

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

WDXRF SPEKTROSKOPİSİ TEKNİĞİYLE NORMAL, PREEKLEMSİ VE ÖLÜ DOĞUMLARDAN ALINAN PLASENTA NUMUNELERİNİN ELEMENTAL ANALİZLERİ**Aytaç LEVET**Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yüksel ÖZDEMİR

Erzurum Atatürk üniversitesi Aziziye Araştırma Hastanesi Kadın Doğum Bölümü ile yapmış olduğumuz bu ortak çalışmada gebelik sonrası anneden alınan nitelikli plasenta numunelerinin element konsantrasyonlarına, dalgaboyu ayrımlı X-ışını floresans (WDXRF) tekniği kullanılarak bakılmıştır. Bu çalışmada 60'ı normal doğum, 7'si preeklemsi ve 12'si ölü doğum olmak üzere toplam 79 anneden plasenta numuneleri alınmıştır. Bu numuneler anne yaşı 20–25, 25–30, 30–35, 35–40 ve bebek ağırlığı 1–2, 2–3, 3–4 kg olacak şekilde her biri ayrı guruplar halinde incelenmiştir. Ayrıca normal doğumlardan, preeklemsi ve ölü doğumlardan alınan plasentalardan da ayrı guruplar oluşturulmuştur. Elde edilen veriler SPSS 13.0 programında istatistiksel olarak karşılaştırıp aralarında herhangi bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Mg elementinin konsantrasyonu, bebek ağırlığı ve anne yaşının artmasıyla azalmıştır. Fe ve Cu konsantrasyonları bebek ağırlığının artmasıyla artarken, Fe ve Zn konsantrasyonları anne yaşının artmasıyla artmış olduğu görülmüştür. Normal plasentaya göre preeklemsi plasentada Fe konsantrasyonu azalmıştır. Preeklemsi ve ölü doğum plasenta numunesinde Zn ve Cu konsantrasyonları normal plasentaya göre azalmış oldukları görülmüştür.

2007, 120 sayfa**Anahtar Kelimeler:** WDXRF, Plasenta, Elemental analiz, Ölü fetüs, Preeklemsi fetüs

ABSTRACT

Master Thesis

**ELEMENTAL ANALYSES OF PLACENTA SAMPLES TAKEN FROM
NORMAL, PRE-ECLAMPSIA AND DEAD BIRTHS USING WAVELENGTH
DISPERSIVE X-RAY FLUORESCENCE SPECTROSCOPY TECHNIQUE****Aytaç LEVET**Atatürk University
Faculty of Arts and Sciences
Department of Physics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Yüksel ÖZDEMİR

In the present work achieved in partnership with Aziziye Research Hospital, Department of Obstetrics and Gynecology the elemental analyses of qualified placenta samples taken from post-pregnancy mothers were acquired using WDXRF technique. In this work placenta samples being 60 of samples are normal birth, 7 of samples are pre-eclampsia birth and 12 of samples are dead birth are taken from total 79 mother. These samples have been investigated in each separate groups provided the mother age to be 20-25, 25-30, 30-35, 35-40 and the infant weight to be 1-2, 2-3, 3-4 kg. Furthermore, different groups have been composed from normal, pre-eclampsia and dead births. Obtained dates have been compared in SPSS 13.0 computer program statistically whether there was any correlation between them. It was seen from the results that concentration of Mg was decreasing with increasing of mother age and infant weight. Also Fe and Cu concentrations were increasing with mother age and Fe and Zn concentrations were increasing with infant weight. The mean concentration of Fe was significantly lower in women with pre-eclampsia than in healthy women. The results suggest that Zn and Cu concentrations are decreased in the placental tissue of women with pre-eclampsia and dead birth than in the placental tissue of healthy women.

2007, 120 Pages**Keywords:** WDXRF, Placenta, Elemental analyses, Death foetus, Pre-eclampsia foetus

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma, Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakóltesi Fizik Bölümü X-ıŐımları Floresans laboratuvarında yapılmıştır.

alıŐmalarım süresince görüş ve önerilerinden istifade ettiğim çok değerli hocam Sayın Yrd. Do. Dr. Yüksel ÖZDEMİR'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Üzerinde çalıŐtığımız plasenta numunelerinin toplanılmasını sağlayıp, değerli bilgilerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Bünyamin BÖREKI'ye ve Atatürk Üniversitesi Aziziye Araştırma Hastanesi Kadın Doğum Bölümü elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

ÇalıŐmalarımda bana destek olan ArŐ. Gör. Sayın Murat KURUDİREK ve istatistiksel değerlendirmelerde yardımlarını esirgemeyen ArŐ. Gör. Sayın Murat AĞBABA'ya teşekkürlerimi sunarım.

ÇalıŐmalarım boyunca maddi manevi yardımlarını esirgemeyen Bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN'e ve Fen-Edebiyat Fakóltesi Fizik Bölümü elemanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Aytaç LEVET

Temmuz 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1. X-Işınlarnn Keşfi	4
2.2. Uyarma Olayı.....	6
2.3. Atomların Uyarılma Mekanizmaları.....	6
2.3.1. Sıcaklık ile uyarma.....	7
2.3.2. Optik uyarma.....	8
2.3.3. Çarpışma ile uyarma.....	9
2.4. Sürekli Spektrum.....	10
2.5. Sürekli Spektumun Özellikleri.....	12
2.6. Karakteristik X-Işınları.....	13
2.7. Geçişlerin Gösterimi.....	15
2.8. Elektromanyetik Radyasyonun Madde ile Etkileşimi.....	18
2.8.1. Elektromanyetik radyasyonun soğurulması.....	18
2.8.1.a. Fotoelektrik olay.....	19
2.8.1.b. Çift oluşumu.....	20
2.8.2. Elektromanyetik radyasyonun saçılması.....	20
2.8.2.a. Koherent saçılma.....	20
2.8.2.b. İnkohherent saçılma	21
2.9. Kantitatif Analiz Metotları.....	23
2.9.1. Giriş.....	23
2.9.2. Standart ilâve.....	24
2.9.3. Standart seyreltme.....	26

2.9.4. Çift seyreltme.....	27
2.9.5. Kalibrasyon standardizasyonu.....	31
2.9.6. Yayınlama ve soğurma katsayıları.....	33
2.10. Dalgaboyu Ayrımlı X Işını Floresans (WDXRF).....	34
2.11. Dalga Boylarına Ayırma Düzenegi.....	35
2.12. Plasenta.....	38
2.12.1. Giriş.....	38
2.12.2. Plasentanın gelişimi.....	40
2.12.3. Plasenta fonksiyonu.....	40
2.12.4. Gaz transportu.....	42
2.12.5. Besin maddeleri.....	42
2.12.6. Hormon üretimi.....	42
2.12.6.1. Steroid hormonlar.....	43
2.12.6.1.a. Progestinler.....	43
2.12.6.1.b. Östrojenler.....	44
2.12.6.2. Protein hormonlar.....	44
2.12.6.2.a. Koriyonik gonadotropin.....	45
2.12.6.2.b. Plasental laktojenler.....	45
2.12.6.2.c. Relaksin.....	45
2.12.7. Plasenta Anomalileri.....	45
2.12.7.1. Küçük plasenta.....	45
2.12.7.2. Büyük plasenta.....	46
2.12.7.3. İnce plasenta.....	46
2.12.7.4. Kalın plasenta.....	46
2.12.7.5. Loblu plasenta.....	46
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	47
3.1. WDXRF Ölçümleri.....	47
3.2. Ana Ünite.....	48
3.2.1. Numune değiştirici.....	48
3.2.2. Numune odası.....	49
3.2.3. Spektroskopik oda.....	49
3.2.3.a. Birincil X-ışını filtresi.....	49

3.2.3.b. Diyafram.....	49
3.2.3.c. Kolimatör.....	51
3.2.3.d. Azaltıcı.....	52
3.2.3.e. Kristaller.....	52
3.2.3.f. Ön amplifikatör.....	53
3.2.3.g. Ana amplifikatör.....	54
3.2.3.h. Diskriminatör	54
3.2.3.1. Analog sayısal dönüştürücü (ADC).....	54
3.2.4. Sayaçlar	54
3.2.4.1. NaI(Tl) Sintilasyon sayaçları.....	56
3.3. Numunelerin Hazırlanması.....	57
3.3.1. Numunelerin kurutulması.....	57
3.3.2. Numunelerin öğütülmesi.....	57
3.3.3. Numunelerin eleklerden elenmesi.....	57
3.3.4. Numunelerin preslenmesi.....	57
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	58
4.1. WDXRF Sisteminde Ölçülen Numunelerin Ölçüm Sonuçları ve Spektrumları.....	58
4.2. Ölçümlerin İstatistiksel Değerleri.....	97
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	117
KAYNAKLAR.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	121

SİMGELER DİZİNİ

A	Yaş aralığı 20-25 ve bebek ağırlığı 1-2 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
ADC	Analog sayısal dönüştürücü
B	Yaş aralığı 20-25 ve bebek ağırlığı 2-3 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
C	Yaş aralığı 20-25 ve bebek ağırlığı 3-4 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
C	Konsantrasyon
c	Işık hızı
d	Kristal tabakalar arasındaki mesafe
D	Yaş aralığı 25-30 ve bebek ağırlığı 1-2 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
E	Yaş aralığı 25-30 ve bebek ağırlığı 2-3 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
E	Enerji
G	Yaş aralığı 25-30 ve bebek ağırlığı 3-4 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
GFK	Geç fetal kayıp
H	Yaş aralığı 30-35 ve bebek ağırlığı 1-2 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
h	Planck sabiti
I	Yaş aralığı 30-35 ve bebek ağırlığı 2-3 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
I	Şiddet
İ	Yaş aralığı 30-35 ve bebek ağırlığı 3-4 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
J	Yaş aralığı 35-40 ve bebek ağırlığı 2-3 kg olan normal doğum plasenta numuneleri

K	Yaş aralığı 35-40 ve bebek ağırlığı 3-4 kg olan normal doğum plasenta numuneleri
k	Boltzmann sabiti
k	Verilen bir seri için bir sabit
kcps	Saniyedeki bir kilo sayım
LSD	Çoklu karşılaştırma metodu
m	Elektron kütlesi
m_0	Elektronun durgun kütlesi
N	Aynı tür atomların sayısı
N_i	Uyarılmış seviyedeki atomların sayısı
N_m	Birim hacimdeki atomların sayısı
Ö	Ölü doğum plasenta numuneleri
P	Preeklemsi doğum plasenta numuneleri
PC	Gaz akışlı orantılı sayaç
Q	Etkin merkezi yük
R_i	Teorik rezülasyon
SC	Sintilasyon sayacı
SPSS	İstatistik yazılım programı
T	Sıcaklık
t_d	Ölü zaman
WDXRF	Dalgaboyu ayırmalı X-ışını floresans
WHO	Dünya Sağlık Organizasyonu
XRF	X-ışını floresans
Z	Atom numarası
λ	Dalgaboyu
σ	Perdeleme sabiti
σ_{coh}	Koherent saçılma tesir kesiti
σ_T	Thomson saçılma tesir kesiti
ν	Frekans
θ	Işının kristalle yaptığı açı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Moseley tarafından yayımlanan ilk X-ışını spektrumu.....	5
Şekil 2.2. Rezonans çizgileri.....	9
Şekil 2.3. İnce bir levha üzerine gelen elektronların bir tek etkileşme yapmaları durumunda elde edilen spektrum.....	10
Şekil 2.4. İnce bir hedefte dalgaboyuna göre elde edilmiş X-ışını sürekli spektrumu....	11
Şekil 2.5. Sonsuz kalın bir hedefin sürekli spektrumu.....	12
Şekil 2.6. X-ışını spektral çizgileri verecek olan bazı elektron geçişleri.....	14
Şekil 2.7. Enerji seviyeleri ve K, L, M serilerini veren geçişler.....	16
Şekil 2.8. Fotoelektrik Olay.....	19
Şekil 2.9. Compton Olayı.....	22
Şekil 2.10. Tipik bir X-ışını spektrometrik kalibrasyon eğrisi.....	26
Şekil 2.11. Bağlı şiddet ile oransal konsantrasyon arasındaki ilişki.....	28
Şekil 2.12. Bragg Kırınımı.....	36
Şekil 2.13. Anne karnındaki bebek ve plasenta ile bağlantısı.....	39
Şekil 2.14. Doğum sonrası anneden alınan plasenta resimleri.....	40
Şekil 2.15. Plasentanın biyolojik görüntüsü.....	41
Şekil 3.1. ZSX 1000e WDXRF cihazı.....	47
Şekil 3.3. Numune değiştiriciler.....	48
Şekil 3.4. WD X-ışını flöresans sistemin şematik çizimi.....	50
Şekil 3.5. Sintilasyon sayacı.....	56
Şekil 4.1.a. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,3 kg olan A1 numunesinin ağır element spektrumu.....	61
Şekil 4.1.b. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,3 kg olan A1 numunesinin hafif element spektrumu.....	62
Şekil 4.2.a. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 2,65 kg olan B4 numunesinin ağır element spektrumu.....	63
Şekil 4.2.b. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 2,65 kg olan B4 numunesinin hafif element spektrumu.....	64
Şekil 4.3.a. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 3,72 kg olan C7 numunesinin ağır element spektrumu.....	65

Şekil 4.3.b. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 3,72 kg olan C7 numunesinin hafif element spektrumu.....	66
Şekil 4.4.a. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan D2 numunesinin ağır element spektrumu.....	67
Şekil 4.4.b. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan D2 numunesinin hafif element spektrumu.....	68
Şekil 4.5.a. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 2,75 kg olan E4 numunesinin ağır element spektrumu.....	69
Şekil 4.5.b. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 2,75 kg olan E4 numunesinin hafif element spektrumu.....	70
Şekil 4.6.a. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 3,05 kg olan G4 numunesinin ağır element spektrumu.....	71
Şekil 4.6.b. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 3,05 kg olan G4 numunesinin hafif element spektrumu.....	72
Şekil 4.7.a. Anne yaşı 33 ve bebek ağırlığı 1,4 kg olan H1 numunesinin ağır element spektrumu.....	73
Şekil 4.7.b. Anne yaşı 33 ve bebek ağırlığı 1,4 kg olan H1 numunesinin ağır element spektrumu.....	74
Şekil 4.8.a. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,25 kg olan I3 numunesinin ağır element spektrumu.....	75
Şekil 4.8.b. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,25 kg olan I3 numunesinin hafif element spektrumu.....	76
Şekil 4.9.a. Anne yaşı 31 ve bebek ağırlığı 3,85 kg olan İ3 numunesinin ağır element spektrumu.....	77
Şekil 4.9.b. Anne yaşı 31 ve bebek ağırlığı 3,85 kg olan İ3 numunesinin hafif element spektrumu.....	78
Şekil 4.10.a. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 2,5 kg olan J3 numunesinin ağır element spektrumu	79
Şekil 4.10.b. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 2,5 kg olan J3 numunesinin hafif element spektrumu	80
Şekil 4.11.a. Anne yaşı 37 ve bebek ağırlığı 3,6 kg olan K4 numunesinin ağır element spektrumu.....	81

Şekil 4.11.b. Anne yaşı 37 ve bebek ağırlığı 3,6 kg olan K4 numunesinin hafif element spektrumu.....	82
Şekil 4.12.a. Anne yaşı 40 ve bebek ağırlığı 3,15 kg olan P1 numunesinin ağır element spektrumu.....	83
Şekil 4.12.b. Anne yaşı 40 ve bebek ağırlığı 3,15 kg olan P1 numunesinin hafif element spektrumu.....	84
Şekil 4.13.a. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,95 kg olan P4 numunesinin ağır element spektrumu.....	85
Şekil 4.13.b. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,95 kg olan P4 numunesinin hafif element spektrumu	86
Şekil 4.14.a. Anne yaşı 28 ve bebek ağırlığı 1,25 kg olan P5 numunesinin ağır element spektrumu	87
Şekil 4.14.b. Anne yaşı 28 ve bebek ağırlığı 1,25 kg olan P5 numunesinin hafif element spektrumu	88
Şekil 4.15.a. Anne yaşı 22 ve bebek ağırlığı 2,1 kg olan P7 numunesinin ağır element spektrumu.....	89
Şekil 4.15.b. Anne yaşı 22 ve bebek ağırlığı 2,1 kg olan P7 numunesinin hafif element spektrumu.....	90
Şekil 4.16.a. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan Ö3 numunesinin ağır element spektrumu.....	91
Şekil 4.16.b. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan Ö3 numunesinin hafif element spektrumu.....	92
Şekil 4.17.a. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 1,5 kg olan Ö5 numunesinin ağır element spektrumu.....	93
Şekil 4.17.b. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 1,5 kg olan Ö5 numunesinin hafif element spektrumu.....	94
Şekil 4.18.a. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 1,1 kg olan Ö12 numunesinin ağır element spektrumu.....	95
Şekil 4.18.b. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 1,1 kg olan Ö12 numunesinin hafif element spektrumu.....	96

Şekil 4.19. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1-2 kg olan normal doğum, ölü doğum ve preeklemsi doğum guruplarının mukayeseli element konsantrasyon grafiği.....	97
Şekil 4.20. Bebek ağırlığı ile Magnezyumun (Mg) değişim grafiği.....	100
Şekil 4.21. Bebek ağırlığı ile Demirin (Fe) değişim grafiği.....	102
Şekil 4.22. Bebek ağırlığı ile Bakırın (Cu) değişim grafiği.....	104
Şekil 4.23. Anne yaşı ile Magnezyumun (Mg) değişim grafiği.....	106
Şekil 4.24. Anne yaşı ile Demirin (Fe) değişim grafiği.....	108
Şekil 4.25. Anne yaşı ile Çinkonun (Zn) değişim grafiği.....	110
Şekil 4.26. Normal doğum ve Preeklemsi doğum plasentasındaki demirin değişimi...	112
Şekil 4.27. Normal doğum, Preeklemsi doğum ve Ölü doğum plasentalarındaki Çinkonun değişimi.....	114
Şekil 4.28. Normal doğum, Preeklemsi doğum ve Ölü doğum plasentalarındaki Bakırın değişimi.....	116

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. X-ışını diyagram çizgilerinin eski (Siegbahn) ve yeni (IUPAC) gösterimleri.....	17
Çizelge 3.1. Kullanılan bazı filtreler ve özellikleri.....	51
Çizelge 3.2. Kolimatörler ve özellikleri.....	51
Çizelge 3.3. Bazı analizleyici kristallerin özellikleri.....	53
Çizelge 3.4. Gaz akışlı (PC) ve Sintilasyon (SC) sayaçları için dalga boyu ölçüm aralığı.....	55
Çizelge 4.1. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (A1, A2, A3,...) element konsantrasyonları.....	61
Çizelge 4.2. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (B1, B2, B3,...) element konsantrasyonları.....	63
Çizelge 4.3. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (C1, C2, C3,...) element konsantrasyonları.....	65
Çizelge 4.4. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (D1, D2) element konsantrasyonları.....	67
Çizelge 4.5. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (E1, E2, E3, E4) element konsantrasyonları.....	69
Çizelge 4.6. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (G1, G2, G3,...) element konsantrasyonları.....	71
Çizelge 4.7. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (H1, H2) element konsantrasyonları.....	73
Çizelge 4.8. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (I1, I2, I3,...) element konsantrasyonları.....	75
Çizelge 4.9. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (İ1, İ2, İ3,...) element konsantrasyonları.....	77
Çizelge 4.10. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (J1, J2, J3) element konsantrasyonları.....	79
Çizelge 4.11. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (K1, K2, K3,...) element konsantrasyonları.....	81

Çizelge 4.12. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin (P1, P2) element konsantrasyonları.....	83
Çizelge 4.13. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin (P3, P4) element konsantrasyonları.....	85
Çizelge 4.14. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin (P5, P6) element konsantrasyonları.....	87
Çizelge 4.15. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunesinin (P7) element konsantrasyonları.....	89
Çizelge 4.16. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4) element konsantrasyonları...	91
Çizelge 4.17. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin (Ö5, Ö6, Ö7,...) element konsantrasyonları.....	93
Çizelge 4.18. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin (Ö10, Ö11, Ö12) element konsantrasyonları....	95
Çizelge 4.19.a. Mg için istatistik değerler. Önem derecesi 0,011(%1,1 hata)	99
Çizelge 4.19.b. Mg için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri	99
Çizelge 4.20.a. Fe için istatistik değerler. Önem derecesi 0,018(%1,8 hata)	101
Çizelge 4.20.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri	101
Çizelge 4.21.a. Cu için istatistik değerler. Önem derecesi 0,048(%4,8 hata)	103
Çizelge 4.21.b. Cu için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri	103
Çizelge 4.22.a. Mg için istatistik değerler. Önem derecesi 0,249(%24,9 hata)	105
Çizelge 4.22.b. Mg için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri.....	105
Çizelge 4.23.a. Fe için istatistik değerler. Önem derecesi 0,381(%38,1 hata).....	107
Çizelge 4.23.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri	107
Çizelge 4.24.a. Zn için istatistik değerler. Önem derecesi 0,175 (%17,5 hata)	109
Çizelge 4.24.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri	109
Çizelge 4.25.a. Fe için istatistik değerler. Önem derecesi 0,251 (%2,51 hata).....	111
Çizelge 4.25.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri	111
Çizelge 4.26.a. Zn için istatistik değerler. Önem derecesi 0,003 (%0,3 hata).....	113
Çizelge 4.26.b. Zn için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri.	113
Çizelge 4.27.a. Cu için istatistik değerler. Önem derecesi 0,024 (%2,4 hata).....	115
Çizelge 4.27.b. Cu için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri.....	115

1. GİRİŞ

Son yıllarda X-ışını floresans analizi bazı analitik tekniklerle birlikte, seri üretim kontrollere ilaveten endüstri ve tıpta kullanılmaktadır.

X- ışını floresans spektrometre çok elementli kimyasal analizde en uygun metottur. Bu teknik uyarımla numuneden ikincil X-ışınlarının yayımlanması esasına dayanır. X-ışını floresans spektrometre karşılaştırmalı bir metottur. Bilinmeyen bir numunedeki elementlerin içerdikleri konsantrasyon, başka bir numunedeki bilinen standart değerlerle karşılaştırılarak bulunur (Pitsch 2000).

Dalgaboyu ayırmalı X-ışını floresans (WDXRF) element analizleri için kullanılan X-ışını floresans aletlerinin iki genel tipinden birdir. WDXRF spektrometresi element analizi için pek çok analizcinin tercihidir. WDXRF spektrometresi geniş bir dinamik konsantrasyon bölgesi üzerinden hemen hemen %100 ağırlığında ve ppm mertebesinde elementlerin miktarını çabuk ve kolay bir şekilde belirler. XRF spektrometresi, numuneyi tahrip etmediği ve numune miktarı çok küçük olsa bile ölçüm yapabildiği için, özellikle arkeolojide, tarihsel ve sanatsal değere sahip olan nesnelere çok hassas bir şekilde elemental olarak analiz edebilir (Milazzo and Cicardi 1997).

Bilim dünyasında son zamanlardaki globalleşmeyle birlikte birçok bilim dalı bir araya gelerek çalışmalar yapmaktadırlar. Bizler sahip olduğumuz imkânlarla, sadece kendi alanımızda değil insanlığı ilgilendiren bütün konularda bu imkânları değerlendirmeliyiz. Tıp fakültesi kadın doğum bölümüyle yapılan bu ortak çalışmada anneden alınan plasenta parçalarının elemental analizleri yapıldı.

Plasentanın yapısıyla ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır (Goyer *et al.* 1992; Osada *et al.* 2002). Son zamanlarda X-ışını floresans tekniği kullanılarak plasentanın elemental analizi yapılmıştır (Majewska *et al.* 1999; Carvalho *et al.* 2001; Custodio *et al.* 2003; Kubala-Kukus *et al.* 2003). Plasenta element analizleri yapılırken özellikle

Bakır (Cu), Demir (Fe), Çinko (Zn) ve Kalsiyum (Ca) elementleriyle ilgilenilmiştir (Manci *et al.* 1987; Gambling *et al.* 2003).

Gebelik sırasında anne tarafından bebeğe verilen besinlerin ceninin gelişmesi için ne kadar önemli olduğu bilinmektedir (Hurley 1977; Gambling *et al.* 2003). Bebeğin büyümesi, sağlıklı olması, ruhsal, fiziksel, zihinsel yönden iyi gelişmesi annenin sağlıklı ve dengeli beslenmesiyle orantılıdır. Annenin gebelik öncesi fiziksel gelişimini tamamlamış olması, besin depolarının yeterli olması ve yaşı, hem bebeğin hem de annenin sağlığını koruyacak en önemli etkenlerdir. Çünkü bebek, annenin besin yedeklerinden ve gebelik boyunca tükettiklerinden kendisi için gerekeni seçip alarak, büyür beslenir.

WHO (World Health Organization) 'nun tanımına göre gebeliğin 20. haftasından sonra olan kayıplar "geç fetal kayıp" (GFK) olarak değerlendirilmektedir. GFK sebepleri fetüse, anneye veya plasentaya bağlı olabilir (Haliloğlu 2004). Gelişmiş ülkelerde her 10 gebelikten biri erken gebelik kaybı (20. gestasyonel haftadan önce) ile her 200 gebelikten biri de geç gebelik kaybı (20. gestasyonel haftadan sonra) ile sonuçlanmaktadır (Stirrat 1990; Gris *et al.* 1999). Ölü doğum oranı bir yıl içinde ölü olarak dünyaya gelmiş 28 haftalıktan büyük fetüslerin sayısının, o yıl içindeki canlı doğumlara oranıdır. Ölü doğum sıklığı gelişmiş ülkelerde binde 7-8 iken bu oran ülkemizde binde 16-18 civarındadır (Gökçay 2004).

Her yıl binlerce ölü doğum olgusu yaşanmaktadır. Anne karnında kaybedilen bebekler incelendiğinde çoğu zaman bu duruma yol açan herhangi bir neden saptanamaz. Nedeni saptanabilen nadir olgularda ise göbek kordonuna bağlı kayıplar kordon kazası olarak adlandırılır. Terme kadar ulaşan gebeliklerin %25-30'nda değişik derecelerde kordon-plasenta bozuklukları bulunur. Bu bozuklukların fetüsü ne derecede etkileyebileceği ise tam anlamıyla aydınlatılamamıştır.

Ölü, preeklemsi ve normal doğumlardan alınan plasentalar elemental olarak incelenip elde edilen değerlerin karşılaştırılmasıyla hangi durumda hangi elementlerin plasentada etkili olduğu bulunmuştur. Sonuç itibariyle plasenta, içerisinde bulundurduğu elementleri bebeğe ulaştırdığı için normal doğumların plasentalarında bulunan elementler referans alınarak ölü ve preeklemsi doğumların plasentalarındaki element değişimleri gözlemlenmiştir. Ayrıca annenin yaşına ve bebeğin kilosuna göre yapılan gruplandırmalarda yaşın veya kilonun artmasıyla elementlerdeki değişimlerin nasıl olduğuna bakılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 13.0 istatistik programında çoklu karşılaştırma yapılarak, plasentadaki elementler ve gruplar arasındaki ilişki bulunmuştur. Gebelik süresince anne plasentasında, anne kanında ve yeni doğmuş bebeğin kordon kanında özellikle Kalsiyum (Ca), Potasyum (K), Demir (Fe), Magnezyum (Mg), Fosfor (P), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) eser elementlerinin konsantrasyonu tayin edilmiştir (Schramel *et al.* 1988).

Bu çalışmada plasenta numunelerinin element analizleri Flordan (F) Uranyuma (U) kadar yapıldı ve numunelerde Sodyum (Na), Magnezyum (Mg), Silisyum (Si), Fosfor (P), Kükürt (S), Klor (Cl), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Demir (Fe), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Brom (Br) ve Rubidyum (Rb) elementlerinin konsantrasyonu tayin edildi.

2. TEORİK BİLGİLER

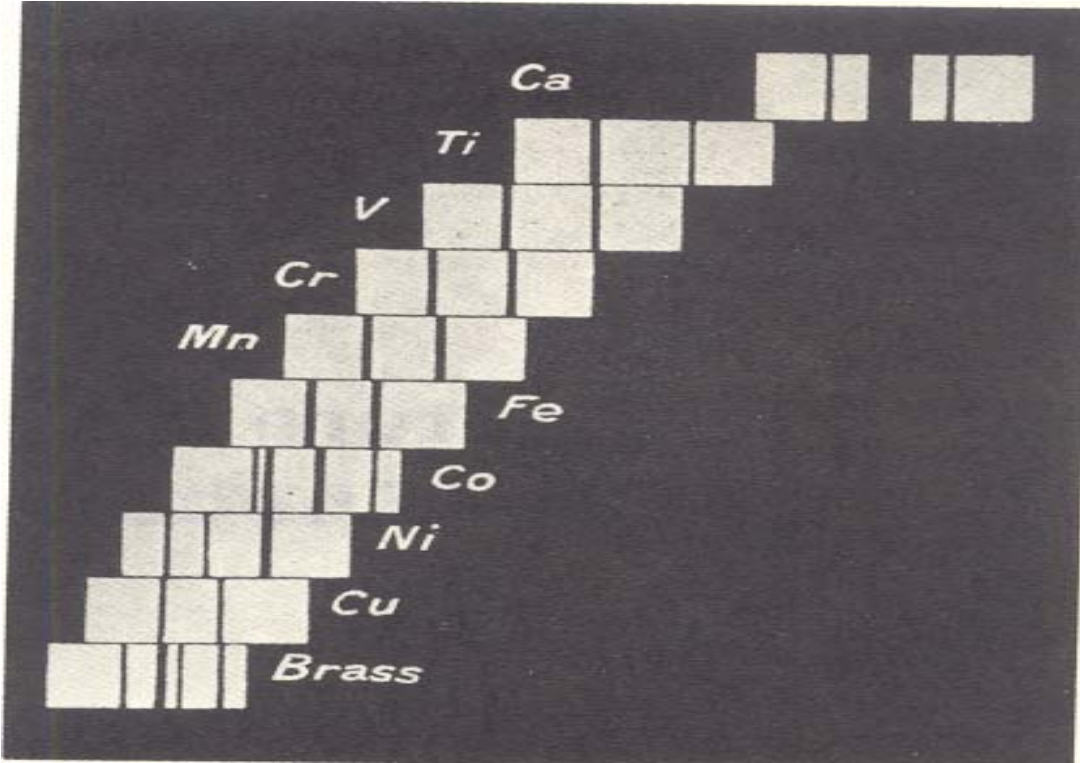
2.1. X-Işınlarnn Keşfi

1895 yılında, katot ışını tüpünün yakınına getirilen baryum tozlarının ışıdığı gözlemleyen Wilhelm Röntgen madde üzerine düşen hızlı elektronların bilinmeyen tabiatlı, oldukça girici ışınımlar meydana geldiğini söylemiş ve bunları X- ışınları olarak adlandırmıştır. Ayrıca Röntgen X-ışınlarının şeffaf olmayan maddelerden kolayca geçtiğini, doğru çizgiler boyunca ilerlediğini, elektrik ve manyetik alandan etkilenmediği için yüksüz olduğunu bulmuştur. X-ışınları diğer fizikçilerin de dikkatini çekmiş ve 1899'da Haga ve Wind yaptıkları incelemeler sonucu bu ışınların dalga karakterinde olduklarını ve karakteristik X-ışınlarının dalga boylarının ise $\lambda \approx 10^{-8} \text{ cm}$ olduğunu belirlemişlerdir. 1906'da Barkla X-ışınlarının farklı maddelerden saçılarak polarize olabildiklerini ve enine dalga olduklarını ispat etmiştir. Yapılan incelemeler sonucu X- ışınlarının, dalga boyunun çok küçük olması dışında, tam olarak görünür ışık ile aynı karakterde olduğu bulunmuş ve bunlarında elektromanyetik ışınım olduğu ortaya konulmuştur. Zaten X-ışınlarının bu özelliği bilinmeden birkaç yıl önce Thomson X-ışınlarının elektromanyetik ışınım olduğunu, bunların elektronların katot ışını tüpünün duvarına çarpması sonucu ivmelenmesiyle oluştuğunu söyleyerek izah etmiştir.

Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar, X-ışınının dalga özelliği yanında parçacık özelliği de gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Yansıma, kırılma, kırınım, polarizasyon ve Koherent saçılma gibi olaylar X-ışınlarının dalga özelliğini, fotoelektrik soğrulma, inkoherent saçılma ve sintilasyon meydana getirme de parçacık özelliğini ortaya koymaktadır.

1913'de Moseley, çizgi spektrumlarındaki çizgilerin hedef elementlerin karakteristiği olduğunu ve bunların atom numaraları gibi ardışık olduğunu gösterdi. Böylece 1920'lerin başında bilinmeyen elementler keşfedilerek periyodik çizelgeyi oluşturma çalışmaları başladı. Şekil (2.1), Moseley tarafından yayımlanan ilk X-ışını

spektrumunun göstermektedir. Tarihsel gelişim süreci, X-ışınlarının dalga tabiatının 1921'de Laue tarafından keşfi, Bragg'ın, X-ışınlarının yansıma kanununu bulması, X-ışını spektrumlarının teorisinin Summerfeld tarafından çalışılması ve 1929'da Larson tarafından X-ışınlarının anormal dispersiyonunun keşfedilmesiyle devam etmektedir.



Şekil 2.1. Moseley tarafından yayımlanan ilk X-ışını spektrumu

Kimyasal analizcilerin çalışmalarında X-ışını floresans spektrometri çok önemli bir yer tutar. Her bir elementin yayınladığı X-ışınları enerji itibarı ile bir diğerinkinden farklıdır. Bu farklılıktan istifadeyle analizler yapılabilir. Elementin tür tayinini tespit etmeye yarayan analize *kalitatif analiz* denir. Miktar analizi metodu (*kantitatif analiz*) ise analizi yapılacak numunede element veya elementlerin yüzde miktarlarını bulmaya yarar.

XRF'in kalitatif uygulamasının temeli olan Moseley kanunu;

$$\sqrt{\nu} = \sqrt{\frac{c}{\lambda}} = k(Z - \sigma) \quad (2.1)$$

şeklindedir. Burada ν frekans (Hz), c ışık hızı (m/s), λ dalgaboyu (m), k verilen bir seri için bir sabit, σ ise perdeleme sabitidir.

Bugün X-ışınları, bilimsel araştırmalarda, tıpta ve dişçilikte görüntüleme amacıyla, malzeme kontrolü ve analizinde, endüstri ve güvenlik uygulamalarında, kristal yapı ve elemental yüzey analizlerinde, bazı bileşiklerin analizinde ve daha birçok uygulama alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2. Uyarma Olayı

Herhangi bir yolla atomdan elektron söküp, iyonlaşma meydana getiren her olaya uyarma diyebiliriz. Uyarılan atom, yörünge elektronlarının yeniden düzenlenmesinde genellikle foton yayınlar ve bu fotona karakteristik X-ışını denir. Bu ışınların spektrumlarına X- ışını floresans spektrumu adı verilir. Atomlar, çalışmanın amacına göre uyarılır (Pajek *et al.* 1990; Özdemir 2002).

2.3. Atomların Uyarılma Mekanizmaları

Dış etkiler olmadığı sürece atomların hepsi enerjilerinin minimum değerine karşılık gelen temel halde olur. Atomlar, uyarılmış hollere yalnız dış etkiler sonucu geçebilir. Atomların genel uyarılma mekanizmalarını şu şekilde sıralayabiliriz (Kulli-Zade and Tektunalı 1995).

2.3.1. Sıcaklık ile uyarma

Birim hacimde N sayıda aynı tür atom bulunduğunu varsayalım. Eğer sıcaklık mutlak sıfırda olursa, bu atomların hepsi temel halde olur. Sıcaklık mutlak sıfırdan büyük olduğunda, atomların bir kısmı temel halden uyarılmış hollere (enerji seviyelerine) göre dağılırlar. Bu olaya sıcaklık ile uyarma denir.

Sıcaklık ile uyarılan atomların elektromanyetik enerji yayınlanmasına termal radyasyon yayınlanması adı verilir. Sıcaklık arttıkça, termal radyasyon yayınlanmasının şiddetinin artacağı açıktır.

Termodinamik denge halinde atomların farklı enerjili seviyelerine göre dağılması Boltzmann kanunu ile verilir. Bu kanun, birim hacimdeki m ve i uyarılmış seviyelerdeki atomların sayısı için aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$N_m = N_i \frac{g_m}{g_i} \exp\left[-\frac{E_m - E_i}{kT}\right] \quad (2.2)$$

Burada; g_m, g_i, E_m ve E_i sırasıyla m ve i uyarılmış enerji seviyelerin istatistik ağırlıkları ve enerjileri, k Boltzmann sabiti, T ise sıcaklıktır. (2.2) ifadesindeki sıcaklık, atomların uyarılmış enerji seviyelerine göre dağılımını karakterize eder ve uyarılma sıcaklığı diye adlandırılır.

Benzer olarak, atomun temel ve herhangi bir m uyarılmış seviyesi için aynı kanunu yazalım:

$$N_m = N_1 \frac{g_m}{g_1} \exp\left[-\frac{E_m - E_1}{kT}\right] = N_1 \frac{g_m}{g_1} \exp\left[\frac{\epsilon_m}{kT}\right] \quad (2.3)$$

(2.2) ve (2.3) ifadelerinden görüldüğü gibi $T \rightarrow 0$ 'a yaklaştıkça, $N_m \rightarrow 0$ 'a yaklaşır. Yani sıcaklık sıfıra yaklaştıkça, herhangi bir uyarılmış haldeki atomların sayısı sıfıra yaklaşır. Başka bir deyişle, atomların hepsi temel halde olur.

Termodinamik denge koşulunda, sıcaklığın istenilen bir değerinde

$$N_1 > N_2 > N_3 > \dots, \quad (2.4)$$

olur. Burada N_1 , birim hacimde temel halde olan atomların sayısı, N_2, N_3, \dots ise sırasıyla birinci, ikinci, ... uyarılmış haldeki atomların sayısıdır.

2.3.2. Optik uyarma

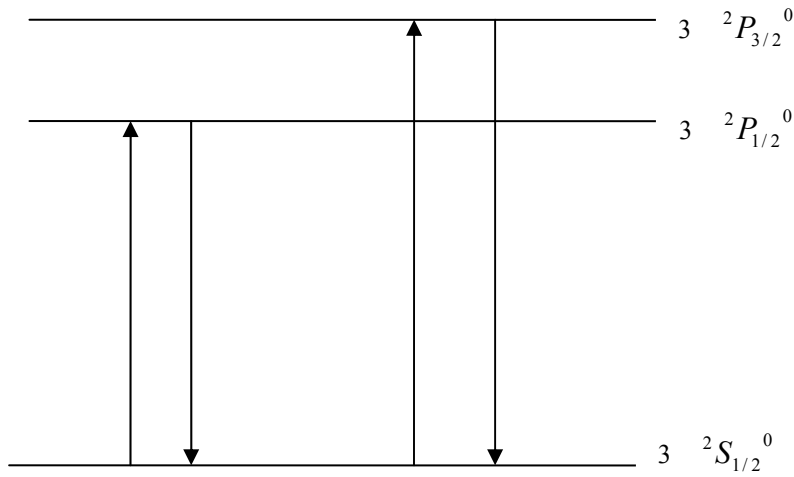
Atomlar optik yollarla da uyarılabilirler. Temel halde bulunan atomlar, üzerlerine düşen ışık fotonlarını soğurarak temel halden uyarılmış hallere geçebilir. Atomun temel halden herhangi bir uyarılmış hale geçmesi için, üzerine düşen fotonun enerjisinin, söz konusu seviyenin uyarılma enerjisinden küçük olmaması gerektiği açıktır. Eğer atom üzerine düşen fotonun enerjisi, seviyenin iyonlaşma enerjisinden küçük değilse atom elektron kaybeder veya iyonlaşır. Bu olaya fotoiyonizasyon denir.

Uyarılmış seviyelerin yaşam süresi çok kısadır. Bu nedenle optik uyarma bittikten sonra atom bir süre elektromanyetik ışınım yayınlar. Optik yolla uyarılmış atomların elektromanyetik ışınım yayınlanmasına, fotoluminesans denir. Foto uyarma bittikten sonra ışınım yayınlanması kısa süre devam ederse yayınlanma floresans diye adlandırılır.

Atom belli ν frekanslı fotonları soğurarak temel halden herhangi bir hale uyarılırsa ve hemen aynı frekanslı foton yayınlarak tekrar temel hale geçerse, elektromanyetik radyasyon yayınlanmasına rezonans yayınlanması denir. Rezonans yayınlanmasına karşılı gelen spektral çizgilere, rezonans çizgiler olarak adlandırılır. Rezonans çizgiler atomun

temel ve ona en yakın uyarılmış seviyeleri arasında meydana gelir ve buna göre atomun en şiddetli çizgileridir.

Şekil 2.2.'de Na'un spektrumunda meydana gelen D_1 ve D_2 rezonans çizgilerine karşılık gelen geçişler gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Rezonans çizgiler

2.3.3. Çarpışma ile uyarma

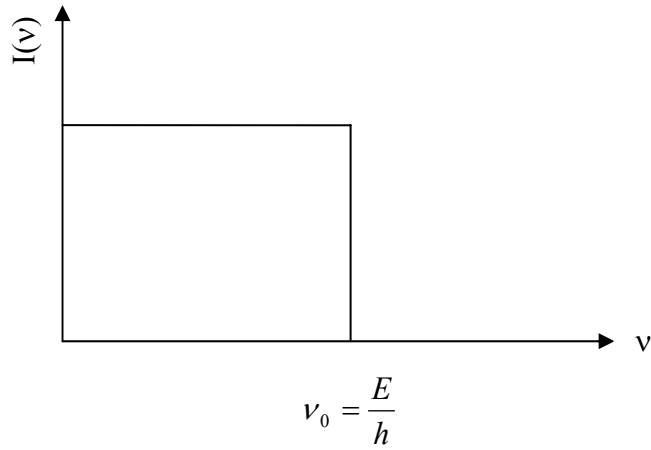
Atomun uyarılma mekanizmalarından biri de çarpışma ile uyardır. Çarpışan parçacıkların (atomlar, iyonlar, elektronlar,...) kinetik enerjisi, atomun uyarılma enerjisinden küçük değilse, atom bu enerjiyi ya kısmen ya da tamamen soğurarak temel halden uyarılmış hallere geçebilir.

Çarpışma ile uyardıya, spektroskopide ışık kaynakları gibi kullanılabilen gaz boşalmaları iyi bir örnek olarak gösterilebilir. Bu durumda uyarıcı parçacıklar rolünü elektrik alanda hızlanan elektronlar oynar (Özdemir 2002).

2.4. Sürekli Spektrum

Bir X-ışını tüpünden elde edilen spektrum incelenecek olursa, bunun iki kısımdan oluştuğu görülür: karakteristik (çizgi) ve sürekli radyasyon. Primer radyasyonun bir madde üzerine çarpması sonucu maddenin atomları karakteristik floresans (ikincil) radyasyon yayımlarlar. Genel spektrum, beyaz spektrum veya süreklilik diye de adlandırılan sürekli X-ışını spektrumu, yüksek enerjili elektronun madde içinde adım adım yavaşlaması sonucu (frenleme radyasyonu = Bremsstrahlung = braking radiation) veya metallerin yüksek sıcaklıkta bulunduğu hallerden elde edilebilirler.

Gelen elektronların geçişleri sırasında enerjilerinin değişmeyeceği kadar ince bir levha üzerine elektronlar E enerjisi ile gelsin teoriye göre spektrum Şekil 2.3'deki gibi olacaktır. Bu şekil bir tek etkileşmeyi göstermektedir. $I(\nu)$, birim frekans aralığı başına düşen X-ışını enerjisidir. Bunu birim dalga boyu aralığı başına düşen X-ışını enerjisi $I(\lambda)$ 'ya çevirebiliriz:



Şekil 2.3. İnce bir levha üzerine gelen elektronların bir tek etkileşme yapmaları durumunda elde edilen spektrum

$$I(\lambda) = \frac{E}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda^2} \quad (2.5)$$

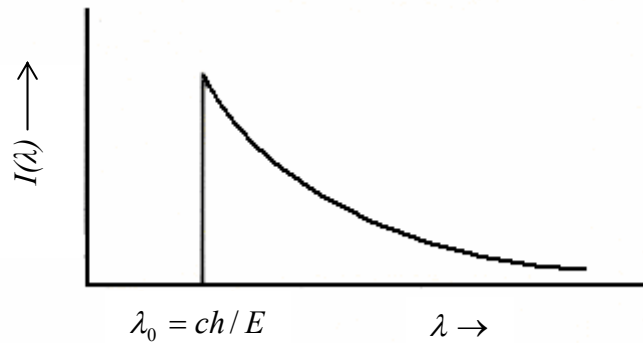
$$I(\nu) = \frac{E}{\nu} = \frac{h\nu}{\nu} = h \quad (2.6)$$

$$\frac{I(\lambda)}{I(\nu)} = \frac{c}{\lambda^2} \Rightarrow I(\lambda) = \frac{c}{\lambda^2} I(\nu) \quad (2.7)$$

$I(\nu) \cong \text{sabit}$ ve $\nu < \nu_0 = E/h$ olduğundan

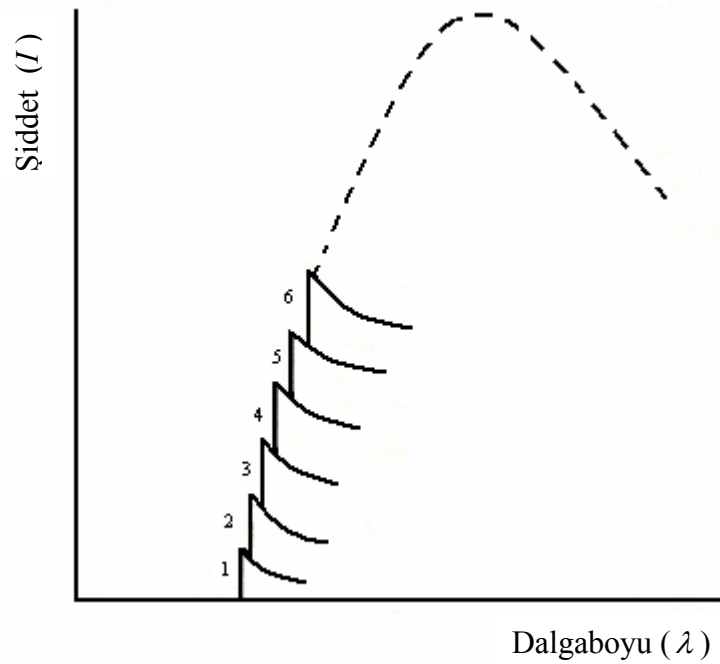
$$I(\lambda) \cong \text{sabit} / \lambda^2 \text{ ve } \lambda > \lambda_0 = c/\nu_0 = hc/E \quad (2.8)$$

olur.



Şekil 2.4. İnce bir hedefte dalgaboyuna göre elde edilmiş X-ışını sürekli spektrumu

Bu dönüşümlerin sonucunda elde edilen grafik Şekil 2.4.'de verilmiş olup, deneyle uyuşmaktadır. Hatta kalın hedefin (anodun) kullanıldığı deneylerden de neticeler alınmıştır. Süreklilik sekonder (ikincil) uyarımlarla meydana gelmez. İnce hedeflerin üst üste binmesi ile kalın hedef oluşur düşüncüyle Şekil 2.5. elde edilmiştir ki bu da deneyle doğrulanmıştır.



Şekil 2.5. Sonsuz kalın bir hedefin sürekli spektrumu

2.5. Sürekli Spektrumun Özellikleri

- Sürekli spektrumun şekli, anodun tabiatına bağlı olmayıp gelen elektronların enerjisine bağlıdır.
- Özellikle kısa dalgaboyu kesilme (cut off) sınırı (λ_0), gelen elektronun kinetik enerjisi ile ters orantılıdır. Kesilme frekansı $\nu_0 = c / \lambda_0$, $E = h \nu_0$ ampirik ifadesine uyar.
- Gelen her bir elektron başına düşen toplam X-ışını enerjisi spektrumun sürekli kısmındaki λ üzerinden integrali ile orantılı olup $W = kZE^2$ ampirik bağıntısına uyar. Burada W ve E 'nin MeV olarak alınması halinde $k \cong 0.7 \cdot 10^{-4}$ olup Z anodun atom numarasıdır. Böylece elektronun X-ışınına dönüşen kinetik enerji kesri;

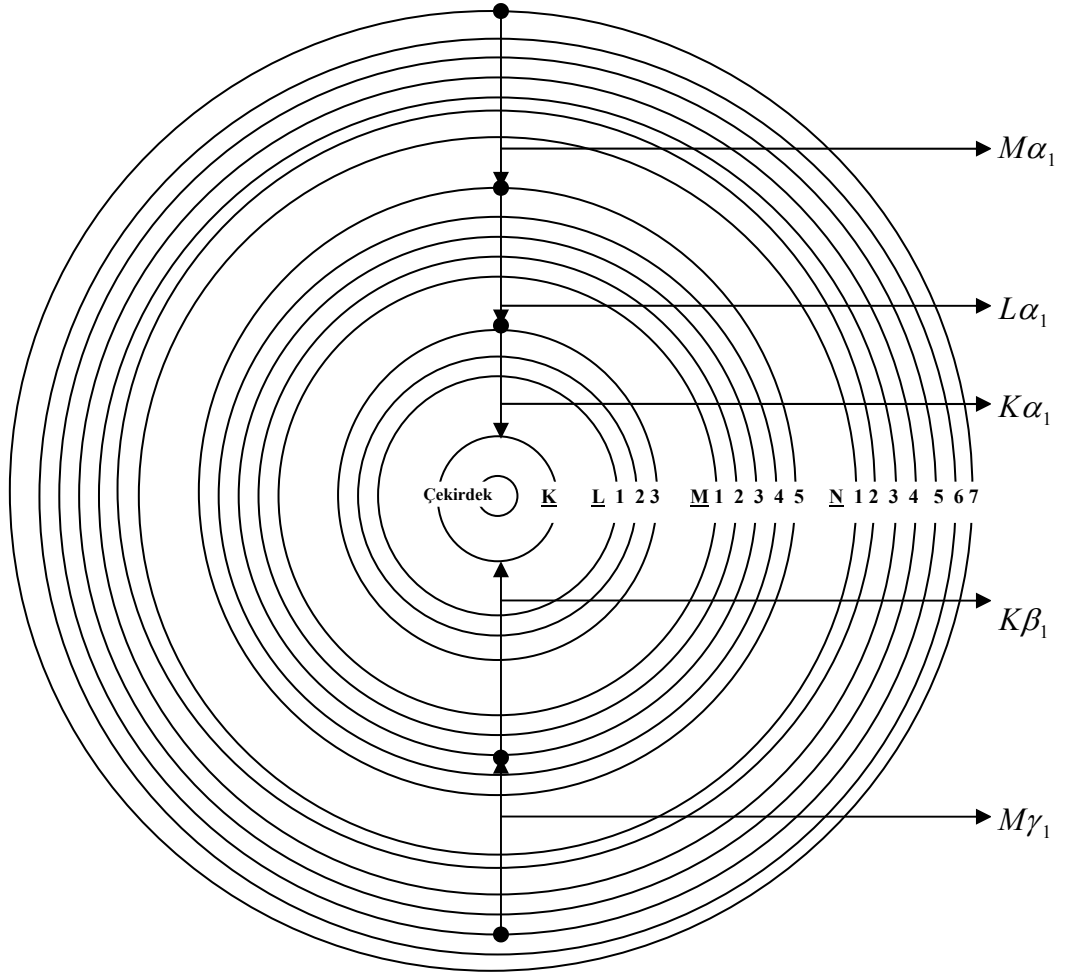
$$W / E = kZE \quad (2.9)$$

olacaktır. $Z = 90$ ve $E = 0,05$ MeV için $W/E = \% 0,3$ 'dür. W/E , toplam elektron başına düşen X-ışını enerjisinin, elektronun enerjisine oranını gösterir. Burada k ve Z sabit olduğundan E değıştikçe W/E de değışir.

β ışınları, iç dönüşüm elektronları, Compton geri tepme elektronları ve Auger elektronları sürekli X-ışını verirler. Ancak elektronlardan başka diğer yüklü parçacıklar önemli sayılabilecek bir sürekli spektrum vermemektedirler.

2.6. Karakteristik X-Işınları

Eğer hedefi bombardıman eden foton veya parçacıklardan birisi yeterli derecede kinetik enerjiye sahipse, K yörüngesindeki bir elektronu atomun diğer tabakalarından birine veya dışarıya (sonsuz uzağa) atabilir. Böylece atom uyarılmış; yani daha yüksek enerjili bir duruma geçmiştir. Geçiş müsaadesi olan daha dış yörüngelerdeki elektronlardan biri hemen K kabuğundaki boşluğu doldurur. Bu işlem neticesinde enerji yayınlanır ve atom tekrar eski haline dönmüş olur. Yayınlanan radyasyona "karakteristik radyasyon" denir. Bu yayınlanan enerji hemen hemen iki yörünge arasındaki enerji farkına eşittir. Bir atomun sahip olduğu tabakalar ve bu tabakalar arasındaki bazı geçişler şekil 2.6.'da verilmiştir. Bunlara karakteristik X-ışınları denmesinin sebebi her elementin K , L , M , ... tabakaları arasındaki enerji seviyelerinin oldukça farklı olmasından, ya da bir başka değişle, bunların o atoma has (parmak izleri gibi) belirleyici özellik göstermesindedir.



Şekil 2.6. X-ışını spektral çizgileri verecek olan bazı elektron geçişleri

Uyarılmış bir atomun ışınım enerjisi esasen atomun ilk ve son durumuna bağlı olup atomdaki tüm elektronlar hesaba katılmalıdır. Ancak Bohr teorisinin kullanıldığı basit bir yaklaşım metodu, diğer elektronların etkisini ihmal ederek, olayı bir merkezi yük etkisinde elektronun aşağı seviyelere geçişi vasıtasıyla izah etmektedir.

Gauss kanununa göre bir elektrona etkileyen etkin merkezi yük, çekirdeğin yükünün bu elektronlarla çekirdek arasında kalan diğer elektronlarca azaltılmış olan yükten ibarettir. Bu azaltma etkisi perdeleme etkisi olarak adlandırılır. Etkin merkezi yük Q ,

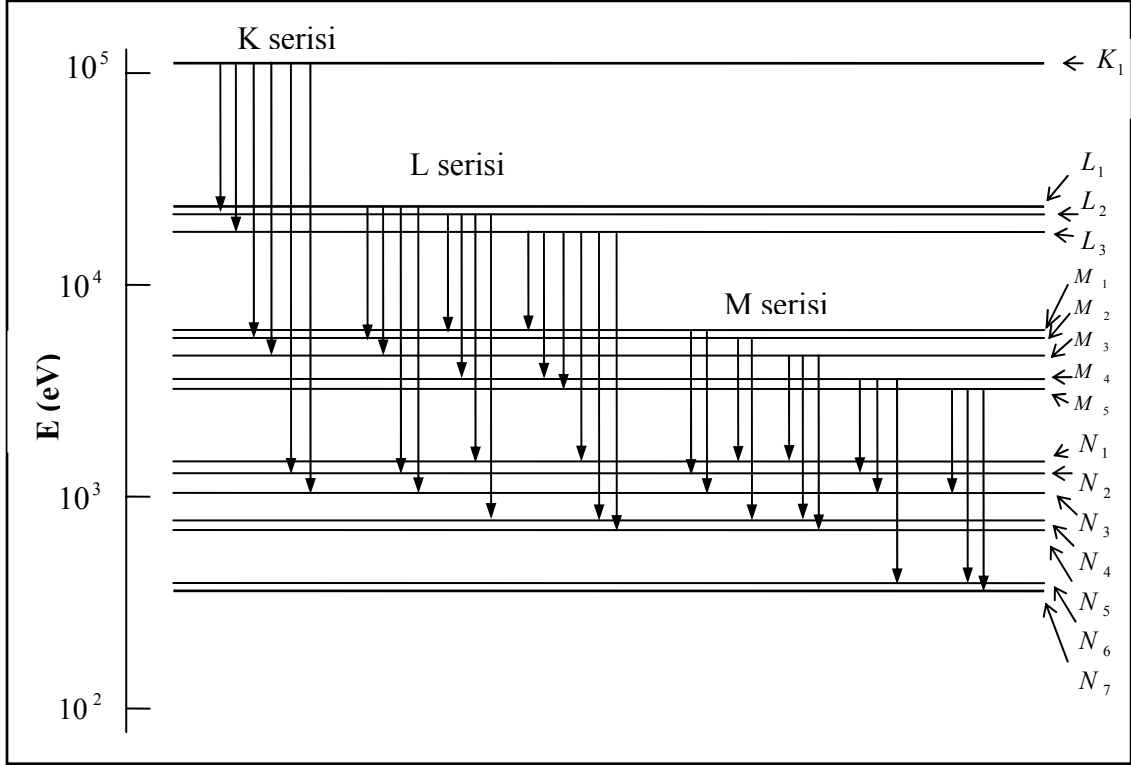
$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{2\pi^2 me^2 Q^2}{h^3} \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \quad (2.10)$$

bağıntısından görüldüğü gibi, $\sqrt{\nu}$ ile doğru orantılıdır. Her farklı atom için Q 'ler farklı olacağından farklı elementlere ait atomların yayınlayacağı aynı kodlu çizgilerin enerjileri mutlaka birbirinden farklı olacaktır. Bir numunede mevcut elementlerin kimliklerinin bulunması işleme nitel analiz denilmektedir. Nitel analizler, enerji kalibrasyonu yapılmış X-ışını spektrometreleri vasıtasıyla kolayca yapılabilmektedir. Diğer taraftan, bu çizgilerin şiddetleri veya ortalama sayma hızları o elementin çokluğuyla ilgilidir. Numunedeki konsantrasyon tayinine ise nicel analiz denilmektedir.

2.7. Geçişlerin Gösterimi

Bir atomda K, L, M, \dots gibi iç tabakaların elektronları daha üst tabakalara uyarılırsa veya herhangi bir olayla (elektron, proton, α -parçacığı, yeterli enerjiye sahip γ -ışını veya X-ışınlarıyla) iç tabakada elektron boşluğu meydana getirilip, üst tabakalardan buraya elektron geçerse, enerji farkı karakteristik X-ışını olarak yayımlanır. Bir atomun K kabuğunda meydana getirilen elektron boşluğu şayet L kabuğunda bulunan bir elektron tarafından doldurulacak olursa, böyle bir elektron geçişi sonucunda yayımlanan fotonun frekansı, karakteristik spektrumunun $K\alpha$ çizgisine karşılık gelir. K kabuğundaki boşluk M kabuğundaki bir elektron tarafından doldurulursa $K\beta$ çizgisi, N kabuğundaki elektronlardan biri tarafından doldurulursa $K\gamma$ çizgisine karşılık gelen fotonlar yayımlanır. Şayet hedef metali üzerine çarpan elektronların enerjileri K kabuğundan elektron sökecek kadar büyük değilse, L, M, N, \dots kabuklarının birinden bir elektron sökülebilir ve bu kez K kabuğuna benzer olarak L kabuğunda meydana gelen boşluğun M, N, \dots kabuklarındaki elektronlarla doldurulması esnasında $L\ell, L\alpha, L\beta, L\gamma$ ışınları, M kabuğu için $M\alpha, M\beta, M\gamma, \dots$ ve N kabuğu için $N\alpha, N\beta, N\gamma, \dots$ çizgileri, kısacası L, M ve N serileri ortaya çıkmış olur. Herhangi bir tabaka veya alt tabakadaki bir boşluk üst tabakalardan bir elektron ile doldurulduğu zaman yayımlanan X-

ışınlarının Siegbahn ve IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) gösterimleri Çizelge 2.1'de verilmiştir



Şekil 2.7. Enerji seviyeleri ve K, L, M serilerini veren geçişler

$K\alpha_1\alpha_2 \equiv K\alpha$ şeklinde yazılımda buradaki α , α_1 ve α_2 'nin toplamını gösterir.

$$\frac{K\alpha_2}{K\alpha_1} = \frac{50}{100} = \frac{1}{2} \quad (2.11)$$

olduğundan $K\alpha$ dalga boyu ağırlıklı olarak;

$$\lambda_{K\alpha} = \frac{2\lambda_{K\alpha_1} + \lambda_{K\alpha_2}}{3} \quad (2.12)$$

şeklinde verilir.

Çizelge 2.1. X-ışını diyagram çizgilerinin eski (Siegbahn) ve yeni (IUPAC) gösterimleri

Siegbahn	IUPAC	Siegbahn	IUPAC	Siegbahn	IUPAC	Siegbahn	IUPAC
$K\alpha_1$	$K - L_3$	$L\alpha_1$	$L_3 - M_5$	$L\gamma_1$	$L_2 - N_4$	$M\alpha_1$	$M_5 - N_7$
$K\alpha_2$	$K - L_2$	$L\alpha_2$	$L_3 - M_4$	$L\gamma_2$	$L_1 - N_2$	$M\alpha_2$	$M_5 - N_6$
* $K\alpha_3$	$K - L_1$	$L\beta_1$	$L_2 - M_4$	$L\gamma_3$	$L_1 - N_3$	$M\beta$	$M_4 - N_6$
$K\beta_1$	$K - M_3$	$L\beta_2$	$L_3 - N_5$	$L\gamma_4$	$L_1 - O_3$	$M\gamma$	$M_3 - N_5$
$K\beta_2'$	$K - N_3$	$L\beta_3$	$L_1 - M_3$	$L\gamma_4'$	$L_1 - O_2$	$M\xi_1$	$M_5 - N_3$
$K\beta_2''$	$K - N_2$	$L\beta_4$	$L_1 - M_2$	* $L\gamma_{2,3}'$	$L_1 - N_{4,5}$	$M\xi_2$	$M_4 - N_2$
$K\beta_3$	$K - M_2$	$L\beta_5$	$L_3 - O_{4,5}$	* $L\gamma_{11}$	$L_1 - N_5$	Mm	$M_1 - N_2$
* $K\beta_4'$	$K - N_5$	$L\beta_6$	$L_3 - N_1$	$L\gamma_5$	$L_2 - N_1$		
* $K\beta_4''$	$K - N_4$	$L\beta_7$	$L_3 - O_1$	$L\gamma_6$	$L_2 - O_4$		
* $K\beta_{4x}$	$K - N_4$	$L\beta_7'$	$L_3 - N_{6,7}$	$L\gamma_8$	$L_2 - O_1$		
* $K\beta_5'$	$K - M_5$	* $L\beta_9$	$L_1 - M_5$	$L\gamma_8'$	$L_2 - N_6$		
* $K\beta_5''$	$K - M_4$	* $L\beta_{10}$	$L_1 - M_4$	$L\eta$	$L_2 - M_1$		
		$L\beta_{15}$	$L_3 - N_4$	LI	$L_3 - M_1$		
		* $L\beta_{17}$	$L_2 - M_3$	* Ls	$L_3 - M_3$		
				* Lt	$L_2 - M_2$		
				* Lu	$L_3 - N_{5,6}$		
				* Lv	$L_2 - N_{6,7}$		

*Gözlenen yasaklı çizgiler.

2.8. Elektromanyetik Radyasyonun Madde ile Etkileşimi

Monokromatik paralel bir X-ışını demeti bir maddeden geçirildiğinde çıkan demetin şiddetinde bir azalma olur. I_0 şiddetinde bir X-ışını demeti, t kalınlığındaki bir maddeyi geçtikten sonra şiddetindeki azalma,

$$I(E) = I_0(E)e^{-\mu t} \quad (2.13)$$

olarak ifade edilir. Buna Lambert kanunu denir. Burada μ lineer soğurma katsayısıdır. Lineer soğurma katsayısı birim kalınlık başına düşen soğurulma olarak tanımlanır. Madde içine giren elektromanyetik radyasyon, madde atomuna bağlı elektronlar, serbest elektronlar ve çekirdekle etkileşirler. Bunlar, fotoelektrik, çift oluşumu, Compton ve Koherent olaylar olarak tanımlanır. Bu olayların meydana gelme ihtimali fotonun enerjisine bağlıdır. Örneğin; 0,001 MeV'den 0,5 MeV'e kadar fotoelektrik olay, 0,1 MeV'den 0,5 MeV'e kadar saçılma olayı daha etkili iken 1,02 MeV'den başlayan ve daha yüksek enerjili fotonlar için çift oluşumu olayı oluşur (Siegbahn 1974).

Elektromanyetik radyasyonun madde ile etkileşimi;

- Elektromanyetik Radyasyonun Soğurulma (Fotoelektrik ve Çift Oluşumu) Olayı
- Elektromanyetik Radyasyonun Saçılma (Koherent ve inkoherent) Olayı

olmak üzere iki ana başlık altında incelenir.

2.8.1. Elektromanyetik radyasyonun soğurulması

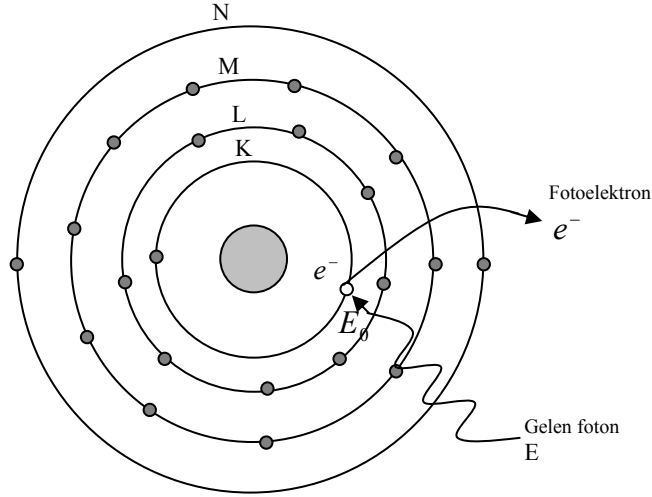
Elektromanyetik radyasyonun soğurulması olayının en çok gözlemlenenleri

- Fotoelektrik olayı
- Çift oluşumu olayıdır.

Bu olayların meydana gelme ihtimalleri gelen fotonun enerjisine bağlı olup 0,001 MeV ile 0,5 MeV arasında fotoelektrik olayı, 1,02 MeV'den başlayarak artan foton enerjilerinde çift oluşumu olayı gözlenmesi ihtimali artar.

2.8.1.a. Fotoelektrik olay

Madde üzerine düşen fotonun tüm enerjisini atoma bağlı elektrona vererek, elektronu atomdan sökmesine fotoelektrik olay denir. Yörüngeden koparak serbest hale gelen elektrona fotoelektron denir.



Şekil 2.8. Fotoelektrik Olay

Gelen fotonun enerjisi $h\nu$, elektronun bağlanma enerjisi E_B ve sökülen elektronun enerjisi E_K ise,

$$h\nu = E_K + E_B \quad (2.14)$$

ifadesi yazılır. Gelen fotonun $h\nu$ enerjisi elektronun bağlanma enerjisine ne kadar yakınsa fotoelektrik olayın gerçekleşme ihtimali o kadar büyüktür.

2.8.1.b. Çift oluşumu

Yüksek atom numaralı bir elementin çekirdeğine yakın yerden geçen fotonun enerjisini kaybederek bir elektron-pozitron çiftine dönüşmesine çift oluşum olayı denir. Elektronun ve pozitronun kütlelerinin eşit, yüklerinin ise zıt olduğu göz önüne alınırsa, çekirdeğe yakın yerde oluşan bu olayda hiçbir korunum yasası bozulmaz. Yani yük, çizgisel momentum ve toplam enerji korunur. Elektronun ve pozitronun durgun kütle enerjileri $mc^2 = 0,51$ MeV ise, çift oluşum olayının gerçekleşmesi için gerekli eşik enerjisi $2m_0c^2 = 1,02$ MeV olması gerekir. Gelen fotonun enerjisi 1,02 MeV den düşük ise elektron-pozitron çifti meydana gelmez ve çift oluşumu olayı gözlenmez. Çift oluşumu olayının tersi, bir elektron ile bir pozitronun yan yana gelerek, bir foton çifti oluşturduktan sonra yok olmasıdır. Bu olayın çekirdek etrafında gerçekleşme şartı yoktur (Tanrıoğlu 2005).

2.8.2. Elektromanyetik radyasyonun saçılması

Elektromanyetik radyasyonun saçılması olayını saçılan ışının enerjisine göre

- Koherent saçılma
- İnkoherent saçılma

olmak üzere ikiye ayrılır.

2.8.2.a. Koherent saçılma

Gelen fotonla saçılan foton arasında, enerji farkı olmadan meydana gelen saçılmaya Koherent saçılma denir. Koherent saçılmada, gelen ve saçılan ışın aynı fazdadır. Bu durum, enerjisi elektronun bağlanma enerjisinden daha düşük enerjili fotonların elektron üzerinden saçılmasıyla da oluşur.

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

$F(x,Z)$ atomik form faktörü ve σ_T Thomson saçılma tesir kesiti olmak üzere, atom başına koherent saçılma tesir kesiti;

$$\begin{aligned}\sigma_{coh} &= \int_{\theta=0}^{\theta=\pi} d\sigma_T [F(x,Z)]^2 \\ &= \frac{3}{8} \sigma_T \int_{-1}^1 (1 + \cos\theta) [F(x,Z)]^2 d(\cos\theta)\end{aligned}\quad (2.15)$$

ifadesiyle verilir.

2.8.2.b. İnkohherent saçılma

Gelen fotonla saçılan foton arasında enerji farkı meydana gelen saçılmalara inkohherent saçılma denir. Gelen ve saçılan fotonların fazları farklıdır.

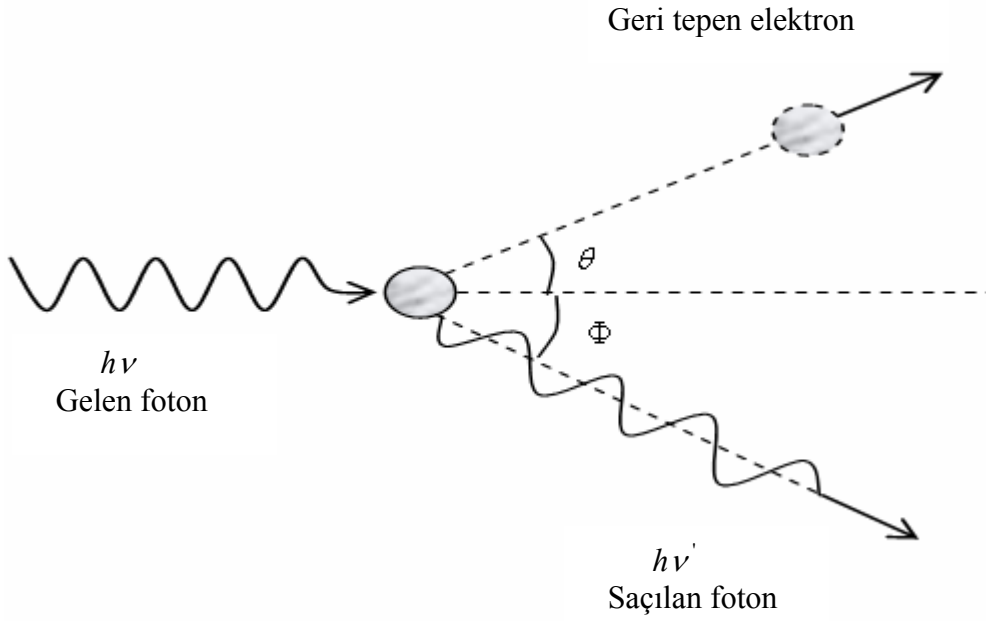
$S(x,Z)$ inkohherent saçılma fonksiyonu ve $d\sigma_{KN}(\Phi)$ Klein- Nishina diferansiyel saçılma tesir kesiti olmak üzere, toplam inkohherent saçılma tesir kesiti,

$$\sigma_{incoh} = \int_{\theta=0}^{\theta=\pi} d\sigma_{KN}(\Phi) S(x,Z) \quad (2.16)$$

bağıntısı ile verilmektedir.

İnkohherent saçılma; Compton, Nükleer ve Raman saçılması olarak bilinir.

Compton olayında atomun dış yörüngesine zayıf olarak bağlı elektrona, elektronun bağlanma enerjisinden çok büyük enerjili fotonun çarparak saçılmasıdır.



Şekil 2.9. Compton Olayı

Gelen foton, saçılan foton ve elektron bir düzlemde ise enerji ve momentum korunacaktır. Enerji ve momentumun korunum yasası gereği

$$E' = \frac{E}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \quad (2.17)$$

ifadesi yazılır.

E' saçılan fotonun enerjisi; E gelen fotonunun enerjisi ve $\alpha = \frac{E}{m_0 c^2}$ 'ye bağlı yazılmıştır.

Burada m_0 elektronun durgun kütlesi ise $m_0 c^2$ 'de elektronun durgun kütle enerjisi olur. Geri tepen elektronun enerjisi E_K , gelen fotonun enerjisiyle saçılan fotonun enerjisi arasındaki farktır ve

$$E_K = E - E' \quad (2.18)$$

$$E_K = E - \frac{E}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \quad \text{'dan} \quad (2.19)$$

$$E_K = \frac{\alpha E(1 - \cos \theta)}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \quad (2.20)$$

olarak verilir (Tarıkçioğlu 2005).

2.9. Kantitatif Analiz Metotları

2.9.1. Giriş

M matrisli bir numunede, A analitinden yayınlanan $I_{A,M}$ analit çizgi şiddeti, M matrisindeki A analitinin yüzdesi ve saf A analitinden yayınlanan $I_{A,A}$ analit çizgi şiddetinin bir fonksiyonu olacaktır. Dolayısıyla;

$$I_{A,M} = I_{A,A} W_{A,M} \quad (2.21)$$

yazılabilir. Analitik metot veya stratejilerin asıl amaçları, matris etkilerini (yani soğurma ve şiddetlendirme etkilerini) azaltma, minimuma indirme ya da düzeltmektir. Ancak bu, analitik metotların tek amacı değildir.

X-ışını spektrometrik analizlerde tamamen matematiksel araçlar vasıtasıyla şiddet verilerinin analitik veriye dönüşümü ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Hesaplamalar şu bilgileri gerektirir:

- Primer X-ışını şuasının şiddet-dalgaboyu dağılımı,
- Her bir primer dalgaboyunun analitik çizgiye dönüşüm verimi,
- Her bir primer dalgaboyu ve analit çizgi için numunenin soğurma verimi,
- Her bir primer dalgaboyunun, analit çizgiyi uyarabilen her bir matris element çizgisine dönüşüm verimi,
- Bu çizgilerin her biri için numunenin soğurma katsayısı,
- Bu çizgilerin her birinin analit çizgiye dönüşüm verimi,
- Analit çizginin tespiti, kırınımı ve geçişi için spektrometrenin verimi (kolimatör, kristal, dedektör vb.).

Görülmektedir ki, hesaplamalar oldukça karmaşıktır ve metotlar sadece sınırlı başarılarla sahip olmuştur. Bu başarılar da, çok az bileşene sahip basit sistemler ve basitleştirilmiş varsayımlarla elde edilmiştir (Eugene 1970-1975).

X-ışını spektrometrik analiz ekseriyetle bir kalibrasyon metodudur. Şiddet verileri, standartlar üzerinde yapılan ölçümlerden türetilen matematiksel ilişkilere veya kalibrasyon eğrilerinin kullanımı ile analitiksel konsantrasyonlara dönüştürülmektedir.

2.9.2. Standart ilâve

Standart ilâve metodu, herhangi bir numunede incelenecek elementin numuneye ilâve edilmesiyle bulunan sonuçların incelenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanır. Şayet analit element numunede düşük seviyede mevcut ve uygun şartlar mümkün değilse (yani matris bilinmiyorsa) standart ilâve metodu kullanılabilir. Bu metodun prensibi şöyledir: bilinmeyen bir numuneye bir i analitin bilinen miktarı (ΔW_i) ilâve edilirse şiddette bir ΔI_i artışı meydana gelir. Kısaca,

$$I_i = M_i W_i \quad (2.22)$$

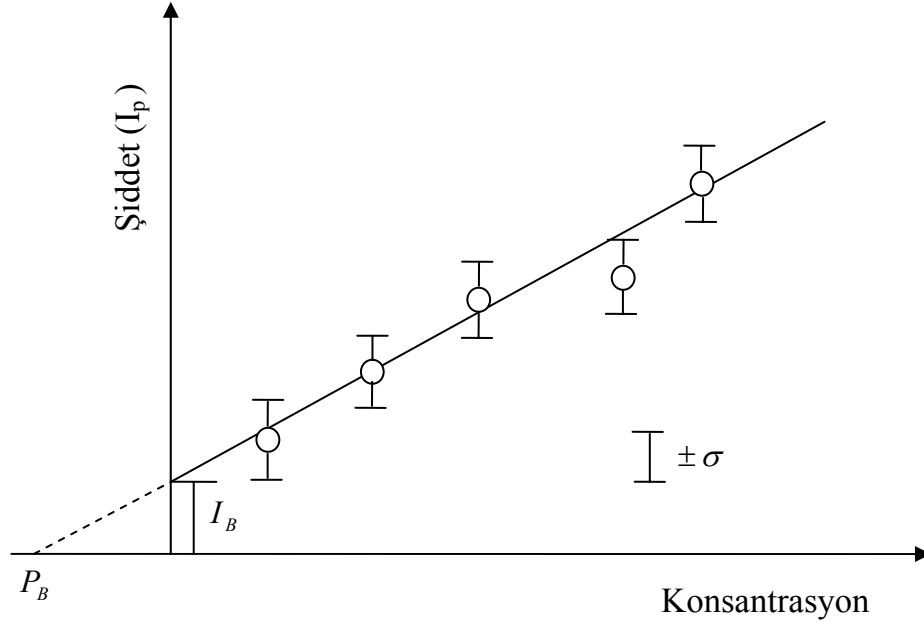
yazılabilir. İlaveli numune için ise,

$$I_i + \Delta I_i = M_i(W_i + \Delta W_i) \quad (2.23)$$

olur. Böyle analit konsantrasyonunun ΔW_i kadar artmasının şiddete $M_i \Delta C$ artışını vereceğini kabul etmekle, ilâve edilen aralıkta lineer bir kalibrasyonu kabul etmiş oluruz. Bu lineerliği kontrol etmek için işlem, farklı analit miktarlarıyla tekrarlanır ve ilâve edilen konsantrasyona karşı şiddet grafiği çizilir (Şekil 2.10). Doğrunun % konsantrasyon eksenine ile kesişme noktası W_i 'yi verir. Kalibrasyon için kullanılan şiddetlerde temel sayma ve üst üste binme düzeltmeleri yapılmalıdır. Ayrıca yüksek sayma hızlarında,

$$I_t = \frac{I_i}{1 - I_i t_d} \quad (2.24)$$

bağıntısı gereğince ölü zaman düzeltmesi yapılmalıdır. Burada I_i , i . elemente ait ölçülen şiddet, I_t ölçülen doğru şiddet ve t_d ise ölü zamandır. Bu metot az ve iz miktarda bulunan analit konsantrasyonu için uygundur. Çünkü numuneye ΔW_i ilâvesi ancak bu durumlarda W_i 'nin kesirleri mertebesinde olup, numune muhtevasını fazlaca değiştirmez. Şayet doğrunun eğimi iyi bilinmiyorsa bu lineer regrasyon analizi ile kolayca bulunabilir. İlave maddeden numunede büyük oranlarda kullanılması, matris etkilerini değiştireceğinden lineerlikten uzaklaşmaya yol açabilir.



Şekil 2.10. Tipik bir X-ışını spektrometrik kalibrasyon eğrisi

2.9.3. Standart seyreltme

X numunesi ve C_S analit konsantrasyonuna sahip olduğu bilinen standart bir S elementi, hiçbir analit içermeyen pasif bir seyreltici ile bilinen oranda karıştırılır. Analit çizgi şiddeti, ilâve edilmemiş numuneden I_X ve standarttan I_S , seyreltilen numuneden $I_{X'}$ ve standarttan $I_{S'}$ ölçülür. İlave yapılmamış numunelerdeki analit konsantrasyonu

$$C_X = C_S \frac{I_S - I_{S'}}{I_{X'} - I_{X'}} \quad (2.25)$$

ile verilir.

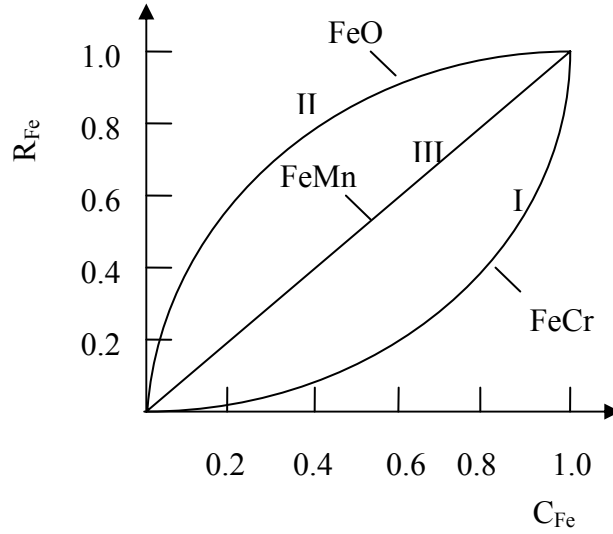
2.9.4. Çift seyreltme

Çift seyreltme metodunun amacı matris etkilerini incelemek değil, onları bilinen iki seyreltme seviyesinde ölçülen şiddetler için düzeltmektir. Aynı analit, farklı matrisler içerisinde incelenirse, analiz sonucunda analitin çizgi şiddetlerinin matris farkından dolayı birbirinden farklı oldukları görülür. Yine aynı analit farklı seyrelmiş numune seviyelerinde incelenirse numune matrisinin seyrelticiden daha soğurucu olmasına veya olmamasına bağlı olarak analit çizgi şiddetleri farklılık gösterir. Eğer numune matrisi seyrelticiden daha soğurucu ise eğri aşağı doğru, matris seyrelticiden daha az soğurucu ise eğri yukarı doğru olur. Eğer numune ve seyrelticinin soğurma şiddetleri birbirine eşitse düz bir eğri elde edilir. Buradan eğrinin numune matrisinin X-ışını soğurmasının bir ölçüsü olduğu sonucu çıkarılabilir. Seyreltmenin çok çok büyük olduğu orijine yakın bölgelerde, soğurma matristen bağımsız olur.

Bir eriyik ürününde, çözücüde veya seyrelticide C_x orijinal numune konsantrasyonuna sahip bir A analiti için I_{A,C_x} analit çizgi şiddeti;

$$I_{A,C_x} = \frac{C_x}{1 + \phi C_x} \quad (2.26)$$

olur. Burada ϕ , o eriyik, çözücü veya seyrelticideki A analiti için karakteristik bir matris faktörüdür. İki farklı C_x ve C'_x konsantrasyonları için yapılacak iki şiddet ölçümü ϕ 'nin hesaplanmasına ve dolayısıyla soğurma-şiddetlendirme etkileri için ölçülen şiddetlerin düzeltilmesine imkân verir. Esas itibariyle bu metot, numunenin bileşimi ve doğası hakkında herhangi bir bilgi veya varsayım olmaksızın seyreltilebilen herhangi bir matristeki, herhangi bir konsantrasyonda herhangi bir analite uygulanabilir.



Şekil 2.11. Bağlı şiddet ile oransal konsantrasyon arasındaki ilişki

Hiçbir sistematik kalibrasyon gerekmez. Fakat birçok standart ilâve ve seyreltme metoduna benzemeksizin bu metot her bir analit için bir standart gerektirir. Bu standartlar, saf analitler, saf standart bileşikler veya konsantrasyonu tamamen bilinen analitleri içeren numuneler olabilir. Metot genellikle, mineraller gibi değişebilen ve kompleks matrisler için uygulanır. Orijinal ilâve yapılmamış bir numunede A analitinin bağlı spektral şiddeti;

$$\frac{I_A}{I_{100A}} = \frac{C_A}{C_A + [r + (1 - C_A)]} = \frac{1}{r} \left[\frac{C_A}{1 + \{(1-r)/r\}C_A} \right] \quad (2.27)$$

olur. Burada I_A ve I_{100A} sırasıyla ilâvesiz numuneden ve saf A elementinden ölçülen analit çizgi şiddetleridir. r matris faktörü ve C_A analit konsantrasyonudur.

Orijinal numunenin iki farklı yüzdesinin cam içinde seyreltildiğini düşünelim. Öyle ki iki eriyik ürünündeki örnek konsantrasyonları, çözeltileri veya karışımları C_x ve C_{2x} olsun. İki ilâveli numuneden ölçülen analit çizgi şiddetlerinin ilâvesiz numuneye bağlılığı,

$$\frac{I_{A,C_x}}{I_A} = \frac{1}{r} \left[\frac{C_x}{1 + \varphi C_x} \right] \quad (2.28)$$

ve

$$\frac{I_{A,2C_x}}{I_A} = \frac{1}{r} \left[\frac{2C_x}{1 + 2\varphi C_x} \right] \quad (2.29)$$

şeklinde verebiliriz. Burada φ yukarıda açıkladığımız matris faktörüdür. O halde, düzeltilen şiddetlerin karşılığı

$$\frac{(I_{A,C_x})_{cor}}{I_A} = \frac{1}{r} C_x \quad (2.30)$$

ve

$$\frac{(I_{A,2C_x})_{cor}}{I_A} = \frac{1}{r} 2C_x \quad (2.31)$$

olur. Düzeltilen ve ölçülen şiddetler ise

$$(I_{A,C_x})_{cor} = I_{A,C_x} (1 + \varphi C_x) \quad (2.32)$$

ve

$$(I_{A,2C_x})_{cor} = I_{A,2C_x} (1 + 2\varphi C_x) \quad (2.33)$$

olur. φ matris faktörü iki ilâveli numuneden ölçülen şiddetlerin oranından bulunur:

$$\frac{I_{A,2C_x}}{I_{A,C_x}} = \frac{2C_x}{C_x} \frac{(1 + \varphi C_x)}{(1 + 2\varphi C_x)} \quad (2.34)$$

$$\varphi = \frac{1}{2C_x} \frac{2 - (I_{A,2C_x} / I_{A,C_x})}{(I_{A,2C_x} / I_{A,C_x}) - 1} \quad (2.35)$$

$2C_x$ örneği için düzeltilen şiddet,

$$(I_{A,2C_x})_{cor} = \frac{I_{A,2C_x}}{(I_{A,2C_x} / I_{A,C_x}) - 1} \quad (2.36)$$

şeklinde yazılabilir. Düzeltilen şiddet konsantrasyonla orantılı olduğundan;

$$(I_{A,C_x})_{cor} = kC_x C_A \quad \text{ve} \quad (I_{A,2C_x})_{cor} = 2kC_x C_A \quad (2.37)$$

olur. Böylece

$$C_A = \frac{(I_{A,C_x})_{cor}}{kC_x} = \frac{(I_{A,2C_x})_{cor}}{2kC_x} \quad (2.38)$$

yazılabilir. Burada k bir orantı sabiti ve C_A ilâvesiz numunedeki analit konsantrasyonudur. k değeri bilinen bir analit konsantrasyonuna sahip bir numune, bir analit bileşiği veya saf bir analitin olabileceği bir standardın kullanılmasıyla deneysel olarak tayin edilebilir. Standartların oranı aynı eriyik, çözücü veya seyrelticide ve numuneninkiyle aynı işlem ile hazırlanır. Eklenen iki standart, ilâveli iki numunedeki gibi 2:1 konsantrasyon oranına sahiptir. Şiddetler ölçülür ve (2.33) ve (2.36) denklemlerinden hesaplanan şiddetler ile düzeltilir. Düzeltilen şiddetlerden ve bilinen C_A değerlerinden (2.38) denklemi (burada, ilâve edilmemiş standarttaki analit konsantrasyonu) ile k hesaplanır. k sadece her bir çözücüde, seyreltici veya eriyikte her bir analit için bir kez değerlendirilmelidir (Eugene 1970,1975; Şahin 2005).

2.9.5. Kalibrasyon standardizasyonu

Standart ilâve ve seyreltme metotlarının dışındaki tüm X-ışını spektrometrik analiz metotları, bir ya da daha çok standart ve numuneden ölçülen analit çizgilerinin mukayesesine dayanır. Seyreltilen veya yoğunlaştırılan numuneler standart olarak düşünülürse, bu mukayeseler standart ilâve ve seyreltme metodunda da kullanılırlar. Bu durumda numune ve standartların fiziksel form, analit konsantrasyonu, matris bileşimi ve fiziksel özellikler bakımından birbirleriyle benzer olmaları gerekir.

Standartlardan ölçülen verileri düz bir eğriye fit etmede "Cohen en küçük kare" yöntemi kullanılır. Bu, her bir deneysel noktanın o noktadaki ortalama değerden sapmalarının karelerinin toplamı minimum olan bir eğri verir. Doğru analiz, matris etkisi önemli veya önemsiz olduğunda, analit konsantrasyon bölgesi küçük ve standartlar numunelerle çok benzer olduğunda, doğru analit konsantrasyona karşı analit çizgi şiddetinin çizilmesiyle elde edilen basit bir kalibrasyon eğrisiyle yapılır.

Diğer taraftan bu metot, dahili standart, ince film, seyreltme, matematiksel veya özel deneysel metotlar gibi temel kantitatif analiz yaklaşımlarının biriyle destekleniyor olmalıdır. Şekil 2.10, tipik bir X-ışını spektrometrik kalibrasyon eğrisini göstermektedir. Eğrinin orijinden geçmemesi bize temel sayma şiddetine karşı düzenleme yapılmadığını söyler. Ancak eğrinin extrapole edilmesiyle şiddet eksenini kesen noktanın temel sayma şiddetine karşılık geleceğini söyleyebiliriz. Böyle bir grafiğin analizi, numuneden analit çizgi şiddetinin ölçülmesi ve buna karşılık gelen konsantrasyonun tespit edilmesinden ibarettir. Böyle bir grafik matematiksel olarak da analit konsantrasyonunu bulmaya yardım eder. Örneğin Şekil 2.10'dan,

$$I_p = mC + I_B \quad (2.39)$$

$$m = (I_p - I_B) / C \quad (2.40)$$

yazılabilir. Burada m eğrinin eğimidir ve kalibrasyon faktörü olarak düşünülebilir. m 'nin birimi, birim konsantrasyon başına saniyedeki saymadır (% , mg/ml, $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, vb.). O halde, analit konsantrasyonunu numuneden ölçülen net şiddetle alâkalı olarak

$$C = \frac{I_P - I_B}{m} \quad (2.41)$$

şeklinde verebiliriz.

Kalibrasyon eğrisinin linear olduğu ve orijinden geçtiği biliniyorsa, tek bir standart bu eğriyi belirlemek için yeterlidir. Geniş bir kalibrasyon bölgesi için hemen hemen hiçbir analizci, en azından üç standart olmadan eğriyi çizmeyi başaramadı. Konsantrasyona karşı analit çizgi şiddetinin çizildiği linear kalibrasyon eğrisi, düşük soğurma katsayılarına sahip matrislerde küçük miktarlar veya düşük konsantrasyonlu analitler için söz konusudur. Ayrıca linear kalibrasyon eğrisini verecek numune türleri de şunlardır: İnce filmler, bir filtre kağıdındaki analit elementinin materyalin küçük miktarına sahip olan numuneler, düşük Z 'li matrisler ve plastiklerdeki az ve iz analitler, seyreltilen, kristalleştirilen ve çözdürülen numunelerde küçük ve hatta büyük bileşenler için ve onların orijinal matrislerindeki iz analitler.

Her ne kadar linear bir eğri tercih edilse de kalibrasyon eğrisinin analitiksel bir anlamı olması için illâ da linear olması gerekmez. Linear olmayan bir eğriyi çizmek, linear bir eğriden daha çok standart gerektirir ve eğrilik ne kadar büyük olursa, o kadar çok standart gerekir. Analit konsantrasyonuyla ilgili bölge küçükse, linear olmayan bir eğrinin küçük bir parçasını kaplıyorsa ve standartlar bu konsantrasyon bölgesiyle üst üste düşüyorsa, bu bölge linear olan bir aralık gibi düşünülebilir.

Analit konsantrasyonunda küçük bir değişimin analit şiddetinde büyük bir değişme vermesi için eğim yükseltmek istenebilir. Öncelikle, analit çizgi için, matrisin kütle soğurma katsayısı eğim ile ters orantılıdır, yani matris soğurması ne kadar büyük olursa eğim o kadar düşük olacaktır. Kısa dalgaboyu bölgesi; ($<1 \text{ \AA}$) uygun eğim ve yüksek

temel sayma, uzun dalgaboyu bölgesi; (3–20 Å) düşük eğim ve temel sayma ile karakterize edilir. Yüksek eğim ve düşük temel saymaya sahip olan orta dalgaboyu bölge en çok tercih edilenidir. Genelde lineer bir kalibrasyon eğrisi için eğim ne kadar yüksek ve temel sayma ne kadar düşük ise analitiksel metodun hassaslığı o kadar büyüktür. Eğim, ölçülen analit çizgi şiddetinin artması ile artar. Aynı zaman aralığı tüm çizgi ve temel saymalar için kullanılıyorsa, toplam saymalar şiddet yerine de kullanılabilir. Tüm ölçümler için aynı saymalar kullanılıyorsa, sayma zamanı kullanılabilir. Tüm durumlar için kalibrasyon fonksiyonu grafiksel olarak kullanılabilir veya matematiksel kalibrasyon faktörleri türetilebilir. Genelde şiddet oranları, saf şiddetten daha güvenli analitiksel sonuçlar verir ve bu, artan sayma hatalarını düzeltmeden güvenilirliği daha da artırır.

2.9.6. Yayınlama ve soğurma katsayıları

Yayınlama-soğurma metodunda numunenin bir kısmı, numune odasında numunenin diğer kısımlarından ölçülen analit çizgi yayınlanmasına etki eden soğurma şiddetlendirme etkilerini düzeltecek verileri oluşturmak üzere soğurucu bir filtre olarak kullanılır. İnce, düz bir tabaka halindeki numune, soğurucu bir filtre olarak kullanılmak üzere hazırlanır. Bu filtre kaynak kolimatörünün çıkış kısmına veya dedektör kolimatörünün giriş kısmına berk edilir. Kütlesi bilinen numune briket haline getirilmiş bir disk ve yüzeyi bilinen düzgün bir tabaka halinde ise yüzey ρ_t (g/cm^3) yoğunluğu doğrudan bulunabilir.

Primer şua için numunenin kütle soğurma katsayısı şu üç yoldan biriyle bulunabilir:

1. Gonyonometre 0° de 2ϕ 'ye ayarlanır ve bir parça parafin primer X-ışını şuasını saçmak için numune odasına yerleştirilir veya X-ışını tüp penceresi dedektörle yüz yüze bakacak şekilde döndürülür.

2. Diğer bir teknik, çok düşük bir X-ışını tüp akımı ve küçük bir deliğin primer şiddeti ölçülebilir bir değere azaltmak için kullanılması ve bunun için gerekli gonyometrik düzenlemenin yapılması esasına dayanır.
3. Alternatif olarak primer şuanın etkin dalgaboyu ile yaklaşık olarak aynı olan güçlü bir spektral çizgiye sahip ikincil bir hedef numune odasına yerleştirilebilir. Gonyometre bu dalgaboyu için 2φ açısına ayarlanır. Her bir halde gelen ve filtreden geçen şiddet ölçülür. Burada I_0 gelen şiddet, I geçen şiddettir. Analit çizgi için kütle soğurma katsayısı, gelen ve filtreden geçen, kristal tarafından kırınım uğratılan ve numune odasındaki örnek tarafından yayınlanan analit çizgi şiddetleri ölçülerek bulunur.

Yukarıdaki metotların her birinde, filtre iki tane özdeş dedektörün iki pencerele gaz sayacı arasına yerleştirilerek gelen ve geçen şiddetler ön ve arkadan aynı zamanda ölçülür.

Hem birincil hem de ikincil X-ışınları için toplam kütle soğurma katsayısı X-ışınları, zıt yönlerde gelecek şekilde örnek üzerine berk edilen filtre yardımıyla ve doğrudan emisyon numunesinden analit çizgi şiddetleri ölçülerek hesaplanır (Eugene 1970, 1975).

2.10. Dalgaboyu Ayrımlı X Işını Floresans (WDXRF)

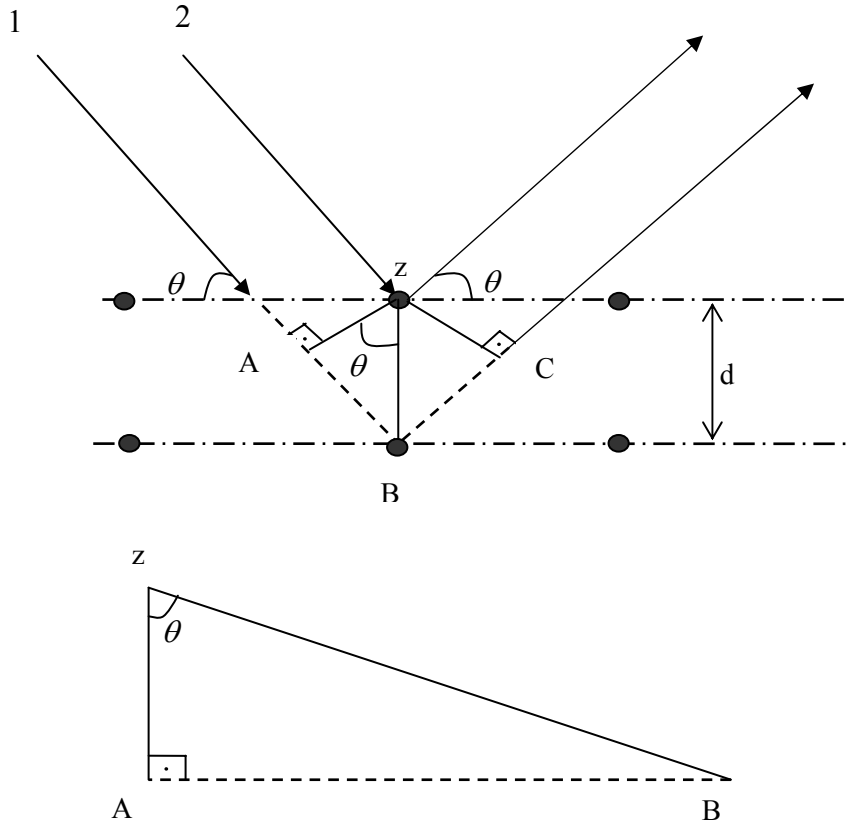
Dalgaboyu ayrımlı X ışını floresans (WDXRF) element analizleri için kullanılan X ışını floresans aletlerinin iki genel tipinden biridir. WDXRF spektrometrelerinde numunedeki bütün elementler eşzamanlı olarak belirlenmektedir. Numuneden yayınlanan karakteristik radyasyonların farklı enerjileri analiz eden bir kristal veya monokrometre tarafından farklı yönelimlere kırılırlar (Bir prizmada görülen farklı renkteki ışınların yayılması gibi). Belli bir açıyla yerleştirilmiş bir dedektörle belli bir dalgaboyuna sahip X-ışınının şiddeti ölçülebilir. Sıralı spektrometreler pek çok farklı dalgaboyuna sahip X-ışınlarının şiddetini ölçmek için belirli bir açıda hareket eden (gonyometre) bir dedektör kullanılır. Benzer spektrometreler sabitlenmiş dedeksiyon sistemleriyle kurulmuştur ki

orada her sistem spesifik bir elementin radyasyonunu ölçer. WDXRF sisteminin öncül avantajları yüksek rezölasyon (genellikle 5–20 eV) ve minimal spektral ayrımlardır.

2.11. Dalga Boylarına Ayırma Düzenegi

Bu düzenek bir gonyometre merkezine yerleştirilmiş kristal üzerine gelen X-ışınları kolimatörlerde demet haline getirilir. Kristal üzerine gelen X-ışınları Bragg yasasına ($2d \sin \theta = n\lambda$) uyarak farklı dalgaboylarında belirli açılarda yansır. Gonyometreyi döndürerek, belirli yansıma açısı ayarlanınca istenilen dalga boyundaki X-ışını, ölçüm sisteminde ölçülür. X-ışınlarını dalgaboylarına ayırmak için kullanılan başlıca kristaller: topaz, LiF, NaCl, flüorit, kuvars, EDDT (etilendiamin ditartarat), ADP (amonyumdihidrofosfat), Ge, Pet, muskovittir. Bu kristaller için tüm elementlerin özgün X-ışınlarının dalga boylarına karşın gelen 2θ yansıma açıları çizelgeler şeklinde literatürde vardır. Çizelgeden, analiz edilecek elementin seçilen özgün X-ışını dalga boyuna uygun kristalde karşı gelen 2θ açısı bulunur. Gonyometre bu açığa ayarlanınca elementin seçilen özgün X-ışınları detektöre düşürülür.

Kristal, monokromatör dalgaboyu-ayırımı spektrometrelerin kalbidir. X-ışını bölgesindeki elektromanyetik ışımının dalga boyu ayırımı, diğer bazı ışıklarda kullanılan normal ağlarla (kırınım ağlarıyla) yapılamaz, sadece kristallerden kırınım veya uzun-dalgaboylu X-ışınları için çoktabakalarla (multilayers) yapılabilir. Şimdi bu işin prensibini ortaya koyalım. Aynı doğrultuda ilerleyen, eşit genlikli faz içi elektrik vektörlerine sahip, λ dalga boylu X-ışınlarının bir monokromatik şuanını dikkate alalım. Bu paralel şuanın kristal üzerine θ açısıyla geldiğini (bu açı, şuanın kristal düzlemi veya düzlemleriyle yaptığı açıdır) kabul edelim. Saçılan ve yansıyan X-ışınları eşit λ 'lı fakat bunlardan sadece faz ilişkisinin korunduğu yönde gidenler yapıcı girişimde bulunurlar (Demir 2004).



Şekil 2.12. Bragg Kırınımı

Bu ise ancak, şekil 2.12'de görüldüğü üzere 1 ve 2 ışınlarının ABC yol farklarının dalga boyunun tam katlarına eşit olması halinde vukuu bulur. Şekil 2.12'den açıktır ki bu yol farkı λ 'nın tam katlarına eşit olmalı:

$$AB + BC = d \sin \theta + d \sin \theta = n_k \lambda \quad (2.42)$$

veya

$$n_k \lambda = 2d \sin \theta \quad (2.43)$$

Burada n_k komşu düzlemlerden saçılan ışınlar arasındaki dalga boyu farkının sayısını temsil eder. IUPAC'a (International Union of Pure and Applied Chemistry) göre sıra n_k ile gösterilir. Şayet $n_k = 1$ ise fark bir dalga boyu olup kırınımın birinci mertebeden olduğu söylenir, bu böyle devam eder gider.

θ 'dan farklı açılarda yayınlanan tüm X-ışınları faz dışı olduklarından ve yıkıcı girişimde bulunacaklarından bunların bir katkısı olmaz ve yok kabul edilirler. Şekil 2.12'ye dikkat edilirse, Bragg saçılmasında, gelme ve yansıma açıları birbirine eşittir. Ancak kırınımın klasik optikteki yansımaya benzetilmesi anlamsızdır; çünkü kırınım bir düzlem işlemi olmayıp, bir hacim işlemidir.

Optik ışınların yansımasıyla X-ışınlarının yansıması arasındaki tam benzerlik sadece grazing açısında vardır. Bu tamamen kırılma indisinin (ki bu X-ışınları için 1 civarındadır) sonucudur.

Böylece analizleyici kristalin çevresindeki hacimde bazı yönlerde monokromatik X-ışını kırınımı elde etmek için gerekli statik şart verilmiş oldu. Peki, polikromatik X-ışını şuaşı durumunda ne olur? Bir kristal için, farklı sebeplerden dolayı bir düzlemler takımı seçildi ve d sabitti. Sadece birinci sıradan kırınım ile ilgileniliyorsa ve gelen şuada mevcut bütün λ 'lar yapıcı girişim gerçekleştiriyorsa o zaman tek değişken θ 'dır.

$$\lambda = \text{sabit} \times \sin \theta \quad (2.44)$$

θ kırınım açısı, bir gonyometre kolu üzerine yerleştirilen bir dedektörle belirlenebilir. Dedektör, analizleyici kristalin makroskobik düzleminde geçen bir eksen etrafında dolandırılır. Sabit pozisyonlu bir kaynak için dedektör 2θ açısıyla dolandırılırken ve analizleyici kristal ise θ açısını tarayacak şekilde döndürülür. Dalga boyu, $2d = \text{sabit}$ ve $\sin \theta$ 'dan hesaplanabilir. Burada dikkat edelim ki bu, sadece birinci-sıradan kırınım için geçerlidir. Şayet ikinci-sıradan kırınım kullanılıyorsa, dalga boyu yarı değerine

sahip olacaktır. Kristalden birinci sıradan kırınım olması için maksimum dalga boyu $\lambda_{\max} = 2d$ olmalıdır, çünkü $\sin \theta \leq 1$ 'dir.

Dalga boyu enerjile ilişkili olduğundan, bunlardan birini diğerine dönüştüren bir eşitlik daha yazılabilir:

$$E = \frac{12,396}{\lambda} \quad (2.45)$$

Burada E elektron volt (keV) λ ise angström (Å) cinsindedir.

Halen X-ışını spektroskopistleri enerji için eV veya keV'i, dalga boyu için Å'u yaygınca kullanmaktadırlar. Uluslararası anlaşmalara göre Jule ve nanometre kullanılırsa yukarıdaki bağıntı;

$$E = \frac{12396}{\lambda} 1,66 \times 10^{-19} J \quad (2.46)$$

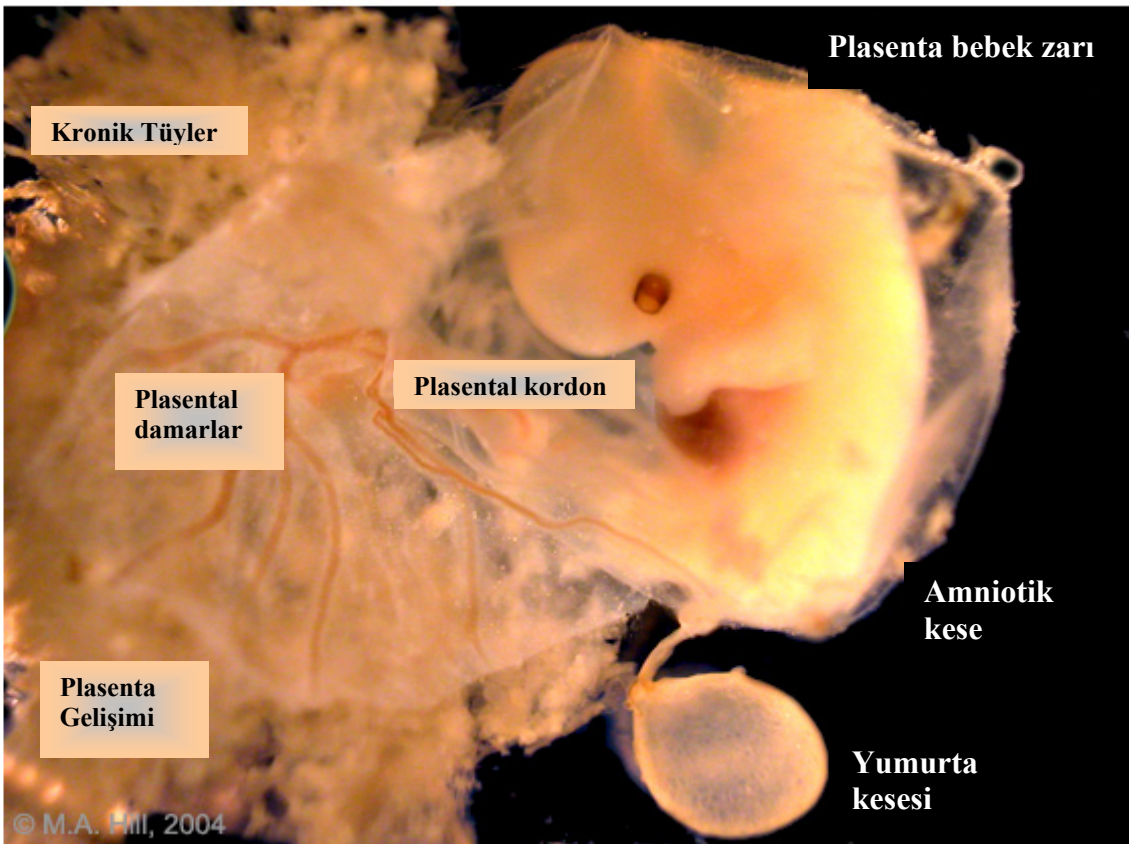
olur (Van Grieken and Markowicz 1993).

2.12. Plasenta

2.12.1. Giriş

Gebelik süresi sona erip bebeğiniz dünyaya merhaba dedikten hemen sonra doktorunuzun dikişlerden önce yapacağı bir işlem daha vardır: tüm hamilelik boyunca bebeğinizin pek çok gereksinimini karşılayan plasentayı çıkarmak. Halk arasında son ya da eş olarak da adlandırılan plasenta geçici bir organ olup hamilelik açısından hayati öneme sahiptir.

Tüm hamilelik süresince fetüs tüm gereksinimlerini annesi yardımıyla sağlayan bir parazit gibidir. Çok erken dönemlerde embriyo çok küçük olduğundan gereksinimleri ve atık ürünleri de son derece azdır ve bu gereksinimlerini rahim boşluğu salgıları yardımıyla giderebilir. Ancak bu durum çok çabuk değişkenlik gösterir. Embriyo büyümeye devam edip dolaşım sistemi oluşuktan sonra besin maddesi ile gaz alışverişini sağlayacak daha etkili bir sisteme gerek duyar. Bebeğin dolaşımı ile annenin dolaşımı arasında bu alış veriş sağlayan sistem plasentadır.



Şekil 2.13. Anne karnındaki bebek ve plasenta ile bağlantısı

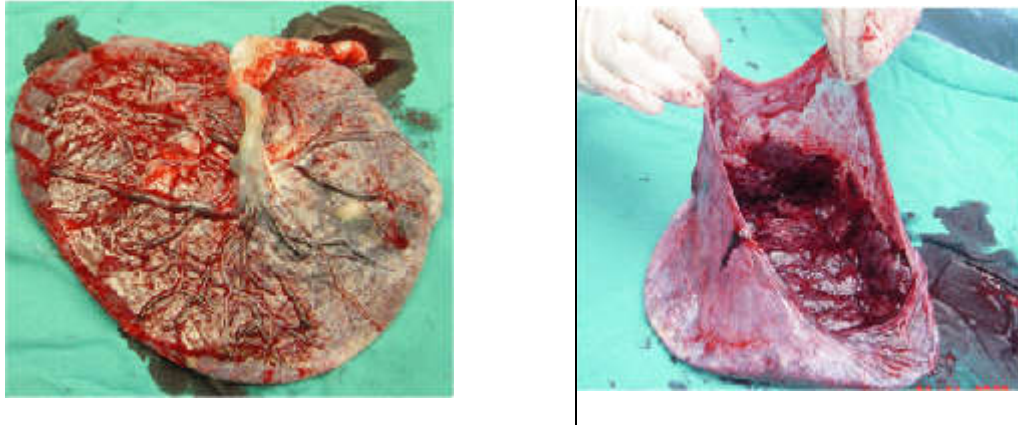
Madde alışverişini dışında plasentanın bir başka görevi daha vardır. Plasenta ana endokrin organlardan birisidir. Östrojen ve progesteron gibi steroid hormonlar ile bazı protein hormonların salgılanmasından sorumludur.

2.12.2. Plasentanın gelişimi

Plasentanın oluşumu gebeliğin çok erken dönemlerinde, embriyo daha blastokist aşamasındayken başlar. Embriyo rahim duvarı içine yerleştikten sonra (implantasyon) bazı hücreler ayrışarak bebeği oluştururken diğer hücreler plasentayı oluşturmak üzere farklılaşmaya başlar. Bu aşamada rahmin iç kısmını döşeyen ve endometrium adı verilen tabaka da farklılaşır. Bu tabaka artık desidua olarak adlandırılır. Endometriumun bu değişimi yumurtalıklardan salgılanan hormonların etkisi ile olur.

Plasenta gebeliğin yaklaşık 18 haftasına kadar büyümeye devam eder. Bu döneme kadar gebeliğin sürdürülmesi için gerekli hormonal destek yumurtalıklar tarafından salgılanır. Daha sonra ise bu görevi plasenta üstlenir.

Genelde doğumda plasenta 20-22 cm çapında disk şeklinde bir yapıdır, 2-2,5 cm kalınlığında ve yaklaşık 500 gr ağırlığındadır (Şekil 2.14). Bununla birlikte plasenta boyutları çok değişkenlik gösterebilir.



Şekil 2.14. Doğum sonrası anneden alınan plasenta resimleri

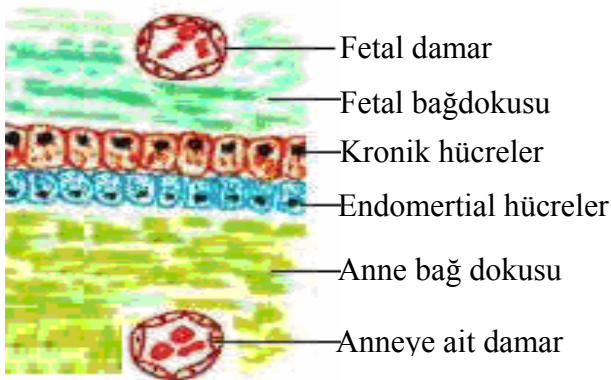
2.12.3. Plasenta fonksiyonu

Plasentanın temel görevi gelişmekte olan fetüs gereksinim duyduğu besin maddelerini anneden bebeğe aktarmak, fetüsün metabolizma neticesi ürettiği atık ürünleri annenin

dolaşımına aktarmak ve yine anne ile bebek arasında oksijen ve karbondioksit alışverişini sağlamaktır.

İlk kez 1559 yılında Realdus Columbus bu geçici organa "yuvarlak kek" anlamına gelen plasenta adını vermiştir. 1796 yılında oksijenin keşfinden sadece 22 yıl sonra Erasmus Darwin plasentanın görevinin insanlardaki akciğer ve balıklardaki solungaçlar ile benzer olduğunu ileri sürmüştür.

Zannedilenin aksine bebeğin kanı ile annenin kanı asla birbiriyle temas etmezler. Bebeğin kanı ile annenin kanı arasında pek çok tabaka bulunur. Kandaki maddeler bu tabaklar yardımıyla değiş tokuş edilir.



Şekil 2.15. Plasentanın biyolojik görüntüsü

Plasenta karmaşık bir yapıdır sadece geçirgen bir zar değildir. Bazı maddeler plasentadan olduğu gibi geçerken bazıları geçiş sırasında metabolize olur bazıları ise hiç geçemezler. Öte yandan glikoz ve oksijen gibi bazı maddelerin bir kısmı geçiş sırasında plasenta tarafından kullanılır.

2.12.4. Gaz transportu

Oksijen ve karbondioksit gibi gazlar kısmi basınçlarındaki farklılıklar yardımıyla transfer edilirler. Örneğin anne kanındaki oksijen bebek kanındakine göre daha fazla olduğu için doğal olarak annenin kanından fetal tarafa doğru geçiş gösterir. Oksijen basıncı daha düşük olmasına rağmen bebeğin kanı dokulara anne kanındaki kadar oksijen taşıma yeteneğine sahiptir. Bunun nedeni bebek kanındaki hemoglobin oranının yaklaşık %50 daha fazla olmasıdır. Öte yandan fetal dolaşımdaki hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesi yetişkin hemoglobinkinden çok daha fazladır.

Karbondioksit açısından bakıldığında ise fetüste çok fazla üretildiğinden bebek kanındaki oran ve basınç çok daha fazladır. Bu nedenle karbondioksit bebek kanından anne kanına doğru geçiş gösterir.

2.12.5. Besin maddeleri

Plasenta ve fetüs için temel enerji kaynağı glikozdur. Glikoz plasentadan yardımcı difüzyon ile geçer. Glikozun bir kısmı değişmeden bebeğe geçerken kalan kısmı plasentada metabolize edilerek lakta ta dönüştürülür.

Proteinlerin yapı taşı olan aminoasitler fetal kanda daha fazla miktarda olmasına rağmen fetüsün yoğun gereksinimi nedeniyle anne kanından alınırlar. Bu geçiş aktif transport adı verilen sistemle olur.

Diğer besin maddelerinin geçişi de benzer şekilde olur. Bazı antikorlar, ilaçlar vb. maddelerde benzer mekanizmalarla plasentadan bebeğe geçebilirler.

2.12.6. Hormon üretimi

Madde alışverişinin yanı sıra plasenta, yumurtalık, rahim, meme dokusu ve bebek

üzerinde etkili pek çok hormon ve hormon benzeri maddenin üretiminden de sorumludur.

2.12.6.1. Steroid hormonlar

Plasentada iki ana tür seks steroidi üretilir. Bunlar östrojen ve progesterondur.

2.12.6.1.a. Progestinler

Progesteron reseptörüne bağlanan hormonlar kabaca progestinler olarak adlandırılırlar. Progesteron hormonunun kendisi gebelik hormonu olarak da adlandırılır. Bunun nedeni gebeliğin yerleştiği endometriumu desteklemekte üstlendiği kritik roldür. Miktarı değişmekle birlikte tüm memeli hayvanların plasentaları progesteron üretir. Hamileliğin başında placentada bu görevi üstlenen kadar gerekli olan progesteron yumurtalıkta korpus luteum adı verilen yapıdan üretilir. Korpus luteum yumurtlamadan sonra yumurtalıkta kalan kısımdır. Bazı memeli türlerinde hamileliğin hemen başında plasentadan salgılanan progesteron yeterli olduğu için korpus luteum ameliyatla çıkarılsa bile gebelik devam eder. Oysa insanda bu operasyon düşüğe neden olur.

Hamilelikte progesteronun 2 temel görevi vardır:

1. Endometriyumun desteklenmesi: Fetüsün yaşamını devam ettirebilmesi için gerekli ortamın sağlanmasıdır. Eğer endometriyum üzerindeki progesteron desteği ortadan kalkarsa gebelik sonlanır.
2. Rahim kaslarının kasılmalarının baskılanması: Buna myometriyum üzerinde progesteron bloğu adı verilir. Rahmin kasılması ve gebeliğin düşük ya da erken doğum ile sonlanmasını engelleyen önemli faktörlerden birisidir. Hamileliğin sonlarında doğru bu blok artan östrojen hormonu ile baskılanır.

Progesteron ve diğer progestinler aynı zamanda hipofiz bezinden olan hormon salgısını engelleyerek hamilelik süresince yeni bir yumurtlama olmasını engellerler.

2.12.6.1.b. Östrojenler

Plasenta bazı türde östrojenlerin üretiminden de sorumludur. İnsanlarda plasentada üretilen asıl östrojen estrioldür. Türler arasında farklılıklar bulunmakla birlikte plasentada üretilen östriol bebekte üretilen androjenlerden, plasentada üretilen progestinlerden ya da diğer steroid hormonlardan üretilir. Bazı istisnai durumlar dışında anne kanında östrojen düzeyi gebeliğin sonları yaklaştıkça zirveye ulaşır. Plasental östrojenlerin iki temel görevi vardır.

1. Myometriumun gelişiminin uyarılması ve progesteronun myometriumu baskılayıcı etkisinin dengelenmesi: Pek çok türde artan östrojen düzeyleri rahim kası üzerinde oksitosin adı verilen hormonun bağlanacağı reseptörlerin yapımını hızlandırarak rahimi doğuma hazırlar. Oksitosin rahim kasılmalarını sağlayan ve suni sancı sırasında da dışarıdan verilen hormondur.
2. Meme dokusunun uyarılması: Östrojenler memede süt üretiminden sorumlu olan dokuların yapımını uyarırlar.

Progestinler gibi östrojenler de hipofiz bezini baskılayarak hamilelik süresince yeni bir yumurtlama olmasını engellerler.

İnsanlarda plasental östrojen (estriol) bebekte üretilen androjenlerden üretildiği için fetüsün iyilik halinin değerlendirilmesinde önemli rol oynar.

2.12.6.2. Protein hormonlar

Hemen her memelide değişik türlerde protein yapısında hormonlar ve benzeri maddeler de üretilir. Bu maddeler hem anne, hem bebek hem de plasentanın fizyolojisinde önemli rol oynarlar.

2.12.6.2.a. Koriyonik gonadotropin

Sadece gelişmiş memelilerde üretilen bir hormondur. İnsanda üretilen formuna *human chorionic gonadotropin* ya da kısaca hCG adı verilir. hCG yumurtalıktaki korpus luteum üzerindeki özel alanlara bağlanarak bu yapının gerilemesini engeller. Bu sayede korpus luteum plasenta tam anlamıyla görevi üstlenene kadar progesteron üretmeye devam eder ve gebeliğin düşükle sonuçlanması engellenir. Bu nedenle hCG annenin moleküler düzeyde gebeliği fark etmesini sağlayan ilk sinyaldir. Gebelik testlerinde kanda veya idrarda hCG saptanması testin pozitif yani gebeliğin var olduğu anlamına gelir.

2.12.6.2.b. Plasental laktojenler

Bunlar süt üretiminden sorumlu olan prolaktin ve büyümeyi, sağlayan büyüme hormonuna benzer hormonlardır. Genelde gelişmiş tür canlılarda üretilir. Bu hormonların fonksiyonları tam anlamıyla açıklığa kavuşturulamamıştır. Bebeğin ve annenin metabolizmasında dengeleyici rol oynadıkları düşünülmektedir.

2.12.6.2.c. Relaksin

Bu hormonun progesteronla beraber gebeliğin idamesinde rol aldığı düşünülmektedir. Pelvisteki bağların gevşemesini sağlamak da olası etkileri arasındadır.

2.12.7. Plasenta Anomalileri

2.12.7.1. Küçük plasenta

Genelde normalden küçük plasenta bazı anomalilerle birlikte görülür. Annenin hamilelik öncesi aşırı zayıf olması ya da gebelik süresince yeterli kilo almaması durumunda plasenta küçük olabilir. Annenin kan hacmi yeteri kadar artmadığında rahimden

plasentaya giden kan akımı da yetersiz olacağından plasenta yeteri kadar büyüyemez. Öte yandan plasentanın küçük olması doğal olarak fonksiyonlarını erken yitirmesi (erken yaşlanması) sonucunu getirir. Plasentanın erken yaşlanması gebeliğe bağlı yüksek tansiyon (preeklamsi) varlığında sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bununla beraber bazı genetik bozukluklarda da plasenta normalden küçük kalabilir.

2.12.7.2. Büyük plasenta

Bu durumun en önemli nedenleri, plasentada ödem, annede diyabet, annede ciddi anemi, bebekte anemi, doğumsal frengi ve plasenta arkasına kanamadır. Nadiren toksoplazma enfeksiyonu, doğumsal fetal nefroz gibi durumlar da bu çizelgeye neden olabilir. Plasental ödem şiddetli ve yaygın olduğunda bebeğe giden kan ve oksijen miktarı azalacağından düşük apgar'lı bebeklere daha sık rastlanır. Bu çizelgenin sonucu olarak yeni doğan ölümleri daha sık görülebilir.

2.12.7.3. İnce plasenta

Erken doğumlarda ve bazı fetal anomalilerde plasenta ince olabilir. Plasentanın normalden çok daha ince olması fetal gelişim geriliği ve yeni doğan ölüm riskini arttırmaktadır.

2.12.7.4. Kalın plasenta

Bu durum hastalıktan ziyade sağlık belirtisidir.

2.12.7.5. Loblu plasenta

Plasentanın birden fazla loba ya da aksesuar loba sahip olmasının klinik önemi bilinmemektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

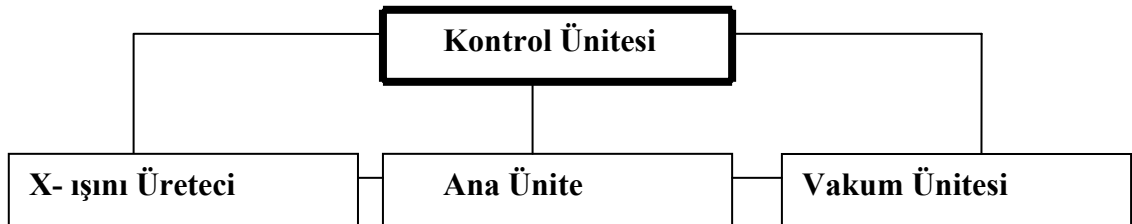
3.1. WDXRF Ölçümleri

Bu çalışmada Rigaku firması tarafından üretilen ZSX 1000e dalga boyu ayırmalı X-ışını floresans cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. ZSX 1000e WDXRF cihazı

WDXRF sistemi Şekil 3.2'de gösterildiği gibi üç bileşenlerden oluşur.



Şekil 3.2. WDXRF sistem şeması

3.2. Ana Ünite

Numune değiştirici, numune odası ve analiz odasından oluşur.

3.2.1. Numune değiştirici

Bu kısımda numuneleri peş peşe analiz edebilmek için 12 numune değiştirici bulunur (Şekil 3.3). Kontrol ünitesinden verilen komuta göre sensor yardımıyla istenilen numaralı (1–12) numune, numune değiştiriciden otomatik olarak çağrılır.



Şekil 3.3. Numune değiştiriciler

3.2.2. Numune odası

İki kısımdan oluşur; numune hazırlama odası ve analiz odası.

Numune hazırlama odası: Burada analiz yapılması için vakumlama yapılır. Numune uygun vakuma alındıktan sonra analiz odasına alınır.

Analiz odası: Bu oda numuneyi, numune odasından uygun X-ışını ölçüm pozisyonuna taşır. Analizler genellikle vakum ortamında yapıldığından, analiz odası normal olarak vakumlanır.

3.2.3. Spektroskopik oda

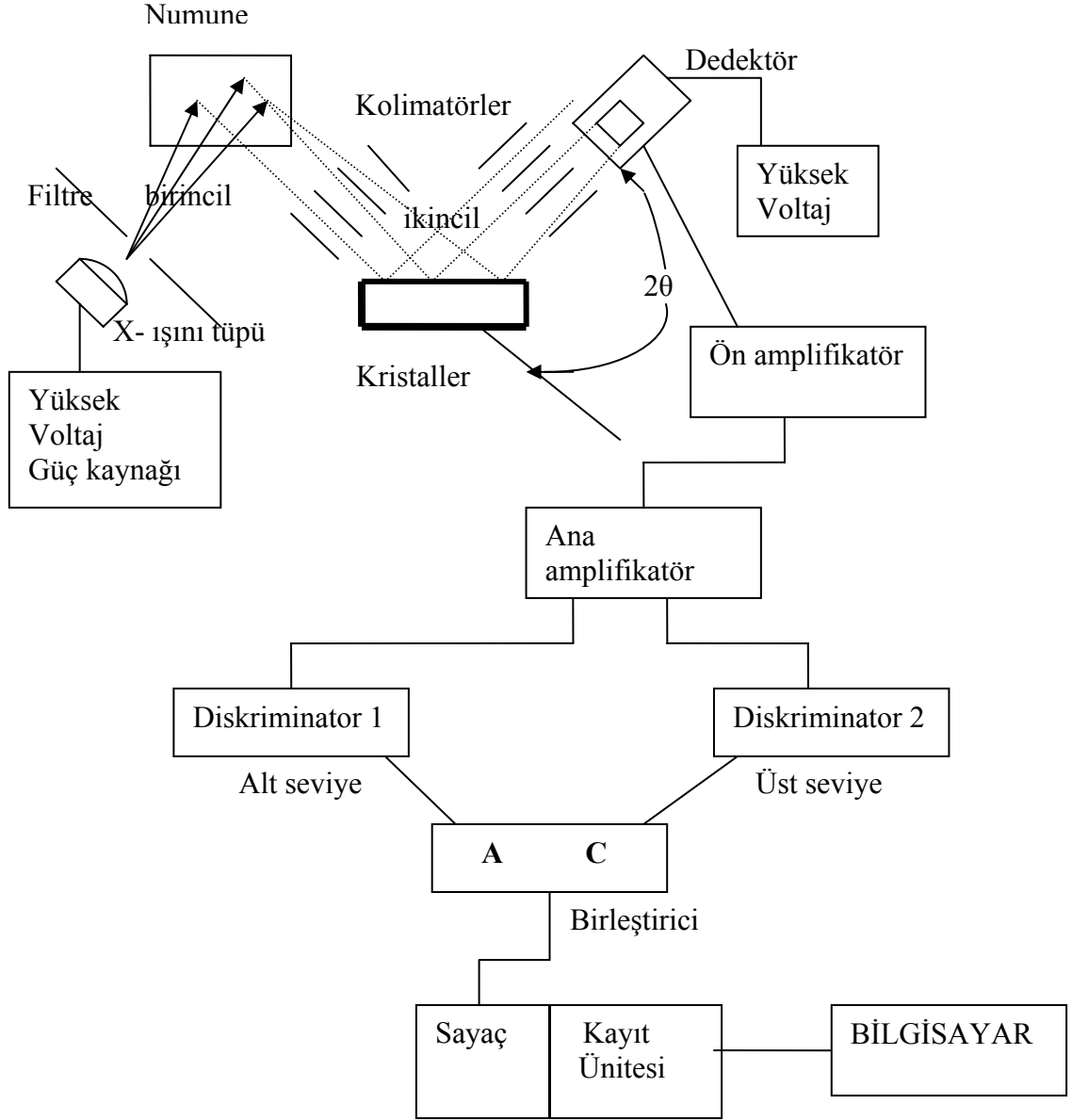
Spektroskopik odaya yerleştirilmiş optik sistem, floresans X-ışınlarını saymak ve analiz etmek için kullanılır. Optik sistem, birincil filtre, diyafram, kolimatör, soğurucu, kristal ve sayaçtan oluşur (Şekil 3.4).

3.2.3.a. Birincil (Primer) X- ışını filtresi

X-ışını tüpü ve numune arasına yerleştirilir ve tüpten gelen sürekli veya karakteristik X-ışınlarını azaltmak için kullanılır. Aynı zamanda temel saymayı azaltmak için de kullanılır. Bu tür filtrelerin tip ve amaçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

3.2.3.b. Diyafram

Bu mekanizma, sadece numuneden sayaca gelen X-ışınlarını saymak ve numune tutucu ve diğer kısımlardan gelen X-ışınlarını engellemek için yerleştirilmiştir. Farklı X-ışını tüpleri (Kenar pencere ve uçtan pencere) için farklı çaplarda hazırlanmaktadır (0,5, 1,3, 10, 20, 25, 30, 35 mm).



Şekil 3.4. WD X-ışını floresans sistemin şematik çizimi

Çizelge 3.1. Kullanılan bazı filtreler ve özellikleri

Filtre	Filtre Özellikleri
Zr	Rh hedef kullanıldığında, Rh'un <i>K</i> çizgilerini soğurur. Rh, Ru, Pd, Ag, Cd gibi elementlerin <i>K</i> çizgilerini kullanan analizler için etkindir.
Cu	Pb, As gibi eser analizlerinde düşük temel sayma sağlar.
Ti	Cr hedef kullanıldığında, Cr'un <i>K</i> çizgilerini soğurur. Cr, Mn gibi elementlerin <i>K</i> çizgilerinde etkindir.
Al	Rh hedef kullanıldığında, Rh'un <i>L</i> çizgilerini soğurur. İnce numunelerde Cd- <i>L</i> α 'nın analizleri için etkindir.

3.2.3.c. Kolimatör

Numuneden gelen floresans X-ışınlarını paralel şua haline getirmek için kullanılır. kolimatör tipi değiştirilerek spektral çizgiler için açısal rezolüsyon değiştirilebilir. Spektral çizgiler üst-üste bindiği zaman yüksek rezolüsyonlu (ince yarıklı) bir yarık kullanılarak girişim azaltılabilir. Bazı yarık tipleri çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Kolimatörler ve özellikleri

Yarık (kolimatör)	Yarık Özelliği
Standart	Standart kolimatör
İnce	X-ışını şiddeti düşük fakat yüksek rezolüsyon elde edilir.
Ultra	Rezolüsyon düşük fakat yüksek X-ışını şiddetleri elde edilir.

3.2.3.d. Azaltıcı

Azaltıcılar, uyarma şartlarını değiştirmeksizin, yaklaşık 1/10'a kadar sayaçta sayılan X-ışınlarını azaltmak için kullanılan mekanizmalardır. X-ışınları çok yüksek sayımlı oldukları zaman, bu durumda çizgiler gerçek X-ışınları ile orantılı olmazlar. Buna sayma kayıpları adı verilir. Sayma kayıplarına sebep olmayan üst sayma limiti sintilasyon sayacı (SC) için 1000 kcps ve orantılı sayaç (PC) için 2000 kcps'tır. Şiddet bunlardan fazla olursa şiddet ve sayım arasındaki lineerlik azaltıcı kullanılarak sağlanabilir.

3.2.3.e. Kristaller

X- ışını spektroskopide kullanılan kristaller analiz kristali (analizleyici kristal) olarak isimlendirilir. WDXRF spektrometrelerde kristal sayaç ve numune arasına yerleştirilir. Kristal ve sayaç floresans X-ışınlarını ölçmek için Bragg formülüne göre hareket ettirilir. Ağır elementten yapılmış tabakalar bir yansıtıcı tabaka ve hafif elementler bir spacer gibi davranır. Bunlara suni çok tabakalılar (multilayers) adı verilir. Bunlar bir analiz kristali gibi davranırlar. Bu “kristaller” tek (single) kristalle Bragg kırınımının sağlanamadığı çok uzun dalga boyu aralığında analiz bileşeni olarak kullanılırlar. Bu tür suni çok tabakalılar başlıca oksijenden daha hafif elementlerin analizi için kullanılırlar. Çizelge 3.3'de, spektrometrede kullanılan kristaller özellikleriyle verilmiştir (Demir 2004).

Çizelge 3.3. Bazı analizleyici kristallerin özellikleri

Kristal	Materyal	d(nm)	Dalgaboyu(nm)	Sayılabilir Elementler			Verim
				<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	
LiF (420)	Lityumflorit	0,180		Ni-U			Yüksek
LiF (220)	Lityumflorit	0,285	<0,244	V-Ta	Ce-U		Yüksek
LiF (200)	Lityumflorit	0,402	<0,345	K-La	Cs-U		Yüksek
Ge (111)	Germanyum	0,653	<0,628	Ca-P			Orta
PET(002)	Pentaerythrite	0,874	<0,842	Si-Mn	Sr-Tb	Ta-U	
TAP(100)	T.acid pthalate	2,575	<2,47	F-Na	Mn-Nb	La-Hg	Yüksek
RX35	Multilayer		<5,28	Mg-O			
RX40	Multilayer		<7,69	N			
RX60	Multilayer		<15,3	C			
RX70	Multilayer		<15,3	Be			
RX80	Multilayer		<19,2	B			
RX90	Multilayer		<15,3	B			

Bir analizleyici kristalin çizelgede verilenler dışında önemli özellikleri; spektral rezolüsyon, yansıtıcılık, kararlılık, termal genişleme katsayısı ve spektral aralığıdır.

3.2.3.f. Ön amplifikatör

Dedektörden gelen yükü gerilimi (voltaj) pulsuna dönüştürür.

3.2.3.g. Ana amplifikatör

Ön yükselticinin çıkış puls genliklerini ayırt eder ve sayılması için uygun voltaj seviyelerine yükseltir. Ayrıca pulsları, puls genliği ve X ışını fotonu arasındaki orantılı ilişkiyi aynen koruyarak işlemi uygun bir hale getirir.

3.2.3.h. Diskriminatör

Dedektörden gelen pulsları süzer ve belirli yükseklikteki pulsların geçmesine izin verir. Diskriminatörden gelen pulslar ya bir sayıcı birimde belirli süreler için sayılır ya da yazıcı birimde kaydedilir. İstenildiğinde puls sayıları (şiddet) dalga boyu ve yansıma açısına karşı grafiği çizilerek spektrum elde edilir.

3.2.3.1. Analog sayısal dönüştürücü (ADC)

Yükselticiden gelen analog pulsunu, onun genliğiyle, dolayısıyla X-ışını fotonunun enerjisiyle orantılı bir tam sayıya çevirir. Ön yükselticiden gelen potansiyel pulslar lineer amplifikatörde lineer olarak büyütüldükten sonra ADC'ye gönderilir. ADC'de analog işlemleri yapılan bu pulslar çok kanallı analizöre gönderilirler ve orada enerjilerine karşılık gelen kanallarda sayılırlar. Bu sayımlar sonucu sayacın ayırma gücü ile ilgili olarak aynı enerjili karakteristik X-ışını fotonları bir pik oluştururlar. Bu tür pikler bir araya geldiğinde, enerjiye karşı şiddetin çizildiği desenler; yani spektrumlar oluşur.

3.2.4. Sayaçlar

Bir sayaç, foton enerjisini elektriksel pulsa dönüştüren sistemdir. Sayma sistemi olarak gazlı sayaçlar, sintilasyon sayaçları (SC) ve yarı iletken sayaçlar kullanılır. WD sistemimizde gaz akışlı orantılı sayaç (PC) ve sintilasyon sayacı (SC) kullanılmaktadır. Kristal ve sayaç dalga boyu aralığına göre seçilir. Mesela LiF kristalinde X-ışınları, hem PC hem de SC ile eşzamanlı olarak sayılabilir. Bu metot tandem olarak isimlendirilir. PC, belli bir akış hızıyla akan bir sayaç gazı ile kullanılır. Gaz akış hızı analizden önce akış ölçer ile ayarlanır. 30 dakikada kararlı hale gelir.

Çizelge 3.4. Gaz akışlı (PC) ve Sintilasyon (SC) sayaçları için dalga boyu ölçüm aralığı

Sayaç	Sayaç Aralığı
SC	0,336 nm'den daha kısa dalga boyları için
PC	0,154 nm'den daha uzun dalga boyları için

Bir γ ve X-ışını sayacı γ ve X-ışını foton enerjisini, bu fotonların sayaç aktif maddesi ile çeşitli yollarla etkileşmesi sonucu, voltaj pulsuna çeviren bir dönüştürücü (transducer) olarak tanımlanabilir. γ ve X-ışınlarının dedeksiyonunda yaygın olarak kullanılan sayaçlar şunlardır;

1. Gazlı sayaçlar

- Geiger-müller sayaçları
- Orantılı sayaçlar
- Gaz akışlı orantılı sayaçlar

2. NaI(Tl) veya CsI(Tl) sintilasyon (parıldamalı) sayaçlar

3. Katıhal sayaçları

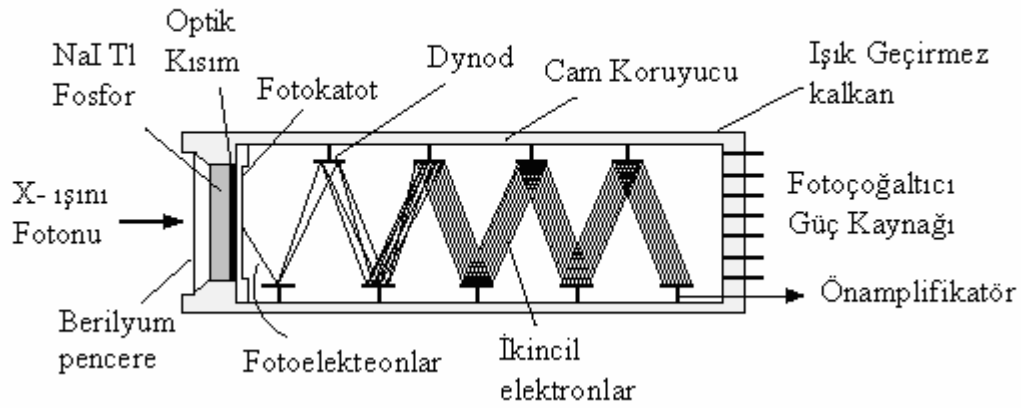
- Ge(Li) yarıiletken sayaçlar
- Yüksek saflıkta (high purity) Ge sayaçlar
- Si(Li) yarıiletken sayaçlar.

Bu sayaçların çalışma prensibi,

- Foton enerjisinin, fotoelektrik soğurma, Compton saçılması veya çift oluşumuyla, elektronların kinetik enerjisine dönüştürülmesi,
- Bu elektronlar tarafından elektron-iyon, elektron-hole çiftleri veya uyarılmış moleküler seviyelerin meydana getirilmesi,
- Yük taşıyıcıların veya moleküler seviyelerin deeksitasyonu ile yayınlanan ışığın biriktirilmesi ve ölçülmesi, esasına dayanır.

3.2.4.1. NaI(Tl) Sintilasyon sayaçları

Bu sayaçlar iki kısımdan meydana gelir; sintilatör (fosfor) ve foto-katlandırıcı. X-ışını fotonları fosfor üzerine düştüğü zaman mavi ışık fotonları meydana gelir (şekil 3.5).



Şekil 3.5. Sintilasyon sayacı

Meydana gelen ışık fotonlarının sayısı gelen X-ışını fotonlarının enerjisine bağlıdır. Bu fotonlar, fotokatlandırıcıda foto-yüzeyle etkileşerek elektronlar meydana getirilirler. Elektronların sayısı seri elektrotlar (dynod) tarafından lineer olarak artırılır. Fotokatlandırıcılar tarafından meydana getirilen akım gazlı sayaçlardaki gibi voltaj pulsuna dönüştürülür. Bu sayaçlarda bir ışık fotonunu pulsa dönüştürmek için gerekli enerji ~ 100 eV'tur. Bu sebeple sintilasyon sayaçlarının rezolüsyonu gazlı sayaçlara kıyasla dört kat daha kötüdür. E enerjili fotonlar için sintilasyon sayacının teorik rezolüsyonu,

$$R_r = 128 / E^{1/2} \quad (2.49)$$

ile verilir.

3.3. Numunelerin Hazırlanması

X-ışını floresans spektroskopide numune hazırlama metotları analiz sonuçlarını etkilediği için uygun metodun kullanılması önemlidir. Bu analiz edilecek numuneye göre değişiklik gösterebilir. Numuneler kurutma, öğütme, eleme ve pellet yapma işlemlerinden sonra ölçüm için hazır hale getirildi.

3.3.1. Numunelerin kurutulması

WDXRF cihazlarında vakum ortamında analiz yapıldığı için neme karşı hassastırlar. Bu yüzden plasenta numuneleri analiz edilmeden önce ETUV (fırın) da 85–90 °C yaklaşık 24–26 saat süreyle kurutuldu. Kurutma işleminden sonra hava almaması için hava geçirmeyen plastik poşetlerde analiz zamanına kadar muhafaza edildi.

3.3.2. Numunelerin öğütülmesi

Kütle şeklinde hastalardan alınan plasenta numunelerini kuruttuktan sonra toz haline getirebilmek için numuneler değirmende öğütüldü.

3.3.3. Numunelerin eleklerden elenmesi

Analiz edilecek numunelerde parçacık homojenitesini sağlamak için numuneler 150 μm ve 75 μm ölçekli eleklerden elendi.

3.3.4. Numunelerin preslenmesi

Numuneler elendikten sonra tablet haline gelebilmesi için Spex (Cat. B25) presleme makinesiyle preslendi. Numuneleri tablet haline getirirken yaklaşık 15–18 tonluk bir basınç uygulandı. Numunelerin preslenmesi sonucu çapları yaklaşık olarak 30 mm ve kalınlıkları 0,2–0,3 mm olan pelletler elde edildi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. WDXRF Sisteminde Ölçülen Numunelerin Ölçüm Sonuçları ve Spektrumları

Çalışmış olduğumuz plasenta numunelerini farklı özelliklere göre 18 gruba ayırdık. Gruplandırmalar yapılırken annenin yaşı, çocuğun kilosu ve doğum şekli göz önünde bulunduruldu. Doğum şekli ölü doğumlar, preeklemsi ve normal doğumlar olarak ele alındı. Numunelerde Sodyum (Na), Magnezyum (Mg), Silisyum (Si), Fosfor (P), Kükürt (S), Klor (Cl), Potasyum (K), Kalsiyum (Ca), Demir (Fe), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Brom (Br) ve Rubidyum (Rb) olmak üzere yaklaşık 14 element tayin edildi. Bu elementlerin dışında bazı numunelerde dedeksiyon limitine yakın değerlerde Kurşun (Pb) gözlemlendi ancak bu bütün numunelerde gözlemlenmediği için değerlendirmeye alınmadı. Yapılan gruplandırmalar ve bu gruplardaki elementlerin yüzdellik konsantrasyonları çizelgeler halinde verilmiştir. Ayrıca WDXRF sistemi tarafından alınan veriler OriginPro 7.5 programına aktarılarak element spektrumları çizdirilmiştir. Belirlenen elementler ağır ve hafif elementlerden oluşmaktadır. Bu elementlerin enerji aralıkları farklı olduğundan ağır elementler ve hafif elementler için ayrı ayrı spektrumlar çizdirilmiştir. Bu spektrumlar ait oldukları gruplardan sonra verilmiştir.

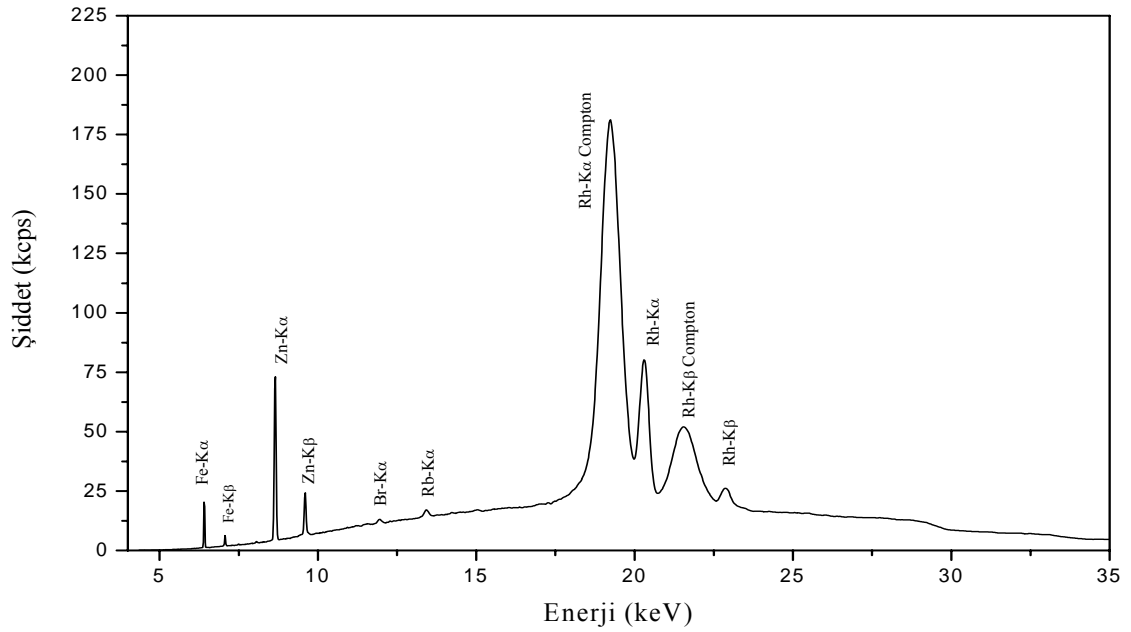
Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.1'de ve bu guruba ait, anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,3 kg, olan A1 numunesinin element spektrumu şekil 4.1(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.2'de ve bu guruba ait, anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 2,65 kg, olan B4 numunesinin element spektrumu şekil 4.2(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.3'de ve bu guruba ait, anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 3,72 kg, olan C7 numunesinin element spektrumu şekil 4.3(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.4'de ve bu guruba ait, anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 1,8 kg,

olan D2 numunesinin element spektrumu şekil 4.4(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.5'de ve bu guruba ait, anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 2,75 kg, olan E7 numunesinin element spektrumu şekil 4.5(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.6'de ve bu guruba ait, anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 3,05 kg, olan G4 numunesinin element spektrumu şekil 4.6(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.7'de ve bu guruba ait, anne yaşı 33 ve bebek ağırlığı 1,4 kg, olan H1 numunesinin element spektrumu şekil 4.7(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.8'de ve bu guruba ait, anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,25 kg, olan I3 numunesinin element spektrumu şekil 4.8(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.9'de ve bu guruba ait, anne yaşı 31 ve bebek ağırlığı 3,85 kg, olan İ3 numunesinin element spektrumu şekil 4.9(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.10'de ve bu guruba ait, anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 2,5 kg, olan J3 numunesinin element spektrumu şekil 4.10(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.11'de ve bu guruba ait, anne yaşı 37 ve bebek ağırlığı 3,6 kg, olan K4 numunesinin element spektrumu şekil 4.11(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.12'de ve bu guruba ait, anne yaşı 40 ve bebek ağırlığı 3,15 kg, olan P1 numunesinin element spektrumu şekil 4.12(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.13'de ve bu guruba ait, anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,95 kg, olan P4 numunesinin element spektrumu şekil 4.13(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.14'de ve bu guruba ait, anne yaşı 28 ve bebek ağırlığı 1,25 kg, olan P8 numunesinin element spektrumu şekil 4.14(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunesinin element

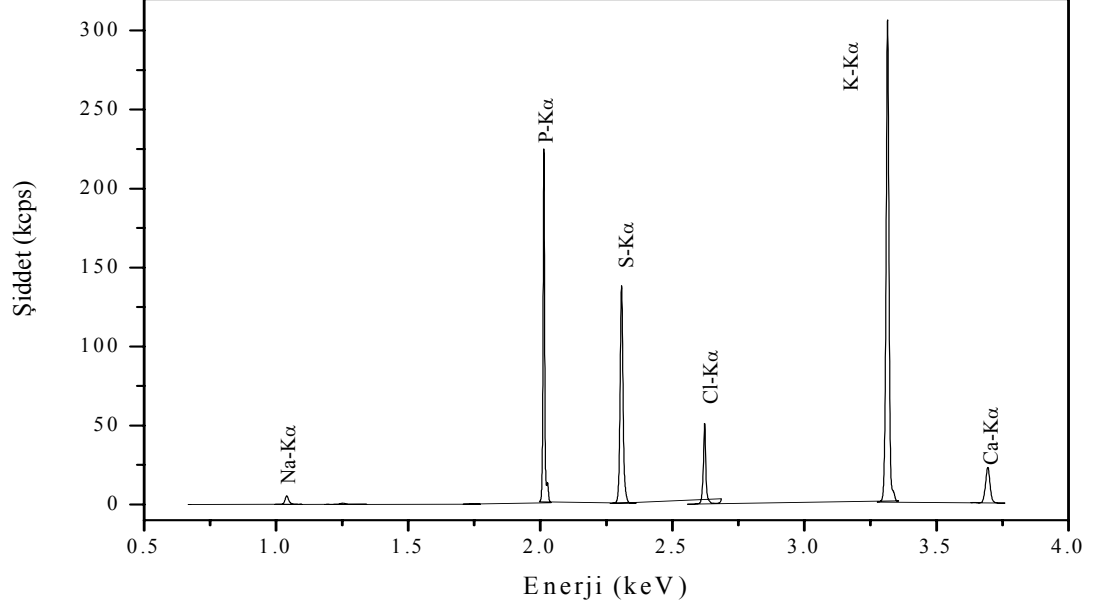
konsantrasyonu çizelge 4.15'de ve bu guruba ait, anne yaşı 22 ve bebek ağırlığı 2,1 kg, olan P7 numunesinin element spektrumu şekil 4.15(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.16'de ve bu guruba ait, anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,8 kg, olan Ö3 numunesinin element spektrumu şekil 4.16(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.17'de ve bu guruba ait, anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 1,5 kg, olan Ö5 numunesinin element spektrumu şekil 4.17(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin element konsantrasyonları çizelge 4.18'de ve bu guruba ait, anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 1,1 kg, olan Ö12 numunesinin element spektrumu şekil 4.18(a,b)'de verilmiştir. Anne yaşı 25-30 ve bebek ağırlığı 1-2 kg olan normal doğum, ölü doğum ve preeklemsi doğum gruplarının element konsantrasyon grafiği şekil 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.1. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (A1, A2, A3,...) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar					Ortalama
	A1	A2	A3	A4	A5	
Na	7,9182	7,9693	8,8093	7,8002	7,3784	7,9751
Mg	0,4741	0,5121	0,4624	0,5968	0,6287	0,5348
Si	0,0267	0,0831	0,0773	0,0872	0,0616	0,0672
P	9,7645	9,0830	7,5439	9,9009	9,2899	9,1164
S	10,3212	10,7756	8,5355	9,3512	11,7489	10,1465
Cl	27,7135	28,4197	31,3776	32,0232	25,1719	28,9412
K	33,6387	33,1021	30,3944	33,2452	31,4524	32,3666
Ca	3,9107	4,4653	2,9660	4,9309	5,5319	4,3610
Fe	3,0921	2,5106	3,8983	1,6679	3,1127	2,8563
Ni	0,0285	0,0314	0,0154	0,0010	0,0304	0,0213
Cu	0,0387	0,0445	0,0281	0,0011	0,0366	0,0298
Zn	3,0008	2,8792	5,7993	0,3323	5,4039	3,4831
Br	0,0328	0,0290	0,0218	0,0215	0,0398	0,0290
Rb	0,0353	0,0163	0,0190	0,0122	0,0217	0,0209



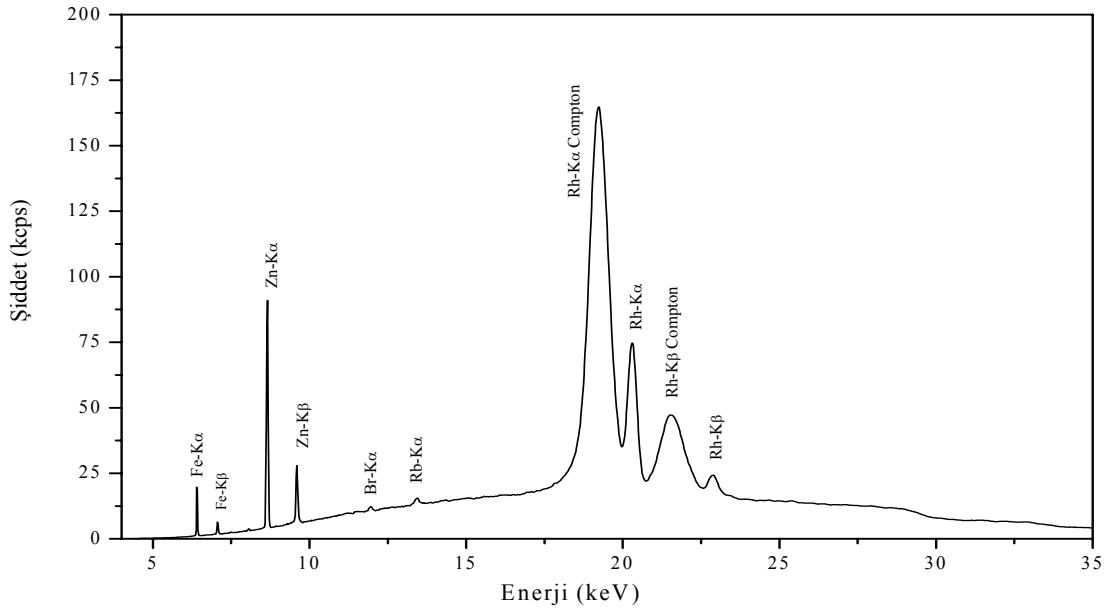
Şekil 4.1.a. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,3 kg olan A1 numunesinin ağır element spektrumu



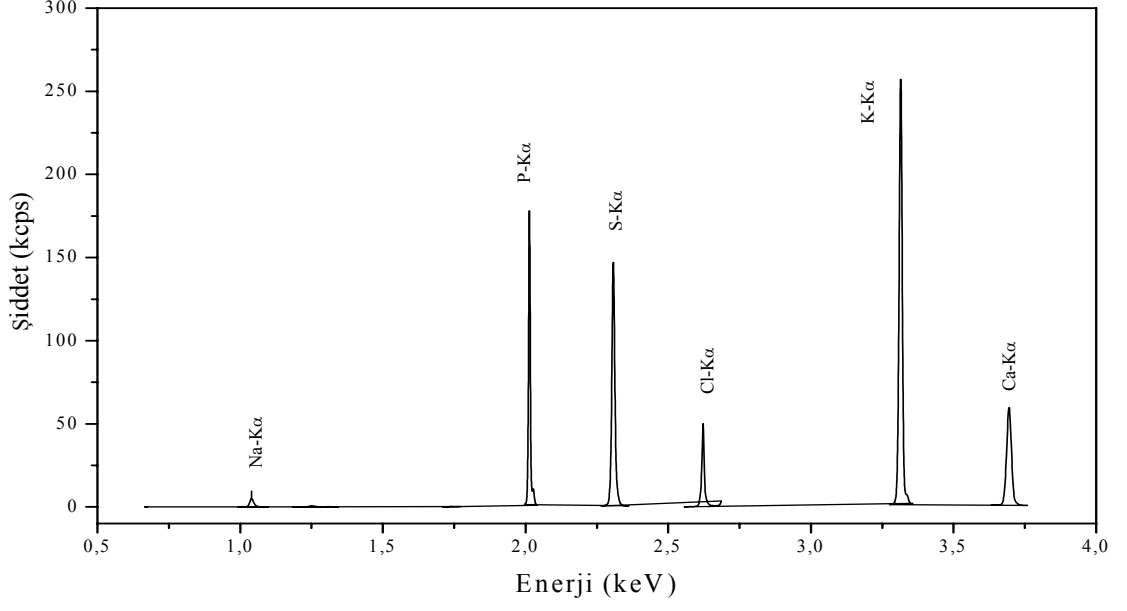
Şekil 4.1.b. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,3 kg olan A1 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.2. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (B1, B2, B3,...) element konsantrasyonları (%)

Elem.	Gruplar										Ortalama
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	
Na	7,552	8,482	7,891	7,607	7,132	7,676	7,737	5,671	7,003	12,245	7,899
Mg	0,453	0,445	0,477	0,426	0,438	0,429	0,425	0,465	0,498	1,129	0,518
Si	0,015	0,055	0,059	0,018	0,019	0,069	0,019	0,026	0,069	0,244	0,059
P	8,973	9,121	8,558	7,995	8,755	9,490	8,853	10,923	10,983	17,155	10,081
S	11,263	10,251	11,337	10,963	10,877	10,308	10,508	7,084	11,606	21,165	11,536
Cl	27,798	29,479	28,995	27,547	27,061	25,243	28,34	15,776	26,585	17,522	25,435
K	31,751	26,860	31,663	28,579	30,776	25,339	30,129	14,682	32,249	19,616	27,165
Ca	4,344	11,762	4,690	9,784	5,375	11,843	4,829	42,649	5,171	3,357	10,381
Fe	3,579	2,092	2,209	3,114	3,824	2,940	2,728	1,675	1,955	3,292	2,741
Ni	0,001	0,030	0,035	0,035	0,028	0,020	0,024	0,001	0,029	0,017	0,022
Cu	0,049	0,052	0,044	0,044	0,001	0,001	0,001	0,029	0,032	0,001	0,025
Zn	4,159	1,259	3,974	3,797	5,510	6,170	6,171	0,952	3,729	4,045	3,977
Br	0,044	0,051	0,027	0,033	0,037	0,027	0,023	0,023	0,038	0,011	0,031
Rb	0,020	0,030	0,019	0,012	0,016	0,014	0,017	0,019	0,021	0,006	0,017



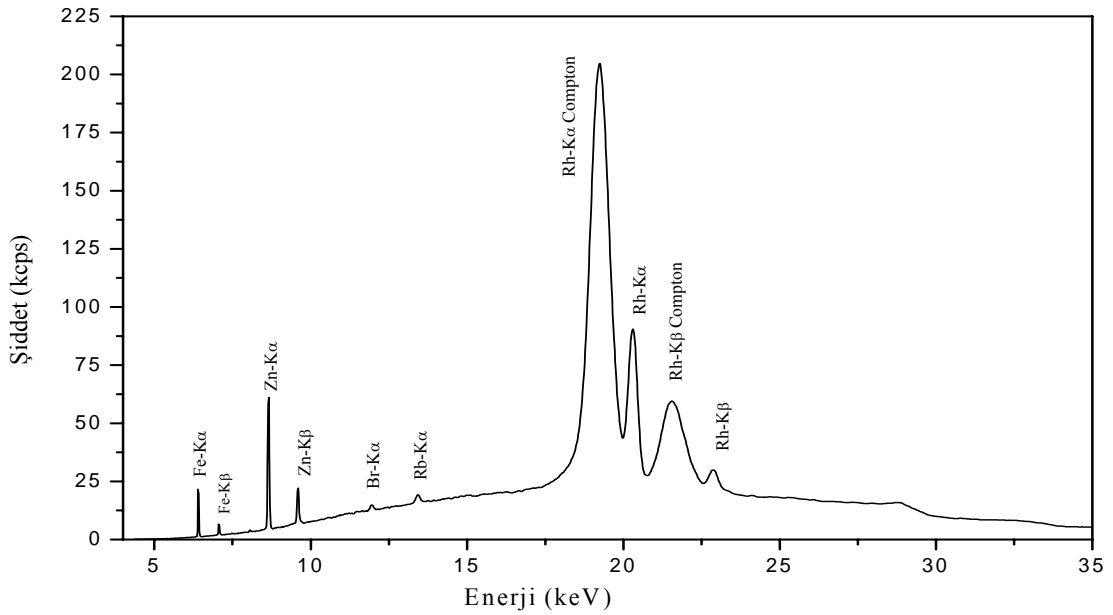
Şekil 4.2.a. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 2,65 kg olan B4 numunesinin ağır element spektrumu



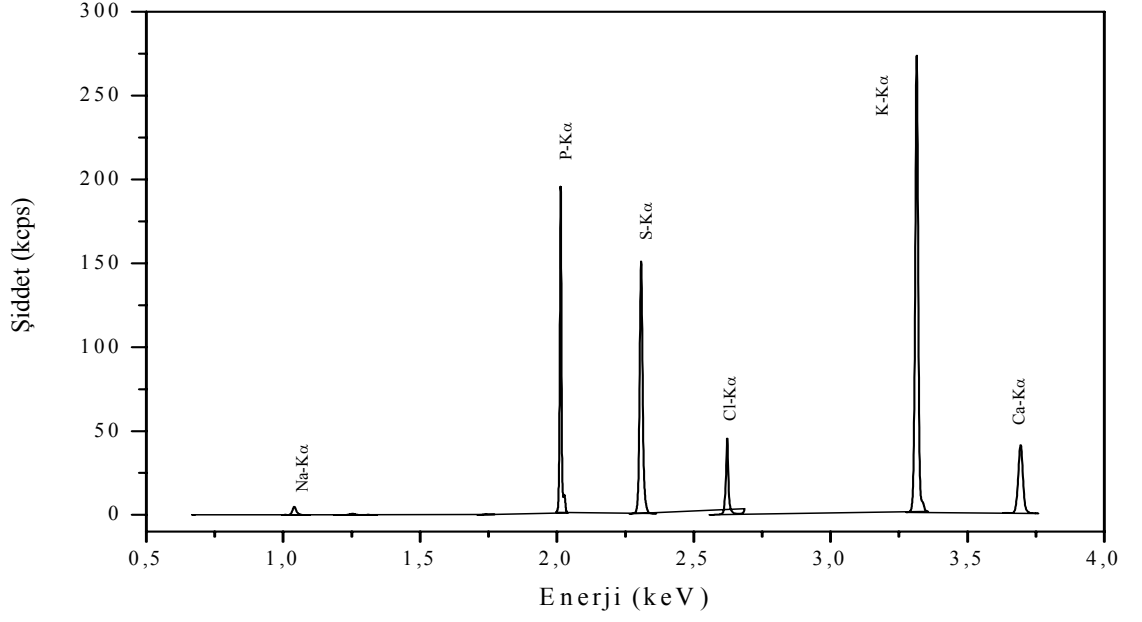
Şekil 4.2.b. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 2,65 kg olan B4 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.3. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (C1, C2, C3,...) element konsantrasyonları (%)

Ele.	Gruplar								Ortalama
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
Na	7,5733	7,9781	7,6970	6,4409	8,7211	6,7218	7,6066	6,9480	7,4609
Mg	0,4416	0,4437	0,4258	0,5016	0,4448	0,4576	0,4549	0,4165	0,4483
Si	0,0209	0,0168	0,0334	0,0296	0,0361	0,0288	0,0220	0,0338	0,0277
P	9,5083	8,4160	8,3321	10,1997	8,3016	8,9742	8,9730	8,7503	8,9319
S	10,9956	10,0186	11,3577	12,2301	11,6679	11,0361	11,7827	10,1259	11,1518
Cl	27,3855	29,8806	26,4560	20,9272	31,1712	26,3801	26,3083	24,1814	26,5862
K	33,2024	29,3855	29,2588	20,8498	29,5640	35,1001	31,2962	25,7913	29,3061
Ca	4,6185	5,6757	5,2118	20,8410	4,4730	3,6643	7,2122	16,5618	8,5323
Fe	3,3776	3,8044	5,0119	3,7740	2,4495	5,2131	3,4475	4,5626	3,9551
Ni	0,0315	0,0250	0,0253	0,0391	0,0347	0,0001	0,0284	0,0288	0,0266
Cu	0,0456	0,0014	0,0402	0,0445	0,0502	0,0020	0,0505	0,0010	0,0294
Zn	2,7272	4,1889	6,1565	4,0534	3,0201	2,1551	2,6680	2,3776	3,4184
Br	0,0433	0,0398	0,0285	0,0278	0,0380	0,0341	0,0473	0,0509	0,0387
Rb	0,0338	0,0108	0,0112	0,0205	0,0231	0,0406	0,0134	0,0113	0,0206



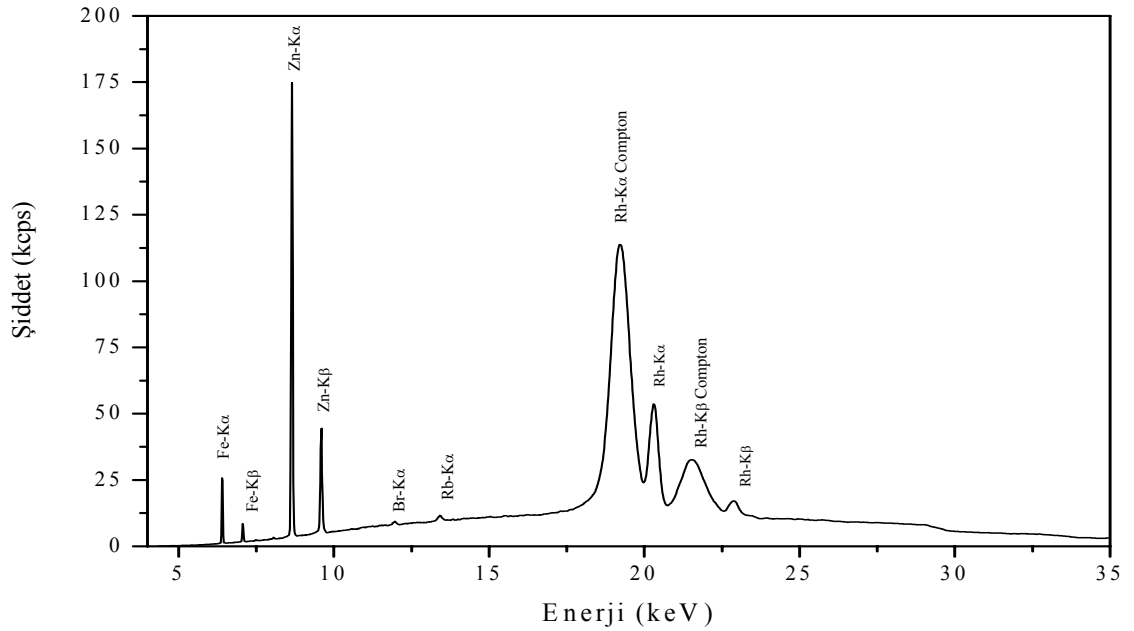
Şekil 4.3.a. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 3,72 kg olan C7 numunesinin ağır element spektrumu



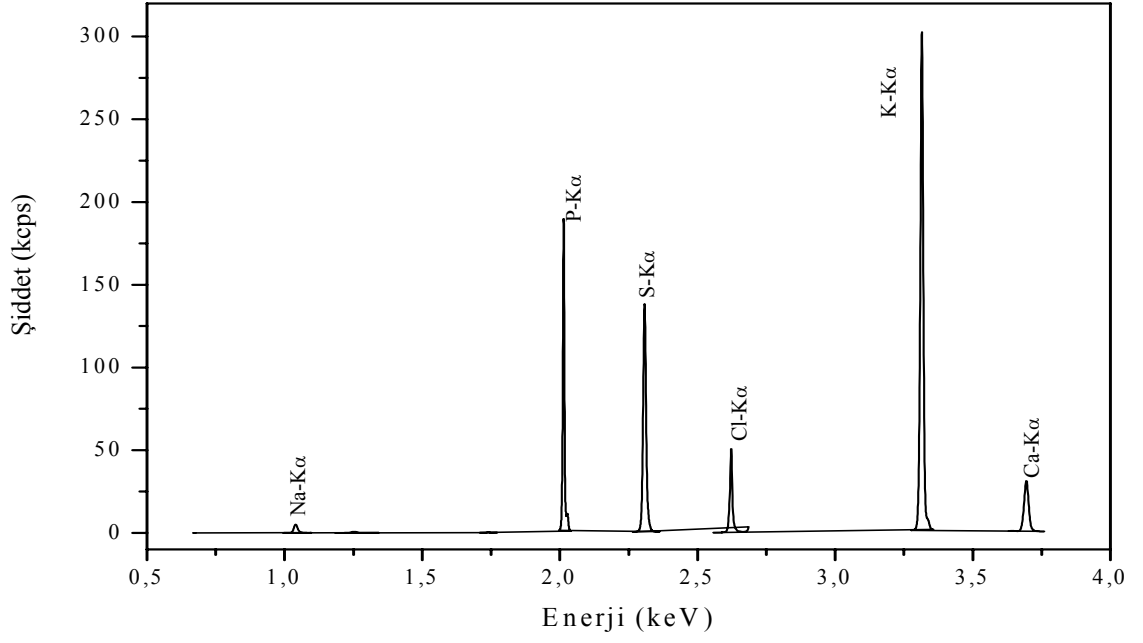
Şekil 4.3.b. Anne yaşı 20 ve bebek ağırlığı 3,72 kg olan C7 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.4. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (D1, D2) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar		Ortalama
	D1	D2	
Na	6,6613	7,4670	7,0642
Mg	0,5426	0,4656	0,5041
Si	0,0886	0,0387	0,0637
P	10,7093	8,4421	9,5757
S	11,5382	10,1330	10,8356
Cl	24,9033	26,5131	25,7082
K	32,3124	30,9807	31,6466
Ca	4,2794	4,8152	4,5473
Fe	2,9823	3,6731	3,3277
Ni	0,0186	0,0233	0,0210
Cu	0,0010	0,0010	0,0010
Zn	5,6643	7,2436	6,4540
Br	0,0561	0,0270	0,0416
Rb	0,0073	0,0258	0,0166



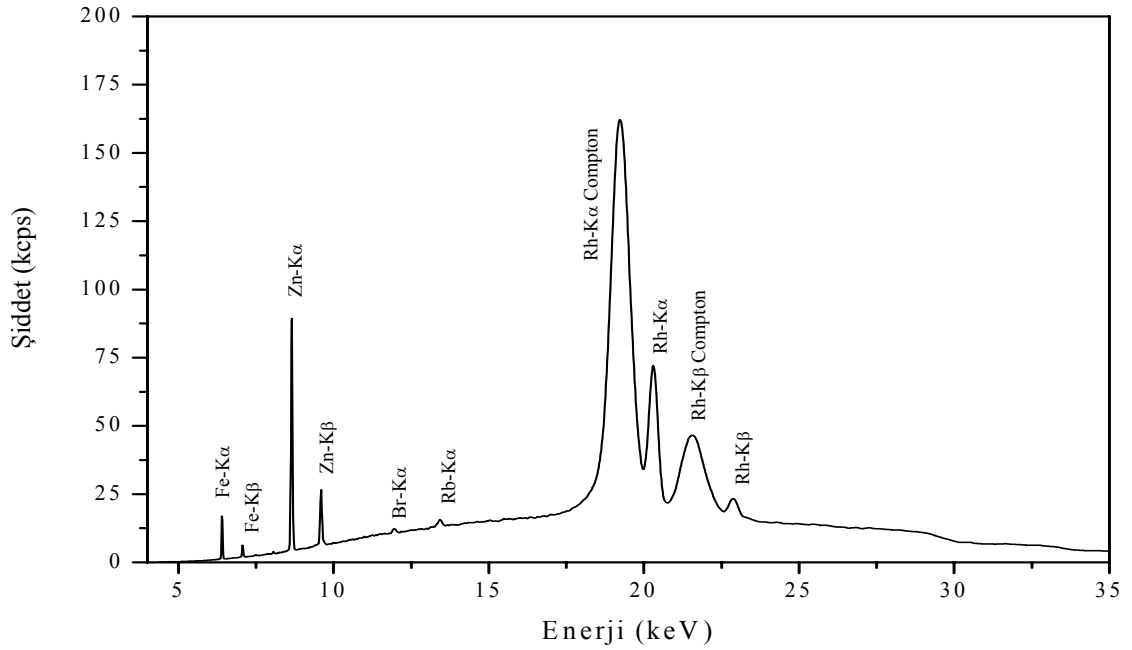
Şekil 4.4.a. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan D2 numunesinin ağır element spektrumu



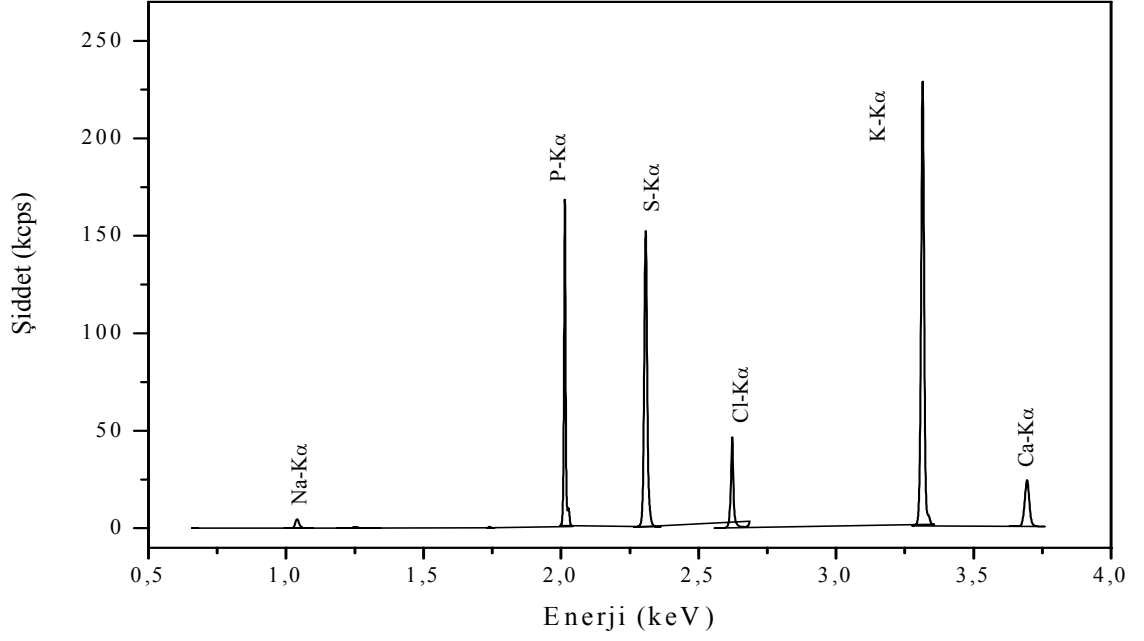
Şekil 4.4.b. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan D2 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.5. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (E1, E2, E3, E4) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar				Ortalama
	E1	E2	E3	E4	
Na	8,6127	6,5265	6,3990	7,6306	7,2922
Mg	0,4564	0,4117	0,4923	0,4608	0,4553
Si	0,0363	0,0438	0,0332	0,0841	0,0494
P	9,2389	9,0780	9,4283	8,3772	9,0306
S	10,2911	9,6055	9,9793	12,7724	10,6621
Cl	30,1801	23,2543	23,4862	29,8243	26,6862
K	31,2364	28,9579	32,2705	29,3380	30,4507
Ca	5,1391	13,4104	9,0505	4,5209	8,0302
Fe	2,6299	3,8328	3,3037	2,8730	3,1599
Ni	0,0354	0,0365	0,0328	0,0375	0,0355
Cu	0,0286	0,0012	0,0011	0,0498	0,0201
Zn	1,9802	4,5753	5,2864	3,9408	3,9457
Br	0,0514	0,0272	0,0217	0,0326	0,0332
Rb	0,0247	0,0482	0,0220	0,0339	0,0322



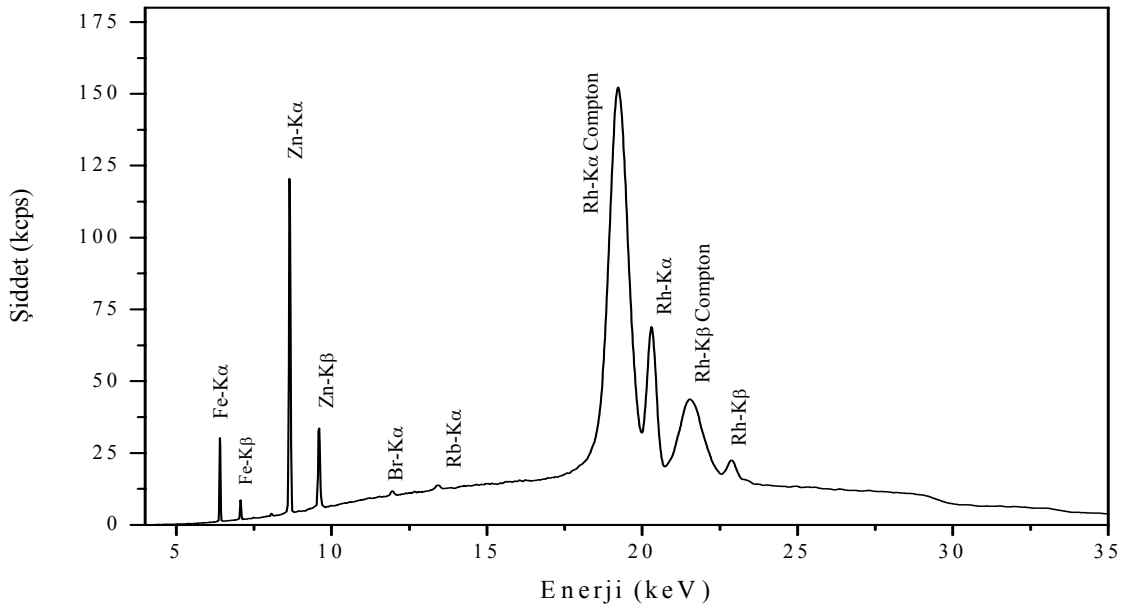
Şekil 4.5.a. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 2,75 kg olan E4 numunesinin ağır element spektrumu



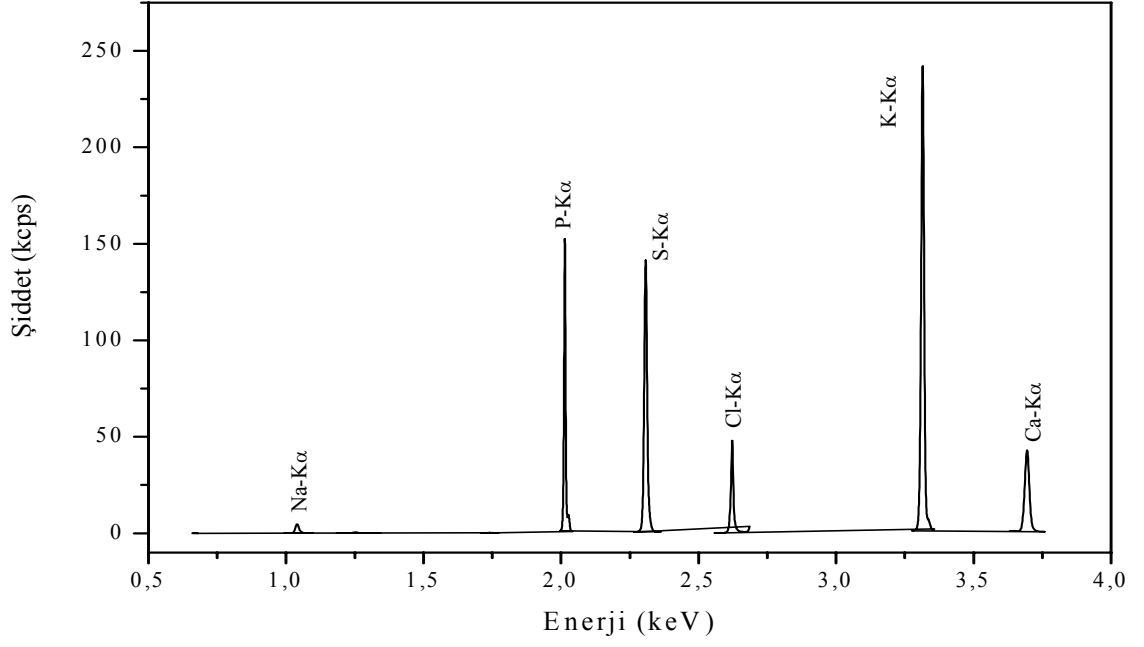
Şekil 4.5.b. Anne yaşı 27 ve bebek ağırlığı 2,75 kg olan E4 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.6. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (G1, G2, G3,...) element konsantrasyonları (%)

Elem.	Gruplar										Ortalama
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	
Na	7,316	9,499	6,829	7,589	5,967	6,771	8,783	7,463	7,516	8,378	7,611
Mg	0,472	0,398	0,470	0,353	0,397	0,523	0,370	0,446	0,435	0,418	0,428
Si	0,051	0,063	0,033	0,027	0,026	0,053	0,028	0,067	0,046	0,036	0,043
P	9,406	7,440	10,099	7,381	6,640	9,951	7,125	10,041	8,254	7,502	8,384
S	10,115	10,250	11,968	11,145	11,903	11,085	10,571	9,791	10,501	11,460	10,879
Cl	23,102	32,710	24,777	27,811	23,612	23,870	32,384	24,003	27,985	30,151	27,041
K	19,033	26,610	30,673	27,771	31,222	30,018	30,363	23,254	31,214	29,801	27,996
Ca	25,907	5,172	7,653	7,183	3,468	12,568	3,426	19,064	6,043	5,466	9,595
Fe	3,074	3,205	2,867	4,745	9,693	2,936	3,168	2,940	3,497	3,905	4,003
Ni	0,001	0,023	0,038	0,027	0,028	0,031	0,032	0,030	0,037	0,032	0,028
Cu	0,056	0,041	0,045	0,056	0,001	0,038	0,035	0,031	0,044	0,067	0,042
Zn	1,406	4,503	4,017	5,547	6,759	2,084	3,654	2,793	4,367	2,691	3,782
Br	0,039	0,031	0,037	0,034	0,019	0,041	0,041	0,036	0,024	0,051	0,035
Rb	0,217	0,018	0,018	0,016	0,028	0,031	0,024	0,024	0,011	0,037	0,043



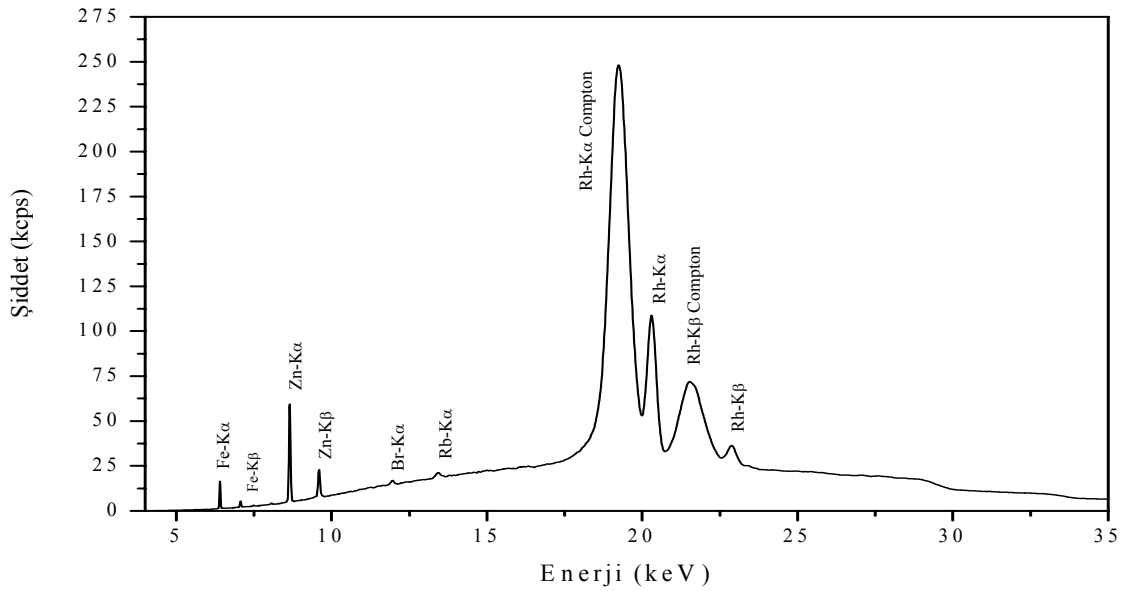
Şekil 4.6.a. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 3,05 kg olan G4 numunesinin ağır element spektrumu



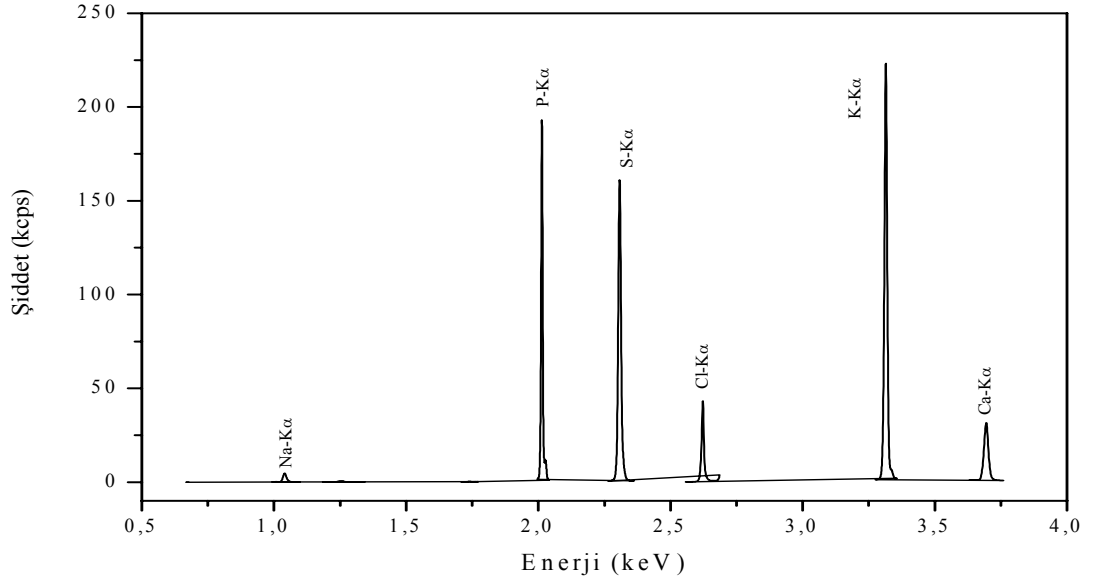
Şekil 4.6.b. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 3,05 kg olan G4 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.7. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (H1, H2) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar		Ortalama
	H1	H2	
Na	7,6549	6,7469	7,2009
Mg	0,4890	0,4904	0,4897
Si	0,0361	0,0372	0,0367
P	9,5454	9,8442	9,6948
S	13,8215	10,2146	12,0181
Cl	28,1497	24,9596	26,5547
K	28,8821	31,8058	30,3440
Ca	5,8228	3,8031	4,8130
Fe	2,7820	4,5507	3,6664
Ni	0,0396	0,0212	0,0304
Cu	0,0442	0,0010	0,0226
Zn	2,6501	7,2802	4,9652
Br	0,0522	0,0289	0,0406
Rb	0,0286	0,0227	0,0257



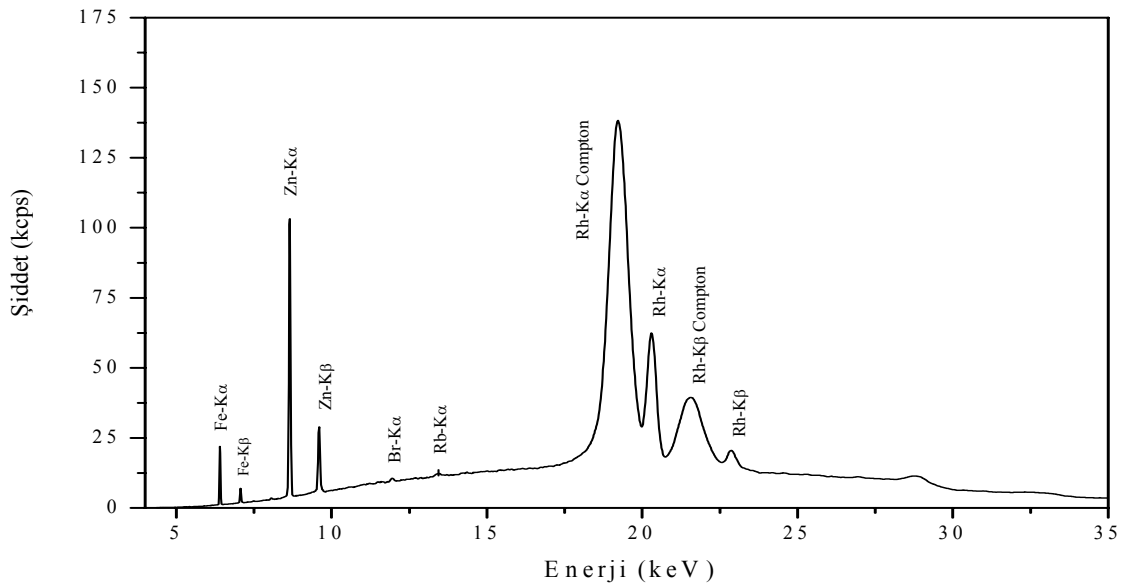
Şekil 4.7.a. Anne yaşı 33 ve bebek ağırlığı 1,4 kg olan H1 numunesinin ağır element spektrumu



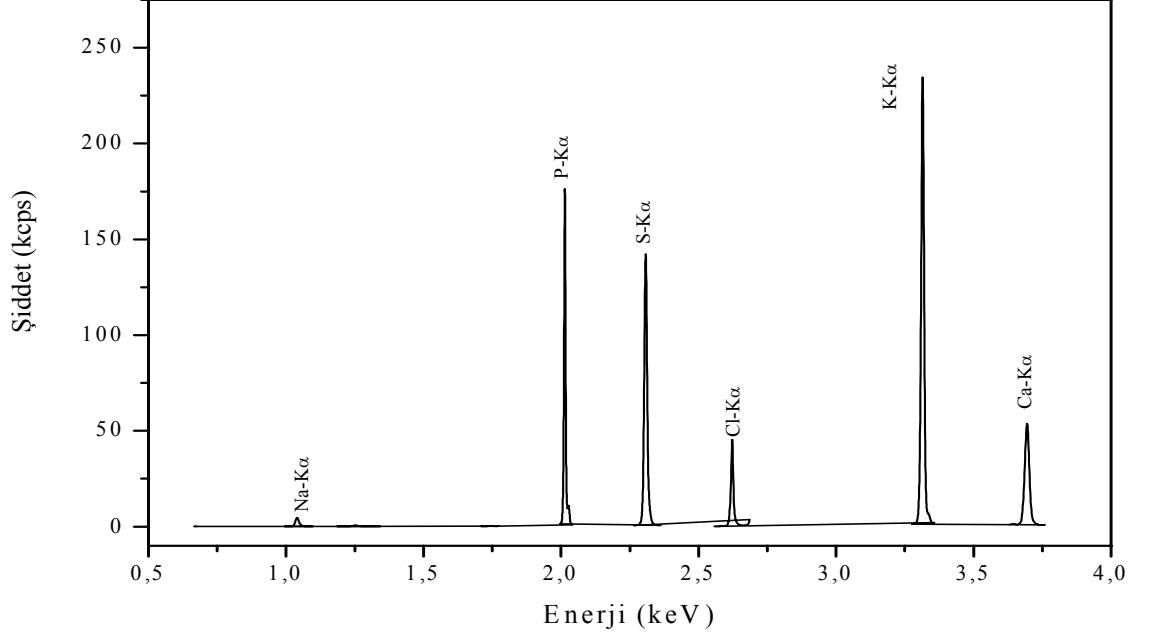
Şekil 4.7.b. Anne yaşı 33 ve bebek ağırlığı 1,4 kg olan H1 numunesinin ağır element spektrumu

Çizelge 4.8. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (I1, I2, I3,...) element konsantrasyonları (%)

Elemen.	Gruplar							Ortalama
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	
Na	7,4991	7,3997	7,4697	7,5146	6,1100	8,3922	8,6934	7,5826
Mg	0,3876	0,5467	0,4338	0,3797	0,4486	0,5358	0,445	0,4539
Si	0,0440	0,0562	0,0300	0,0320	0,0309	0,0434	0,0564	0,0418
P	9,2557	9,8943	8,5237	7,0069	11,0365	10,3039	8,3698	9,1986
S	9,8759	11,0670	11,5137	12,3136	8,8148	9,0771	10,4907	10,4504
Cl	28,2639	27,1900	27,0214	27,3592	20,0613	28,3787	31,7479	27,1460
K	33,9481	31,9757	27,4251	24,5397	22,6795	26,083	28,9262	27,9396
Ca	7,0992	3,7687	9,1806	7,5639	26,8628	12,7725	4,0542	10,1860
Fe	3,2477	2,8548	3,5049	5,0128	1,7071	1,5789	2,7574	2,9519
Ni	0,0010	0,0254	0,0296	0,0210	0,0305	0,0287	0,0214	0,0225
Cu	0,0010	0,0379	0,0406	0,0010	0,0257	0,0325	0,0409	0,0257
Zn	0,3788	5,1080	4,7004	7,9611	2,1351	2,7049	4,3427	3,9044
Br	0,0010	0,0372	0,0260	0,0250	0,0243	0,0423	0,0341	0,0271
Rb	0,0011	0,0266	0,0099	0,0122	0,0258	0,0195	0,0232	0,0169



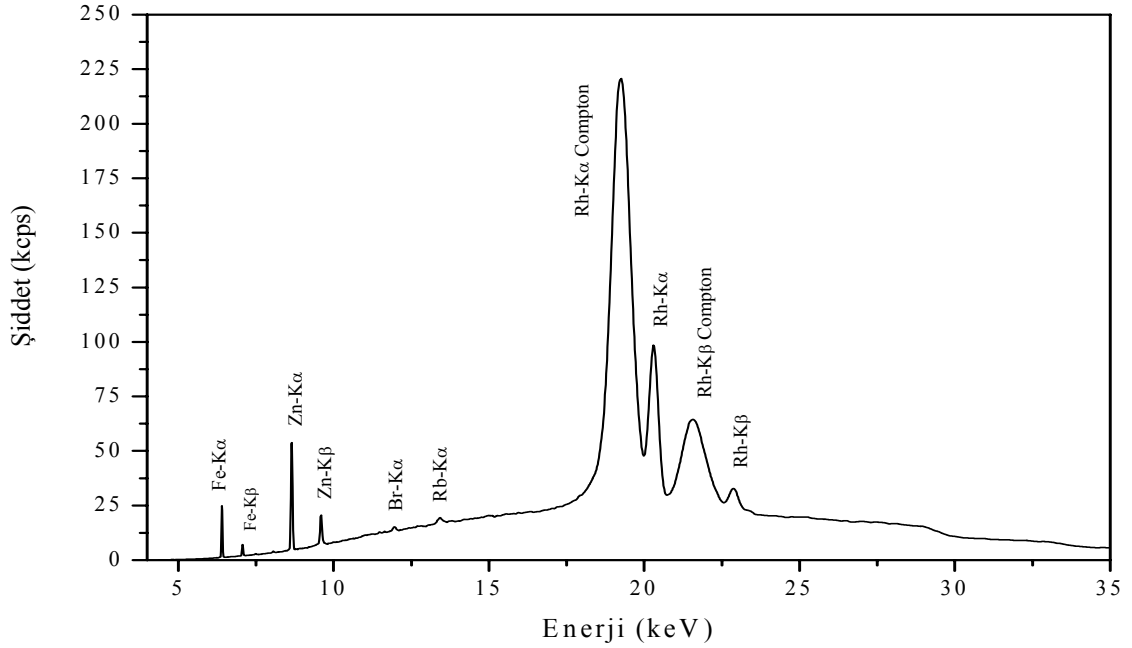
Şekil 4.8.a. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,25 kg olan I3 numunesinin ağır element spektrumu



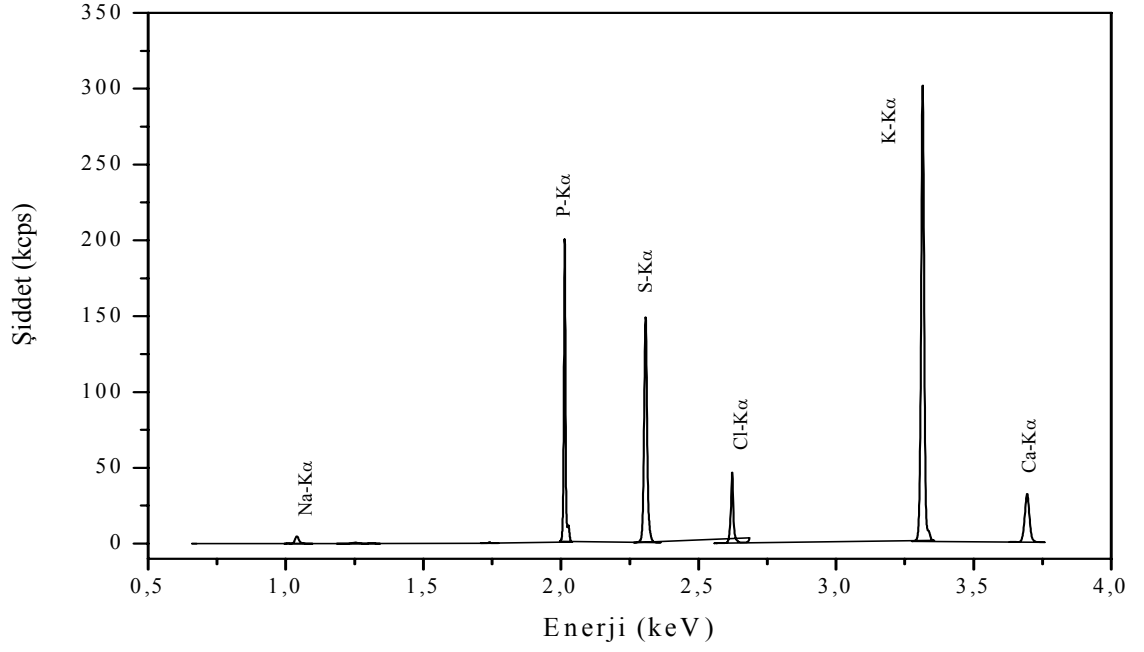
Şekil 4.8.b. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,25 kg olan I3 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.9. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (İ1, İ2, İ3,...) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar					Ortalama
	İ1	İ2	İ3	İ4	İ5	
Na	7,3654	7,2138	7,4108	6,5793	8,5728	7,4284
Mg	0,5178	0,4388	0,4432	0,7269	0,3977	0,5049
Si	0,0857	0,0730	0,1036	0,0833	0,0406	0,0773
P	10,3294	9,4048	8,9336	12,6701	5,8269	9,4329
S	11,4935	10,2778	11,2727	12,5593	12,5553	11,6317
Cl	26,8899	25,1194	26,0003	22,8043	31,1110	26,3850
K	33,0119	27,9372	33,7572	27,4953	24,0574	29,2518
Ca	4,1555	12,6573	5,6249	7,2272	5,0396	6,9409
Fe	2,7551	3,1722	3,9461	2,6833	4,4361	3,3986
Ni	0,0252	0,0261	0,0358	0,0267	0,0334	0,0294
Cu	0,0401	0,0351	0,0445	0,0481	0,0497	0,0435
Zn	3,2543	3,5374	2,3329	7,0348	7,7707	4,7860
Br	0,0425	0,0244	0,0375	0,0268	0,0335	0,0329
Rb	0,0262	0,0158	0,0321	0,0241	0,0115	0,0219



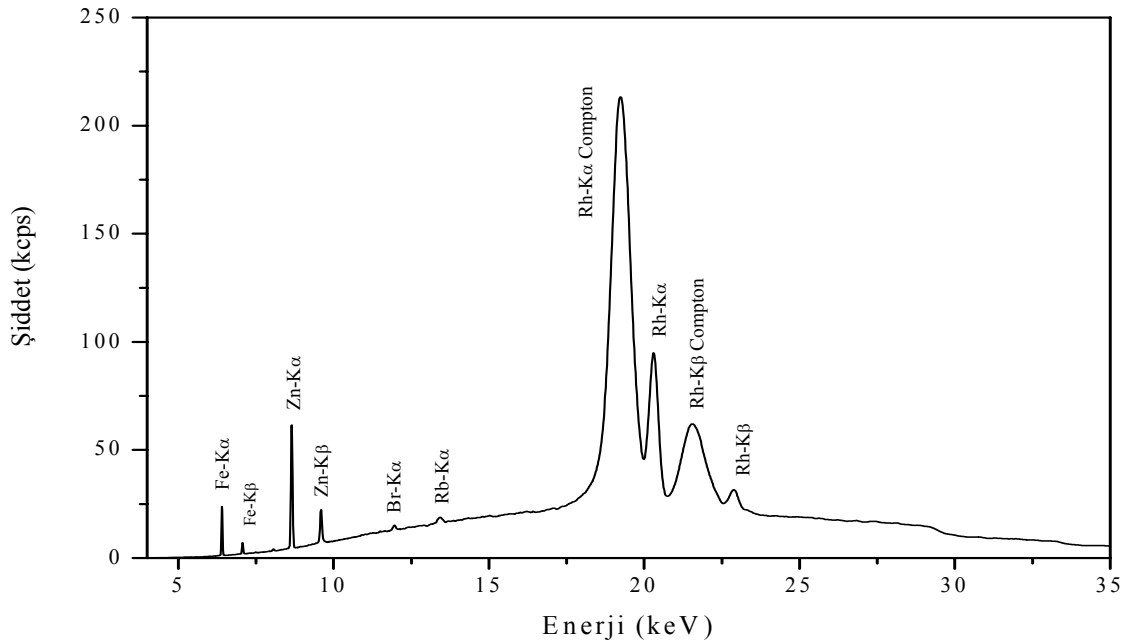
Şekil 4.9.a. Anne yaşı 31 ve bebek ağırlığı 3,85 kg olan İ3 numunesinin ağır element spektrumu



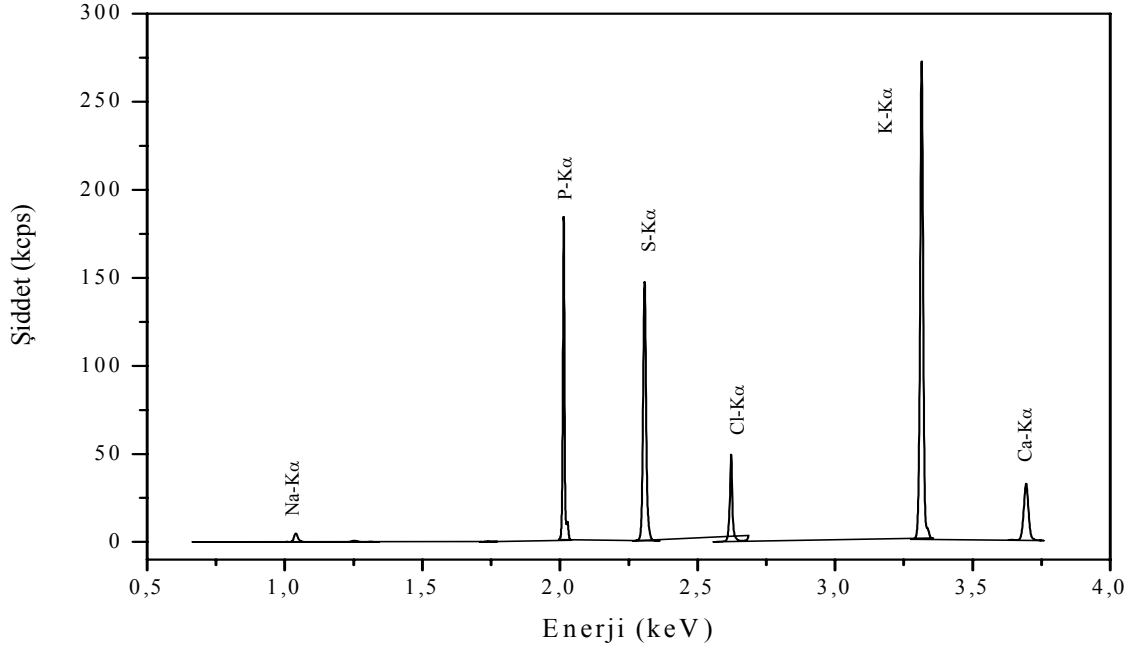
Şekil 4.9.b. Anne yaşı 31 ve bebek ağırlığı 3,85 kg olan İ3 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.10. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (J1, J2, J3) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar			Ortalama
	J1	J2	J3	
Na	7,6922	6,6656	7,6173	7,3251
Mg	0,4517	0,5027	0,4678	0,4741
Si	0,0291	0,0418	0,0280	0,0330
P	9,6013	10,5791	8,4023	9,5276
S	10,9996	11,0947	11,2991	11,1311
Cl	28,1756	25,9463	28,2526	27,4582
K	31,3056	31,7517	31,4414	31,4996
Ca	5,6909	3,5645	5,7167	4,9907
Fe	2,7609	3,6144	3,8910	3,4218
Ni	0,0321	0,0368	0,0316	0,0335
Cu	0,0400	0,0448	0,0566	0,0471
Zn	3,1534	6,0951	2,7140	3,9875
Br	0,0398	0,0347	0,0472	0,0406
Rb	0,0234	0,0278	0,0285	0,0266



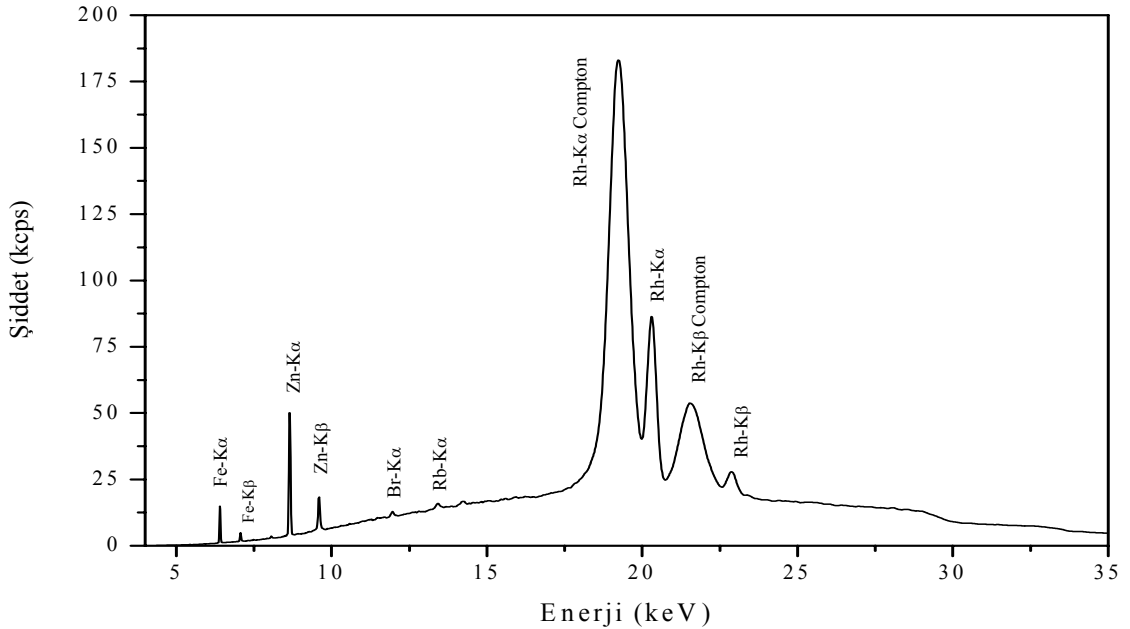
Şekil 4.10.a. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 2,5 kg olan J3 numunesinin ağır element spektrumu



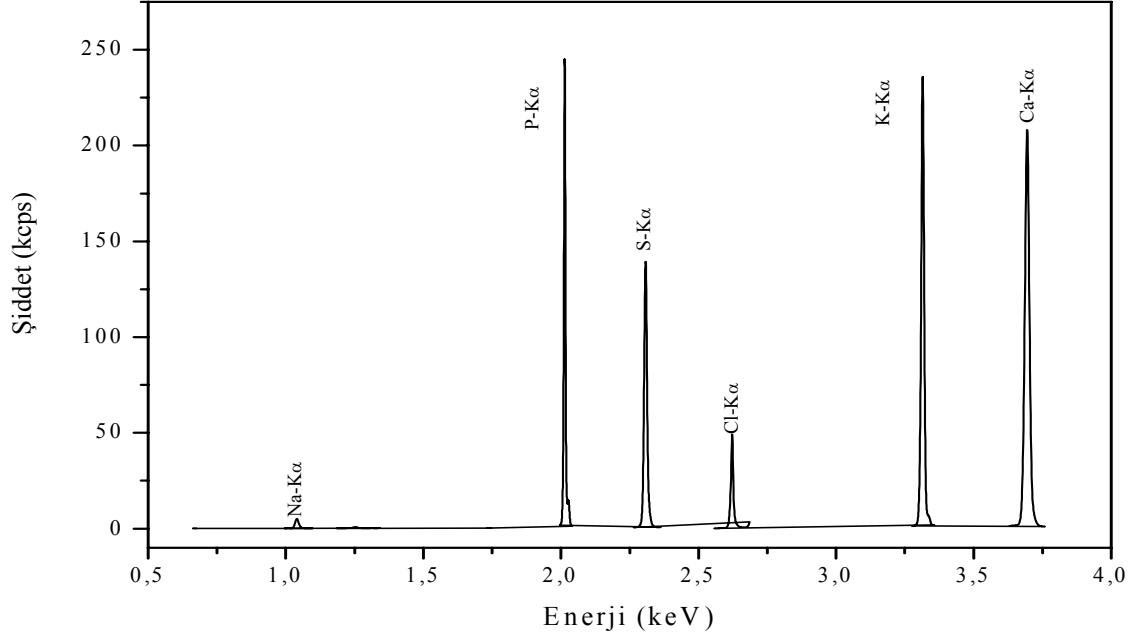
Şekil 4.10.b. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 2,5 kg olan J3 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.11. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan normal doğum plasenta numunelerinin (K1, K2, K3,...) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar					Ortalama
	K1	K2	K3	K4	K5	
Na	6,6130	8,6675	7,0198	7,7263	7,5041	7,5061
Mg	0,3249	0,3703	0,4494	0,4491	0,4532	0,4093
Si	0,0358	0,0346	0,0233	0,2156	0,0453	0,0709
P	5,5698	7,4972	9,4031	9,2007	9,2234	8,1788
S	11,4374	11,3906	9,0619	11,6630	10,7350	10,8575
Cl	26,3812	31,6323	22,4245	26,2904	28,1157	26,9688
K	29,5229	29,6781	20,5596	26,7072	32,3408	27,7617
Ca	2,8113	3,8683	26,7066	11,1152	3,9314	9,6865
Fe	9,6669	3,7204	2,1943	2,7651	3,2001	4,3093
Ni	0,0355	0,0274	0,0235	0,0229	0,0251	0,0268
Cu	0,0012	0,0473	0,0438	0,0403	0,0400	0,0344
Zn	7,3470	2,9978	2,0233	3,5058	4,3283	4,0404
Br	0,0292	0,0383	0,0324	0,0472	0,0302	0,0354
Rb	0,0201	0,0257	0,0159	0,0237	0,0197	0,0210



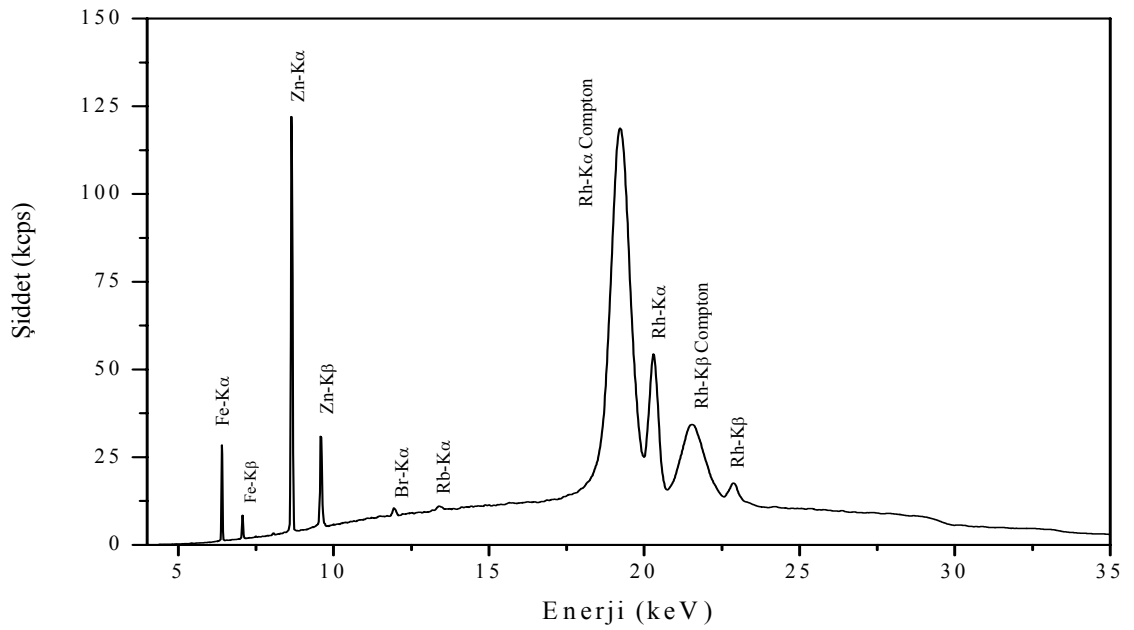
Şekil 4.11.a. Anne yaşı 37 ve bebek ağırlığı 3,6 kg olan K4 numunesinin ağır element spektrumu



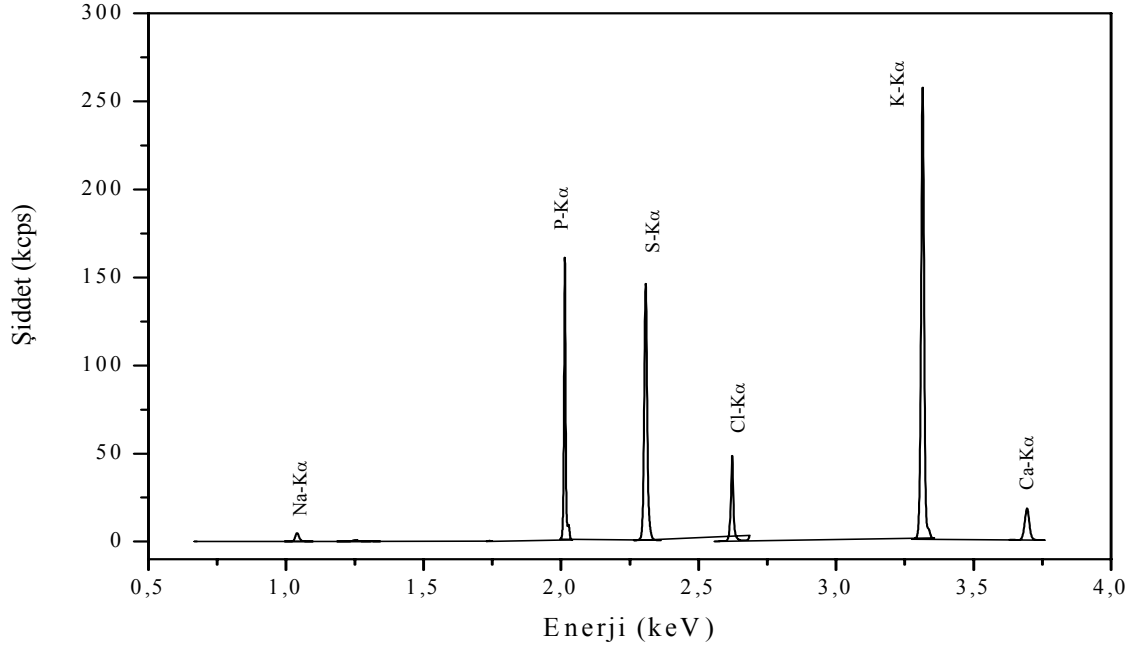
Şekil 4.11.b. Anne yaşı 37 ve bebek ağırlığı 3,6 kg olan K4 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.12. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 3–4 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin (P1, P2) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar		Ortalama
	P1	P2	
Na	7,6905	6,8285	7,2595
Mg	0,6237	0,4689	0,5463
Si	0,0526	0,0701	0,0614
P	7,7911	10,0145	8,9028
S	11,6468	10,6356	11,1412
Cl	28,7430	25,8665	27,3048
K	30,3107	32,9842	31,6475
Ca	3,1842	3,9023	3,5433
Fe	4,2757	3,2990	3,7874
Ni	0,0287	0,0225	0,0256
Cu	0,0011	0,0325	0,0168
Zn	5,4549	5,6831	5,5690
Br	0,0439	0,1722	0,1081
Rb	0,0062	0,0001	0,0032



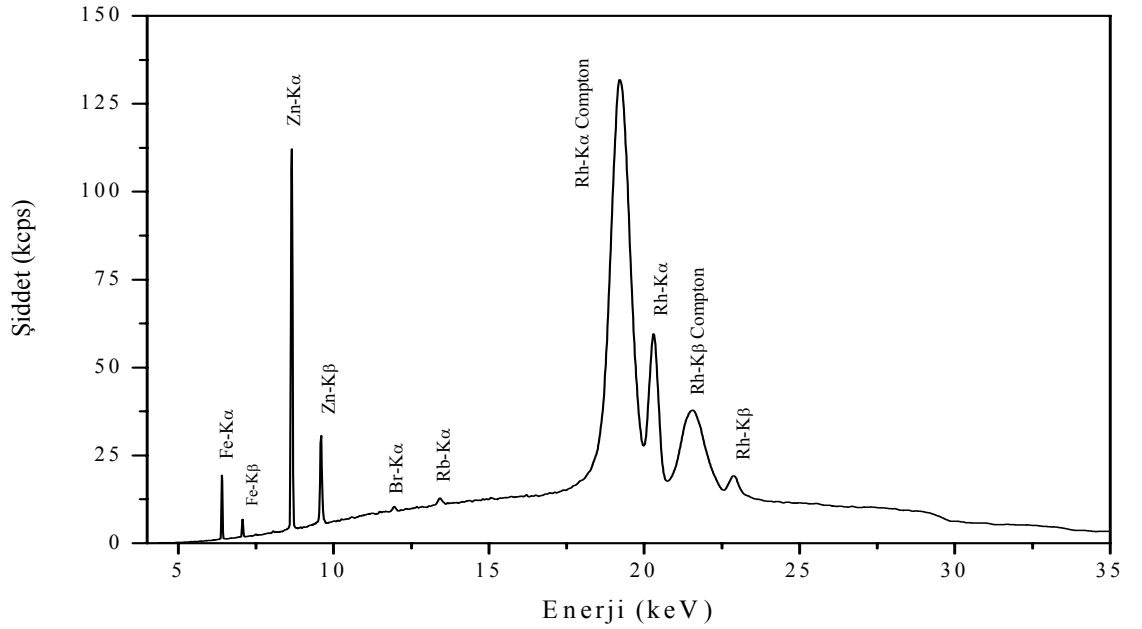
Şekil 4.12.a. Anne yaşı 40 ve bebek ağırlığı 3,15 kg olan P1 numunesinin ağır element spektrumu



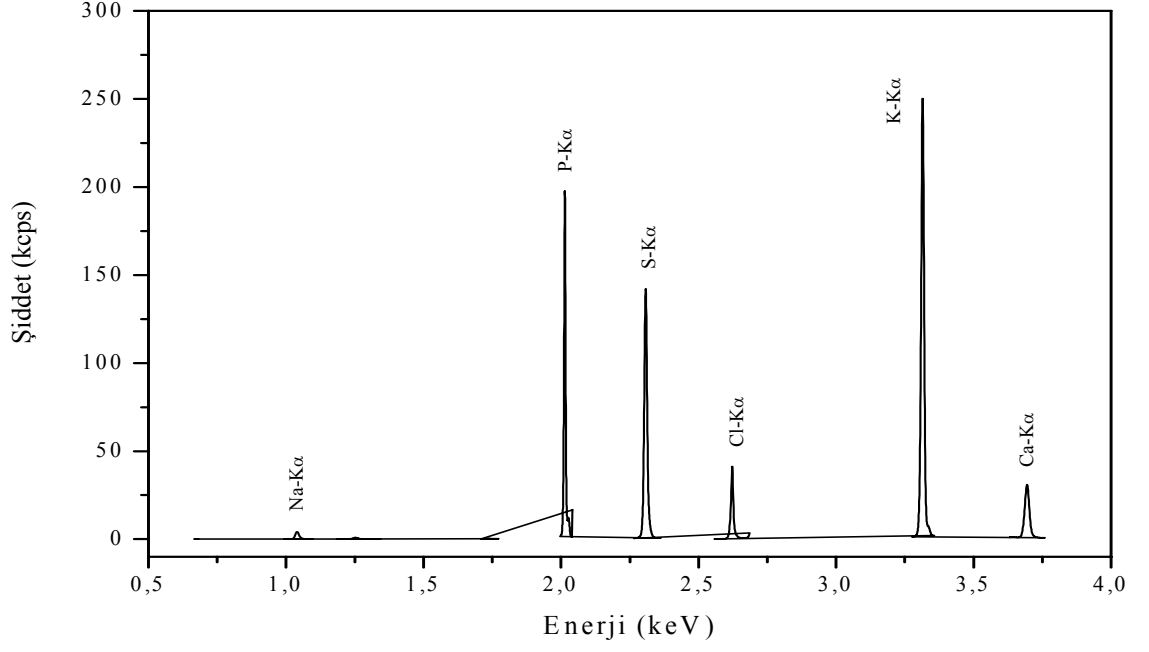
Şekil 4.12.b. Anne yaşı 40 ve bebek ağırlığı 3,15 kg olan P1 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.13. Anne yaşı 30–35 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin (P3, P4) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar		Ortalama
	P3	P4	
Na	7,7126	6,9133	7,3130
Mg	0,4372	0,5961	0,5167
Si	0,0393	0,0304	0,0349
P	8,7589	9,9137	9,3363
S	10,6952	12,2007	11,4480
Cl	26,8651	25,8352	26,3502
K	30,5206	30,3299	30,4253
Ca	10,4065	5,5274	7,9670
Fe	3,9779	3,1014	3,5397
Ni	0,0532	0,0353	0,0443
Cu	0,0637	0,0348	0,0493
Zn	0,2187	5,4091	2,8139
Br	0,0245	0,0272	0,0259
Rb	0,0180	0,0246	0,0213



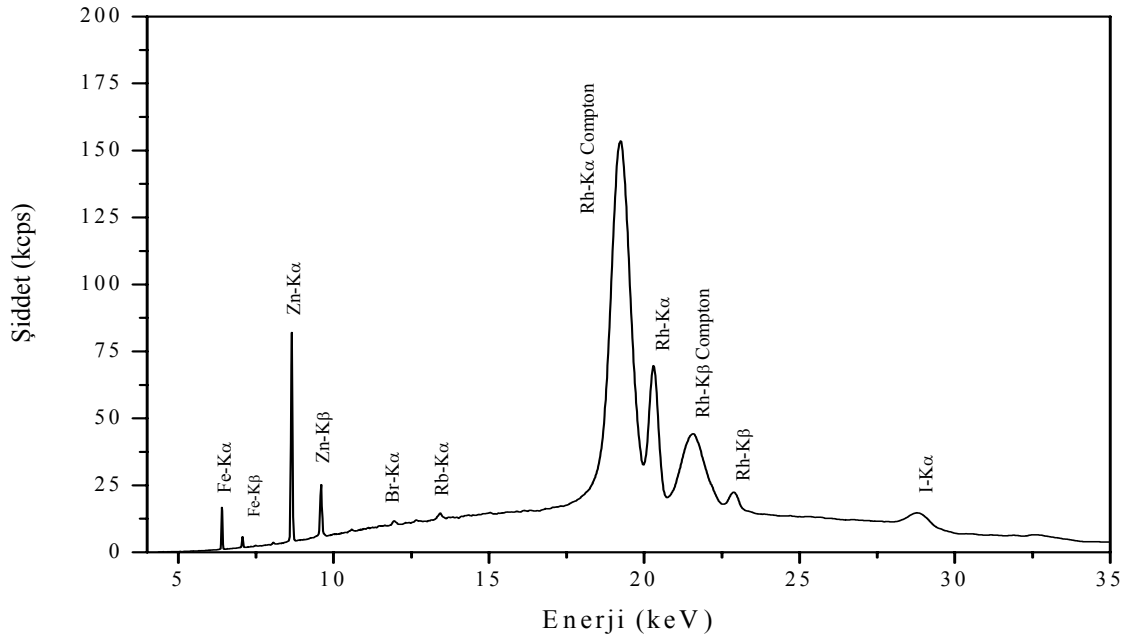
Şekil 4.13.a. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,95 kg olan P4 numunesinin ağır element spektrumu



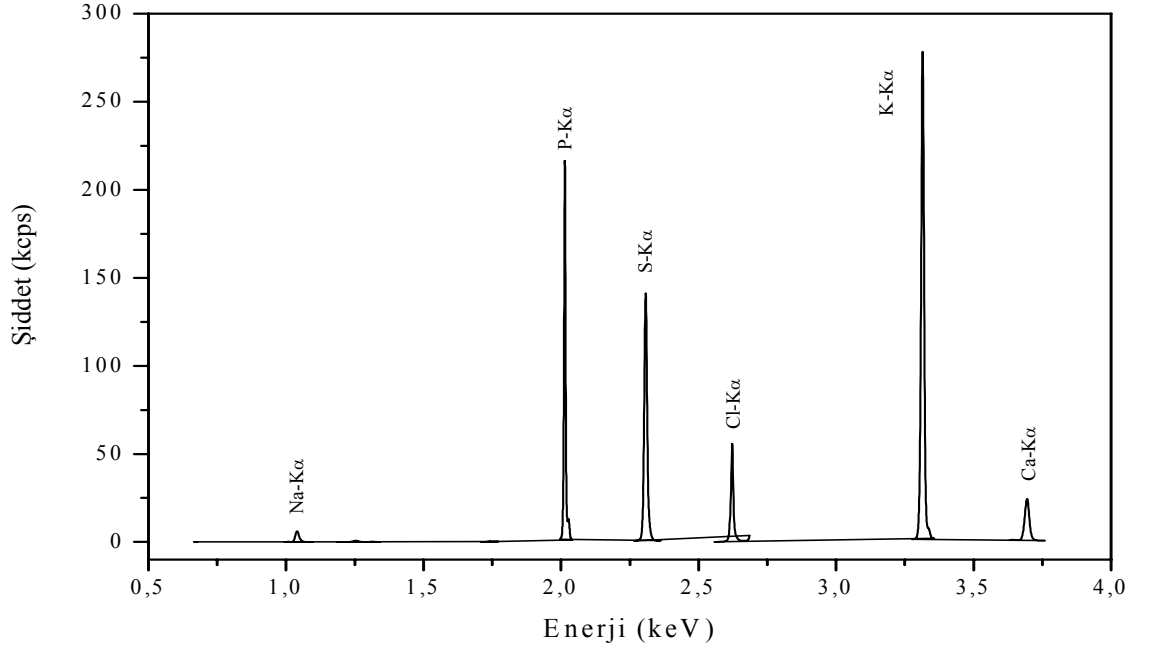
Şekil 4.13.b. Anne yaşı 30 ve bebek ağırlığı 2,95 kg olan P4 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.14. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunelerinin (P5, P6) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar		Ortalama
	P5	P6	
Na	8,7814	6,8629	7,8222
Mg	0,4563	0,4217	0,4390
Si	0,0256	0,0317	0,0287
P	9,3063	10,4308	9,8686
S	10,3367	12,0440	11,1904
Cl	30,1550	25,4768	27,8159
K	30,6810	32,6858	31,6834
Ca	3,9729	6,8465	5,4097
Fe	2,4681	2,2866	2,3774
Ni	0,0267	0,0341	0,0304
Cu	0,0429	0,0360	0,0395
Zn	3,1785	2,7107	2,9446
Br	0,0313	0,0495	0,0404
Rb	0,0258	0,0001	0,0130



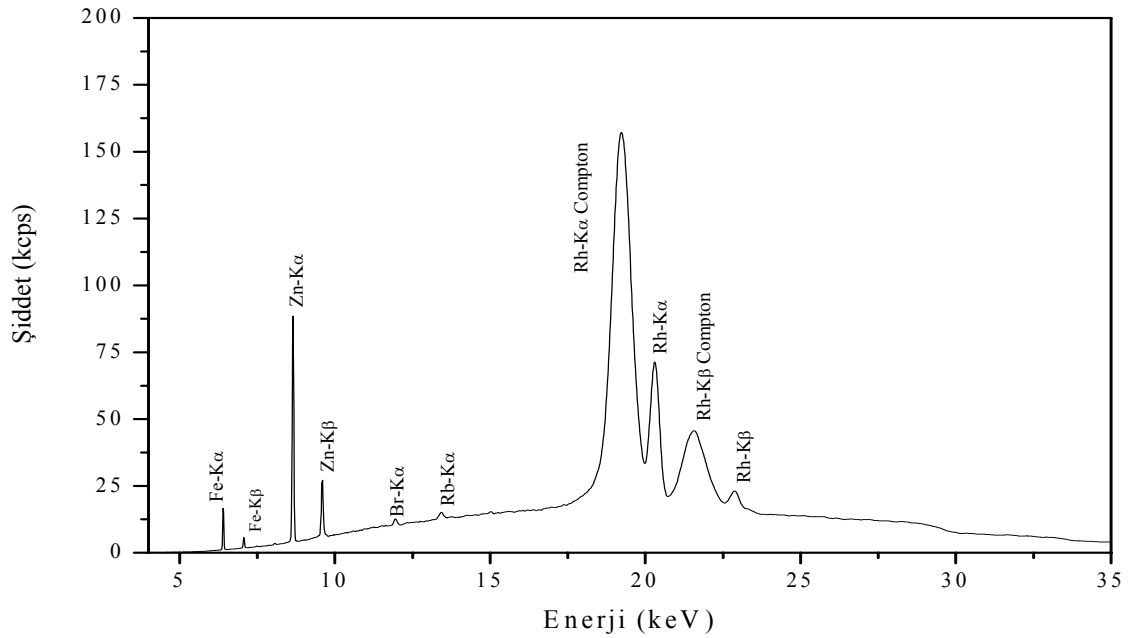
Şekil 4.14.a. Anne yaşı 28 ve bebek ağırlığı 1,25 kg olan P5 numunesinin ağır element spektrumu



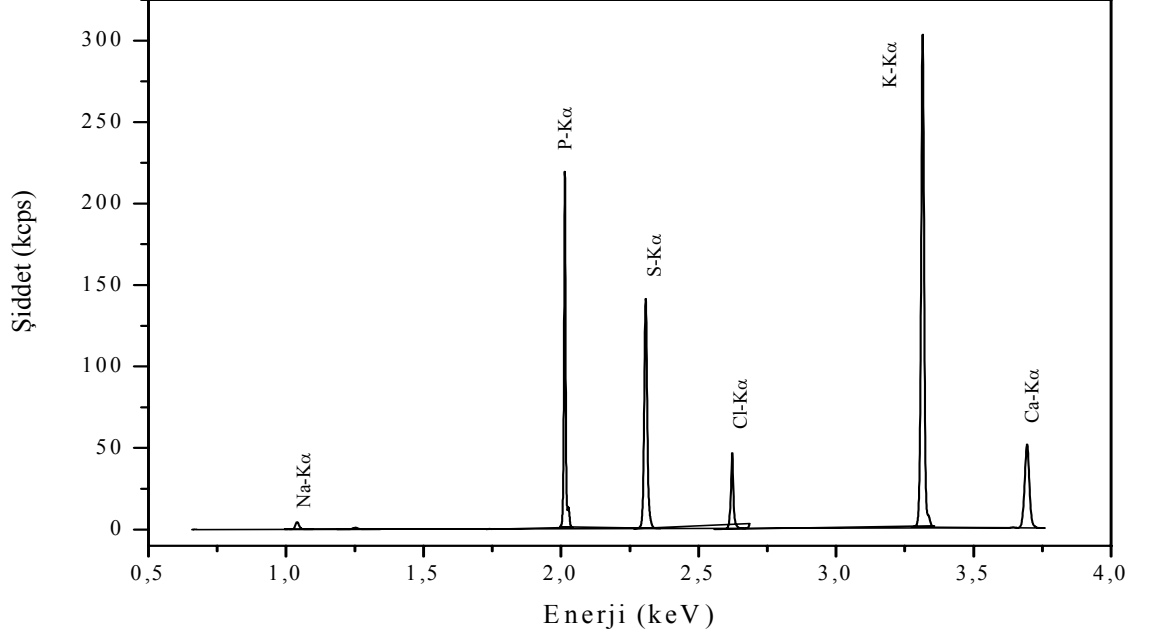
Şekil 4.14.b. Anne yaşı 28 ve bebek ağırlığı 1,25 kg olan P5 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.15. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 2–3 kg olan preeklemsi doğum plasenta numunesinin (P7) element konsantrasyonları (%)

Elementler	P7
Na	6,6216
Mg	0,6829
Si	0,0350
P	9,5603
S	10,5162
Cl	25,0985
K	32,3959
Ca	8,5865
Fe	2,5469
Ni	0,0272
Cu	0,0306
Zn	3,8272
Br	0,0469
Rb	0,0213



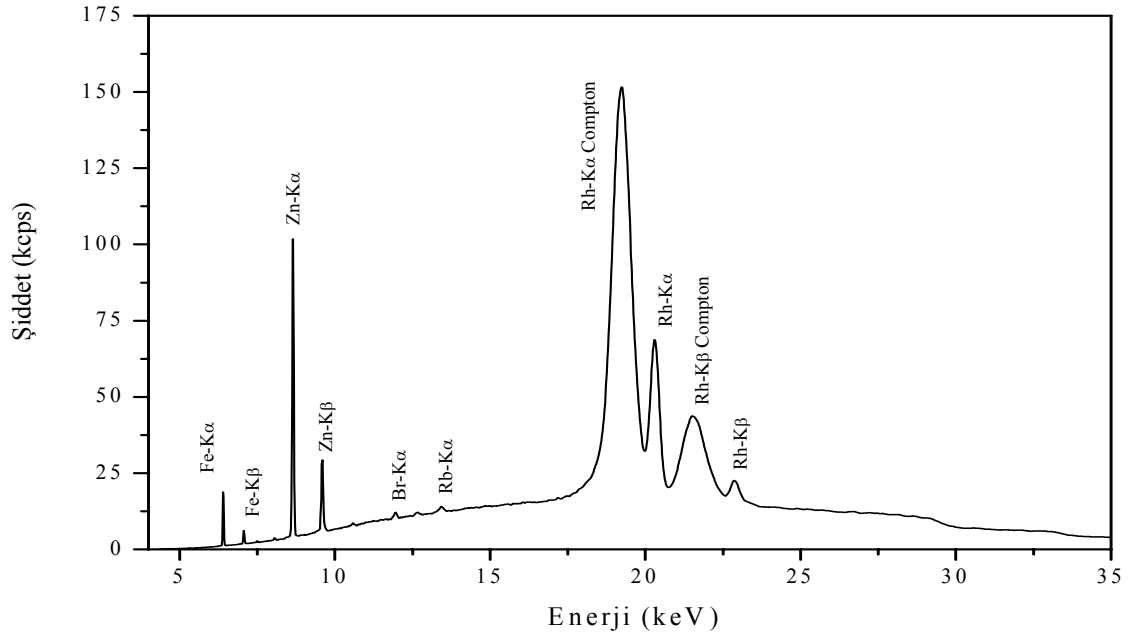
Şekil 4.15.a. Anne yaşı 22 ve bebek ağırlığı 2,1 kg olan P7 numunesinin ağır element spektrumu



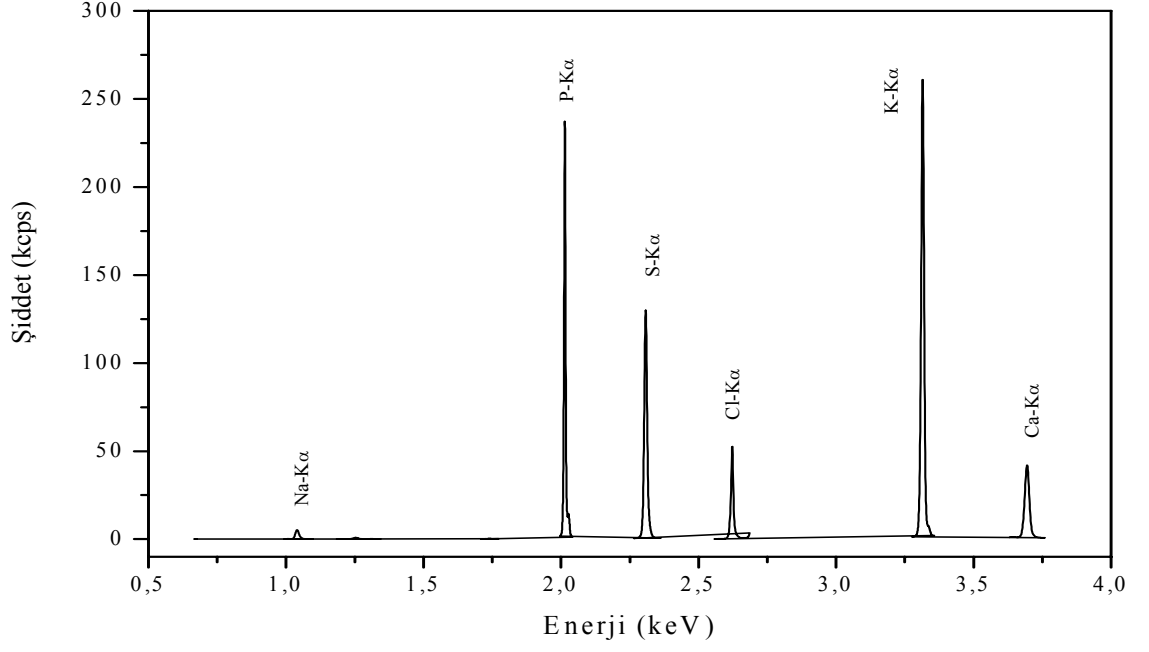
Şekil 4.15.b. Anne yaşı 22 ve bebek ağırlığı 2,1 kg olan P7 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.16. Anne yaşı 20–25 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar				Ortalama
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	
Na	6,1831	8,4024	7,5754	8,4034	7,6411
Mg	0,8333	0,5097	0,5189	0,1505	0,5031
Si	0,0437	0,0156	0,0389	0,0254	0,0309
P	12,2757	9,5981	10,4387	9,2152	10,3819
S	6,0396	10,5349	9,8751	16,4079	10,7144
Cl	17,7385	29,0732	28,7139	23,3031	24,7072
K	14,2955	30,6181	28,8946	26,7306	25,1347
Ca	38,6824	4,9788	6,7364	10,1412	15,1347
Fe	3,0082	2,0760	2,7185	4,7741	3,1442
Ni	0,0011	0,0305	0,0395	0,0321	0,0258
Cu	0,0011	0,0316	0,0444	0,0345	0,0279
Zn	0,7405	4,5526	4,2789	0,8741	2,6115
Br	0,1253	0,3281	0,0414	0,0258	0,1301
Rb	0,0011	0,0177	0,0143	0,0148	0,0120



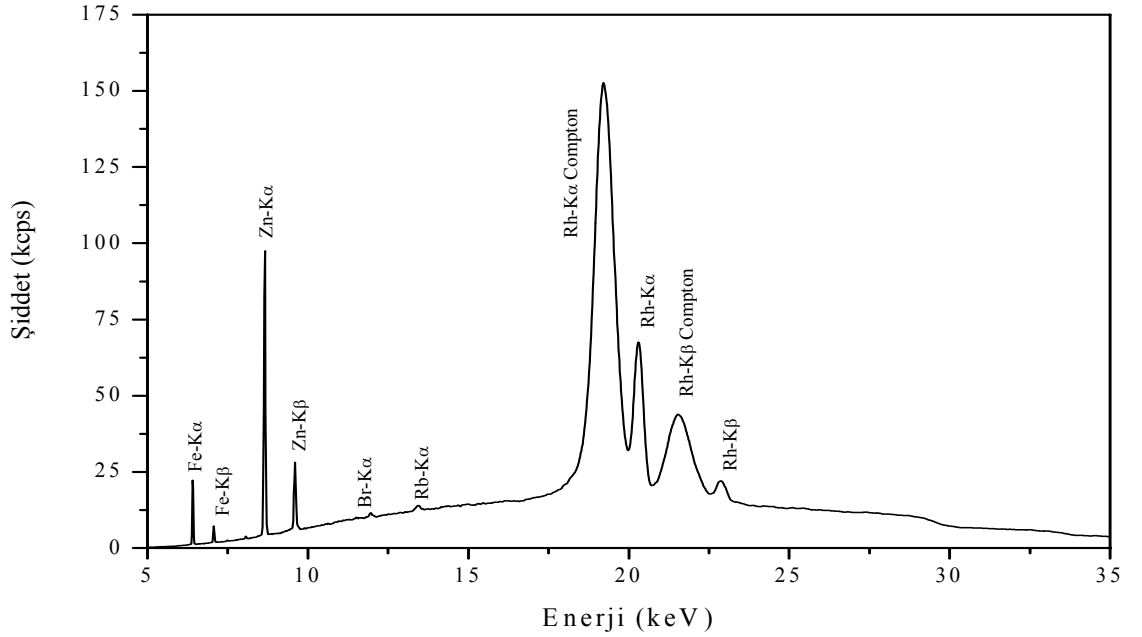
Şekil 4.16.a. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan Ö3 numunesinin ağır element spektrumu



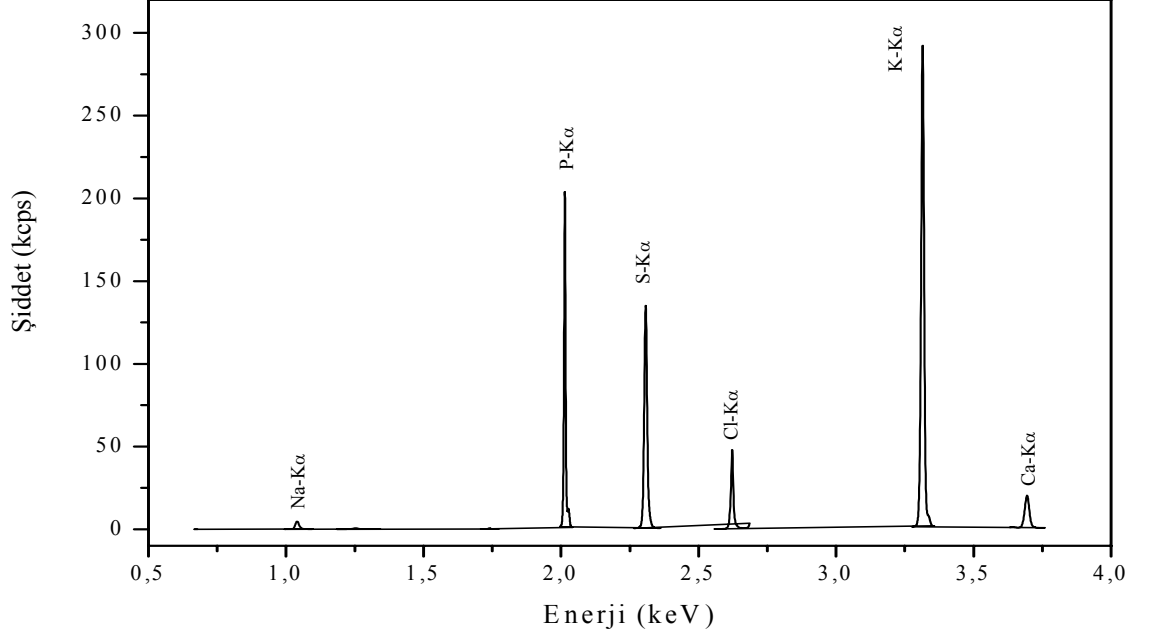
Şekil 4.16.b. Anne yaşı 23 ve bebek ağırlığı 1,8 kg olan Ö3 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.17. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin (Ö5, Ö6, Ö7,...) element konsantrasyonları (%)

Elementler	Gruplar					Ortalama
	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	
Na	7,3439	8,3309	8,5119	8,8134	6,1255	7,8251
Mg	0,4892	0,4042	0,3739	0,3326	0,5463	0,4292
Si	0,0171	0,0226	0,0259	0,1794	0,0314	0,0552
P	10,1785	8,2625	7,5959	5,9285	10,9162	8,5763
S	9,2302	9,1261	12,1881	11,4129	9,6937	10,3302
Cl	26,4094	25,1642	30,5345	28,5059	23,9537	26,9134
K	28,7324	17,7061	26,4611	21,4894	36,8586	26,2494
Ca	9,4206	25,3051	5,6969	15,3243	3,5971	11,8688
Fe	3,2954	1,7221	3,9645	5,6172	2,9894	3,5177
Ni	0,0324	0,0235	0,0344	0,0339	0,0309	0,0305
Cu	0,0379	0,0261	0,0561	0,0672	0,0001	0,0374
Zn	4,7741	3,8534	4,2625	2,1446	5,0578	4,0179
Br	0,0174	0,0266	0,0314	0,0612	0,0334	0,0340
Rb	0,0235	0,0139	0,0181	0,0357	0,0264	0,0227



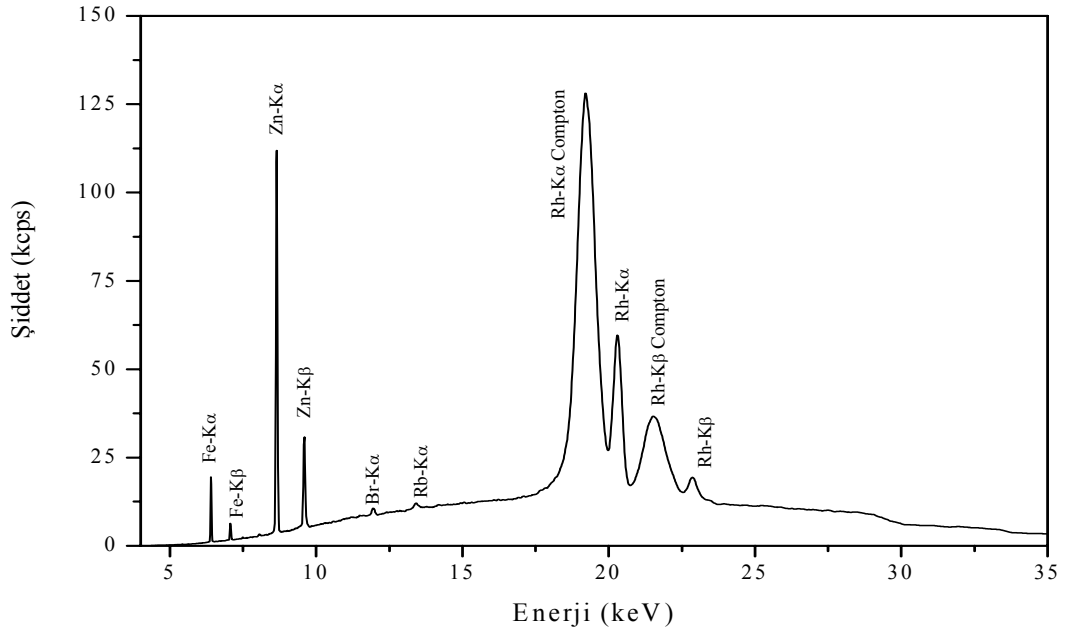
Şekil 4.17.a. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 1,5 kg olan Ö5 numunesinin ağır element spektrumu



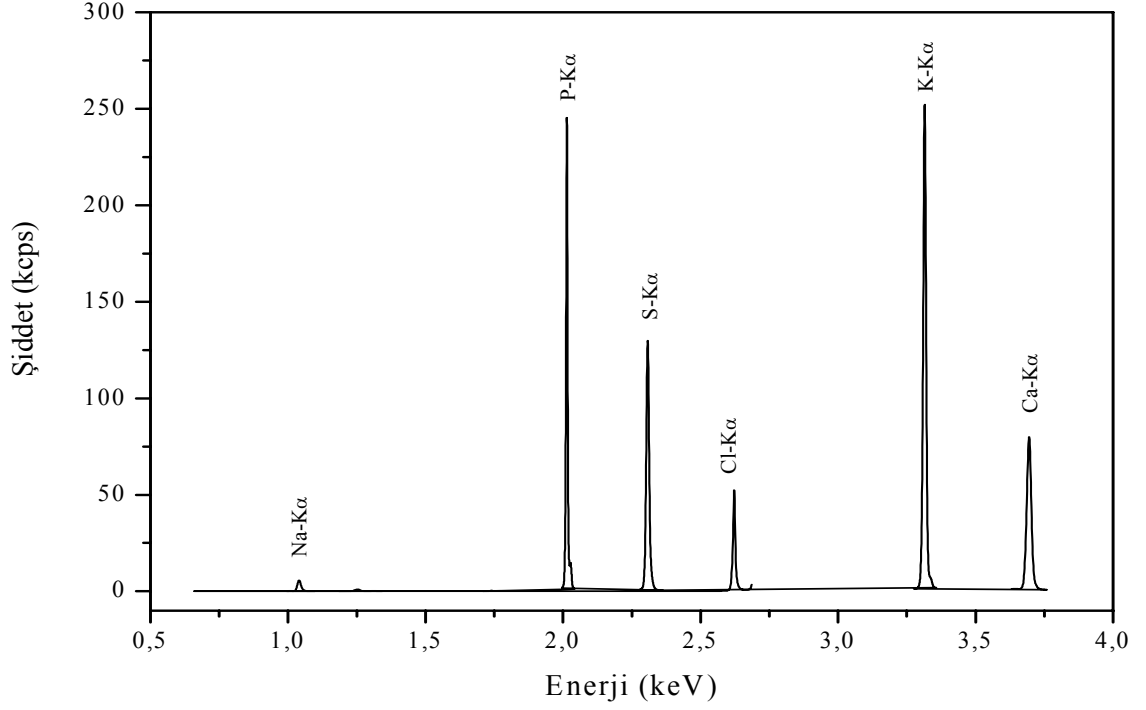
Şekil 4.17.b. Anne yaşı 25 ve bebek ağırlığı 1,5 kg olan Ö5 numunesinin hafif element spektrumu

Çizelge 4.18. Anne yaşı 35–40 ve bebek ağırlığı 1–2 kg olan ölü doğum plasenta numunelerinin (Ö10, Ö11, Ö12) element konsantrasyonları (%)

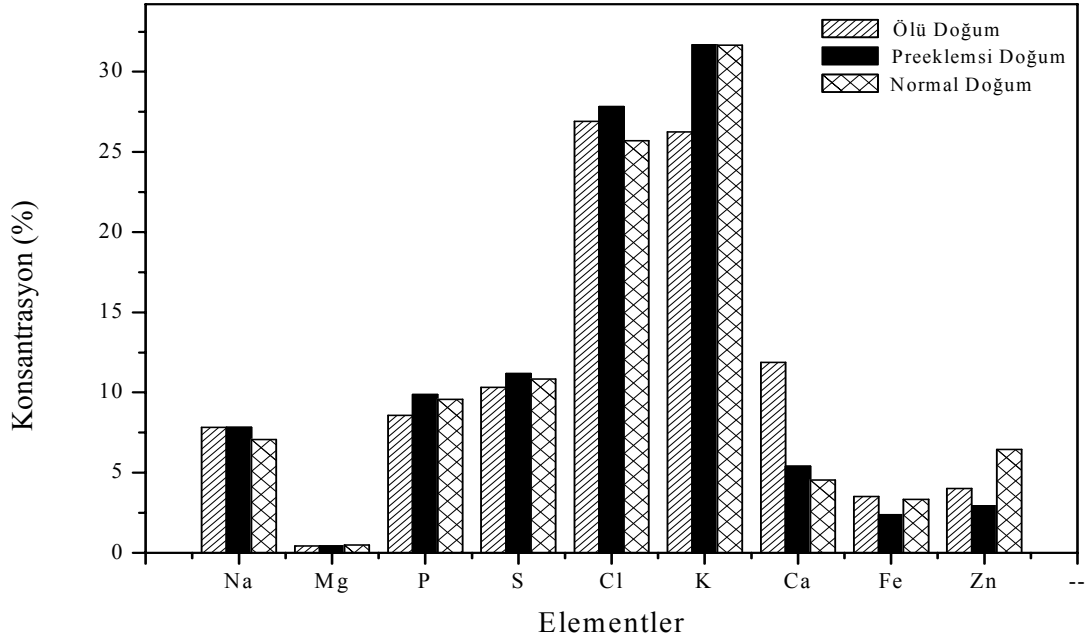
Elementler	Gruplar			Ortalama
	Ö10	Ö11	Ö12	
Na	7,3034	7,3439	7,9714	7,5396
Mg	0,4929	0,4207	0,5296	0,4811
Si	0,0334	0,0609	0,0269	0,0404
P	10,2551	9,3850	10,3955	10,0118
S	8,8701	10,5697	9,4358	9,6252
Cl	25,5301	27,2740	27,0014	26,6018
K	18,7373	33,6566	25,5113	25,9684
Ca	25,0852	3,4889	11,7684	13,4475
Fe	2,3479	3,5193	2,7203	2,8625
Ni	0,0173	0,0293	0,0299	0,0255
Cu	0,0341	0,0474	0,0319	0,0378
Zn	4,2476	4,0591	4,5267	4,2778
Br	0,0278	0,0313	0,0356	0,0316
Rb	0,0096	0,0010	0,0156	0,0087



Şekil 4.18.a. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 1,1 kg olan Ö12 numunesinin ağır element spektrumu



Şekil 4.18.b. Anne yaşı 38 ve bebek ağırlığı 1,1 kg olan Ö12 numunesinin hafif element spektrumu



Şekil 4.19. Anne yaşı 25–30 ve bebek ağırlığı 1-2 kg olan normal doğum, ölü doğum ve preeklamsi doğum gruplarının mukayeseli element konsantrasyon grafiği

4.2. Ölçümlerin İstatistiksel Değerleri

Yapmış olduğumuz gruplar ve almış olduğumuz veriler arasında bir ilişki olup olmadığını ve bu ilişkinin anlam derecesini öğrenmek için bu veriler SPSS 13.0 istatistik programında değerlendirilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda anlam ifade eden elementler çizelgeler ve grafikler halinde verilmiştir.

Element istatistikleri bebek ağırlığına, anne yaşına ve doğum türüne göre yapıldı. Bebek ağırlığıyla Magnezyumun istatistik verileri çizelge 4.19(a,b)'da ve Magnezyum konsantrasyonunun bebek ağırlığıyla değişimi, şekil 4.20'de verilmiştir. Bebek ağırlığıyla Demirin istatistik verileri çizelge 4.20(a,b)'da ve Demir konsantrasyonunun bebek ağırlığıyla değişimi, şekil 4.21'de verilmiştir. Bebek ağırlığıyla Bakırın istatistik

verileri çizelge 4.21(a,b)'da ve Bakır konsantrasyonunun bebek ağırlığıyla değişimi, şekil 4.22'de verilmiştir. Anne yaşıyla Magnezyumun istatistik verileri çizelge 4.22(a,b)'da ve Magnezyum konsantrasyonunun anne yaşıyla değişimi şekil 4.23'de verilmiştir. Anne yaşıyla Demirin istatistik verileri çizelge 4.23(a,b)'da ve Demir konsantrasyonunun anne yaşıyla değişimi şekil 4.24'de verilmiştir. Anne yaşıyla Çinkonun istatistik verileri çizelge 4.24(a,b)'da ve Çinko konsantrasyonunun anne yaşıyla değişimi şekil 4.25'de verilmiştir. Preeklemsi doğum ve normal doğum plasentasındaki Demirin istatistik verileri çizelge 4.25(a,b)'de ve Demir konsantrasyonunun değişimi şekil 4.26'da verilmiştir. Normal doğum, preeklemsi doğum ve ölü doğum plasentasındaki Çinkonun istatistik verileri çizelge 4.26(a,b)'de ve Çinko konsantrasyonunun değişimi şekil 4.27'de verilmiştir. Normal doğum, preeklemsi doğum ve ölü doğum plasentasındaki Bakırın istatistik verileri çizelge 4.27(a,b)'de ve Çinko konsantrasyonunun değişimi şekil 4.28'da verilmiştir.

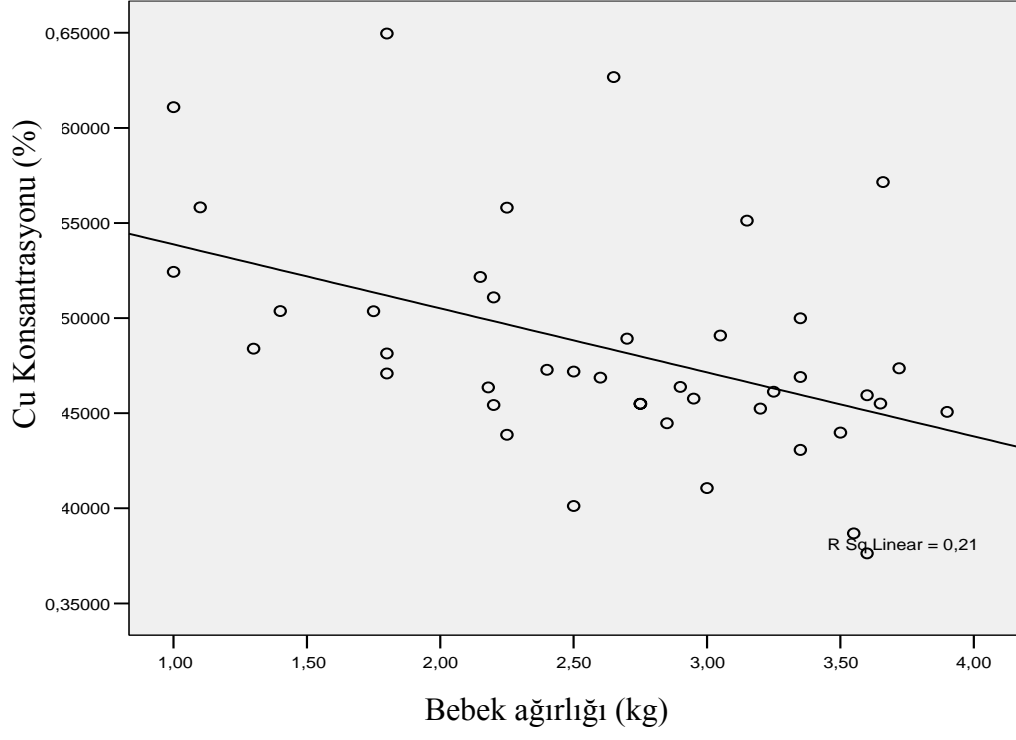
Çizelge 4.19.a. Mg için istatistik değerler. Önem derecesi 0,011(%1,1 hata)

Bebek Ağırlığı (kg)	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
1,00–2,00	9	0,5318333	0,06226464	0,0207548
2,00–3,00	17	0,4796353	0,05168341	0,0125350
3,00–4,00	16	0,4611938	0,05149410	0,0128735
Toplam	42	0,4837952	0,05900906	0,0091053

Çizelge 4.19.b. Mg için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Bebek ağırlığı(kg)	Bebek ağırlığı(kg)	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
1,00	2,00	0,05219804(*)	0,02224135	2,4
1,00	3,00	0,07063958(*)	0,02248065	0,3
3,00	2,00	-0,01844154	0,01879285	33,2

* Ortalamalar arası fark 0,05 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.20. Bebek ağırlığı ile Magnezyumun (Mg) değişim grafiği

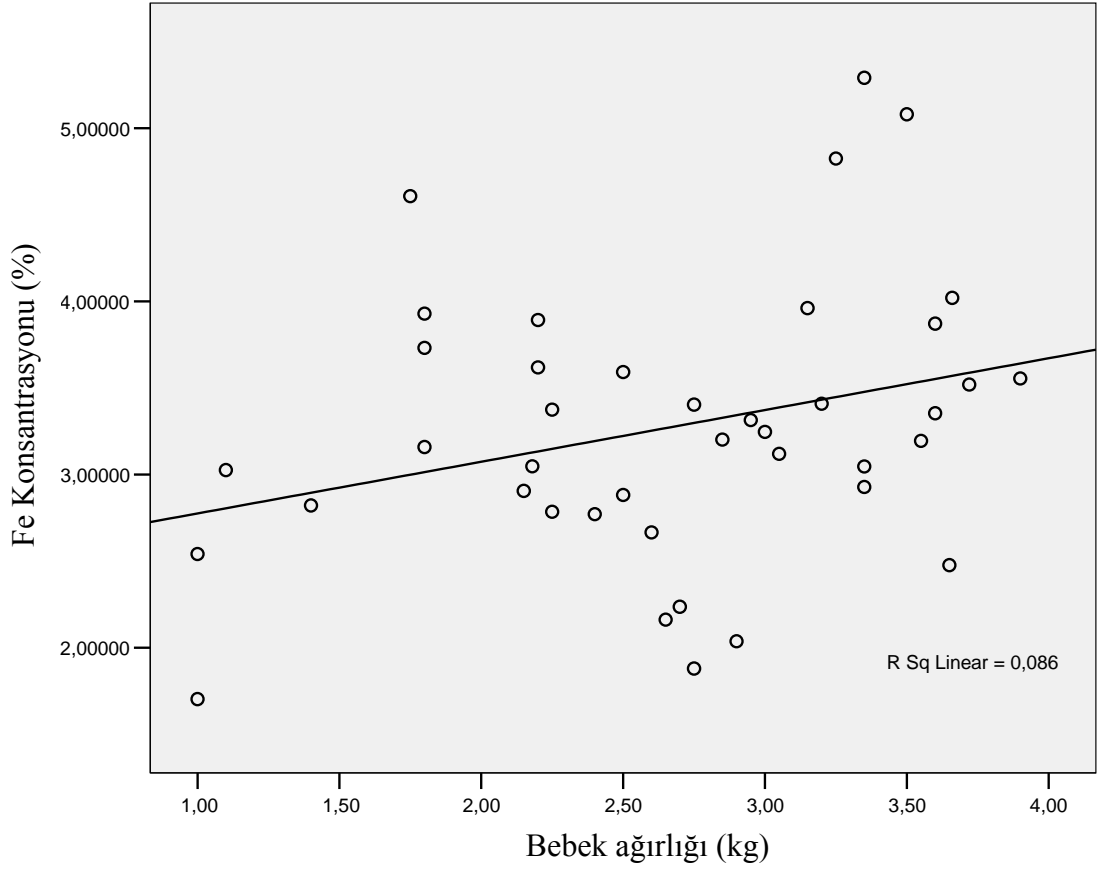
Çizelge 4.20.a. Fe için istatistik değerler. Önem derecesi 0,018(%1,8 hata)

Bebek Ağırlığı (kg)	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
1,00–2,00	9	3,1823778	0,84022626	0,28007542
2,00–3,00	17	2,9275235	0,59090027	0,14331437
3,00–4,00	16	3,6808688	0,79463399	0,19865850
Toplam	42	3,2691238	0,78817647	0,12161827

Çizelge 4.20.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Bebek ağırlığı(kg)	Bebek ağırlığı(kg)	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
1,00	2,00	0,25485425	0,30037086	40,1
1,00	3,00	-0,49849097	0,30360268	10,9
3,00	2,00	0,75334522(*)	0,25379868	0,5

* Ortalamalar arası fark 0,05 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.21. Bebek ağırlığı ile Demirin (Fe) değişim grafiği

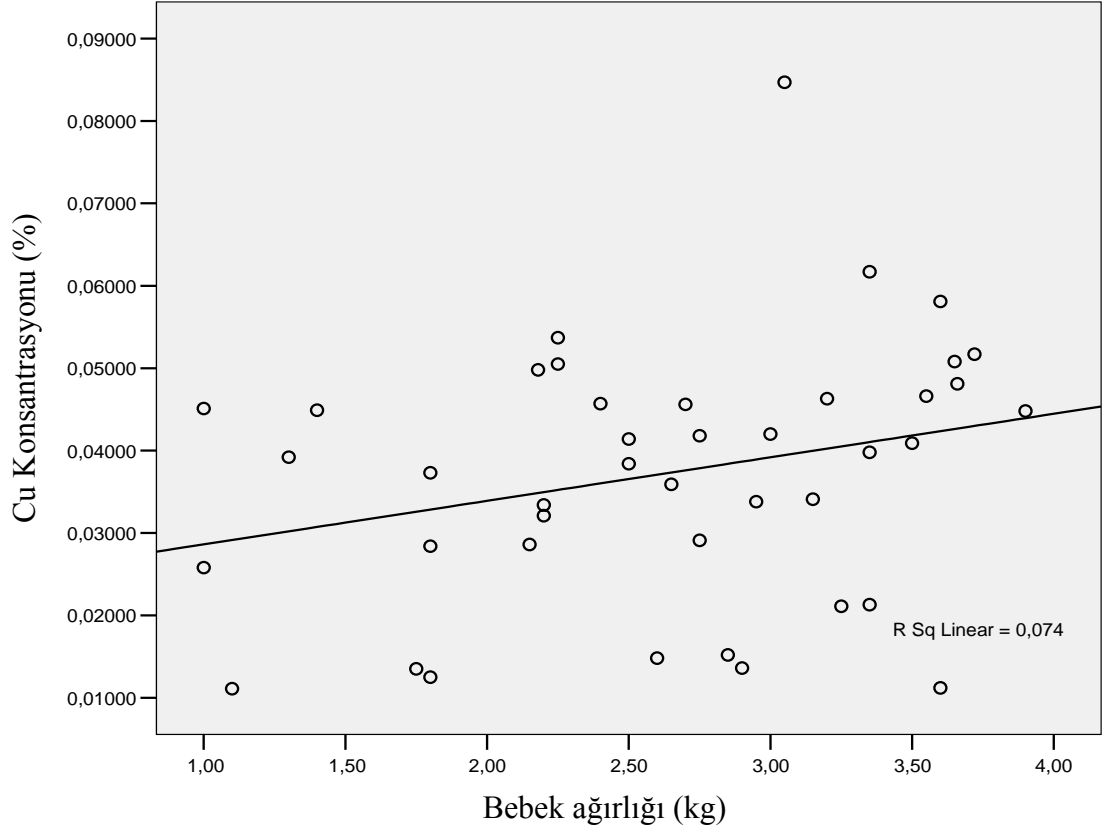
Çizelge 4.21.a. Cu için istatistik değerler. Önem derecesi 0,048(%4,8 hata)

Bebek Ağırlığı (kg)	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
1,00–2,00	9	0,0286444	0,01381721	0,00460574
2,00–3,00	17	0,0354941	0,01244355	0,00301800
3,00–4,00	16	0,0439500	0,01741337	0,00435334
Toplam	42	0,0372476	0,01560982	0,00240865

Çizelge 4.21.b. Cu için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Bebek ağırlığı(kg)	Bebek ağırlığı(kg)	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
1,00	2,00	-0,00684967	0,00610481	26,9
1,00	3,00	-0,01530556(*)	0,00617050	1,8
3,00	2,00	0,00845588	0,00515827	10,9

* Ortalamalar arası fark 0,05 seviyesinde önemlidir.



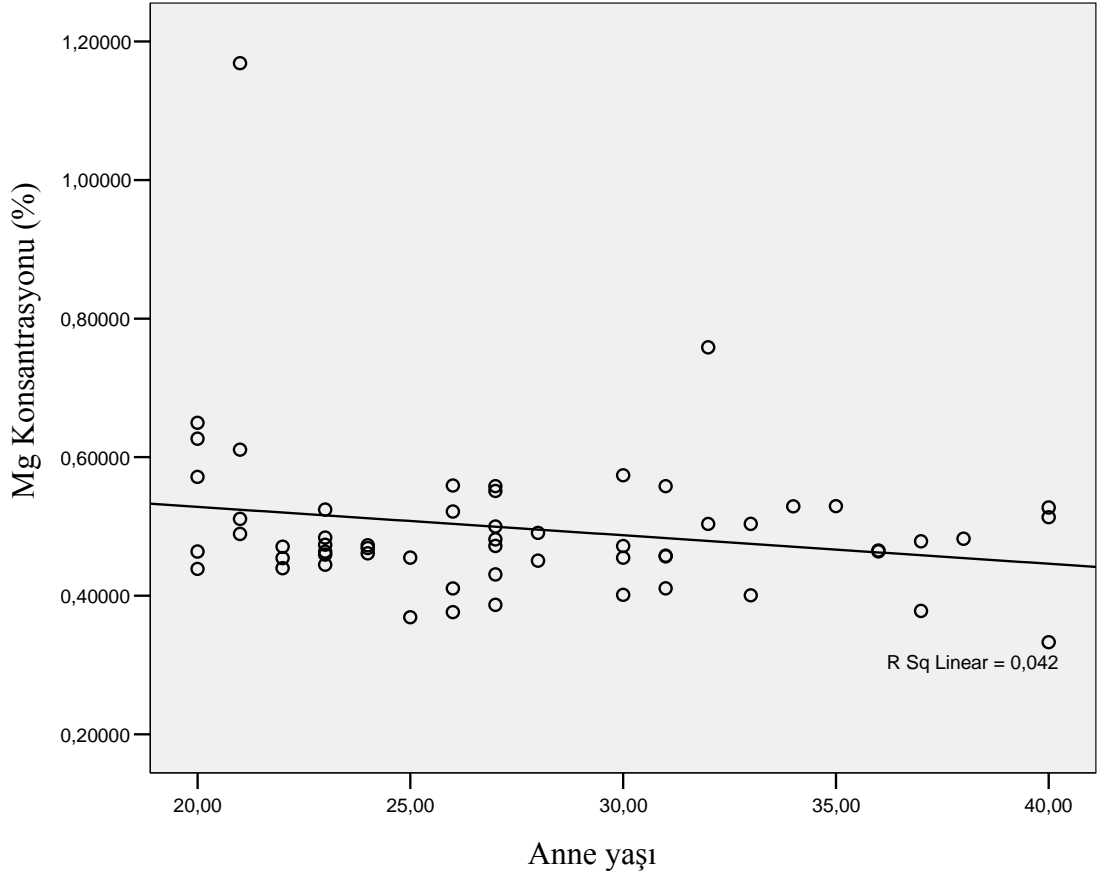
Şekil 4.22. Bebek ağırlığı ile Bakırın (Cu) değişim grafiği

Çizelge 4.22.a. Mg için istatistik değerler. Önem derecesi 0,249(%24,9 hata)

Anne yaşı (yıl)	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
20–25	20	0,5339350	0,16251063	0,03633848
25–30	16	0,4676188	0,06213883	0,01553471
30–35	14	0,5005714	0,09258095	0,02474330
35–40	8	0,4554500	0,06680361	0,02361864
Toplam	58	0,4967621	0,11527621	0,01513651

Çizelge 4.22.b. Mg için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Anne yaşı	Anne yaşı	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
20–25	25–30	0,06631625	0,03825267	8,9
20–25	30–35	0,03336357	0,03974165	40,5
20–25	35–40	0,07848500	0,04770946	10,6
25–30	30–35	-0,03295268	0,04173708	43,3
25–30	35–40	0,01216875	0,04938398	80,6
30–35	35–40	0,04512143	0,05054612	37,6



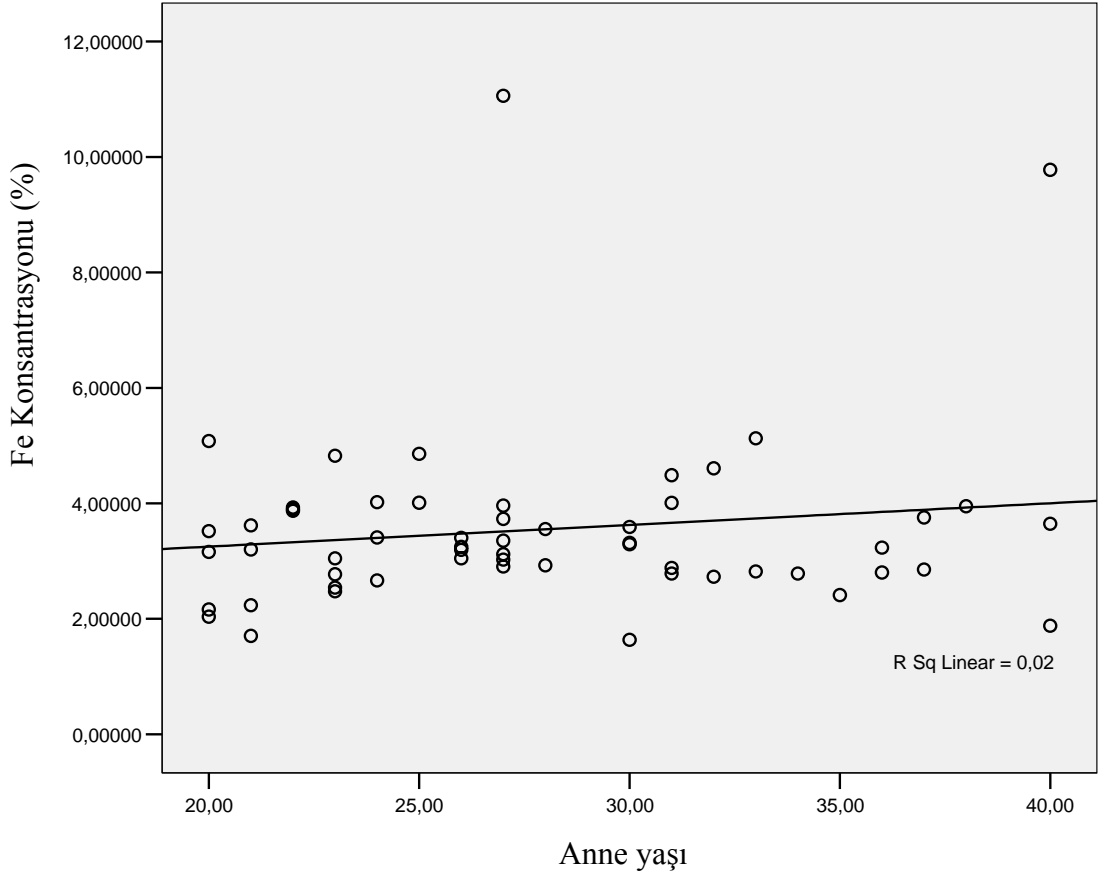
Şekil 4.23. Anne yaşı ile Magnezyumun (Mg) değişim grafiği

Çizelge 4.23.a. Fe için istatistik değerler. Önem derecesi 0,381(%38,1 hata)

Anne yaşı (yıl)	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
20–25	20	3,2310650	0,89975310	0,20119091
25–30	16	3,3907188	0,54108375	0,13527094
30–35	14	3,2818286	1,00332671	0,26815034
35–40	8	4,0536875	2,37307431	0,83900847
Toplam	58	3,4008259	1,15823688	0,15208395

Çizelge 4.23.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Anne yaşı	Anne yaşı	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
20–25	25–30	-0,15965375	0,38805106	68,2
20–25	30–35	-0,05076357	0,40315594	90,0
20–25	35–40	-0,82262250	0,48398471	9,5
25–30	30–35	0,10889018	0,42339842	79,8
25–30	35–40	-0,66296875	0,50097177	19,1
30–35	35–40	-0,77185893	0,51276095	13,8



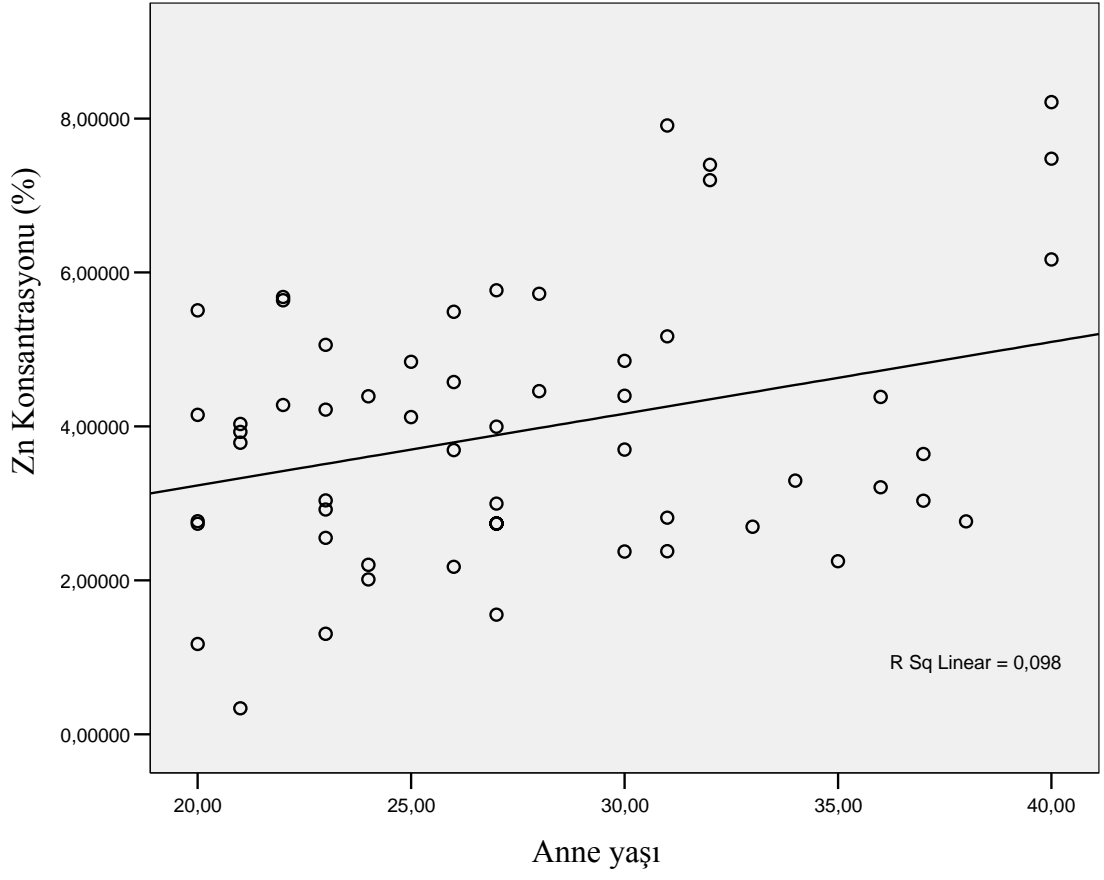
Çizelge 4.24.a. Zn için istatistik değerler. Önem derecesi 0,175 (%17,5 hata)

Anne yaşı (yıl)	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
20–25	20	3,4852000	1,50731849	0,33704666
25–30	16	3,7260313	1,35429192	0,33857298
30–35	13	4,7996462	2,19307329	0,60824909
35–40	8	4,1162750	1,81722088	0,64248461
Toplam	57	3,9411596	1,72293063	0,22820774

Çizelge 4.24.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Anne yaşı	Anne yaşı	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
20–25	25–30	-0,24083125	0,56710035	67,3
20–25	30–35	-1,31444615(*)	0,60235699	3,4
20–25	35–40	-0,63107500	0,70729841	37,6
25–30	30–35	-1,07361490	0,63132210	9,5
25–30	35–40	-0,39024375	0,73212341	59,6
30–35	35–40	0,68337115	0,75976037	37,2

* Ortalamalar arası fark 0,05 seviyesinde önemlidir.



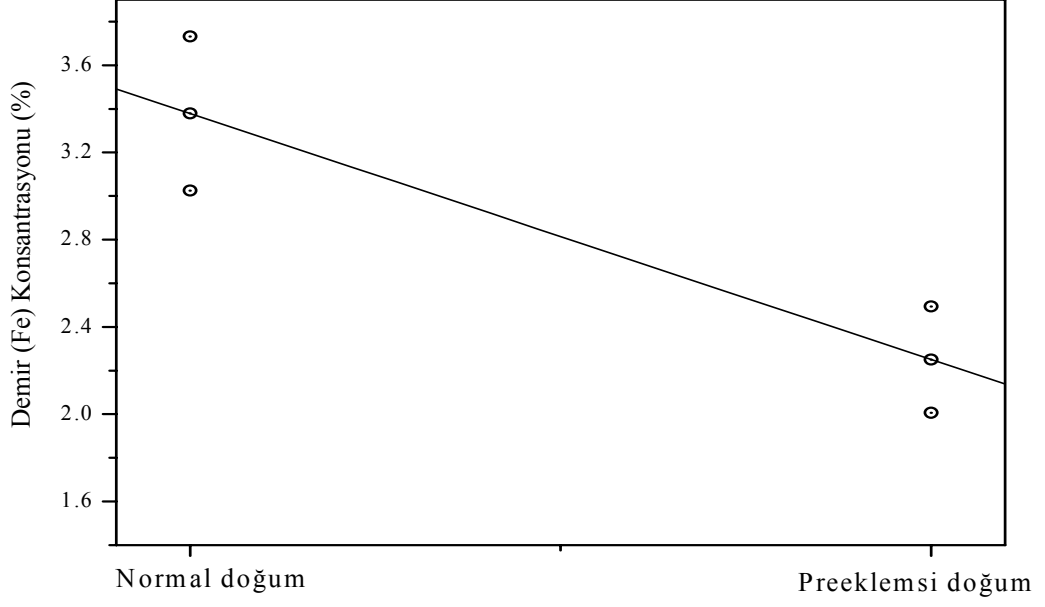
Şekil 4.25. Anne yaşı ile Çinkonun (Zn) değişim grafiği

Çizelge 4.25.a. Fe için istatistik değerler. Önem derecesi 0,251 (%2,51 hata)

Doğum türü	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
Normal doğum	3	3,3785	0,35290	0,20375
Preeklemsi doğum	3	2,2507	0,24350	0,14058
Ölü doğum	5	3,6388	1,47834	0,66113
Toplam	11	3,1892	1,13447	0,34206

Çizelge 4.25.b. Fe için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Doğum türü	Doğum türü	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
Normal d.	Preeklemsi d.	1,12780	0,87128	23,2
Normal d.	Ölü d.	-0,26030	0,77930	74,7
Preeklemsi d.	Ölü d.	-1,38810	0,77930	11,3



Şekil 4.26. Normal doğum ve Preeklemsi doğum plasentasındaki demirin değişimi

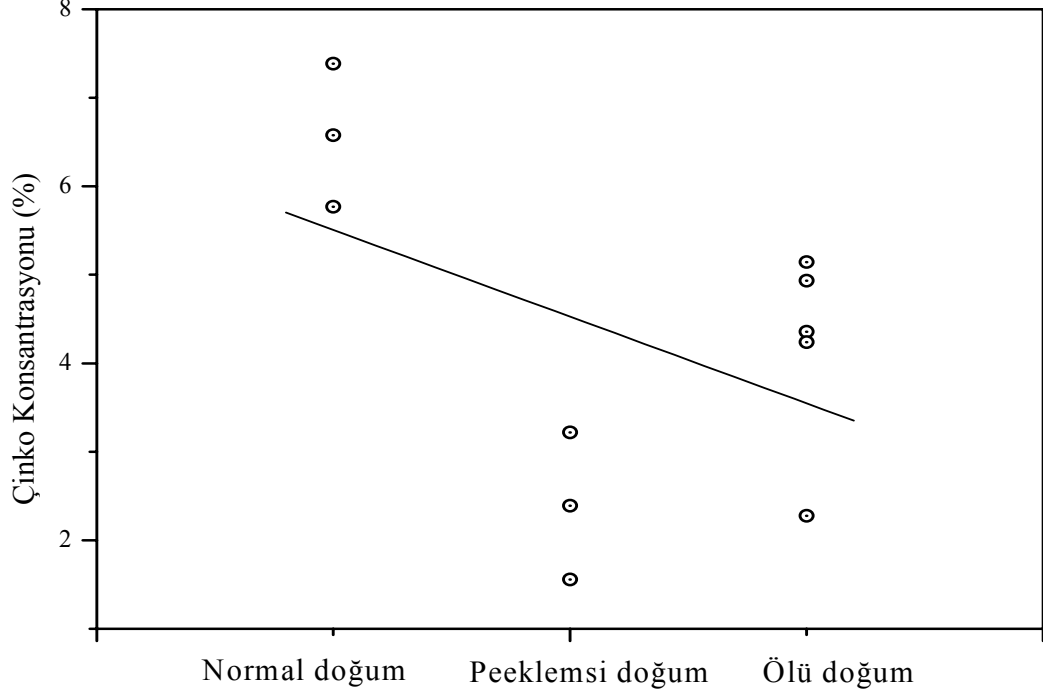
Çizelge 4.26.a. Zn için istatistik değerler. Önem derecesi 0,003 (%0,3 hata)

Doğum türü	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
Normal doğum	3	6,5780	0,80955	0,46739
Preeklemsi doğum	3	2,3878	0,83120	0,47989
Ölü doğum	5	4,1890	1,13512	0,50764
Toplam	11	4,3493	1,85521	0,55937

Çizelge 4.26.b. Zn için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Doğum türü	Doğum türü	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
Normal d.	Preeklemsi d.	4,19015(*)	0,80863	0,1
Normal d.	Ölü d.	2,38897(*)	0,72326	1,1
Preeklemsi d.	Ölü d.	-1,80118(*)	0,72326	3,8

* Ortalamalar arası fark 0,05 seviyesinde önemlidir.



Şekil 4.27. Normal doğum, Preeklamsi doğum ve Ölü doğum plasentalarındaki Çinkonun değişimi

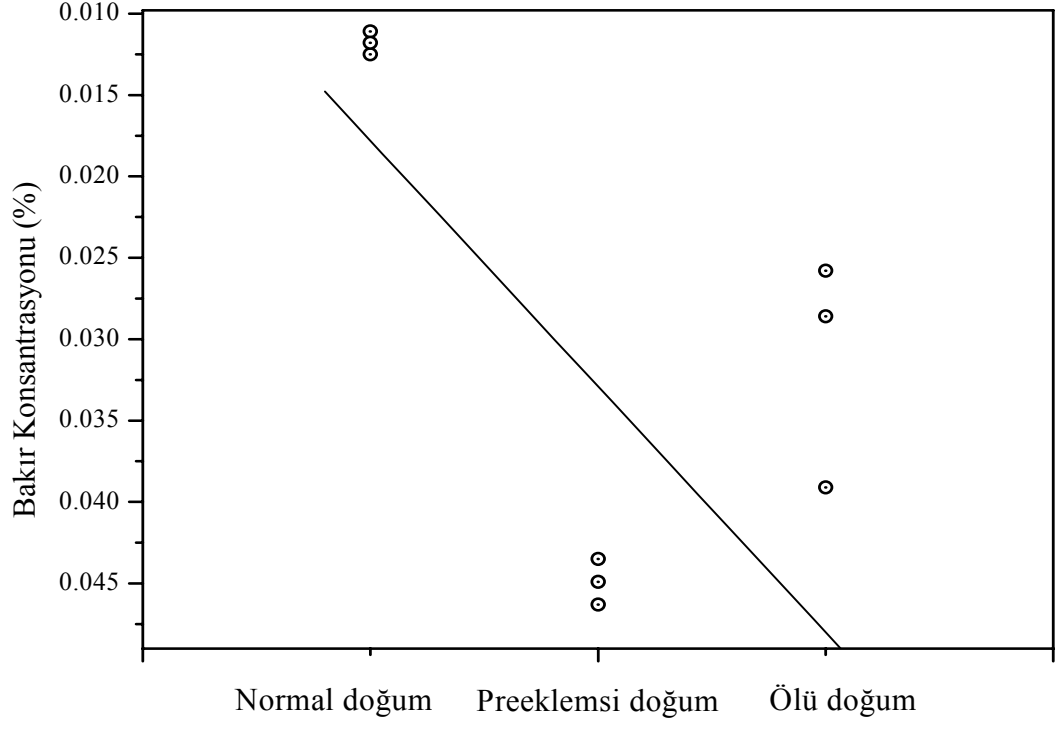
Çizelge 4.27.a. Cu için istatistik değerler. Önem derecesi 0,024 (%2,4 hata)

Doğum türü	Numune sayısı	Ortalama	Standart sapma	Standart hata
Normal doğum	3	0,0118000	0,00070000	0,00040415
Preeklemsi doğum	3	0,0449000	0,00140000	0,00080829
Ölü doğum	5	0,0444000	0,01941868	0,00868430
Toplam	11	0,0356455	0,01964487	0,00592315

Çizelge 4.27.b. Cu için istatistik çoklu karşılaştırma (LSD) değerleri

Doğum türü	Doğum türü	Ortalamalar arası fark	Standart hata	Anlam derecesi(%)
Normal d.	Preeklemsi d.	-0,03310000(*)	0,01122957	1,8
Normal d.	Ölü d.	-0,03260000(*)	0,01004404	1,2
Preeklemsi d.	Ölü d.	0,00050000	0,01004404	96,2

* Ortalamalar arası fark 0,05 seviyesinde önemlidir



Şekil 4.28. Normal doğum, Preeklamsi doğum ve Ölü doğum plasentalarındaki Bakırın değişimi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Plasenta numuneleri üzerinde yapmış olduğumuz bu çalışmada plasentanın kalitatif ve kantitatif analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda elde ettiğimiz element konsantrasyonlarının anne yaşıyla ve bebek ağırlığıyla nasıl değiştiğine bakılmıştır. Normal doğum plasentadaki element konsantrasyon değerleri referans alınarak preeklemsi ve ölü doğum plasentalarındaki elementlerdeki değişim değerlendirilmiştir. Almış olduğumuz ölçümlerde Kalsiyum (Ca) değeri çok değişkenlik göstermiştir. Bunun sebebi gebelik sürecinde Ca konsantrasyonu gebeliğin son üç ayında yaklaşık %33 oranında eksponansiyel olarak artmasıdır (Kirk Bass *et al.* 2006). Plasenta numunelerinden bazıları gebelik dönemini tam olarak tamamlamadıkları için Ca değerleri, gebelik döneminin son üç ayına girmiş veya gebelik dönemini tamamlamış plasenta numunelerinin Ca değerlerinden daha düşük çıkmıştır. WDXRF sistemi numunede belirlediği elementlerin konsantrasyonunu yüzdelik olarak verdiği için Ca'un yüzdelik diliminin yüksek olması diğer elementlerin yüzdelilerinin düşmesine sebep olmuştur. Bu hata payını ortadan kaldırmak için istatistik veriler alınırken Ca konsantrasyonunu dikkate alınmamıştır.

Elde ettiğimiz istatistik sonuçlarda bebek ağırlığının artmasıyla Mg elementi konsantrasyonunun azalmış olduğu şekil 4.20'de görülmüştür. Fe elementi konsantrasyonu bebek ağırlığının artmasıyla artmış olduğu şekil 4.21'de görülmüştür. Bebek ağırlığıyla ilişkili olan diğer bir element ise Cu olmuştur. Bebek ağırlığının artmasına bağlı olarak Cu'nun arttığı şekil 4.22'de görülmüştür. Yapılan bu istatistik sonuçların önem derecesi çizelgelerde verilmiştir. Önem derecesinin anlamı yapılan istatistikle varılan sonucun kabul edilmesi durumunda yapılan hata yüzdesini ifade etmektedir. Çoklu karşılaştırma (LDS) değerleri yapılan grupların kendi aralarındaki ilişkisini ve bunların yine anlam derecelerini yüzdelik olarak vermiştir. Anlam derecesi ne kadar küçük olursa o kadar iyi bir ilişki vardır. Bebek ağırlığıyla diğer elementlerin konsantrasyonları arasında önemli bir ilişki kurulamadı. Sonuçlar kesin olmamakla birlikte küçük hata paylarıyla kabul edilebilir niteliktedirler.

Anne yaşı ile Mg, Fe ve Zn elementleri arasında ilişki kurulmuştur. Anne yaşının artmasıyla Mg'un azda olsa azalmış olduğu şekil 4.23'te ve Demir elementinin konsantrasyonu anne yaşının artmasıyla azalmış olduğu şekil 4.24'te görülmüştür. Aynı şekilde Cu elementinin konsantrasyonu da anne yaşı arttıkça artmış olduğu şekil 4.25'te görülmüştür. Yapılan gruplar arasında element konsantrasyonu ile en zayıf ilişki anne yaşında görülmektedir.

Son olarak yapılan grupta normal doğum, preeklemsi doğum ve ölü doğum plasentalarındaki element konsantrasyonlarının istatistiği yapılmıştır. Çalışma süremiz kısıtlı olduğu için ölü doğum ve preeklemsi doğum plasenta numunelerinin sayısı normal doğum plasenta numunelerinin sayısına göre daha az oldu. Bu yüzden her üç doğum türünün de aynı özelliklere sahip olduğu sadece bir grup yapılabildi. Bu grupta Fe, Zn ve Cu elementleriyle doğum türü arasında ilişki bulunmuştur. Normal doğum plasentasına göre preeklemsi doğum plasentadaki Fe elementi konsantrasyonunun azalmış olduğu şekil 4.26'da görülmüştür. Normal doğuma göre preeklemsi ve ölü doğum plasentalarının Zn elementi konsantrasyonunun azalmış olduğu şekil 4.27'de görülmüştür. Aynı zamanda preeklemsi ve ölü doğum plasenta numunelerindeki Cu elementi konsantrasyonunun da normal doğuma göre azalmış olduğu şekil 4.28'de görülmüştür. Bu istatistikler %2,51, %0,3 ve %2,4 gibi çok küçük hata paylarıyla elde edilmiştir. Sonuç itibariyle elde ettiğimiz bu sonuçlar beklentilerimiz doğrultusunda olup literatürde yapılan çalışmalarla uyuşmaktadır.

KAYNAKLAR

- Carvalho, M.L., Custodio, P.J., Reus, U., Prange, A., 2001. Elemental Analysis of Human Amniotic Fluid and Placenta by Total-Reflection X-Ray Fluorescence and Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence: Child Weight and Maternal Age Dependence. *Spectrochimica Acta Part B*, 56, 2175–2180.
- Custodio, P.J., Carvalho, M.L., Nunes, F., 2003. Trace Elements Determination by Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) in Human Placenta and Membrane: A Comparative Study. *Spectrochimica Acta Part B*, 58(8), 1101–1106.
- Demir, F. 2004, WDXRF Spektroskopide tablet numune hazırlamada hata etkileri, Yüksek lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Eugene P. Bertin, Principles ve Practice of X-Ray Spectrometric Analysis 1970–1975 New York-London.
- Gambling, L., Danzeisen, R., Fosset, C., Andersen H.S., Dunford, S., Srai, S.K.S., and McArdle, H.J., 2003. Iron and Copper Interactions in development and the Effect on Pregnancy Outcome. *The Journal of Nutrition*, 133, 1554–1556.
- Goyer, R. A., Haust, M.D., Cherian, M.G., 1992. Cellular Localization of Metallothionein in Human Term Placenta. *Placenta*, 13, 349–353.
- Gökçay, E., 2004. Sağlık Ölçütleri Ders Konuları /dahilibilimler/cocuk. <http://www.gata.edu.tr>. (05.04.2007)
- Gris, J.C., Quere, I., Monpeyroux, F., Mercier E., Ripart-Neveu, S., Tailland, M.L., Hoffet, M., Berlan, J., Daures, J.P., Mares, P., 1999. Case-control study of the frequency of thrombophilic disorders in couples with late foetal loss and no thrombotic antecedent—the Nimes Obstetricians and Haematologists Study 5 (N0HA5). *Thromb Haemost*, 81:891-9.
- Haliloğlu, B., 2004. Açıklanamayan tek bir 3.triminester fetal kayıp olgularında faktör V leiden ve protrombin gen mutasyonunun yeri. Uzmanlık tezi, Sağlık Bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği, İstanbul.
- Hurley, L.S., 1977–1978. Nutritional deficiencies and excesses in teratogenesis, in: Wilson, J.G., Fraser, F.C. (Eds.), *Handbook of Teratology*, vol. 1, Plenum Press, 261, New York.
- Kirk Bass, J., M.D., and Gray, M., Chan, M.D., 2006. Calcium Nutrition and Metabolism During Infancy. *Nutrition Rev. A*, 22, 1057–1066.
- Kubala-Kukus, A., Banas, D., Braziewicz, J., Majewska, U., Pazek, M., 2003. Comparative Study of Trace Element Contents in Human Full-Term Placenta and Fetal Membranes by Total Reflection X-Ray Fluorescence. *Spectrochimica Acta Part B*, 58, 725–734.
- Kulli-Zade, C. M., and Tektunalı, G., 1995, Atom spektroskopisinin temelleri, İstanbul Üniversitesi Yayınları., 3855, 237.
- Manci, E.A., Blackburn, W.R., 1987. Regional Variations in The Levels of Zinc, Iron, Copper, and Calcium in The Term Human Placenta. *Placenta*, 8, 497–502.
- Majewska, U., Braziewicz, J., Banas, D., Kubala-Kukus, A., Gozdz, S., Pazek, M., Zadrozna, M., Jaskola, M., Czyzewski, T., 1999. Some Aspects of Statistical Distribution of Trace Element Concentrations in Biomedical Samples. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 150, 254–259.

- Milazzo M., Cicardi C., 1997. Simple Methods for Quantitative X-Ray Fluorescence Analysis of Ancient Metal Objects of Archaeological Interests. *X-Ray Spectrometry*, 26, 211–216.
- Osada H., Watanabe Y., Nishimura Y., Yukawa M., Seki K., Sekiya S., 2002. Profile of Trace Element Concentrations in The Feto-Placental Unit in Relation to Fetal Growth. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 81(10), 931–937.
- Özdemir, Y., 2002. Foton Uyarımlı L_3 – Alt tabakasından M- Tabakasına Boşluk Geçiş İhtimallerinin ve Flüoresans X-Işınlarının Açısal Dağılımının Ölçülmesi ve Anizotropi Parametrelerinin Tayini. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Pajek, M., Jaskóla, M., Czyżewski, T., Glowacka, L., Banaś, D., Braziewicz, J., Kretschmer, W., Lapicki, G., Trautmann, D., 1990, *Nucl. Inst. And Meth. in Phys. Res. B* 150, 33-39.
- Pitsch, H., 2000. The Preparation of Samples of Solid Substances for Spectroscopic Analysis, 11th Norwegian X-Ray Conference in Kristiansand vom, Haan.
- Schramel, P., Lill, G., Hasse, S., Klose, B.J., 1988. Mineral and Trace Element concentrations in Human Breast Milk, Placenta, Maternal Blood, and Blood of the Newborn. *Biol Trace Elem Res.*, 16(1), 67–75.
- Siegbahn, K. 1974. *Alpha-Beta And Gamma-Ray Spectrometry*. North-Holland Publishing Company, 38–39, Netherlands.
- Stirrat, G.M., 1990. Recurrent miscarriage. I. Definition and epidemiology. *Lancet*. 336:673-5.
- Şahin, Y., 2005. X-Işını Spektroskopisi ders notları, Atatürk Üniversitesi.
- Tarıkçioğlu, M.T., 2005. K Tabakasından L tabakasına boşluk geçiş ihtimallerinin ölçülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sürçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Van Grieken, R.E. and Markowicz, A., 1993, *Handbook of X-Ray Spectrometry*, New York.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Erzurum'un Karaçoban ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Karaçoban'da tamamladıktan sonra lise öğrenimini Erzurum Atatürk Lisesinde tamamladı. 2000 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünü kazandı. 2004 yılında bu bölümden mezun olup aynı yıl Atom ve Molekül Fiziği Anabilim dalında Yüksek Lisansa başlamıştır.