
		5.00E+01	9.63E-07	3.63E-03	6.13E-05	6.82E-02	9.59E-04	7.28E-02	7.28E-02
		6.00E+01	6.68E-07	3.13E-03	5.07E-05	7.17E-02	1.03E-03	7.59E-02	7.59E-02
		8.00E+01	3.76E-07	2.47E-03	3.76E-05	7.70E-02	1.14E-03	8.06E-02	8.06E-02
		1.00E+02	2.41E-07	2.05E-03	2.99E-05	8.07E-02	1.22E-03	8.40E-02	8.40E-02
		1.50E+02	1.07E-07	1.46E-03	1.98E-05	8.65E-02	1.35E-03	8.94E-02	8.94E-02
		2.00E+02	6.02E-08	1.14E-03	1.48E-05	9.00E-02	1.43E-03	9.26E-02	9.26E-02
		3.00E+02	2.67E-08	8.12E-04	9.82E-06	9.40E-02	1.53E-03	9.64E-02	9.64E-02
		4.00E+02	1.50E-08	6.36E-04	7.35E-06	9.63E-02	1.59E-03	9.86E-02	9.86E-02

	5.00E+02	9.63E-09	5.26E-04	5.87E-06	9.78E-02	1.63E-03	1.00E-01	1.00E-01
	6.00E+02	6.68E-09	4.50E-04	4.89E-06	9.89E-02	1.66E-03	1.01E-01	1.01E-01
	8.00E+02	3.76E-09	3.52E-04	3.66E-06	1.00E-01	1.70E-03	1.02E-01	1.02E-01
	1.00E+03	2.41E-09	2.89E-04	2.93E-06	1.01E-01	1.72E-03	1.03E-01	1.03E-01
	1.50E+03	1.07E-09	2.02E-04	1.95E-06	1.03E-01	1.76E-03	1.05E-01	1.05E-01
	2.00E+03	6.02E-10	1.56E-04	1.46E-06	1.03E-01	1.79E-03	1.05E-01	1.05E-01
	3.00E+03	2.67E-10	1.09E-04	9.74E-07	1.04E-01	1.81E-03	1.06E-01	1.06E-01
	4.00E+03	1.50E-10	8.40E-05	7.31E-07	1.05E-01	1.82E-03	1.06E-01	1.06E-01
	5.00E+03	9.63E-11	6.86E-05	5.84E-07	1.05E-01	1.83E-03	1.07E-01	1.07E-01
	6.00E+03	6.68E-11	5.82E-05	4.87E-07	1.05E-01	1.84E-03	1.07E-01	1.07E-01
	8.00E+03	3.76E-11	4.48E-05	3.65E-07	1.05E-01	1.85E-03	1.07E-01	1.07E-01
	1.00E+04	2.41E-11	3.66E-05	2.92E-07	1.05E-01	1.85E-03	1.07E-01	1.07E-01
	1.50E+04	1.07E-11	2.53E-05	1.95E-07	1.06E-01	1.86E-03	1.08E-01	1.08E-01
	2.00E+04	6.02E-12	1.95E-05	1.46E-07	1.06E-01	1.86E-03	1.08E-01	1.08E-01
	3.00E+04	2.67E-12	1.34E-05	9.73E-08	1.06E-01	1.87E-03	1.08E-01	1.08E-01
	4.00E+04	1.50E-12	1.03E-05	7.30E-08	1.06E-01	1.87E-03	1.08E-01	1.08E-01
	5.00E+04	9.63E-13	8.39E-06	5.84E-08	1.06E-01	1.87E-03	1.08E-01	1.08E-01
	6.00E+04	6.68E-13	7.09E-06	4.87E-08	1.06E-01	1.87E-03	1.08E-01	1.08E-01
	8.00E+04	3.76E-13	5.44E-06	3.65E-08	1.06E-01	1.87E-03	1.08E-01	1.08E-01
	1.00E+05	2.41E-13	4.42E-06	2.92E-08	1.06E-01	1.87E-03	1.08E-01	1.08E-01

Tablo B.10: 22 Ayar Sarı Altın Alaşımının Foton Enerjilerine Göre Tesir Kesitleri ve Toplam Zayıflatma Katsayıları (WinXCom, 2000)

22 Ayar Sarı Altın									
Au: 9.160E-01									
Ag: 8.400E-02									
Atom Numarası	Süreksizlik Tabakaları	Enerji (MeV)	Koharent (cm2/g)	İnKoharent (cm2/g)	Fotoelektrik (cm2/g)	Çift Oluşumu (Nükleer) (cm2/g)	Çift Oluşumu (Elektron) (cm2/g)	Toplam (cm2/g)	Toplam (İnKoharent yok) (cm2/g)
		1.00E-03	1.19E+01	3.41E-03	4.84E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.85E+03	4.84E+03
		1.50E-03	1.14E+01	6.33E-03	2.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03	2.14E+03
		2.00E-03	1.09E+01	9.33E-03	1.15E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.16E+03	1.15E+03
		2.21E-03	1.07E+01	1.06E-02	9.23E+02	0.00E+00	0.00E+00	9.34E+02	9.23E+02
79	M5	2.21E-03	1.07E+01	1.06E-02	9.92E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.00E+03	9.92E+02
		2.25E-03	1.06E+01	1.08E-02	1.44E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.45E+03	1.44E+03
		2.29E-03	1.06E+01	1.11E-02	2.11E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.12E+03	2.11E+03
79	M4	2.29E-03	1.06E+01	1.11E-02	2.23E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.24E+03	2.23E+03
		2.51E-03	1.03E+01	1.23E-02	2.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.15E+03	2.14E+03
		2.74E-03	1.01E+01	1.37E-02	2.06E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.07E+03	2.06E+03
79	M3	2.74E-03	1.01E+01	1.37E-02	2.37E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.38E+03	2.37E+03
		3.00E-03	9.78E+00	1.52E-02	1.91E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.92E+03	1.91E+03
		3.15E-03	9.61E+00	1.60E-02	1.70E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.71E+03	1.70E+03
79	M2	3.15E-03	9.61E+00	1.60E-02	1.80E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.81E+03	1.80E+03
		3.25E-03	9.50E+00	1.66E-02	1.67E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.68E+03	1.67E+03
		3.35E-03	9.38E+00	1.72E-02	1.55E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.56E+03	1.55E+03
47	L3	3.35E-03	9.38E+00	1.72E-02	1.63E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.63E+03	1.63E+03

		3.39E-03	9.35E+00	1.74E-02	1.58E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.59E+03	1.58E+03
		3.42E-03	9.30E+00	1.76E-02	1.54E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+03	1.54E+03
79	M1	3.42E-03	9.30E+00	1.76E-02	1.61E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.61E+03	1.61E+03
		3.47E-03	9.25E+00	1.78E-02	1.55E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.56E+03	1.55E+03
		3.52E-03	9.20E+00	1.81E-02	1.50E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.51E+03	1.50E+03
47	L2	3.52E-03	9.20E+00	1.81E-02	1.54E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.54E+03	1.54E+03
		3.66E-03	9.05E+00	1.89E-02	1.40E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.41E+03	1.40E+03
		3.81E-03	8.90E+00	1.96E-02	1.28E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.29E+03	1.28E+03
47	L1	3.81E-03	8.90E+00	1.96E-02	1.29E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.30E+03	1.29E+03
		4.00E-03	8.69E+00	2.07E-02	1.15E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.16E+03	1.15E+03
		5.00E-03	7.74E+00	2.59E-02	6.64E+02	0.00E+00	0.00E+00	6.72E+02	6.64E+02
		6.00E-03	6.92E+00	3.09E-02	4.21E+02	0.00E+00	0.00E+00	4.28E+02	4.21E+02
		8.00E-03	5.62E+00	4.01E-02	2.02E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.08E+02	2.02E+02
		1.00E-02	4.65E+00	4.78E-02	1.14E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.18E+02	1.14E+02
		1.19E-02	3.92E+00	5.40E-02	7.17E+01	0.00E+00	0.00E+00	7.57E+01	7.18E+01
79	L3	1.19E-02	3.92E+00	5.40E-02	1.74E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.78E+02	1.74E+02
		1.28E-02	3.64E+00	5.65E-02	1.43E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.47E+02	1.43E+02
		1.37E-02	3.37E+00	5.89E-02	1.18E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+02	1.18E+02
79	L2	1.37E-02	3.37E+00	5.89E-02	1.62E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.66E+02	1.62E+02
		1.40E-02	3.29E+00	5.97E-02	1.54E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.57E+02	1.54E+02
		1.44E-02	3.21E+00	6.05E-02	1.46E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.49E+02	1.46E+02
79	L1	1.44E-02	3.21E+00	6.05E-02	1.68E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.71E+02	1.68E+02
		1.50E-02	3.05E+00	6.21E-02	1.50E+02	0.00E+00	0.00E+00	1.53E+02	1.50E+02
		2.00E-02	2.15E+00	7.24E-02	7.15E+01	0.00E+00	0.00E+00	7.37E+01	7.16E+01
		2.55E-02	1.57E+00	8.08E-02	3.75E+01	0.00E+00	0.00E+00	3.91E+01	3.76E+01
47	K	2.55E-02	1.57E+00	8.08E-02	4.13E+01	0.00E+00	0.00E+00	4.30E+01	4.14E+01
		3.00E-02	1.27E+00	8.61E-02	2.69E+01	0.00E+00	0.00E+00	2.83E+01	2.70E+01
		4.00E-02	8.42E-01	9.40E-02	1.24E+01	0.00E+00	0.00E+00	1.33E+01	1.25E+01

		5.00E-02	5.97E-01	9.85E-02	6.75E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.44E+00	6.84E+00
		6.00E-02	4.47E-01	1.01E-01	4.09E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.63E+00	4.19E+00
		8.00E-02	2.80E-01	1.03E-01	1.84E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.22E+00	1.94E+00
		8.07E-02	2.76E-01	1.03E-01	1.80E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.17E+00	1.90E+00
79	K	8.07E-02	2.76E-01	1.03E-01	7.99E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.37E+00	8.10E+00
		8.10E-02	2.75E-01	1.03E-01	7.92E+00	0.00E+00	0.00E+00	8.30E+00	8.03E+00
		1.00E-01	1.93E-01	1.02E-01	4.55E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.85E+00	4.66E+00
		1.50E-01	9.49E-02	9.75E-02	1.56E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.75E+00	1.65E+00
		2.00E-01	5.65E-02	9.20E-02	7.21E-01	0.00E+00	0.00E+00	8.69E-01	8.13E-01
		3.00E-01	2.69E-02	8.23E-02	2.47E-01	0.00E+00	0.00E+00	3.56E-01	3.29E-01
		4.00E-01	1.57E-02	7.48E-02	1.19E-01	0.00E+00	0.00E+00	2.09E-01	1.93E-01
		5.00E-01	1.03E-02	6.89E-02	6.88E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.48E-01	1.38E-01
		6.00E-01	7.22E-03	6.40E-02	4.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	1.16E-01	1.09E-01
		8.00E-01	4.13E-03	5.66E-02	2.38E-02	0.00E+00	0.00E+00	8.45E-02	8.04E-02
		1.00E+00	2.67E-03	5.10E-02	1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.87E-02	6.60E-02
		1.02E+00	2.56E-03	5.05E-02	1.43E-02	0.00E+00	0.00E+00	6.74E-02	6.48E-02
		1.25E+00	1.72E-03	4.57E-02	9.66E-03	3.43E-04	0.00E+00	5.74E-02	5.57E-02
		1.50E+00	1.20E-03	4.16E-02	6.89E-03	1.62E-03	0.00E+00	5.13E-02	5.01E-02
		2.00E+00	6.80E-04	3.56E-02	4.17E-03	4.97E-03	0.00E+00	4.54E-02	4.47E-02
		2.04E+00	6.51E-04	3.51E-02	4.02E-03	5.27E-03	0.00E+00	4.51E-02	4.44E-02
		3.00E+00	3.04E-04	2.80E-02	2.18E-03	1.11E-02	9.79E-06	4.16E-02	4.13E-02
		4.00E+00	1.71E-04	2.34E-02	1.43E-03	1.62E-02	3.99E-05	4.12E-02	4.10E-02
		5.00E+00	1.10E-04	2.02E-02	1.05E-03	2.04E-02	7.94E-05	4.18E-02	4.17E-02
		6.00E+00	7.61E-05	1.79E-02	8.23E-04	2.40E-02	1.22E-04	4.29E-02	4.28E-02
		7.00E+00	5.59E-05	1.60E-02	6.74E-04	2.73E-02	1.64E-04	4.42E-02	4.41E-02
		8.00E+00	4.28E-05	1.46E-02	5.70E-04	3.01E-02	2.04E-04	4.56E-02	4.55E-02
		9.00E+00	3.38E-05	1.34E-02	4.93E-04	3.28E-02	2.43E-04	4.70E-02	4.69E-02
		1.00E+01	2.74E-05	1.24E-02	4.33E-04	3.52E-02	2.80E-04	4.84E-02	4.84E-02

	1.10E+01	2.27E-05	1.16E-02	3.87E-04	3.74E-02	3.15E-04	4.97E-02	4.97E-02
	1.20E+01	1.90E-05	1.09E-02	3.49E-04	3.95E-02	3.48E-04	5.11E-02	5.11E-02
	1.30E+01	1.62E-05	1.03E-02	3.18E-04	4.15E-02	3.79E-04	5.24E-02	5.24E-02
	1.40E+01	1.40E-05	9.70E-03	2.92E-04	4.33E-02	4.08E-04	5.37E-02	5.37E-02
	1.50E+01	1.22E-05	9.21E-03	2.69E-04	4.49E-02	4.35E-04	5.49E-02	5.49E-02
	1.60E+01	1.07E-05	8.77E-03	2.50E-04	4.65E-02	4.62E-04	5.60E-02	5.60E-02
	1.80E+01	8.47E-06	8.02E-03	2.19E-04	4.94E-02	5.10E-04	5.81E-02	5.81E-02
	2.00E+01	6.86E-06	7.39E-03	1.95E-04	5.19E-02	5.54E-04	6.01E-02	6.01E-02
	2.20E+01	5.67E-06	6.87E-03	1.75E-04	5.42E-02	5.94E-04	6.19E-02	6.19E-02
	2.40E+01	4.76E-06	6.42E-03	1.59E-04	5.63E-02	6.31E-04	6.35E-02	6.35E-02
	2.60E+01	4.06E-06	6.02E-03	1.46E-04	5.83E-02	6.65E-04	6.51E-02	6.51E-02
	2.80E+01	3.50E-06	5.68E-03	1.35E-04	6.00E-02	6.97E-04	6.65E-02	6.65E-02
	3.00E+01	3.05E-06	5.38E-03	1.25E-04	6.16E-02	7.26E-04	6.79E-02	6.79E-02
	4.00E+01	1.71E-06	4.28E-03	9.20E-05	6.83E-02	8.45E-04	7.35E-02	7.35E-02
	5.00E+01	1.10E-06	3.57E-03	7.27E-05	7.32E-02	9.36E-04	7.77E-02	7.77E-02
	6.00E+01	7.62E-07	3.08E-03	6.01E-05	7.70E-02	1.01E-03	8.11E-02	8.11E-02
	8.00E+01	4.29E-07	2.43E-03	4.46E-05	8.26E-02	1.11E-03	8.62E-02	8.62E-02
	1.00E+02	2.74E-07	2.01E-03	3.55E-05	8.65E-02	1.19E-03	8.98E-02	8.98E-02
	1.50E+02	1.22E-07	1.43E-03	2.35E-05	9.28E-02	1.31E-03	9.55E-02	9.55E-02
	2.00E+02	6.86E-08	1.12E-03	1.75E-05	9.65E-02	1.39E-03	9.90E-02	9.90E-02
	3.00E+02	3.05E-08	7.97E-04	1.16E-05	1.01E-01	1.48E-03	1.03E-01	1.03E-01
	4.00E+02	1.71E-08	6.24E-04	8.71E-06	1.03E-01	1.54E-03	1.05E-01	1.05E-01
	5.00E+02	1.10E-08	5.17E-04	6.96E-06	1.05E-01	1.58E-03	1.07E-01	1.07E-01
	6.00E+02	7.62E-09	4.42E-04	5.79E-06	1.06E-01	1.60E-03	1.08E-01	1.08E-01
	8.00E+02	4.29E-09	3.46E-04	4.34E-06	1.08E-01	1.64E-03	1.10E-01	1.10E-01
	1.00E+03	2.74E-09	2.84E-04	3.47E-06	1.09E-01	1.67E-03	1.10E-01	1.10E-01
	1.50E+03	1.22E-09	1.98E-04	2.31E-06	1.10E-01	1.70E-03	1.12E-01	1.12E-01
	2.00E+03	6.86E-10	1.54E-04	1.73E-06	1.11E-01	1.72E-03	1.13E-01	1.13E-01

		3.00E+03	3.05E-10	1.07E-04	1.15E-06	1.12E-01	1.75E-03	1.13E-01	1.13E-01
		4.00E+03	1.71E-10	8.24E-05	8.66E-07	1.12E-01	1.76E-03	1.14E-01	1.14E-01
		5.00E+03	1.10E-10	6.74E-05	6.93E-07	1.12E-01	1.77E-03	1.14E-01	1.14E-01
		6.00E+03	7.62E-11	5.72E-05	5.77E-07	1.12E-01	1.77E-03	1.14E-01	1.14E-01
		8.00E+03	4.29E-11	4.40E-05	4.33E-07	1.13E-01	1.78E-03	1.15E-01	1.15E-01
		1.00E+04	2.74E-11	3.60E-05	3.46E-07	1.13E-01	1.79E-03	1.15E-01	1.15E-01
		1.50E+04	1.22E-11	2.49E-05	2.31E-07	1.13E-01	1.79E-03	1.15E-01	1.15E-01
		2.00E+04	6.86E-12	1.91E-05	1.73E-07	1.13E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01
		3.00E+04	3.05E-12	1.32E-05	1.15E-07	1.13E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01
		4.00E+04	1.71E-12	1.01E-05	8.66E-08	1.13E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01
		5.00E+04	1.10E-12	8.24E-06	6.93E-08	1.13E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01
		6.00E+04	7.62E-13	6.96E-06	5.77E-08	1.14E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01
		8.00E+04	4.29E-13	5.34E-06	4.33E-08	1.14E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01
		1.00E+05	2.74E-13	4.35E-06	3.46E-08	1.14E-01	1.80E-03	1.15E-01	1.15E-01

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Ankara’da doğdu. Lisans eğitimini İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde tamamladı. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Nükleer Enerji Enstitüsü’nde yüksek lisansa başladı ve Şubat-1999’da mezun oldu. Aynı yıl doktora öğrenimine başladı. Şubat 2001-Kasım 2002 tarihleri arasında aynı enstitüde araştırma görevlisi olarak çalıştı. Halen bir ilköğretim okulunda müdür yardımcısı olarak görev yapmakta olup, İngilizce bilmektedir.

