

**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK VE SAFRA) TAŞLARININ
X- IŞINI TOZ KİRİNİM YÖNTEMİ İLE NİTEL ANALİZİ**

TALHA ÖZER

FİZİK ANA BİLİM DALI

**KASTAMONU
2011**

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ÜRİNER SİSTEM (BÖBREK VE SAFRA) TAŞLARININ X- IŞINI TOZ KIRINIM YÖNTEMİ İLE NİTEL ANALİZİ

Talha ÖZER

Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdullah AYDIN

Bu çalışmada, X-ışını toz kırınım yöntemi ile kristal yapı özelliği gösteren dokuz farklı hastadan alınan altı adet böbrek ve üç adet safra kesesi taşlarının nitel analizleri yapıldı. Örneklerin toz kırınım desenleri oda sıcaklığında, Rigaku DMAX III C XRD difraktometresi ile 40 kV, 30 mA, 0.08/12 °/ s tarama hızı ile bakır radyasyonu $\lambda(\text{CuK}\alpha) = 1.54182 \text{ \AA}$ kullanılarak alındı. Toz kırınım desenlerinden elde edilen veriler, Hanawalt metodu kullanılarak örneklerin yapılarına giren maddeler nitel olarak tayin edildi. Araştırma sonucunda, dört farklı madde bulunmuştur ve bu maddeler; Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Ergosterol ($\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}$), Potasyum Nikel Nitrit ($\text{K}_4\text{Ni}(\text{NO}_2)_6$) ve Kalsiyum Karbonat (CaCO_3) içerdiği görüldü.

2011, 99 sayfa

Anahtar Kelimeler: X-ışını Toz Kırınımı, Üriner Sistem Taşları, Nitel Analiz

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

QUALITATIVE ANALYSIS OF SOME URINARY SYSTEM (KIDNEY AND GALL BLADDER) STONES USING THE X-RAY POWDER DIFFRACTION METHOD

Talha ÖZER

Kastamonu University
Institute of Science and Technology
Department of Physics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdullah AYDIN

In this study, six kidney and three gall bladder stones, from nine different patients, were qualitatively analyzed by using X-ray powder diffraction method. Powder diffraction patterns of the samples were taken by Rigaku XRD diffractometer DMAX III C at 40 kV, 30 mA, $0.08/12^\circ$ / sec scanning speed, room temperature and with copper $\lambda(\text{CuK}\alpha) = 1.54182 \text{ \AA}$ radiation. By using Hanawalt method, the data obtained from powder diffraction patterns of the samples were examined to find qualitatively different phases. As a result there are four different phases founded which are Calcium Oxalate Hydrate (Whewellite) ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Ergosterol ($\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}$), Potassium Nickel Nitrite ($\text{K}_4\text{Ni}(\text{NO}_2)_6$) and Calcium Carbonate (CaCO_3).

2011, 99 pages

Keywords: X-Ray Powder Diffraction, Urinary System Stones, Qualitative Analysis

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmalarıml süresince yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm saygıdeğer hocam sayın Doç. Dr. Abdullah AYDIN'a en içten duygularla teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca taşları bulmam için yardımcı olan Kastamonu Devlet Hastanesi Üroloji bölümünden sayın Op.Dr.Kadir ÖNEM'e ve taşların çekiminde yardımcı olan Maden Tetkik ve Araştırma Genel Müdürlüğünden sayın Dr. Mustafa ALBAYRAK'a teşekkür ederim.

Talha ÖZER
Kastamonu, Mayıs 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1 X-Işınlarının Bulunuşu.....	3
2.2 X-Işınlarının Elektromanyetik Spektrumdaki Yeri.....	3
2.3 X-Işınlarının Elde Edilmesi ve X-Işınları Tüpünün Çalışması.....	4
2.4 X-Işınlarının Özellikleri.....	6
2.5 X-Işınlarının Nüfuz Etme Özelliği.....	6
2.6 Sürekli Spektrum.....	7
2.7 Karakteristik Spektrum.....	9
2.8 X-Işınları Kullanım Alanları.....	13
2.8.1 Radyografi.....	13
2.8.2 Radyoterapi.....	14
2.8.3 X-Işını Kristalografisi.....	14
2.8.4 Bilimsel Araştırmalarda X-Işınları.....	14
2.8.5 Astronomide X-Işınları.....	15
2.8.6 Gazlardaki Işıma, Doz Tayini.....	15
2.8.7 Radyo Metalografi.....	15
2.9 X-Işını Lazerleri.....	16
2.10 X-Işınlarının Tespit Edilmesi.....	16
2.10.1 Floresan Levhalar.....	17
2.10.2 Fotoğraf Filmleri.....	17
2.10.3 Sayaçlar.....	17
2.10.3.1 Orantılı Sayaç.....	17
2.10.3.2 Geiger-Müller Sayacı.....	18
2.10.3.3 Sintilasyon (Işıldama) Sayacı.....	19
2.11 X-Işınlarının Soğurulması (Absorbsiyon).....	20
2.12 X-Işınlarının Bir Madde İle Karşılaşması.....	21
2.13 X-Işınlarının Süzülmesi.....	23
3. KRİSTAL YAPI.....	25
3.1 Kristal Yapının Tanımı.....	25
3.2 İlkel Örgü Hücresi.....	26
3.3 Kristal Sistemleri ve Bravais Örgüleri.....	27
3.4 Kristal Düzlemleri ve Miller İndisleri.....	29
3.5 Düzlemler Arası Uzaklık ve Açılı.....	31
3.6 Hücre Hacmi.....	31
3.7 Düzlemler Arası Açılar.....	31
3.8 Bragg Kırınım Yasası.....	32
3.9 X-Işınlarının Elektronlar Tarafından Saçılması.....	34
3.9.1 Polarize Olmuş X-Işınlarının Bir Elektron Tarafından Saçılması.....	34
3.9.2 Polarize Olmamış X-Işınlarının Bir Elektron Tarafından Saçılması.....	35
3.10 X-Işınlarının Bir Atom Tarafından Saçılması.....	36

3.11 X-ışınlarının Bir Birim Hücre Tarafından Saçılması.....	38
4.ÜRİNER SİSTEM TAŞLARI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	41
4.1 Giriş.....	41
4.2 Üriner Sistem.....	41
4.3 Üriner Sistem Taşları.....	42
4.4 Böbrek Taşı Nasıl Oluşur?.....	43
4.5 Safra Taşları Nasıl Oluşur?	44
4.6 Üriner Sistem Taşların Fizyolojisi.....	45
4.7 Taş Çeşitleri.....	47
4.7.1 Kalsiyum Taşları.....	48
4.7.2 Ürik Asit Taşları.....	50
4.8 Böbrek Taşı Oluşumunu Etkileyen Faktörler.....	51
4.8.1 Çevresel Faktörler.....	51
4.8.2 Besinsel Faktörler.....	51
4.8.3 Meslek Faktörü.....	52
4.8.4 Cinsiyet Faktörü.....	52
4.8.5 Genetik Faktör.....	52
4.8.6 Hastalık Faktörü.....	53
4.9 Böbrek Taşının Belirtileri.....	53
4.10 Türkiye’de Böbrek Taşının Görülme Durumu.....	53
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	54
5.1 Toz metodu.....	54
5.2 X-ışınları Toz Difraksiyonu İle Kimyasal Analiz.....	56
5.3 Toz Difraktometresi.....	57
5.4 Hanawalt Metodu.....	58
5.4.1 Tek Fazın Tayini.....	59
5.4.2 Birden Çok Fazın Tayini	59
5.5 Toz Kırınım ile Numunenin İncelenmesi.....	60
5.6 Üriner Sistem Taşlarında Bulunan Maddeler.....	80
6. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	81
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	94
EK1.....	95
EK2.....	96
EK3.....	97
EK4.....	98
ÖZGEÇMİŞ	99

SİMGELER DİZİNİ

XRD	X-Ray Difraktometre
kV	kilo Volt
mA	mili Amper
s	Saniye
λ	Dalga boyu
CuK α	Bakır K α radyasyonu
K β	K β radyasyonu
θ	Teta
d	Düzlemler arası uzaklık
γ	Gamma
kVp	kilo Volt tepe
Å	Angstrom
eV	elektron Volt
h	Planck sabiti
c	Işık hızı
e	elektron yükü
Z	Atom numarası
i	Akım
ν	Frekans
W _k	Kinetik Enerji
Δ	Delta
ℓ	Yörünge açısal momentum
j	Toplam açısal momentum
α	Alfa
β	Beta
μ	Lineer soğurma katsayısı
f	Atomik saçılma faktörü
F	Yapı faktörü
MTA	Maden Tetkik Araştırma Merkezi
ASTM	American Society for Testing Materials
JCPDS	Joint Committee on Powder Diffraction Standarts

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 X-Işınlının Elektromanyetik Spektrumdaki Yeri.....	4
Şekil 2.2 X-Işını Tüpü.....	5
Şekil 2.3 Sürekli Spektrumda Şiddet-Dalga Boyu İlişkisi.....	7
Şekil 2.4 Karakteristik Spektrumda Şiddet-Dalga Boyu İlişkisi	9
Şekil 2.5 Karakteristik X-Işınlının Oluşumu.....	11
Şekil 2.6 Karakteristik X-Işını Spektrum Çizgilerine Karşılık Gelen Geçişler.....	12
Şekil 2.7 Orantılı Sayacın Şeması.....	18
Şekil 2.8 Geiger-Müller Sayacının Şeması.....	19
Şekil 2.9 Sintilasyon Sayacının Şeması.....	20
Şekil 2.10 Bir X-Işını Demetinin X Kalınlığındaki Bir Maddeden Geçışı.....	20
Şekil 2.11 Bir X-Işını Demetinin Madde İçerisinden Geçerken Meydana Gelen Olaylar.....	22
Şekil 2.12 Bakır Radyasyonu Spektrumunun Bir Nikel Süzgeçten (a) Geçmeden, (b) Geçtikten Sonraki Durumlarının Karşılaştırılması.....	24
Şekil 3.1 Bir Örgü Örneği.....	25
Şekil 3.2 Birim Hücre.....	27
Şekil 3.3 14 Bravais Örgüsü.....	29
Şekil 3.4 Miller İndisleri İle Düzlem Gösterilişi.....	30
Şekil 3.5 X-Işınlının Bir Kristal Tarafından Kırınımı.....	32
Şekil 3.6 Polarize Olmuş X-Işınlının Bir Elektron Tarafından Saçılması.....	34
Şekil 3.7 Polarize Olmamış X-Işınlının Saçılması.....	35
Şekil 3.8 Polarize Olmamış Bir X-Işının Elektriksel Alan Bileşenleri.....	35
Şekil 3.9 Bir Atomda Elektronlar Tarafından X-Işınlının Saçılması.....	37
Şekil 3.10 Bakırın Atomik Saçılma Faktörü.....	38
Şekil 3.11 X-Işınlının Birim Hücreden Saçılması.....	39
Şekil 4.1 Üriner Sistem.....	42
Şekil 4.2 Kalsiyum Kaynaklı Oluşan Böbrek Taşı.....	44
Şekil 4.3 Kolesterol Kaynaklı Oluşan Safra Kesesi Taşı.....	45
Şekil 4.4 Üriner Sistem Taşlarının Bulunma Yerleri.....	47
Şekil 4.5 Farklı Üriner Sistem Taş Örnekleri.....	50
Şekil 5.1 Toz Metodu.....	55
Şekil 5.2 Numunelerin Kırınım Deseninin Alındığı Difraktometre.....	57
Şekil 5.3 (a) Agat Havanı (b) Numune Tutucu.....	60
Şekil 5.4 4515' nolu Hastanın Böbrek Taşı Kırınım Deseni.....	62
Şekil 5.5 4516' nolu Hastanın Safra Kesesi Taşı Kırınım Deseni.....	64
Şekil 5.6 4517' nolu Hastanın Safra Kesesi Taşı Kırınım Deseni.....	66
Şekil 5.7 4518' nolu Hastanın Safra Kesesi Taşı Kırınım Deseni.....	68
Şekil 5.8 4519' nolu Hastanın Böbrek Taşı Kırınım Deseni.....	70
Şekil 5.9 4520' nolu Hastanın Böbrek Taşı Kırınım Deseni.....	72
Şekil 5.10 4521' nolu Hastanın Böbrek Taşı Kırınım Deseni.....	74
Şekil 5.11 4522' nolu Hastanın Böbrek Taşı Kırınım Deseni.....	76
Şekil 5.12 4523' nolu Hastanın Böbrek Taşı Kırınım Deseni.....	78

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1 X-Işını Tüplerinde Yaygın Olarak Kullanılan Hedef Elementler Ve Uygulanan Süzgeçler.....	24
Tablo 3.1 Kristal Sistemleri Ve 14 Bravais Örgüsü.	28
Tablo 5.1 4515'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları....	63
Tablo 5.2 4516'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları....	65
Tablo 5.3 4517'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları....	67
Tablo 5.4 4518'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları....	69
Tablo 5.5 4519'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları....	71
Tablo 5.6 4520'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları....	73
Tablo 5.7 4521'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları ...	75
Tablo 5.8 4522'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları ...	77
Tablo 5.9 4523'nolu Kırınım Deseni Verileri ve Numunede Bulunan Madde Numaraları.....	79
Tablo 5.10 Analiz Sonucunda Çıkan Bileşikler, Formülleri Ve ASTM Kart Numaraları.....	80
Tablo 5.11 Hasta Adlarına Göre Taşlarda Bulunan Maddeler.....	86

1. GİRİŞ

X-ışınları 1895 yılında Alman Fizikçi Röntgen tarafından keşfedilmiş ve o zamanlar bu ışınların özellikleri tam olarak bilinmediği için, bilinmeyen anlamında bu ışınlar X-ışınları denilmiştir. Röntgen X-ışınların bulduğundan dolayı 1. Fizik Nobel ödülünü almaya layık görülmüştür. X-ışınları gelişen çoğu teknolojide önemli yerini korumaktadır. X-ışınları kırınımı günümüzde malzeme karakterizasyonu için endüstriyel ve bilimsel araştırmalarında; fizik, kimya, biyoloji, biyokimya, malzeme ve metalürji, jeoloji, madencilik, çimento, seramik ve teknolojik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Cullity, 1966).

X-ışınları kırınım yöntemi ile kimyasal analiz, kristal yapıda bileşikler içeren numunelerin incelenmesinde en iyi analiz yöntemi olarak kullanılmaktadır. Kristal maddelerin yapı analizi bir çok metotla yapılabilmektedir. X-ışınları toz kırınım metodu da bunlardan biridir. Bu metodun, analizi yapılacak olan maddeye zarar vermemesi, çok kısa sürede sonuç vermesi, küçük bir miktar numuneye ihtiyaç göstermesi ve numune içindeki maddelerin element değil de bileşikler halinde bulunması diğer metotlara göre en büyük avantajlarıdır.

Saf veya karışım şeklindeki kristalleşmiş bir numune her zaman kendi kimliğini belirleyen ve parmak izi özelliği olan karakteristik bir kırınım deseni oluşturur. Bilinmeyen desene uyan maddeyi belirleyebilmek için öncelikle tüm maddelerin bilinen desenlerine ait bilgiler içeren listeye ihtiyaç vardır. Böyle bir liste 1936 yılında Hanawalt tarafından geliştirilmiştir. Herhangi bir toz deseni, 2θ açısı değerleri ve bağıl şiddetleri ile karakterize edilir. Her bir örgü düzlemlerinin d uzaklık değerleri maddeler için temel bir büyüklüktür. Böylece Hanawalt kırınım çizgilerinin d ve I değerlerini listeleyerek maddeleri tanımlamış ve bilinen desenleri de desendeki en şiddetli çizginin d uzaklığının azalan değerine göre düzenlemeye karar vermiştir. Bu bilgileri temel alan X-ışını toz kırınım yöntemi ile kristal yapıdaki bir maddeyi oluşturan bileşenler çok küçük hatalar ile nitel olarak bulunabilir.

Vücutun kendi ürettiği ve ciddi rahatsızlıklara sebebiyet veren böbrek, mesane, safra taşları, kristal yapıya sahiptir. X-ışını toz kırınım yöntemi kullanılarak kristal yapılar analiz edilir. Çok kısa sürede taşın içerisindeki bileşik bulunarak, formülü belirlenir. Taşın içerisindeki maddelerin analizi, taşların oluşmasında etken faktörleri bulmamızda yardımcı olacaktır ve böylece yeni taşların oluşması da mümkün olduğunca azaltılacaktır.

Bu çalışmada, Kastamonu Devlet Hastanesinden alınan 6 tane böbrek ve Kastamonu Özel Anadolu Hastanesinden alınan 3 tane safra kesesi taşları Maden Tetkik ve Araştırma Genel Müdürlüğünde agat havanında toz haline getirildikten sonra, özel numune kabına konuldu. Rigaku DMAX III C XRD difraktometresi ile 40 Kv, 30 mA 0.08°/12°/ sn motor hızı şartında Normal-Focus bakır tüpünden çıkan $\lambda(\text{CuK}\alpha) = 1.54182 \text{ \AA}$ ışınları kullanarak $2\theta = 2 - 40^\circ$ arası tarama işlemi yapıldı. Elde edilen grafiklerdeki piklerin her biri indislenerek θ , I ve d değerleri bulundu. Bu veriler Hanawalt Metodu kullanılarak değerlendirildi. Böylece böbrek ve safra kesesi taşlarının yapısına giren maddeler tespit edildi.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 X-Işınlarının Bulunuşu

X-ışınları 1895'de Röntgen tarafından keşfedildi. Röntgen bu büyük buluşunu, laboratuvarında Crookes tüpünde katot ışınları üzerinde çalışırken gerçekleştirmiştir. Katot ışınlarının, havası alınmış bir cam tüpün içine yerleştirilen iki elektrot arasında yüksek elektrik gerilimi uygulandığında, negatif elektrottan çıktığı 1858'den beri bilinmekteydi.

Röntgen, 8 Kasım 1895 günü, laboratuvarını karartı ve Crookes tüpünü de, katot ışınlarının etkilerini daha iyi görebilmek için fotoğraf plağı ile örttü. Tüpten yüksek gerilimli elektrik akımı geçtiği zaman uzakta durmakta olan baryum platinosiyanür kristallerinde parlama (floresan) olduğunu gördü. Kristali tüpe yaklaştırdığında parlamanın arttığını izledi. Tüple kristal arasına değişik maddeleri koydu ve her farklı maddede parlamanın şiddetinin değiştiğini belirledi. Bir kurşun yaprakla aynı deneyi yapınca parlamanın kaybolduğunu gördü. Elini tüple kristal arasına koyduğu zaman parmak kemiklerinin gölgesini gördü. Bulduğu ışının özelliklerini araştıran deneylerini aralıksız sürdürdü. Çalışmalarında görüntüyü tespit etmek için fotoğraf plağı kullandı. 22 Aralık 1895 tarihinde karısının elini fotoğraf plağı üzerine koyarak X-ışını verdi ve fotoğraf plağını banyo ettiğinde el kemiklerinin ve parmağındaki yüzüğün görüntüsünü ortaya çıkarttı. Bu görünüm ilk elde edilen radyogram oldu. Yeni bir ışın bulan Röntgen bu ışınına X-ışını ismini verdi. X-ışınları 1895 Aralık ayında, tıp alanında ilk kez kullanılarak, bir hastanın bacağına saplanan kurşunun yeri belirlendi. Röntgen, bu çalışmaları nedeni ile 1901 yılında ilk Nobel Fizik ödülünü almıştır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/X-I>, Mart 2010).

2.2 X-Işınlarının Elektromanyetik Spektrumdaki Yeri

X-ışınları 0,5-2.5 Å arasında dalga boyuna sahip elektromanyetik radyasyondur. γ ışınları ve ultraviyole ışınları arasında elektromanyetik spektrumun bir parçasında meydana gelir (Nelson, 2003; West, 2002). Kısa dalga boyu ucu gama ışınıyla, uzun dalga boyu ucu ise morötesi ışınla karışır (Şekil 2.1). X-ışını enerjisi morötesi ışıandan daha kuvvetli, γ ışınından daha zayıftır (Nelson, 2003).



Şekil 2.1 X-ışınlarının elektromanyetik spektrumdaki yeri

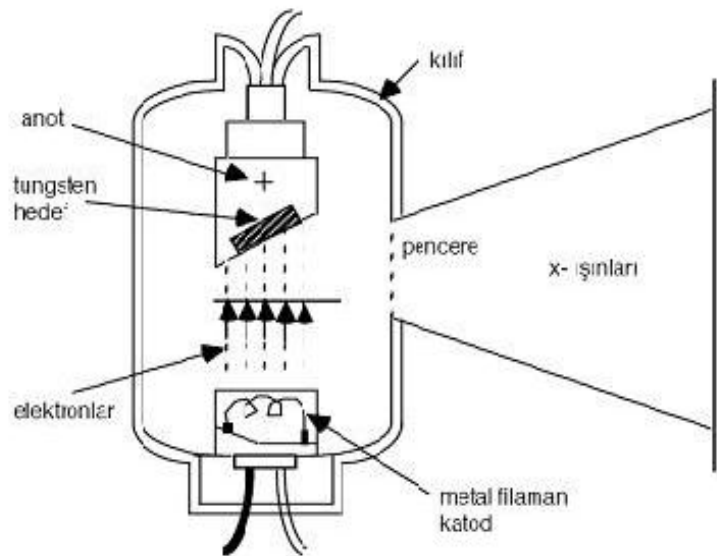
X-ışınlarını diğer ışın türlerinden ayıran önemli farklar vardır. Görünür bölge ışığından farklı olarak bu ışınlar görünmez cinstendir. Fakat doğru çizgiler boyunca yayılırlar ve fotoğraf plağını ışığın etkilediği şekilde etkilerler. Diğer taraftan ışıktan çok daha fazla nüfuz edicidirler ve insan vücudu, tahta, oldukça kalın metal parçaların içerisinde çok rahat geçerler. Cismin bir tarafına bir X-ışını kaynağı diğer tarafına fotoğraf filmi koyularak, cismin daha az yoğun kısımları daha yoğun kısımlarına nazaran daha çok X-ışınları geçmesine müsaade edeceğinden bir gölge fotoğraf ya da radyografi elde edilir (Wait, 1960; Hook, 1999).

2.3 X-ışınlarının Elde Edilmesi ve X-ışınları Tüpünün Çalışması

X-ışınları, Röntgen tüpleri kullanılarak elde edilirler. Bir X-ışını tüpü, Şekil 2.2'de gösterildiği gibi bir elektron kaynağı (katot), hızlandırıcı yüksek voltaj ve metal

hedef (anot) bulundurulmalıdır. Ayrıca elektronların kinetik enerjilerinin çoğu hedefte ısı haline dönüştüğünden hedefin erimesine engel olmak için su ile soğutulması gerekir. X-ışınları, yeterli derecede kinetik enerjiye sahip olan yüklü bir parçacığın hızının birden azalmasıyla meydana gelir. Bu amaçla elektronlar kullanılır. Bu elektronları hızlandırmak için anot ile elektron kaynağı (katot) arasına yüksek voltaj uygulanır. Katot ile anot arasına, genellikle 25–150 kV yüksek gerilim uygulandığında elektronlar metal filamandan hedefe doğru ivmelenirler. Elektronların çarparak X-ışınlarının üretildiği hedef bölgesine odak ya da odak noktası denir. Tüpe uygulanan yüksek gerilimin dalga biçimi sabit olmadığından, bir tepe değeri ile karakterize edilir. Bu tepe değeri kVp (kilovolt tepe) olarak ifade edilir ve X-ışını demetinin kalitesini belirler. Birkaç bin voltluk bir voltaj uygulanan elektronlar çok büyük hızlarla anoda doğru hareket ederler. Elektronlar anoda çok yüksek hızlarla çarpır ve X-ışınları bu çarpma anında meydana gelir. Hedefe çarpan elektronların kinetik enerjilerinin büyük bir kısmı ısıya dönüşmekle birlikte ancak %1 den azı X-ışınlarına dönüşür (Azaroff, 1958).

X-ışını tüpü, yüksek voltajlı bir katot-ışını tüpüdür. İçerisinde bir metal hedef ve bir metal filaman vardır. Tüp yüksek vakumda havası boşaltılmış cam bir kılıftan oluşmuştur. Bir ucunda anot (pozitif elektrot), diğer ucunda katot (negatif elektrot) bulunur ve bunların her ikisi de lehimle sıkıca mühürlenmiştir.



Şekil 2.2 X-ışını tüpü

2.4 X-Işınlarmın Özellikleri

X-ışınları dalga boyları çok küçük (0.5-2.5 Å) olup, gözle görülmezler. Çok kısa dalga boylarına sahip olduklarından, enerjileri ve dolayısıyla giricilik dereceleri oldukça büyük elektromanyetik dalgalarıdır. Diğer bir ifadeyle, saydam olmayan ortamlardan geçerler. X-ışınları görünür ışıktan farklı olarak gözle görünmezler. Bu ışınlar, tüm elektromanyetik ışınlar gibi yüksüzdür ve bu nedenle elektromanyetik alan tarafından saptırılmazlar. Fakat kristalden yansıtılarak spektrumu elde edilebilir. X-ışınları elektronlarla etkileşme sonucu meydana geldiği için heterojen ışınlardır. Maddede (katı, sıvı, gaz) iyonlaşma yapar ve yalıtkan gazları, iletken duruma getirerek elektrik yüklü cisimlerin yükünü boşaltır. Bazı element ve bileşiklerle etkileştiği zaman gözle görülür bir ışımaya meydana getirirler. Bu olaya ise 'Floresans Olayı' denir. Bu olaydan faydalanılarak birçok teknik geliştirilmiştir. X-ışınları madde içinden saçılırlar. Böylece madde üzerinde sekonder radyasyon meydana gelebilir. Geçtikleri maddesel ortamlarda, atom numarasının artması ile orantılı olarak biçimde soğurulurlar. X-ışınlarının şiddeti mesafenin karesi ile ters orantılı olarak azalır. Yüksüz olmaları sonucu elektrik ve manyetik alandan etkilenmeleri söz konusu değildir. X-ışınları canlı hücrelerde mutasyonlar meydana gelmesine ve doku yapısının bozulmasına neden olabilirler. Üreme ve kan hücrelerini etkileyebilirler. X-ışınları kimyasal etkiye sahip olduklarından, suda iyonlaşma ile serbest radikaller oluşturur. X-ışınları aynı zamanda bazı kimyevi maddeleri etkileyerek parlamalarını sağlar. Işınlarmın bu özelliğinden faydalanılarak 'radyoskopi' yapılır. Bilgisayarlı tomografi ve Röntgen incelemelerinde X-ışınlarından yararlanır. X-ışınları ışık hızıyla yayılırlar (Gitipour, 1997; Grimshaw, 1971; Whittig, 1986).

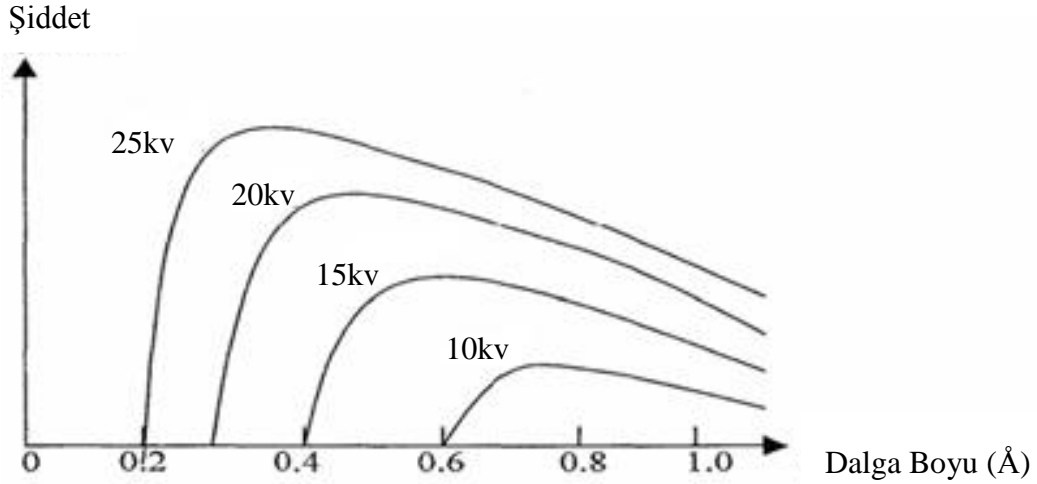
2.5 X-Işınlarmın Nüfuz Etme Özelliği

Bir X-ışını demeti saydam olmayan bir cisimden geçerken, yavaş yavaş enerjisini bırakır. Dalga boyu kısa olan ışınlar daha çok nüfuz eder. Eğer elementin soğurma tayfı incelenirse, dalga boyunun bazı değerleri için ani değişimlere uğradığı görülür. Bu özel değerler, atom çekirdeğini çevreleyen farklı elektronların enerji seviyelerinden kaynaklanır. Bu sebeple, X-ışınlarının tayfları incelenerek atomların yapısı kesin olarak tespit edilebilir.

2.6 Sürekli Spektrum

İvmeli hareket yapan yüklü parçacıklar, elektromanyetik radyasyon (foton) yayınlırlar. Bir X-ışını tüpünde anot ve katot arasında uygulanan yüksek voltaj nedeniyle bir elektrik alan meydana gelir. Bu elektrik alan, belli bir akım geçirilerek ısınan filamandaki elektronları kopararak yüksek bir hızla anoda doğru hareket etmelerini sağlar. Yeterli derecede kinetik enerjiye sahip olan elektronların bir kısmı hedef metalin elektronları tarafından yollarından saptırılır, bir kısmı ise hedef metalin atomlarıyla elastik çarpışma yaparlar.

Sürekli spektrum hedefe çarpan elektronların aniden yavaşlamasıyla meydana gelir. Fakat tüm elektronlar aynı şekilde yavaşlamaz, bazıları bir çarpışmada durur ve tüm enerjisini dışarı verir. Bazıları ise, hedefin atomları tarafından çeşitli yönlerde saptırılır ve toplam kinetik enerjilerini, kısım kısım kaybederler. Herbir çarpışmada enerjisinin bir kısmını kaybeden elektronlar, üretilen fotonların çeşitli dalga boyunda oluşmasına sebep olur. Çok çeşitli dalga boylarındaki fotonların oluşturduğu bu spektruma sürekli spektrum denir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Sürekli spektrumda şiddet-dalga boyu ilişkisi

Tek bir çarpışmada durdurulan elektronlar (tüm enerjisini kaybeden), maksimum enerjili fotonları yani minimum dalga boylu X-ışınlarını meydana getirirler. Gelen elektronun enerjisinin birimi elektronvolt (eV) olup burada V, tüpteki hızlandırıcı potansiyeldir. Yani elektronun enerjisi hızlandırıcı potansiyele bağlıdır. Yayınlanan

fotonun frekansı ν ise enerjisi Planck bağıntısı tarafından $h\nu$ şeklinde ifade edilir. Yukarıdaki açıklamaya göre iki enerji ifadesini eşitlersek,

$$eV = h\nu_{\max} \quad (2.1)$$

olur. Maksimum frekans, $\nu_{\max} = c/\lambda_{\min}$ olduğundan

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV} = \frac{12400}{V(\text{Volt})} (\text{\AA}) \quad (2.2)$$

Burada $h=6.625 \times 10^{-34}$ j.s, $c=3 \times 10^8$ m/s, $e=1.6 \times 10^{-19}$ C değerlerine sahip sırasıyla Planck sabiti, ışık hızı ve elektronun yüküdür. λ_{\min} ifadesi, hızlandırılan elektronun hedefe tek bir çarpmasında tüm enerjisini kaybetmesi sonucu yayınlanan fotonun maksimum enerjisine karşılık gelir. Hedeften gelen ışınlar, analiz edildiği zaman farklı dalga boylarının bir karışımı olduğu görülür ve şiddetin dalga boyuyla değişiminin tüp voltajına bağlı olduğu tespit edilir. Şekil 2.3’de ne tür eğriler elde edildiğini göstermektedir. Böyle eğrilerle temsil edilen radyasyonlara sürekli ya da beyaz ışıktaki olduğu gibi birçok dalga boyunun karışımından meydana geldiği için beyaz radyasyon denir. Uygulanan voltaj artırıldığında zaman, hem saniyede meydana gelen fotonların sayısı, hem de bir fotonun ortalama enerjisi arttığından λ -I grafiğindeki eğrilerin yüksekliği (ışınların şiddeti) artmakta ve sola doğru yani daha kısa dalga boylarına doğru kaymaktadır. Şekil 2.3’deki eğrilerin altında kalan alan, yayınlanan ışınların toplam enerjisini vermektedir. Buna göre toplam enerji tüp voltajına bağlı olmakla beraber hedefin Z atom numarasına ve saniyede hedefe çarpan elektronların bir ölçüsü olan i tüp akımına da bağlıdır. Toplam X-ışınları şiddeti

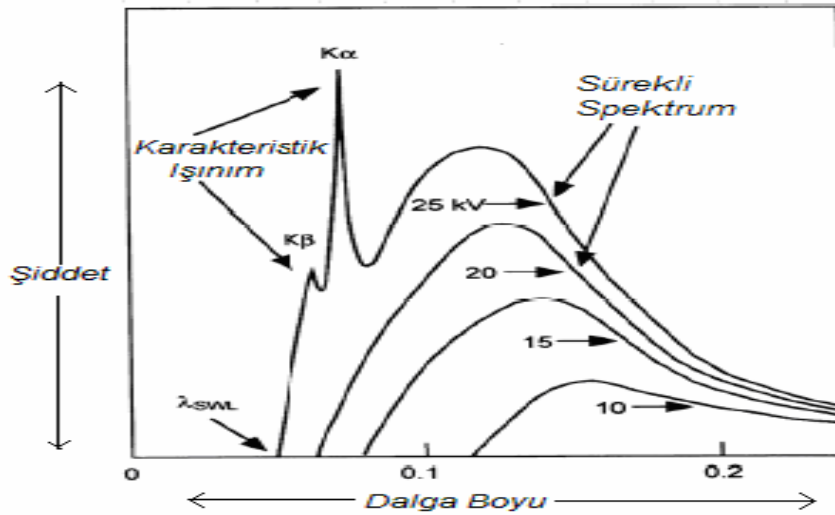
$$I_{\text{sürekli spektrum}} = A.i.Z.V^m \quad (2.3.)$$

ile verilir. Burada A bir orantı sabiti, m değeri 2 olan bir sabittir. O halde fazla miktarda beyaz radyasyon elde etmek için hedef olarak tungsten ($Z = 74$) gibi ağır bir metal ve mümkün olduğu kadar yüksek bir voltaj kullanmak lazımdır (Beiser, 1997).

Sonuç olarak şuna dikkat etmek gerekir ki, sürekli spektrumun şiddeti, hedef metale de bağlı olmasına rağmen, dalga boyu dağılımı hedef metalden bağımsızdır (Nuffield, 1966).

2.7 Karakteristik Spektrum

Bir X -ışınları tüpünde voltaj, hedef metal için karakteristik olan belirli bir değerin üstüne yükseltirse belirli bazı dalga boylarında sürekli spektruma ilave olarak, keskin şiddet maksimumları görülür (Şekil 2.4). Bunlar çok dar ve dalga boyları, kullanılan hedef metalin karakteristiği olduğundan bunlara” Karakteristik Çizgiler” denir. Bu çizgiler K, L, M gibi artan dalga boyları sırasında çeşitli gruplara ayrılırlar ve çizgilerin hepsi birden kullanılan hedef metalin karakteristik spektrumunu oluştururlar.



Şekil 2.4 Karakteristik spektrumda şiddet-dalga boyu ilişkisi (molibden hedef)

Bir molibden hedef için K çizgilerinin dalga boyları yaklaşık 0.7 \AA , L çizgileri 5 \AA ve M çizgilerinin dalga boyları daha da uzundur. X-ışınlarının kırınımında daima K çizgileri kullanılır, çünkü daha uzun dalga boylu yani daha az enerjili çizgiler, kolayca absorbe edilirler. Bundan dolayı kırınım etkileri incelenmez. Karakteristik çizgiler, Şekil 2.4'ün en üst kısmında görülebilir.

Molibden için kritik uyarıtma voltajı yani K karakteristik radyasyonunu uyartabilmek için gerekli voltaj 20 kV üzerinde olduğundan K çizgileri Şekil 2.4' ün altındaki eğrilerde görülmezler. Voltajda kritik voltajın üzerindeki bir artma karakteristik çizgilerin şiddetini sürekli spektruma göre artırır, fakat çizgilerin dalga boyunu değiştirmez. Herhangi bir karakteristik çizginin sürekli spektrum üzerinde ölçülen şiddeti hem tüp akımı i' ye hem uygulanan V voltajının bu çizgiye ait V voltajını geçme miktarına tabidir. Bir K çizgisi için şiddet,

$$I_{\text{çizgi}} = B i (V - V_k)^n \quad (2.4)$$

ile verilmiştir. Burada B bir orantı sabiti V_k , K uyarıtma voltajı ve n değeri yaklaşık 1.5 olan sabittir.

Karakteristik çizgiler çok şiddetli olmalarının yanı sıra aynı zamanda çok dardırlar. Genişlikleri 0.001 \AA ' dan daha azdır. X-ışınları kırınımını büyük miktarda mümkün kılan, bu K_α çizgilerinin mevcudiyetidir. Çünkü çoğu kırınım deneyi, mono kromatik radyasyon kullanılmasını gerektirir (Taşkın, 2009).

Karakteristik X-ışını çizgileri, W.H. Bragg tarafından keşfedilmiş ve H.G. Moseley tarafından sistematik hale konulmuştur. Bir elementin atom numarası arttıkça, o element tarafından yayınlanan en şiddetli karakteristik çizgisinin frekansı da artmaktadır. Çizgi frekansı ν' nün karekökü ile Z atom numarası arasındaki bu lineer bağıntısı,

$$\sqrt{\nu'} = C(Z - \sigma) \quad (2.5)$$

'Moseley Kanunu' olarak bilinmektedir (Lipson, 1970). Bu bağıntı (2.5) de verilmiştir. Eşitlikteki C ve σ sabitlerdir.

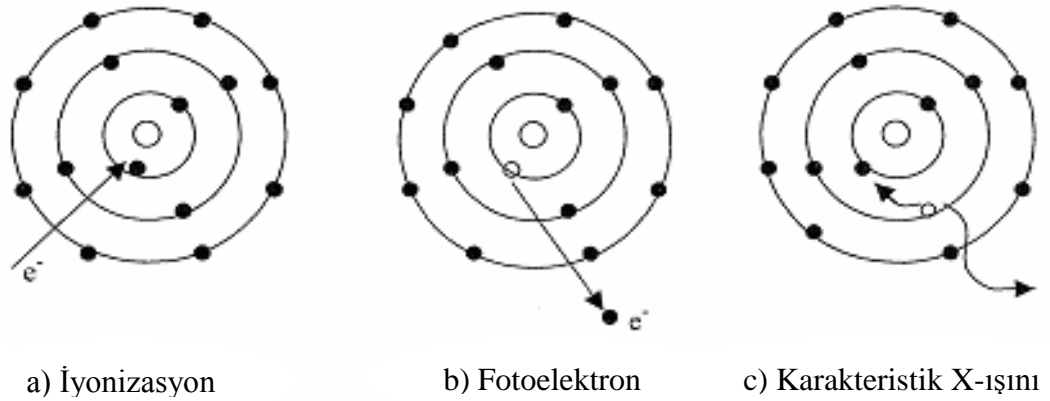
Sürekli spektrum elektronların hedef tarafından yavaşlatılmasıyla meydana gelmesine rağmen karakteristik spektrumun sebebi hedef metalin atomlarının kendisidir (Hammond, 1988).

Hızlandırılmış elektronlar hedef metalin atomuna çarptığı zaman en içteki (K veya L) yörüngelerden bir elektron dışarıya fırlatılır. Atom, bu durumda uyarılmıştır ve

kararsız durumdadır. Atomun kararlı duruma dönebilmesi için dış yörüngelerden, bu en iç yörüngedeki boşluğun doldurulması sırasında “Karakteristik Radyasyon” meydana gelir. Eğer atomun dış yörüngelerinden dışarıya fotoelektronlar atılmış ise atom, denge durumuna geçerken yayınladığı ışınlar sürekli spektruma katkıda bulunur. Çekirdeğe en yakın yörüngelerden (K yörüngesinden) fırlatılan elektronlarla birlikte atom uyarılmış durumdadır. Atomun kararlı duruma dönebilmesi için dış yörüngelerden bu boşluğun doldurulması sırasında meydana gelen X-ışınları,

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

denklem (2.6)'da verilen enerji değerine sahiptir. Şekil 2.5'de karakteristik ışının meydana gelişi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Karakteristik X-ışınlarının oluşumu

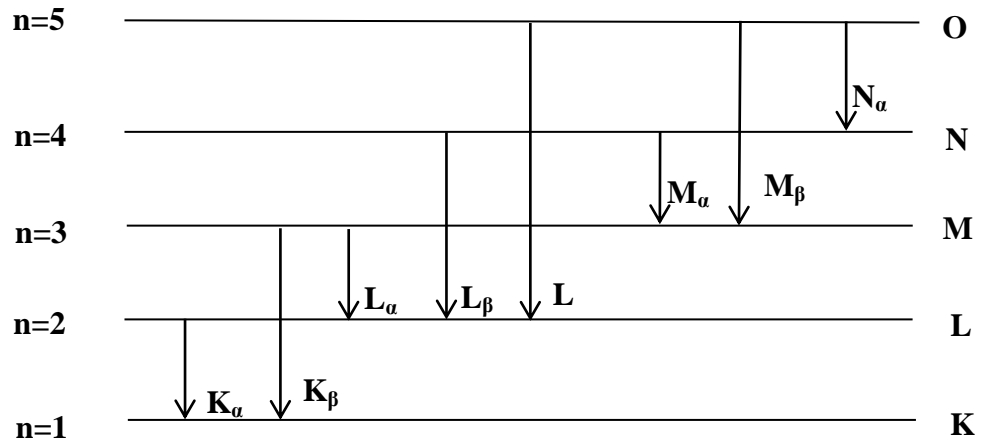
Şekil 2.5.a' da hızlandırılmış bir elektron, atom yörüngelerinde bulunan bir elektron ile çarpışıyor. Şekil 2.5.b'de atom, eksite olmuş durumda, yani bir elektronu dışarıya atılmış durumda. Şekil 2.5.c 'de ise bir elektron dış yörüngeden iç yörüngeye atlar. Dışarıya atılan elektronun yerini alır. Bu sırada atoma verilen enerji X-ışını halinde ortaya çıkar. Böylece atom tekrar normal durumuna dönmüş olur (Kuter, 1976). Buna göre bir K elektronunu koparabilmek için gerekli enerji,

$$\frac{1}{2}m\theta^2 = W_k \quad (2.7)$$

bağıntısı ile verilmiştir. Elektronlar çekirdekten ne kadar uzak olursa koparılmaları kolay olur. Bir L elektronu koparabilmek için, K elektronunu koparabilmek için gerekli olandan daha az enerjiye ihtiyaç vardır. Böylece K çizgisinin oluşabilmesi için diğer karakteristik çizgilerin de oluşması gerekir. Şekil 2.6 enerji seviyelerini ve tipik bir durumdaki X-ışını spektrum çizgilerine neden olan geçişleri göstermektedir (Brensen, 1989).

K takımında muhtelif çizgiler vardır. Yalnız normal bir kırınım çalışmasında sadece üç en kuvvetli çizgi elde edilir. Bunlar $K\alpha_1$, $K\alpha_2$ ve $K\beta_1$ ' dir. K çizgisine ait α_1 ve α_2 bileşenleri o kadar yakın dalga boylarına sahiptirler ki her zaman farklı çizgiler olarak ayrılmazlar, eğer ayrılırlarsa bunlara $K\alpha$ dubleti denir. Ayrılmazlarsa sadece $K\alpha$ çizgisi, denir. Benzer şekilde $K\beta_1$ genellikle indisi düşürülerek $K\beta$ çizgisi olarak söylenir. $K\alpha_1$, $K\alpha_2$ ' nin yaklaşık iki katı kadar şiddetlidir. Hâlbuki $K\alpha_1$ ve $K\beta_1$ arasındaki şiddet oranı atomik numaraya tabidir. Fakat ortalama olarak 5^2 in 1^2 e oranı gibidir (Kittel, 1966).

Yörüngeler arası geçişler de, dipol seçim kuralı $\Delta\ell = \pm 1$ ve $\Delta j = 0, \pm 1$ olarak verilen eşitlikleri sağlamalıdır. Burada ℓ yörünge açısıl momentum kuantum sayısı, j ise toplam açısıl momentumdur.



Şekil 2.6 Karakteristik X-ışını spektrum çizgilerine karşılık gelen geçişler.

2.8 X-Işınları Kullanım Alanları

X-ışınları doğrusal olarak yayılır ve fotoğraf filmine etkir. Dalga boyları küçük olduğundan giricilik özelliğine sahiptir. İnsan vücudundan ve diğer ince katı maddelerden kolaylıkla geçebilirler (Cullity, 1996).

X-ışınları metallerdeki çatlakların ve kristal kusurların belirlenmesinde kullanılır. Sanayide metal parçaların, özellikle de dökümlerin ve kaynaklanmış parçaların sağlamlığının denetlenmesinde kullanılır. Çok sayıda parçadan oluşan malzemelerin, örneğin elektrikli aletlerin montajının doğru yapıp yapılmadığı da X-ışınlarıyla incelenebilir.

Ayrıca Polis ve gümrük memurları yolcu valizlerinde yasadışı bir maddenin bulunup bulunmadığını anlamak için X-ışınlarından yararlanırlar.

X-ışınları bugün kullanılmakta olan pigmentlere (renk verici maddelere), eski ressamın kullanmış oldukları pigmentlere oranla daha kolay işler. X-ışınlarının bu özelliğinden yararlanan sanat uzmanları, eski bir ressama ait olduğu iddia edilen bir yapıtın sahte olup olmadığını, üzerinde herhangi bir değişikliğin yapıp yapılmadığını saptayabilir.

2.8.1 Radyografi

X-ışınlarını diğer ışın türlerinden ayıran önemli farklar vardır. Görünür ışıktan farklı olarak bu ışınlar görünmez cinstendir. Fakat doğru çizgiler boyunca yayılırlar ve fotoğraf plağını ışığın etkilediği şekilde etkilerler. Diğer taraftan ışıktan çok daha fazla nüfuz edicidirler ve insan vücudu, tahta, oldukça kalın metal parçaların içerisinden çok rahat geçerler. Cismin bir tarafına bir X-ışınları kaynağı diğer tarafına fotoğraf filmi koyularak, cismin daha az yoğun kısımları daha yoğun kısımlarına nazaran daha çok X-ışınları geçmesine müsaade edeceğinden bir gölge fotoğraf ya da radyografi elde edilir (Cullity, 1978).

X-ışınları maddelerde kolayca soğurur. Bu özelliğinden maddelerin tanınmasında yararlanılır. X-ışınları insan vücudundan geçerken, bazı dokular tarafından başka dokulara oranla daha çok soğurur. Bu tür soğurma farklarından kaynaklanan

bilgiler, bir film üstüne kaydedilebilir. Bundan kırık kemiklerin ve zarar görmüş iç organların incelenmesinde yararlanır.

Kalsiyumla yüklü olan iskelet, Radyografide çok iyi belirir. Akciğerlerde herhangi bir enfeksiyon, kanser yada başka bir hastalık belirtisi bulunup bulunmadığı bu yolla saptanabilir. Diş hekimleri dişlerin, diş köklerinin ve çevresindeki dokuların sağlıklı olup olmadığını anlamak için X-ışınlarından yararlanırlar. İçinde fazlaca kalsiyum tuzu bulunan anormal oluşumların da (böbrek ve safra taşı, kireçlenmiş lenf düğümü vb.) incelenmesinde kullanılır.

2.8.2 Radyoterapi

X-ışınlarının canlı hücrelere zarar vermesi özelliğinden tıpta yararlanılmaktadır. Özellikle ameliyatlarda, alınamayan zararlı tümörler, X-ışınları kullanılarak yok edilir (Whiston, 1987).

2.8.3 X-Işını Kristalografisi

X-ışınlarının dalga karakterine sahip olma özelliğine dayanır ve maddelerin kristal ve molekül yapısını incelemekte kullanılan bir yöntemdir. Katı bir kristal'den saçılan X-ışınlarının yönelimleri ve şiddetleri bize o kristalin, kristal yapıları, kristal kusurları, safsızlık, düzensiz yapılaşma, elektriksel ve ısısal iletkenlik gibi kristale ait pek çok fiziksel ve kimyasal özellikler hakkında bilgi verir.

2.8.4 Bilimsel Araştırmalarda X-Işınları

X-ışınları canlı hücrelerdeki genetik maddelerin değişim hızını artırmak için kullanılabilir. Böylece bilim insanları yeni canlı türleri üretmek ve belirli genlerin kalıtım modelini incelemek için X-ışınlarından yararlanabilirler.

X-ışını kırınımına dayalı inceleme yöntemleri, biyoloji açısından önemli moleküllere ilişkin bilgilerimizin artmasında yaşamsal bir rol oynamıştır.

X-ışınları tarayıcı elektron mikroskoplarında da kullanılır. DNA moleküllerinin ikili sarmal yapısının belirlenebilmesine yardımcı olmuş ve böylece bilim insanları genetik şifreyi ve bunun kalıtım sürecindeki rolünü öğrenebilmişlerdir.

2.8.5 Astronomide X-Işınları

X-ışını astronomisi, dış uzaydaki X-ışını kaynaklarının incelenmesini konu alan bir bilim dalıdır.

X-ışınları Dünya atmosferinde soğurulduğundan X-ışınları dünya atmosferinden yüzeye nüfuz edemez. Bu bizim hayatımızın devamı için gereklidir. Ama astronomi için uzaydan dünya yüzeyine gelen X-ışınları yerdeki aletlerle kolayca toplanıp gözlemlenemez. Bu nedenle X-ışını dedektör ve teleskopları roketlerle veya balonlarla çok yükseklere çıkartılır ya da bir uyduyla dünya yörüngesine oturtulur, atmosferin üst kısmında dedekte edilir (<http://www.nuveforum.net/1754-genel-kultur-x/72418-x-isini-astronomisi>, Mayıs 2010).

2.8.6 Gazlardaki Işıma, Doz Tayini

X-ışınları içinden geçtikleri gazları iyonlaştırma özelliği taşır. X-ışınlarının deteksiyonu ve şiddetinin ölçülebilmesi için bu ışınlar biri altın yapraklı bir elektroskopa bağlanmış iki tablası bulunan gaz dolu bir kaptan, yani iyonlaşma odasından geçirilir. Elektroskop yapraklarının düşüş hızı iyonlaşma derecesini ve dolayısıyla bununla orantılı olan ışın şiddetini ölçer. Bu şiddet Röntgen cinsinden değerlendirilir.

2.8.7 Radyo Metalografi

Radyo metalografi; X-ışınlarının soğurulması özelliğinden yararlanılarak, madeni parçaların bileşimini veya yapısını bozmadan incelenmesidir. X-ışınlarını daha az soğurarak film üzerinde normal bölgelerden daha koyu lekeler halinde görülen boşlukların ve az yoğun kısımların belirlenmesiyle kimyasal bileşim değişikliklerini ve madenin içyapısındaki kusurları meydana çıkarmak için kullanılır. Aynı şekilde parçaya karışmış olan yabancı maddeler de soğurma katsayısı parçanın yapıldığı madenden farklı olduğundan film üzerinde daha açık veya daha koyu lekeler halinde görülür.

Ayrıca radyo metalografi sayesinde, bakır alaşımlarındaki bazı bileşenlerin veya madenlerin yapısal ve kimyasal bakımdan homojen olup olmadıkları tespit edilir.

2.9 X-Işını Lazerleri

X-ışını lazerleri ışık kaynaklarının yeni nesli olacaktır. Herhangi bir ışık kaynağına göre on milyar kat daha parlak olan, olağanüstü yoğun X-ışını huzmelerini, çok kısa patlamalarda iletebilecekler. Bilim insanları daha önce hiç görülmemiş moleküler yapıları ortaya çıkarmak için lazerleri kullandıkça, yeni malzeme tasarımından astrofizik araştırmalarına kadar çoğu bilim dalında uygulama alanı bulacaklardır.

X-ışını lazerleri, doğrusal hızlandırıcılarda üretilmiş yüksek akım ve yüksek enerjili elektron ışınları ile çalıştırılırlar. ‘Dalgalandırıcı’ adı verilen mıknatis dizileri arasında ileri geri hareket ettirilen elektron ışınları, eşevreli X-ışınları yayarlar. Birinci nesil X-ışını lazerleri, şu anda Almanya, Japonya ve ABD’de kullanılmaktadır.

X-ışını lazerlerinin uygulama alanları şunlardır:

- Başka bir yolla gözlemlenebileceğinden daha hızlı olarak, kimyasal reaksiyonları kaydederler,
- Daha az yoğun kaynaklarla incelenemeyen moleküllerin ya da küçük molekül kümelerinin, yapılarını saptarlar.
- Yıldızların ve astronomik cisimlerin de içyapılarında bulunan maddenin ılık yoğun plazmalar adı verilen maddeye benzer, yeni hallerini üretir ve araştırılırlar (<http://www.symmetrymagazine.org/cms>, Mayıs 2010).

2.10 X-Işınlarının Tespit Edilmesi

X-ışınlarının tespitinde genellikle şu üç yöntemden yararlanılır. Bunlar; floresan levhalar, fotoğraf filmi ve sayaçlardır.

2.10.1 Floresan Levhalar

Floresan levhalar, bir karton üzerine sürülmüş, az miktarda nikel ihtiva eden, ince çinko sülfür tabakasından yapılmışlardır. X-ışınlarının etkisi altında, bu bileşikte görünür bölgede floresan meydana gelir ve görünür ışık kaydedilir. Her kırınımına uğrayan ışın demetlerin çoğu, bu metot'la anlaşılmayacak kadar zayıf ise de floresan levhalar; kırınım çalışmalarında aleti ayarlarken ana ışınının yerini anlamak için kullanılır.

2.10.2 Fotoğraf Filmleri

Fotoğraf filmleri; X-ışınları tarafından, tıpkı görünür ışıktan etkilendikleri gibi etkilenirler. Film, kırınımına uğramış, X-ışınlarını belirleyen ve çok kullanılan bir yöntemdir.

Filmi siyahlatmakta yalnız absorbe edilen X-ışınlarının etkisi vardır. Bu sebeple, toplam absorpsiyonu arttırmak için, X-ışınları filmleri; oldukça kalın emülsiyon tabakasını filmin her iki yüzüne koyarak hazırlanılır.

2.10.3 Sayaçlar

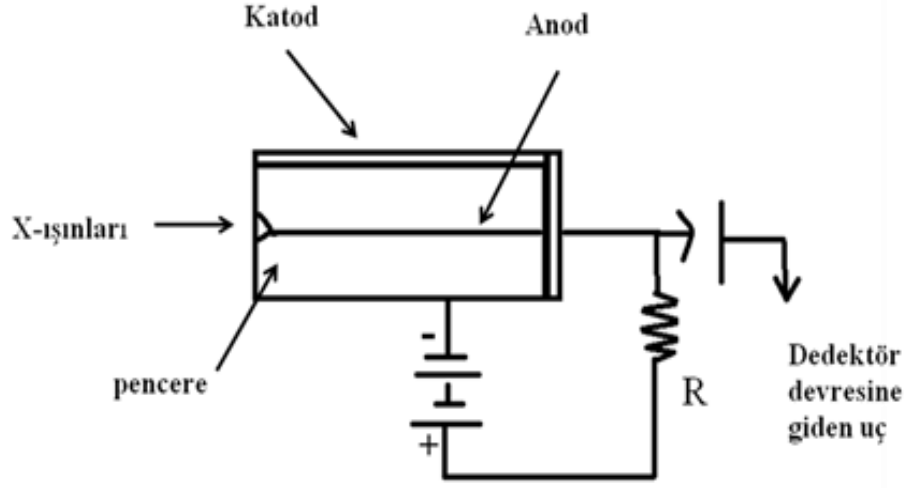
X-ışını sayaçları, X-ışınlarını elektrik akımı şeklinde atmalara dönüştüren düzenekler olup, birim zamanda oluşan akım atmaları, sayaca giren X-ışınlarının şiddeti ile doğru orantılıdır.

Günümüzde en çok kullanılan sayaçlar; Orantılı, Geiger-Müller ve Sintilasyon (Işıldama) Sayaçlarıdır.

2.10.3.1 Orantılı Sayaç

Orantılı sayaç; Şekil 2.7'de görüldüğü gibi katottan ve yaklaşık 10 cm uzunluğunda, 2 cm çapında, metal silindir içinde, silindirin eksenini boyunca uzanmış tel anot 'tan oluşmuştur. Silindirin içi gaz ile doldurulmuştur. Silindirin içine giren X-ışını fotonlarının büyük bir kısmı, gaz atomları tarafından soğurulur ve gaz iyonlaşır. Negatif yüklü iyonlar, gerilim altında anoda, pozitif yüklü iyonlar ise Katoda doğru hareket eder ve R_1 direnci üzerinde akım oluşur. Bu akım X-ışını şiddetinin

ölçüsüdür. Oluşan akım, tüpe giren X-ışınları ile orantılı olduğu için bunlara orantılı sayacılar denir.



Şekil 2.7 Orantılı sayacın şeması

Çalışma voltajı orantılı bölgede olup, meydana gelen yüksek alan şiddeti ile anottaki yük miktarı, dolayısıyla voltaj pulsu büyür.

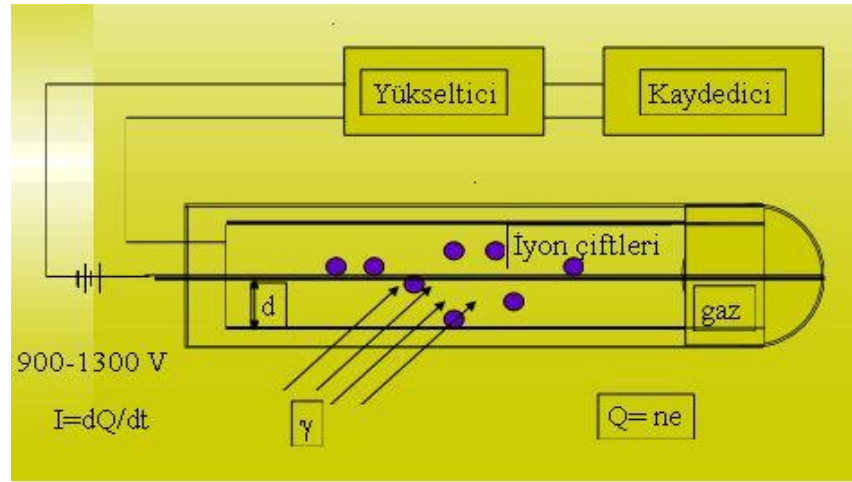
Bu tip dedektörlerle;

- Düşük enerjili X ve Gama ışınları ve iyon odasına açılan naylon veya mikalardan yapılmış ince pencere ile alfa parçacıklarının ölçümü yapılır.
- Gazın çoğaltma faktörü 10^5 - 10^6 ve çalışma voltaj aralığı 1500-4000 V'tur.
- Orantılı cihazların farklı radyasyonlarını ayırt etme özelliği vardır (<http://www.taek.gov.tr>, Mart 2011).

2.10.3.2 Geiger-Müller Sayacı

900–1300 V'luk çalışma aralığında etkindir. Şekil (2.8)'de görüldüğü gibi Geiger-Müller Sayacı; orantılı sayacıta olduğu gibi metal silindir elektrot (katot), bu silindirin içindeki bir tel elektrot (Anot)'tan ibarettir.

Gaz içinden geçerken bir parçacık, gaz iyonlarını iyonlaştırır. Elektronlar, merkezden tele doğru çekilir. Telin yakınlarındaki çok büyük manyetik alandan dolayı, tele yaklaşan elektronların hızları yüksek olduğundan, diğer molekülleri iyonlaştırmaya yetecek kadar, kinetik enerji kazanırlar. Bu olay zincirleme olarak devam eder. Burada R direnci, potansiyel düşmesine yarar. Bu da merkezi telin V potansiyelini azaltır. Potansiyeldeki düşüş, boşalmayı sona erdirir. Geiger-Müller Sayaçlarında düşük enerjili X ve Gama ışınları ölçülür (<http://www.taek.gov.tr>, Nisan 2010).

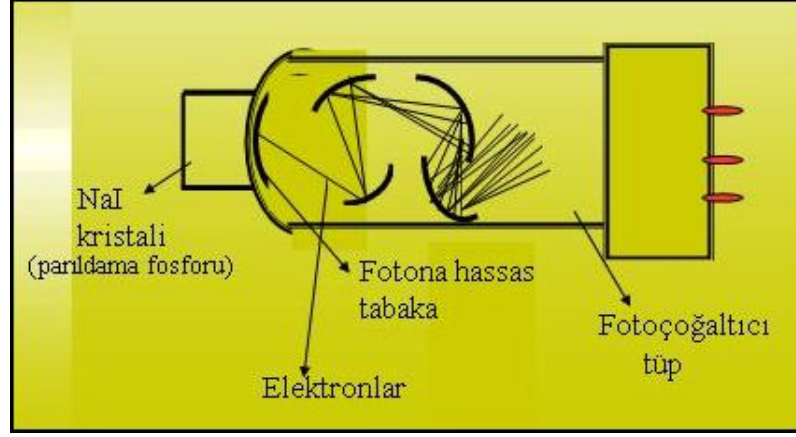


Şekil 2.8 Geiger-Müller sayacının şeması

2.10.3.3 Sintilasyon (Işıldama) Sayacı

X-Işınları deneylerinde Şekil 2.9’da gösterildiği genellikle sintilasyon sayacı kullanılmaktadır. Sintilasyon tipi sayaçlar, X-ışınlarının bazı cisimlere floresan ile görünür ışık verdirebilme özelliğinden faydalanır. Bu sayaca gelen X-ışınları

Öncelikle sayaca girer ve atomları uyarır. Uyarılan atomlar foton (floresan) yayınlarlar. Işık foto duyarlı yüzeye çarparak foton başına bir foto elektron oluşturur. Bu elektronlar foto çoğaltıcı tüpte çoğaltılır, hızlandırılır ve çıkış pulslarına dönüştürülür. Meydana gelen pulsun büyüklüğü radyasyonun enerjisi ile orantılıdır.

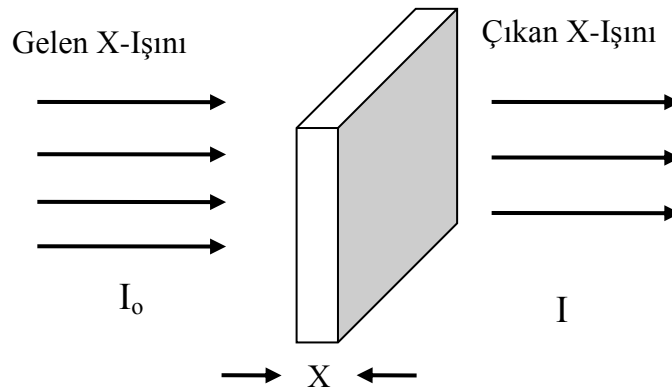


Şekil 2.9 Sintilasyon sayacının şeması

Bu dedektörlerde foto çoğaltıcı tüpü ve kullanılan fosforu değiştirmek suretiyle değişik tipte radyasyonların dedeksiyonu mümkündür. Bunlar; α parçacıklarını ölçmek için gümüşle aktive edilmiş ZnS fosforu, β parçacıklarını ölçmek için naftalin ve stilben düşük enerjili X ve gama ışınlarını ölçmek için ise talyumla aktive edilmiş NaI kristali kullanılır (<http://www.taek.gov.tr>, Nisan 2010).

2.11 X-Işınlarının Soğurulması (Absorbsiyon)

Bir X-ışını demeti, bir maddeden geçerken enerjisinin bir kısmı geçtiği madde tarafından yutulur. Bu olaya “Soğurma” denir. Bir bölümü ise yayılma yönünü değiştirerek saçılır. Buna da “Saçılma” denir.



Şekil 2.10 Bir X-ışını demetinin x kalınlığındaki bir maddeden geçişi

X-ışınları, madde ile karşılaştığı zaman kısmen geçer, kısmende soğurur. Böylece bir X-ışını demeti homojen bir cisim içinden geçerken demetin I şiddetindeki azalma, alınan x mesafesine bağlıdır. Diferansiyel şekli ile,

$$-\frac{dI}{I} = \mu dx \quad (2.8)$$

olur. Burada μ orantı katsayısıdır ne maddenin cinsine bağlı lineer soğurma katsayısı adını alır. Birimi cm^{-1} dir. (2.8) ifadesini integre ettiğimizde

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2.9)$$

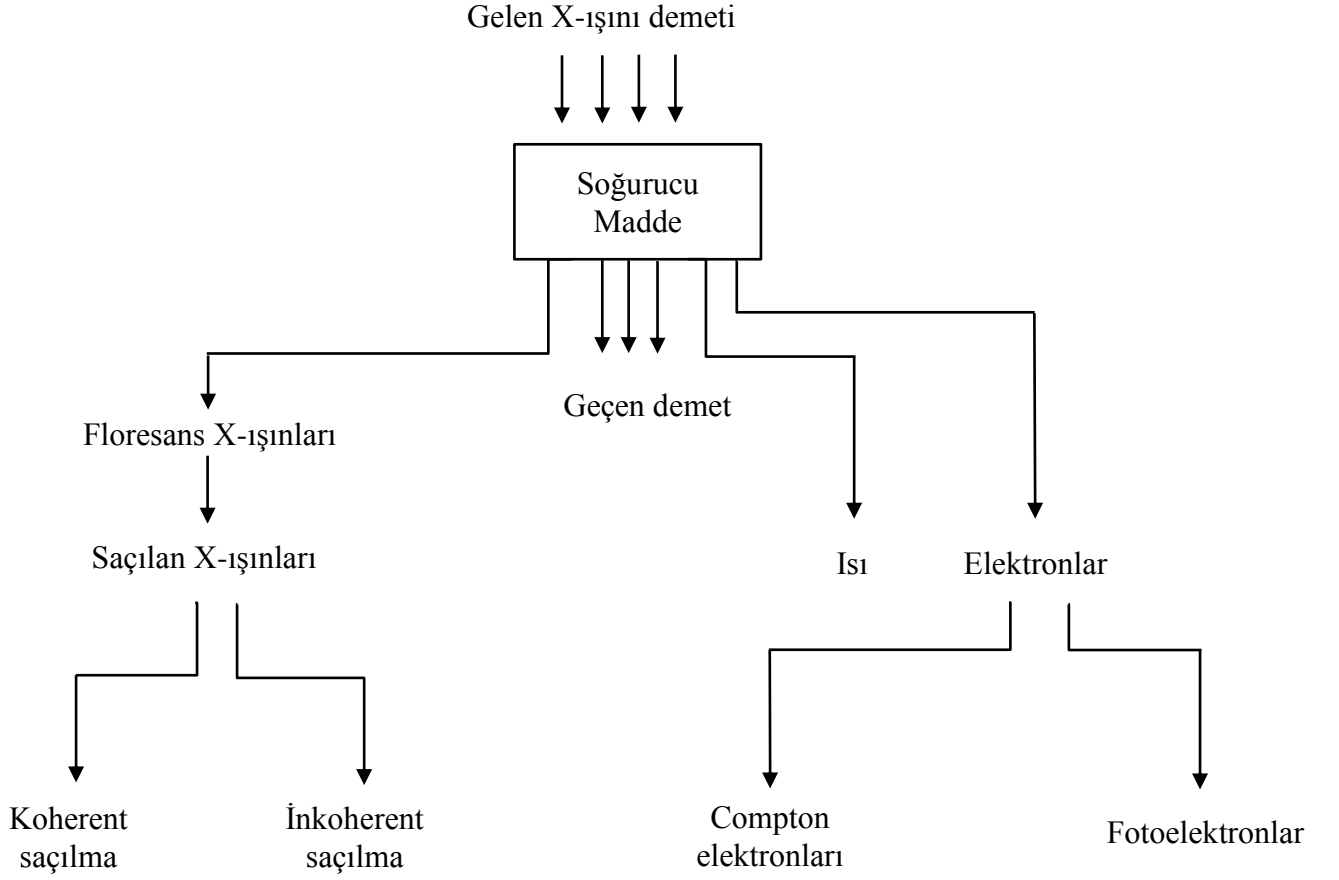
ifadesini elde ederiz. Burada I_0 : gelen X-ışınlarının şiddeti I:geçen x-ışını şiddeti x ise maddenin kalınlığıdır (Sears, 1982).

2.12 X-Işınlarının Bir Madde ile Karşılaşması

Madde ile X-ışını demeti çarpıştığı zaman X-ışınının cinsine, enerjisine, maddenin yapısına bağlı olarak Şekil 2.11'deki gibi bir takım olaylar meydana gelmektedir.

X-ışınlarının maddeye giricilikleri yüksektir. Çünkü bunlar çok kısa dalga boylarına sahip olduklarından atom ve moleküller arasındaki mesafelerden, hatta atomun çekirdeği ile K yörüngesi arasındaki boşluktan bile geçebilirler. X-ışınları vücuttan geçerse enerjilerinin bir kısmı kaybolur. Foton maddeye nüfuz ederken enerjisini üç türlü kaybeder. Bunlar, hakiki soğurma (fotoelektrik olay), Compton olayı (uyumsuz saçılma) ve çift oluşumu olaylarıdır.

Hakiki soğurma olayında foton, tüm enerjisini bir elektronu yörüngesinden koparmak için harcar ve yok olur. Bu yerinden koparılan elektrona "Fotoelektron" denir. Bu tip soğurma, az enerjili fotonlar ile yüksek atom numaralı elementlerin çarpışmasında görülür. Hakiki soğurma sonucunda bir K yörüngesi fotoelektronu dışarıya fırlatıldığı zaman çok defa kendi yolundaki ve dış yörüngede bulunan elektronlara çarpar ve bunları da dışarı fırlatır. Dışarıya fırlatılan bu elektronların, K yörüngesi elektronları kadar enerjisi yoktur. Bu nedenle kolaylıkla soğurulurlar.



Şekil 2.11 Bir X-ışını demetinin madde içerisinde geçerken meydana gelen olaylar

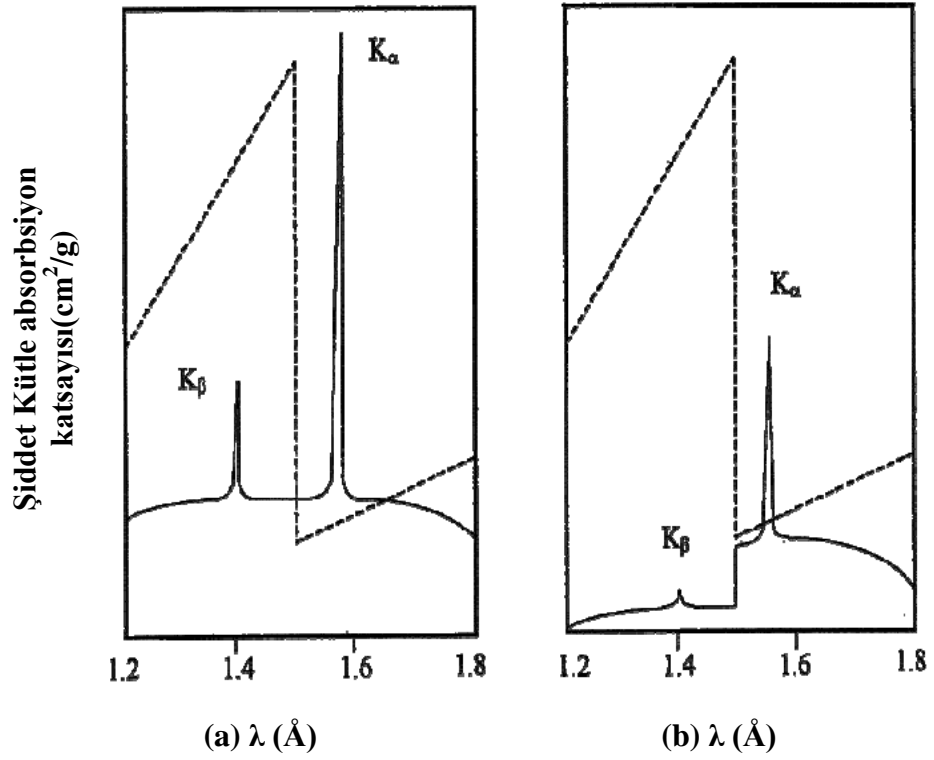
Compton olayında foton, enerjisinin bir kısmını bir elektrona koparmak için harcar. Geriye enerjisi azalmış foton kalır. Bu foton, orijinal fotona göre difüze olmuştur. Buradan fotonun enerjisi azalmış olduğu için bu olaya “Uyumsuz difüzyon” adı verilir. Kopan elektrona da “Compton elektronu” denir. Compton olayı, yüksek enerjili fotonlarla atoma bağlı zayıf elektronlar arasında olur. Bu olay esnasında atom iyonlaşır ve bir iyon çifti oluşur. Difüzyona uğrayan foton diğer atomlarla etkileşime girerek ikinci veya üçüncü bir iyon çifti de oluşturabilir.

2.13 X-Işınlarının Süzülmesi

X-ışınları kırınım deneyi mümkün olduğu kadar çok monokromatik olan radyasyona ihtiyaç gösterir. Hâlbuki V_k kritik voltajın üstünde bir voltajda çalıştırılan bir X-ışını tüpü yalnız kuvvetli K_α çizgisini değil aynı zamanda K_β çizgisini de sürekli spektrumu ihtiva eder. Bu arzu edilmeyen bileşenlerin şiddetleri K_α çizgisinin şiddetine nazaran daha azdır. K_β çizgileri kenarı, hedef metalin K_α ve K_β dalga boyları arasında olan maddeden yapılmış bir süzgeçten geçirerek azaltılabilir. Absorbsiyon katsayısının bu iki dalga boyu arasında birdenbire değişmesi sebebiyle bu şekilde seçilmiş bir süzgeç K_β bileşenini K_α ' dan çok daha fazla absorbe eder. Süzmenin tesiri Şekil 2.12' de gösterilmiştir.

Biz deneyimizde hedef olarak Bakır ($Z=29$) ve süzgeç olarak Nikel ($Z=28$) kullandık. Bazı hedef elementler için uygun olan süzgeç elementler; Tablo 2.1.' de verilmiştir.

Süzgeç ne kadar kalın olursa demetin geçirilen kısmındaki K_β ' nın şiddetinin K_α ' nın şiddetine oranı o kadar küçük olur. Fakat süzme süzgeç ne kadar kalın olursa olsun hiçbir zaman mükemmel değildir ve K_β ' nın yok edilmesi ile K_α ' nın şiddetindeki zayıflama arasında bir denge sağlanmalıdır. Süzgeç maddeleri genellikle ince levhalar halinde kullanılır (Beiser, 1997).



Şekil 2.12 Bakır radyasyonu spektrumunun bir nikel süzgeçten (a) Geçmeden, (b) Geçtikten sonraki durumlarının karşılaştırılması

Tablo 2.1 X-ışını tüplerinde yaygın olarak kullanılan hedef elementler ve uygun süzgeçler

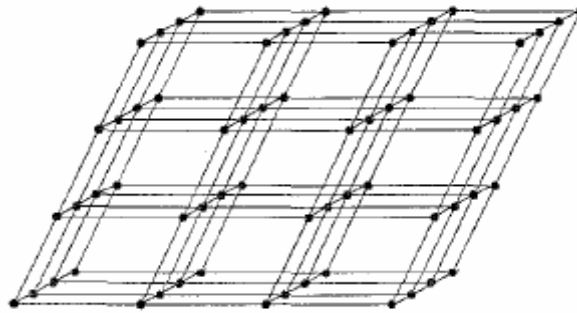
Hedef Element	K_{α} λ (Å)	Süzgeç Element	Süzgecin Yoğunluğu (g/cm^2)
Cr	2.2090	V	0.009
Fe	1.9373	Mn	0.012
Co	1.7902	Fe	0.014
Ni	1.6591	Co	0.014
Cu	1.5418	Ni	0.019

3. KRİSTAL YAPI

3.1 Kristal Yapının Tanımı

Bir kristal, üç boyutlu uzayda periyodik olarak tekrarlanan bir geometride atomların düzenlenişinden meydana gelmiş bir katı olarak ifade edilebilir. Kristaller, gazlar ve sıvılardan çok farklıdır. Çünkü sıvılar ve gazlarda atomik düzenlenmenin periyodik olma şartı yoktur. Bunun yanı sıra bütün katılarda kristal değildir. Örneğin, cam gibi bazı katılar amorf ve bu gibi katılarda atomlar herhangi bir muntazam iç düzenlenmeye sahip değildir (Sears, 1982). Kristallerde olduğu gibi düzenli yapı, maddeye düzgün bir geometrik şekil verir. Bütün kristaller düzgün geometrik bir şekle sahiptir. Kristaller düzgün yüzeylere ve keskin köşelere sahip olan yapılardır fakat bu özellikleri kristalleri tanımlamak için gerek ve yeterli şart değildir. Bir parça cam veya lastiği keserek parlatmak mümkündür. Fakat bunlar düzgün yüzey ve keskin köşelere sahip olmalarına rağmen kristal değildirler. Kısaca, maddelerin iç düzensizlikleri onların yüzeylerini parlatmak suretiyle giderilemez ve kristal olamazlar (Wilson, 1985).

Bir örgü ile bütün kristallerin yapısını tamamlamak mümkündür. Örgü, üç boyutlu uzayda periyodik olarak sıralanmış noktalar dizisidir. Bu örgünün her düğüm noktasında atomlar yer almaktadır. Bu atomlar grubuna “baz” denir. Bu bazın uzayda tekrarlanmasıyla kristal yapı oluşur. Şekil 3.1’ de bir örgü örneği görülmektedir (Durlu, 1992).



Şekil 3.1 Bir örgü örneği

$$\text{örgü} + \text{baz} = \text{kristal yapı}$$

(3.1)

Örgü uzayda periyodik olarak sıralanmış noktalar dizisidir. Bu kavramlar arasında ki bağıntı denklem (3.1) de verilmiştir (Aslanov, 1998).

Gazlarda kesinlikle kristal özellik bulunmaz. Zira bulunduğu kabın şekline göre dış şekil alırlar ve içerisindeki atom ve moleküller de gelişmiş güzel dağılım gösterirler. Bu tür maddelerde atomlar birbirlerinden oldukça kısa mesafelerde de bulunsalar boyutlarına göre uzun sayılacak bir mesafede periyodik bir tekrar göstermezler. Buna karşılık, bir sıvı düşük sıcaklıklar da soğutulursa katılaşır ve bundan sonra belirli bir şekle ve hacme sahip olabilir. Ortaya çıkan katıda kristal yapı özelliği gözlenebilir, ancak bu tür katıların amorf yapıda oluşabilecekleri de unutulmamalıdır.

Simetri, kristal yapıda en önemli özelliktir. Bir kristali ele aldığımızda gerek dış görünüşünde, gerekse atomlarının iç yerleşiminde çok açık bir simetri özelliği vardır (Aslanov, 1998; Dushman, 1951).

İdeal bir kristal özdeş yapıtaşlarının uzayda sonsuza kadar dizilişi ile oluşturulur. Basit kristallerde en küçük yapısal birimler tek atomlardır.

Örgüdeki atomların konumlarını tayin etmek için, özdeş örgü noktalarından biri koordinat başlangıcı olarak seçilir. Sonra, seçilen koordinat başlangıcından çıkan ve aynı doğrultu üzerinde bulunmayan üç komşu örgü noktasına giden **a**, **b** ve **c** örgü öteleme vektörleri tespit edilir (Şekil 3.2). Bu vektörler kullanılarak herhangi bir örgü noktasının yeri (3.2) eşitliğindeki

$$\vec{R} = u\vec{a} + v\vec{b} + w\vec{c} \quad (3.2)$$

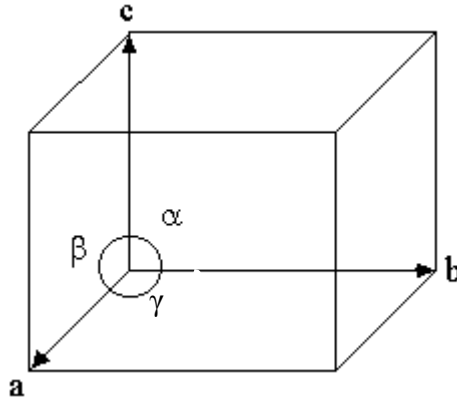
yer vektörü ile gösterilir. u, v, w tamsayılarıdır.

3.2 İlkel Örgü Hücresi

\vec{a} , \vec{b} , \vec{c} ilkel eksenleriyle tanımlanan paralel kenar prizmaya **ilkel hücre** veya sık kullanılan ismiyle birim hücre denir. İlkel hücre kristal öteleme işlemini tekrarlamak suretiyle tüm uzayı doldurur. İlkel hücre aynı zamanda minimum hacimli hücredir. İlkel hücrede her zaman bir örgü noktası vardır. Bir paralel kenar prizma şeklindeki ilkel hücre sekiz köşesinde de birer örgü noktasından oluşuyorsa, her bir örgü noktası

sekiz ilkel hücre tarafından paylaşılmış olacağından, hücredeki toplam örgü sayısı 1 olur.

Eksenler \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , olan bir paralel kenar prizmanın hacmi, vektör analizinden bilindiği üzere



Şekil 3.2 Birim hücre

$$V = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) \quad (3.3)$$

olur. İlkel hücredeki baza ilkel baz denir. İlkel bazdan daha az atom içeren baz olamaz.

3.3 Kristal Sistemleri ve Bravais Örgüleri

Tabiatta gözlenen kristaller, eksenleri arasında uzaklıklar ve açılara göre sınıflandırılacak olursa toplam olarak yedi tane eksen sisteminin bulunduğu görülür. Şekil 3.2’ de görülen birim hücrenin açıları ve eksen uzunlukları değiştirilerek toplam yedi kristal sistemi meydana getirilebilir. Bu sistemler Tablo 3.1’ de gösterilmiştir

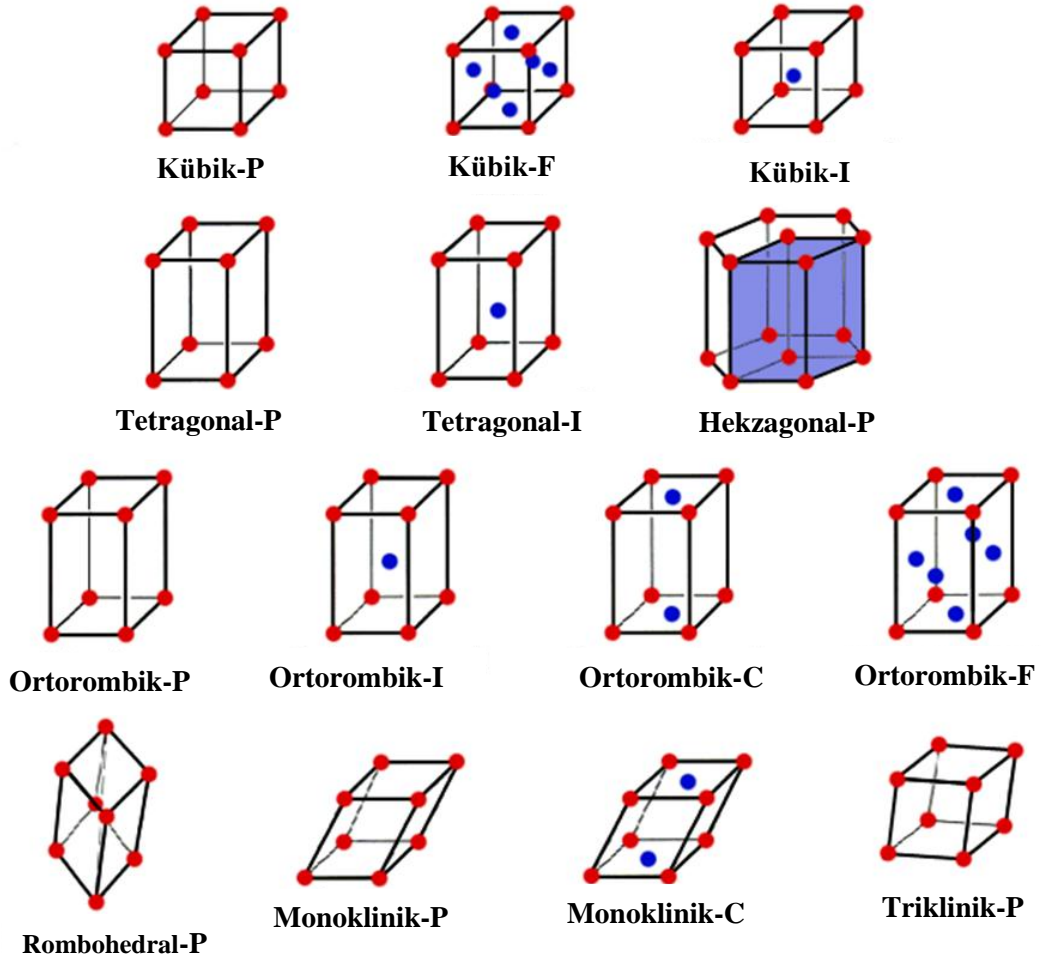
Yedi kristal sisteminin birim hücrelerinin köşelerine noktalar koyarak kolayca yedi farklı örgü elde edilebilir. Fakat başka nokta düzenlemeleri de oluşturulabilir. Fransız kristalograf Bravais bu problem üzerinde çalışmış ve 1848’ de mümkün 14 örgü çeşidi olduğunu ve daha fazla olamayacağını ispatlamıştır.

Tablo 3.1 7 Kristal sistemi ve 14 Bravais örgüsü.

Sistem	Eksenler	Açılar	Bravais örgüsü
Kübik	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	P, I, F
Monoklinik	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$	P, C
Ortorombik	$a \neq b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	P, C, F, I
Triklinik	$a \neq b \neq c$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	P
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	P, I
Rombohedral (trigonal)	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma < 120^\circ, \neq 90^\circ$	P
Hekzagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$	P

Bu örgülere onun ismine ithafen “Bravais örgüleri” denilmiştir (Hammond, 1998). Şekil 3.3’ de yedi kristal sistem ve on dört Bravais örgüsü gösterilmektedir. Burada basit (primitif) örgü ‘P’, yüzey merkezli örgü ‘F’, cisim merkezli örgü ‘I’ ve taban merkezli örgü ise ‘C’ sembolleriyle gösterilmiştir.

Birim hücreler basit olarak örgü noktalarının eklenmesiyle oluşur. Örneğin primitif olarak adlandırılan ortorombik P örgüsü latis noktalarının hücrenin köşelerinde bulunmasıyla oluşur. Ortorombik I, cisim merkezli örgü olarak adlandırılır ve hücrenin merkezinde bir örgü noktası vardır. F ile gösterilen ortorombik yüzey merkezli örgü de ek örgü noktaları hücrenin her bir yüzünün merkezinde bulunur. Ortorombik C taban merkezli örgüdür, ek örgü noktaları yalnızca tabanlarda olur. Benzer tanımlar diğer Bravais örgülerine de uygulanır (Serway, 1992).



Şekil 3.3 14 Bravais örgüsü.

Her bir kristal sınıfında atomlar farklı şekilde düzenlenerek 14 tane Bravais örgüsünü oluştururlar. Genelde atomların konumu, koordinatları birim hücrenin eksen uzunlukları cinsinden verilen örgü noktalarıyla tanımlanır. Örgü noktalarında bulunan atomların katkıları birim hücredeki atom sayısını belirler.

3.4 Kristal Düzlemleri ve Miller İndisleri

Bir kristal içerisinde yüzeyleri veya düzlemleri belirlerken, herhangi bir başlangıç noktası vermeden, bunları belirleyecek bir gösterim şekli de kullanılabilir. Bunun kolay bir yolu Miller tarafından bulunmuştur ve bu yüzden bu gösterim için kullanılan indislere Miller indisleri denilir ve (hkl) şeklinde gösterilir.

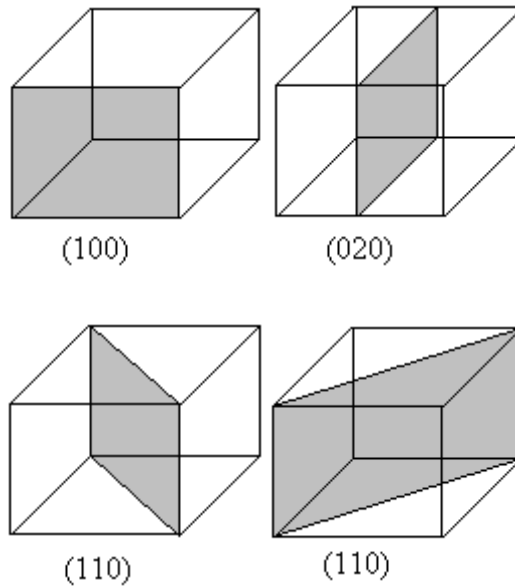
Bir düzlemin Miller indisleri bulunurken aşağıdaki sıra takip edilir.

- 1) Eksen uzunlukları belirlenir.
- 2) Düzlemin birim hücre eksenleri ile kesişme noktaları bulunur.
- 3) Bu noktalara ait uzaklığın birim hücrenin koordinatlarına oranı belirlenir.
- 4) Bu oranın tersi alınır ve bulunan sayılar hepsi en küçük mümkün tamsayılar olacak şekilde ortak bir sayı ile çarpılır. Sonuçta bulunan sayılar ortak parantez içerisinde yazılır (Durlu,1992).

Bir düzlemin Miller indisleri (hkl) , birim hücrenin eksen uzunlukları a,b,c ve düzlem eksenleri kestiği noktalar x,y,z olsun. Düzlemin eksen kestiği noktaların kesirsel koordinatları $\frac{x}{a}, \frac{y}{b}, \frac{z}{c}$ olacaktır. Kesirsel koordinatların tersi Miller indisleridir. Yani

$$h = \frac{a}{x}, k = \frac{b}{y}, l = \frac{c}{z} \text{ dir}$$

Örnek olarak a,b,c doğrularını $1,2,\infty$ 'da kesen bir düzlem düşünelim. $1,2$ ve ∞ 'un birim hücre boyutlarına oranı $1, 1/2,$ ve 0 olacaktır. Burada, hepsinin en küçük tamsayı olması için 2 ile çarpılır ve çıkan sayılar parantez içerisine alınarak, düzlemin Miller indisleri (210) olarak bulunur (Aydın, 1995).



Şekil 3.4 Miller indisleri ile düzlem gösterilişi

3.5 Düzlemler Arası Uzaklık ve Açı

Bir $(hk\ell)$ düzlem takımı içinde iki düzlem arasındaki mesafe aşağıdaki denklem ile bulunur (Cullity, 1966).

$$\frac{1}{d^2} = \frac{1}{v^2} (S_{11}h^2 + S_{22}k^2 + S_{33}\ell^2 + 2S_{12}hk + 2S_{23}k\ell + 2S_{13}h\ell) \quad (3.4)$$

Bu denklemde

V = Birim hücre hacmidir.

$$\begin{aligned} S_{11} &= b^2 c^2 \cdot \sin^2 \alpha & S_{12} &= abc^2(\cos \alpha \cos \beta - \cos \gamma) \\ S_{22} &= a^2 c^2 \cdot \sin^2 \beta & S_{23} &= a^2 bc(\cos \beta \cos \gamma - \cos \alpha) \\ S_{33} &= a^2 b^2 \cdot \sin^2 \gamma & S_{13} &= ab^2 c(\cos \alpha \cos \gamma - \cos \beta) \end{aligned} \quad (3.5)$$

3.6 Hücre Hacmi

Aşağıdaki denklem birim hücrenin V hacmini verir (Cullity, 1966).

$$V = a b c \sqrt{1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos \gamma} \quad (3.6)$$

3.7 Düzlemler Arası Açılar

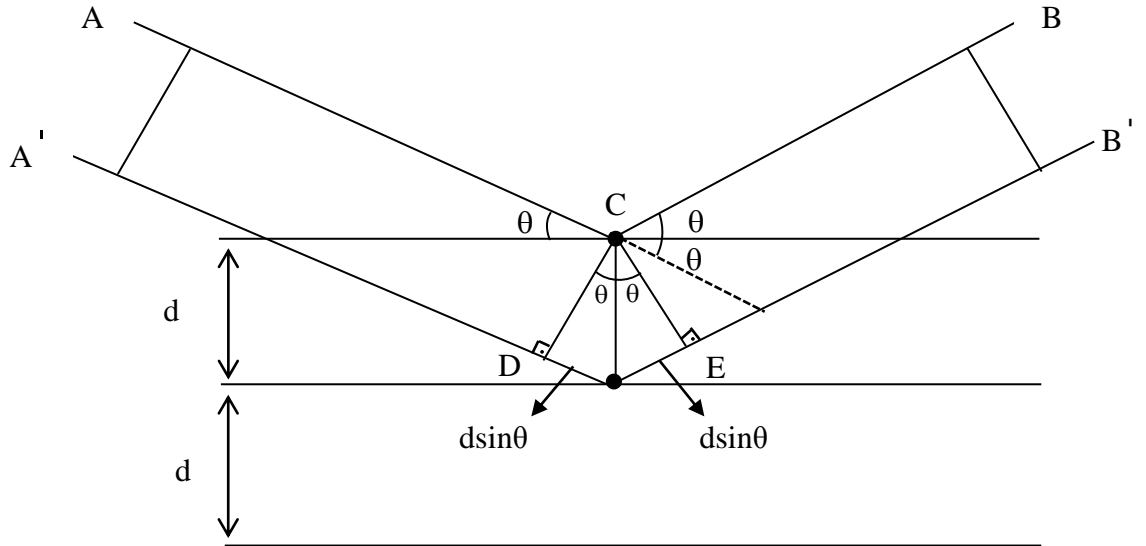
Aynı Miller indisli düzlemler birbirlerine paralel olduğundan aralarındaki açı 0 (sıfır) derecedir. Farklı Miller indislere sahip $(h_1 k_1 \ell_1)$ ve $(h_2 k_2 \ell_2)$ düzlemleri arasındaki açı θ ise;

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{d_1 d_2}{V} [S_{11}h_1 h_2 + S_{22}k_1 k_2 + S_{33}\ell_1 \ell_2 + S_{23}(k_1 \ell_2 + k_2 \ell_1) + S_{13}(\ell_1 h_2 + \ell_2 h_1) \\ &+ S_{12}(h_1 k_2 + h_2 k_1)] \end{aligned} \quad (3.7)$$

bağıntısından bulunur.

3.8 Bragg Kırınım Yasası

1913’de W.L. Bragg bir kristal tarafından kırınıma uğratılan ışın demeti için basit bir açıklama getirdi. Buna göre, tek renkli bir X-ışını demeti bir kristalin yüzeyine düştüğünde; o kristaldeki atomların paralel düzlemleri tarafından saçılırlar. Her düzlem X-ışınlarının sadece küçük bir bölümünü yansıtır ve yansıma sadece gelme açısı belli değerler aldığıında meydana gelir. Bu değerler, ışının dalga boyuna ve kristalin örgü sabitine bağlıdır. Atomların paralel düzlemleri tarafından yansıtılan ışınlar kuvvetlendirici girişim meydana getirecek şekilde üst üste geldiğinde ise kırınım oluşur (Burns, 1985).



Şekil 3.5 X-ışınlarının bir kristal tarafından kırınımı

Tek dalga boylu x-ışını demeti, kristal düzlemlerine bir θ açısı altında düşürülürsün. Gelen ışınların geliş doğrultusuna dik bir AA' dalga cephesi kristale çarptığında kristalin F noktasındaki atoma çarparak saçılan B' ışını, kristalin C atomuna çarparak saçılan B ışınına göre $|FD| + |FE|$ kadarlık bir yolu fazladan gider ve saçılan bir dalga cephesi oluşturur. Yani bu iki ışın arasında yine $|FD| + |FE|$ kadarlık bir yol farkı vardır. C ve F noktalarında kırınıma uğrayan A ve A' ışınlarının kuvvetlendirici girişim yapabilmesi için iki ışın arasındaki yol farkı, λ dalga boyunun tam katı olmalıdır. Buna göre,

$$\text{Yol farkı} = |FD| + |FE| = n\lambda \quad (3.8)$$

olmalıdır.

Şekil 3.5'e göre

$$|FD| = d\sin\theta \quad \text{ve} \quad |FE| = d\sin\theta \quad \text{yazılabilir.}$$

Bu durumda (3.8) denklemi

$$2d\sin\theta = n\lambda \quad (n= 1,2,3\dots) \quad (3.9)$$

olur. Bu eşitliğe Bragg Yasası adı verilir. Bu ifadede λ kullanılan ışının dalga boyu, n kırınım derecesi, d düzlemler arası mesafeler, θ Bragg saçılma açısı olup gelen ve saçılan ışının kristalin yüzeyi ile yaptığı açıya denir (Cullity, 1996).

$n = 1$ için (3.9) eşitliği

$$2d\sin\theta = \lambda \quad (3.10)$$

3.10 eşitliğinde,

$$\sin\theta = \frac{\lambda}{2d}$$

şeklinde yazılabilir. $\sin\theta$, 1 den büyük olamayacağına göre kırınım deneyinde kullanılabilen x-ışınlarının dalga boyları; $\lambda \leq 2d$ ile sınırlıdır (Dikici, 1993).

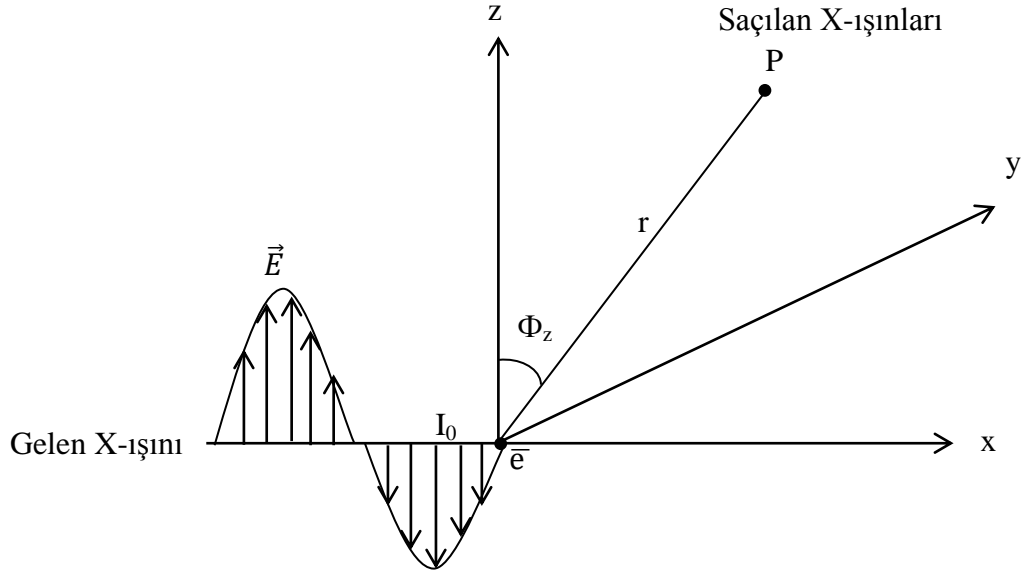
(3.10) eşitliğinde d ve λ ' nın verilmiş değerleri sadece belirli bir θ açısından yansımaya neden olur. Başka bir deyişle, Bragg yansıması seçici bir yansımadır. Bragg eşitliğinden görüleceği gibi λ ' nın bilinmesi halinde, Bragg açısı θ , ölçülerek kristal içindeki düzlemler arası uzaklık bulunabilir. Buna ilaveten, Bragg yansıması, şiddet ölçümleriyle, kristal içindeki atom koordinatları ve sıcaklık titreşimlerini belirler. Bu işlemler kristal yapı analizinin temelini oluşturur. Diğer taraftan Bragg eşitliğinde d 'nin bilinmesi halinde, gelen ışınların dalga boyu, yine θ ölçümleriyle hesaplanabilir (Ülkü, 1994).

3.9 X-Işınlarının Elektronlar Tarafından Saçılması

Bir kristal üzerine gönderilen X-ışını, bir elektromanyetik dalga olduğundan, yayılma doğrultusuna dik, elektriksel ve manyetik alanlardan oluşmuştur. X-ışınları elektronlar ile karşılaştığında, etkileşme süresince elektronlar X-ışınlarının \vec{E} elektriksel alanından dolayı $\vec{F} = q\vec{E} = -e\vec{E}$ kuvveti etkisinde, elektriksel alana zıt yönde ivmeli titreşim hareketi yaparlar. İvmeli hareket eden yüklü parçacıklar, elektromanyetik ışınım yayacaklarından, elektronlar X-ışını saçarlar. Bu saçılma iki şekilde olmaktadır.

3.9.1 Polarize Olmuş X-Işınlarının Bir Elektron Tarafından Saçılması

Şekil 3.6'da polarize olmuş bir X-ışını demetinin x-doğrultusunda hareketi görülmektedir.



Şekil 3.6 Polarize Olmuş X-ışınlarının bir elektron tarafından saçılması

Gelen X-ışını şiddeti ile saçılan X-ışını şiddeti arasında

$$I = I_0 \left(\frac{e^2}{mc^2 r} \right)^2 \sin^2 \phi_z \quad (3.11)$$

gibi bir bağıntı vardır. Bu bağıntıda,

I_0 : Gelen ışınların şiddeti

I : Kırınıma uğrayan ışınların P-noktasındaki şiddeti

e : Elektronun yükü

ϕ_z : Saçılan ışının doğrultusu ile elektriksel alan doğrultusun arasındaki açı

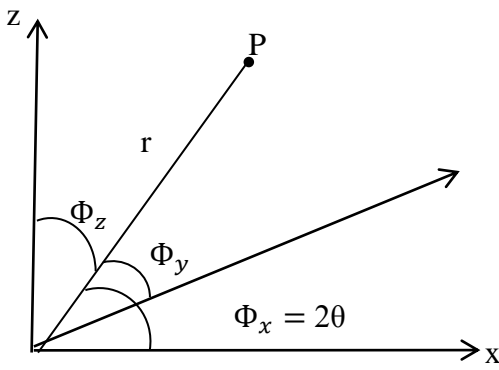
m : Elektronun kütlesi

c : Işık hızı

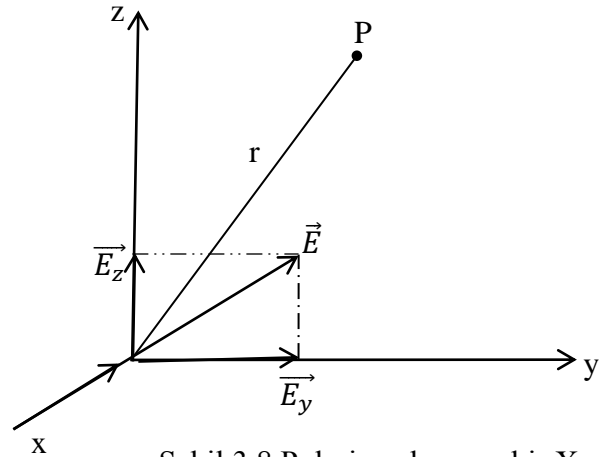
r : P noktasının elektrondan olan uzaklığıdır.

3.9.2 Polarize Olmamış X-ışınlarının Bir Elektron Tarafından Saçılması

X-ekseni doğrultusunda hareket eden polarize olmamış bir X-ışınının her zaman y ve z doğrultusunda elektriksel alan bileşeni vardır. O halde böyle bir X-ışını y-yönünde elektriksel alanı olan X-ışını ile z-yönünde elektriksel alanı olan X-ışınının polarize olmuş durumlarının toplamı olarak düşünülür. Şekil 3.7 ve 3.8’de bu durum gösterilmektedir.



Şekil 3.7 Polarize olmamış X-ışınlarının saçılması



Şekil 3.8 Polarize olmamış bir X-ışınının elektriksel alan bileşenleri

$$I_p = I_{py} + I_{pz} \quad (3.16)$$

$$I_{py} = \frac{I_0}{2} \left(\frac{e^2}{mrc^2} \right)^2 \sin^2 \Phi_y \quad (3.12)$$

$$I_{pz} = \frac{I_0}{2} \left(\frac{e^2}{mrc^2} \right)^2 \sin^2 \Phi_z \quad (3.13)$$

olur (3.12) ve (3.13) ifadelerinin toplamı;

$$I = \frac{I_0}{2} \left(\frac{e^2}{mrc^2} \right)^2 (\sin^2 \Phi_z + \sin^2 \Phi_y) \quad (3.14)$$

dir.

Doğrultu cosinüsleri cinsinden yazılacak olursa;

$$\sin^2 \Phi_y + \sin^2 \Phi_z = 1 + \cos^2 2\theta \quad (3.15)$$

ve

$$I = I_0 \left(\frac{e^2}{mrc^2} \right)^2 \frac{1}{2} (1 + \cos^2 2\theta) \quad (3.16)$$

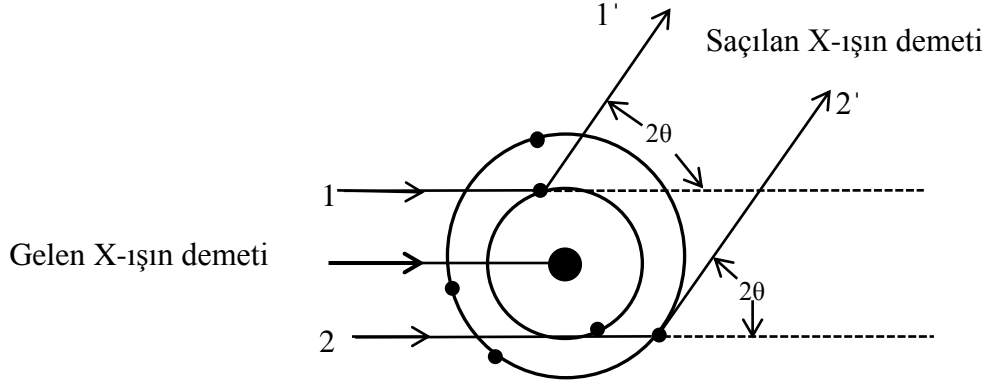
şeklinde ifade edilir.

(3.16) bağıntısında; $\frac{1}{2} (1 + \cos^2 2\theta)$ ifadesi polarizasyon faktörüdür.

X-ışınlarının etkileştiği elektronlar, X-ışını tarafından uyarılınca koherent olmayan saçılma gözlenir. Bu durumda, etkileşme sırasında X-ışınları, enerjilerinin artan kısmını elektrona kinetik enerji olarak aktarırlar.

3.10 X-ışınlarının Bir Atom Tarafından Saçılması

Z elektrondan oluşmuş bir atom üzerine X-ışınları demeti gönderildiğinde, gönderilen bu X-ışınları, hem elektronla hem de çekirdekle etkileşecektir. Çekirdeğin kütlesi elektronun kütlesine oranla çok büyük olduğundan, X-ışınlarının enerjisi çekirdeği titreştirmeye yetmeyecektir. Dolayısıyla çekirdekte saçılma gözlenmez fakat her elektrondan X-ışınları saçılır. Şekil 3.9'da X-ışınlarının bir atom tarafından saçılması gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Bir atomda elektronlar tarafından X-ışınlarının saçılması

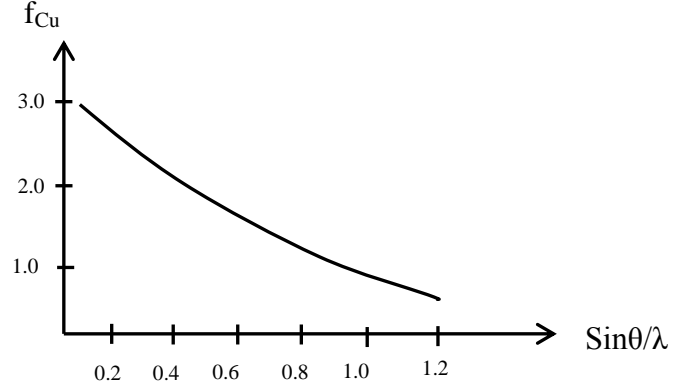
Saçılan X-ışınlarının şiddetinin gelen X-ışınları şiddetine oranı (I_0/I) atomdan atoma farklıdır. Buna atomik saçılma faktörü denilir ve (f) ile gösterilir.

Bir atom için atomik saçılma faktörü;

$$f = \frac{\text{Atomdaki tüm elektronlardan saçılan dalganın genliği}}{\text{Bir elektron tarafından saçılan dalganın genliği}} \quad (3.17)$$

olarak tanımlanır. Bir atomda ileri yönde saçılan ışının ($2\theta=0$) durumu için $f = Z$ dir. Fakat θ arttıkça, elektronların teker teker saçtıkları dalgalar arasındaki faz farkı artar ve f azalır. θ 'nın sabit bir değeri için dalga boyu ne kadar kısa ise f ' de o kadar küçüktür. Çünkü dalga boyu küçüldükçe faz farkı büyüyecektir.

Atomik saçılma faktörü, $\sin\theta$ ile doğru, kullanılan ışığın dalga boyu ile ters orantılı olarak değişmektedir. f 'nin Cu atomu için $\sin\theta/\lambda$ 'ya göre değişimini gösteren eğri Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10 Bakırın atomik saçılma faktörü

3.11 X-Işınlarnın Bir Birim Hücre Tarafından Saçılması

Birim hücre, bir kristali tamamen tanımladığı için, birim hücredeki saçılma, bütün kristal için geçerli olacaktır.

Atomların konumları, kırınımına uğrayan ışınların arasındaki faz farkını etkiler. Bu faz durumuna ait bir ifade bulmak için Şekil 3.11'i inceleyelim.

Kesiti 3.11'de gösterilmiş olan birim hücrede; Atomunu orjin olarak alalım ve h00 düzlemlerinde, kırınım meydana gelsin.

2' ve 1' ışınları arasında yapıcı girişim yapabilmek oluşabilmesi için yol farkı, dalgaboyu veya dalgaboyunun katları kadar olmalıdır.

$$\delta_{21} = MCN = 2d\sin\theta = \lambda \quad (3-18)$$

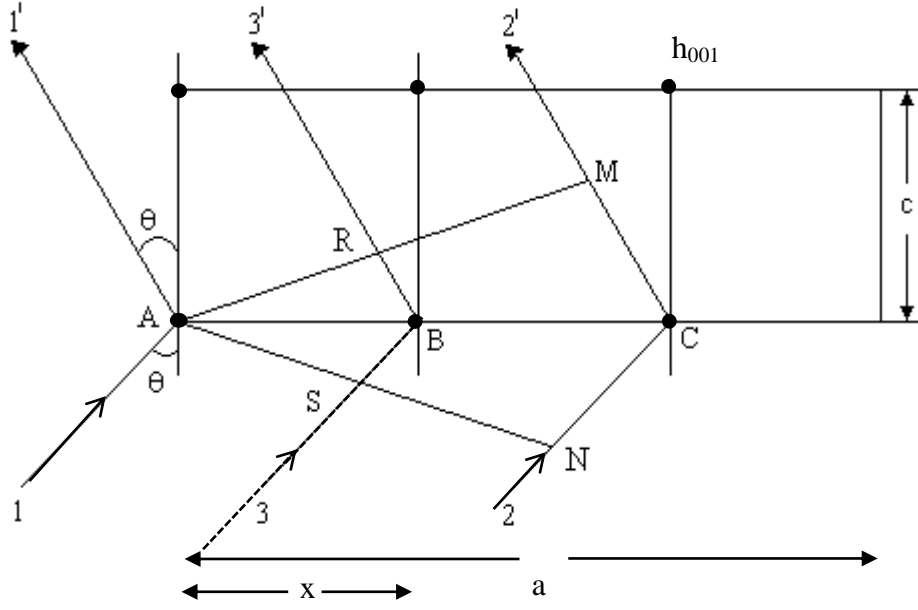
İle ifade edilir. Miller indisleri tanımdan

$$d = AC = \frac{a}{h}$$

3' ile 1' arasındaki yol farkı 2' 1' arasındaki yol farkından küçüktür.

$$\delta_{31} = RBS = \frac{AB}{AC} \cdot \lambda = \frac{x}{\frac{a}{h}} \cdot \lambda \quad (3-19)$$

olur.



Şekil-3.11 X-ışınlarının birim hücreden saçılması

Faz farkı uzunluk cinsinden (dalga boyu) yazılabileceği gibi, açısal olarak ifade edilebilir. 2π radyanlık açısal faz farkı, λ kadarlık yol farkına karşılık gelir. Bu durumda yol farkı δ , açısal faz farkı ϕ ise;

$$\phi = \frac{\delta}{\lambda} (2\pi) \quad (3-20)$$

ile verilir. B atomundan saçılan dalga ile orjindeki A atomundan saçılan dalga arasındaki faz farkı;

$$\phi_{3'1'} = \frac{\delta_{3'1'}}{\lambda} (2\pi) = \frac{2\pi h x}{a} \quad (3-21)$$

eşitliği ile verilir. $u = x/a$ atomunu kesirsel koordinatları ise, faz farkı

$$\phi_{3'1'} = 2\pi h u \quad (3-22)$$

Saçılan herhangi bir dalga boyu kompleks üstel olarak

$$Ae^{i\phi} = fe^{2\pi i(hu + kv + \ell w)} \quad (3-23)$$

şeklinde ifade edilebilir. Kristal yapının tüm atomlarından saçılan dalgaların genlikleri, onların fazlarını da dikkate alarak toplanacak olursa toplam saçılma genliği elde edilir. Buna yapı faktörü (F) denir. Yapı faktörü;

$$|F| = \frac{\text{Birim hücredeki tüm atomlardan saçılan dalganın genliği}}{\text{Bir elektrondan saçılan dalganın genliği}} \quad (3.24)$$

olarak tanımlanır.

Birim hücredeki N tane atom bulunan bir kristalin yapı faktörü;

$$\sum_{n=1}^N f_n e^{i\phi_n} \quad (3.25)$$

(3-25) ifadesinde ϕ 'yi yerine yazacak olursak

$$F = \sum_{n=1}^N f_n e^{2\pi i(hu_n + kv_n + lw_n)} \quad (3.26)$$

şeklinde olur.

4. ÜRİNER SİSTEM TAŞLARI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

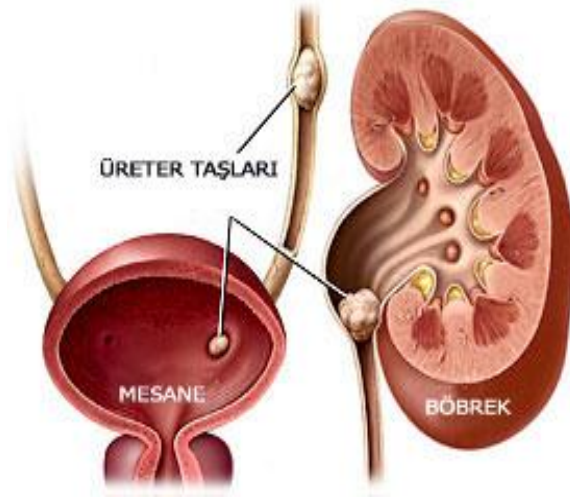
4.1 Giriş

İnsan vücudu mükemmel çalışan bir sisteme sahiptir. İnsan hayatının devamını sağlayan her organın kendi içinde tasarlanmış çalışma disiplini mevcuttur. Her birinin görevi vardır, her biri birbiri ile kompozisyon içerisinde işlevini sürdürür. Öyle ki biri çıksa bu sistemin içerisinde diğerleri onun görevini kısmen tamamlamaya çalışsa da, onun boşluğunu dolduramaz. İnsan vücuduna dışarıdan gelen çevresel, besinsel, psikolojik ve genetik etkiler bu kusursuz sistemin düzenini bozar. Vücut sistemini korumak, ona iyi bir şekilde bakmak insanoğlunun elinde olan bir vazifedir. Ufacık bir dikkatle, çalışan bu kusursuz sistem dış etkilere daha az zararla etkilenebilir. Bunun içinde vücut sisteminin iyi tanınması gerekmektedir. Birçok durum meydana gelmektedir. Çoğunlukla vücut bunu kendi yapsa da insanoğlu bunu tetikleyici birçok davranış sergilemektedir. Üriner sistem bu etkilere maruz kalan bir yapıdır (Taşkın, 2009).

İnsan vücudu X-ışını toz kırınımı ile muayeneler için cisimleri uygun üreten çok kompleks bir organizmadır. Bazı organlarda kesin durumlar altında gelişen katı cisimler, organizmadaki değişimin bir sonucudur ve örneğin üriner ve safra bölgelerinde hatta tükürük bezinde bu gibi cisimler meydana gelir (Krausova, 1998). Bu cisimler, bulunduğu sistem içerisine yerleşip azar azar büyüdüğü ve sertleştiği için, taş olarak nitelendirilir.

4.2 Üriner Sistem

Üriner sistem; böbrekler, üreter, mesane ve üretradan oluşur. Böbrekler fasulye şeklinde organlar olup, kaburgaların hemen altında ve belkemiğinin her iki yanında yer alır (Şekil 4.1). Bu organların asıl görevi vücuttaki fazla suyu ve artık maddeleri idrar şeklinde dışarı atmaktır.



Şekil 4.1 Üriner sistem

Bu işlevi sonunda kandaki bazı dengeleri sabit şekilde tutmayı sağlarlar Böbrekle mesane arasında yer alan ve idrarı mesaneye taşıyan tüp şeklindeki organlara da üreter denir. Karaciğerde yapılan safra, bağırsağa geçmeden önce safra kesesine gelerek burada birikir ve konsantre hale gelir. Yemek sonrasında safra kesesi kasılarak içindeki safranın safra yolları vasıtasıyla bağırsağa akması sağlanır. Safra, bağırsakta yağların sindirimi ve emilimi için gereklidir. Yaklaşık 22-25 cm uzunluğundadır. Mesane ise karnın alt kısmında yer alır ve idrarın depolanmasına yarar. Tıpkı bir balon gibi elastikliği sayesinde genişleyerek bu işlevini yerine getirir. Burada depolanan idrar, üretra yolu ile vücut dışına atılır (Taşkın, 2009).

4.3 Üriner Sistem Taşları

Üriner sistem taş hastalığı M.Ö. 4800 yıllarından beri bilinen bir hastalıktır. MÖ 4800'lü yıllardan kalan Mısır mumyalarında böbrek ve mesane taşlarına rastlanılmıştır (Menon 2002). Eski Roma, Yunan, Çin, Hint, Mısır ve Mezopotamya'da taş hastalığının teşhisi için birçok kıstas ortaya atılmıştır. İdrarın rengine, tadına ve miktarına göre taş hastalığının varlığına dair fikirler belirtilmiştir. 1940'dan sonra taş teşekkülü ile ilgili bir takım fizyolojik gözlem ve araştırmaların sonuçları sunulmaya başlanmış olup kalsiyum ve ürik asitin önemi ve taşın böbrekte teşekkül yerleri, taşların kristaloid ve kolloid yapıları belirlenmiştir. Taşın kimyasal

yapısı, terkibi hakkında oldukça yeterli bilgiler sağlanmış, fakat teknolojideki tüm gelişmelere rağmen etiyojisi bugün bile hala tam aydınlatılamamıştır. Taş hastalığı tek bir nedenle değil, karmaşık ve birbiri ile ilişkili birçok faktörün rol aldığı olaylar dizisidir (Matlaga, 2002; Kane, 1995).

Son yıllarda üriner sistem taş hastalığının tıbbi tedavisinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Üriner sistem hastalıkları önemli sağlık sorunlarına yol açıyor. Bu yüzden de bu hastalıkların erken teşhis ve doğru tedavisi büyük önem taşımaktadır (<http://www.saglikbilgisi.com/makale/Üriner+hastalıklar>, Mart 2011).

Üriner sistem taş hastalığının prevalansı dünyada coğrafi bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte ülkemizde iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak % 15 civarındadır. Taş hastalarında tekrarlama oranı ilk taş oluşumundan itibaren 5 yıllık bir süre içinde % 50'den yüksek olarak rapor edilmiştir. Üriner sistem taş hastalığına İskandinavya, Akdeniz ülkeleri, Pakistan, Malezya gibi ülkelerde sık olarak rastlanmaktadır. Taş oluşumunda beslenme, iklim ve genetik faktörlerin de rolü vardır. İklim ile taş oluşumu arasında direk ilişki kurmak güç ise de sıcaklığın yüksek olduğu yerlerde ve yaz mevsimlerinde daha fazla tespit edilmektedir (Yalçınkaya, 2007).

4.4 Böbrek Taşı Nasıl Oluşur?

Böbrekler vücudumuzun filtre sistemi olarak çalışırlar. Kan sürekli olarak böbreklerden süzülürken yararlı maddeler emilir, istenmeyen maddelerse idrarla dışarı atılır. Genellikle idrar çok konsantre (yoğun) ise böbrek taşı oluşma riski artar. Konsantre idrar içerisinde atılan tuzlar ve mineraller böbreklerin iç yüzeyinde tübül denilen ünitelerde zamanla taşa dönüşecek kristaller halinde çökeltiler oluştururlar. Zamanla bu kristaller birleşerek taş haline gelir. Esas olarak böbrek taşı, idrar içinde çöken kristallerin böbrek iç yüzeyine tutunmasından ve birikmesinden oluşur. Normalde idrar içinde bu kristalleşmeyi ve çökmeyi engelleyen ve inhibitör denilen maddeler vardır. Bu inhibitörler her insanda yeterli miktarda olmayabilir ve bu da taş oluşumuna yol açar. Diğer bir neden ise idrarın asidik veya bazik oluşudur. Eğer oluşan bu kristaller ve kumlar yeteri kadar küçükse idrar yollarına takılmadan ve de herhangi bir probleme yol açmadan düşerler.



Şekil 4.2 Kalsiyum kaynaklı oluşan böbrek kesesi taşı

Taşlar her iki böbrekte ve idrar kanallarında bulunabilir Böbrek taşları kimyasal yapıları bakımından birçok maddenin bileşiminden oluşmuştur. En çok görülen taş tipi kalsiyum içeren ve fosfat veya oksalat kombinasyonlu taşlardır ve tüm üriner sistem taşlarının yüzde 75'i bu taşlardandır. Şekil 4.2'de Kalsiyum kaynaklı oluşan bir böbrek taşı örneği görülmektedir Bu maddeler bir insanın normal günlük gıdalarında mutlaka bulunurlar. Ayrıca kemik ve kas yapılarının önemli birer yapıtaşlarıdır (Pak, 1974).

4.5 Safra Taşları Nasıl Oluşur?

Karaciğerde yapılan safra, su, safra tuzları, kolesterol, fosfolipidler (lesitin) ve sarı renkli bir pigment olan bilirubinden oluşmuştur. Safra, safra kesesi içinde beklediğinde suyunun emilmesi sonucunda daha koyu ve konsantre hale gelir. Bu koyulaşma sırasında safra içindeki maddelerin oranlarındaki değişime bağlı olarak bazı insanlarda kristaller meydana gelmesine sebep olur. Bu kristalleşmenin giderek artan miktarda olması sonucunda kristaller bir araya gelerek safra taşları oluşmaya başlar.

Safra kesesi taşları kolesterol ve pigment taşları olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Safra taşlarının büyük çoğunluğu kolesterol taşlarıdır (%80), pigment taşları ve karışık yapıdaki taşlar daha düşük oranda görülürler. Kolesterol taşları safrada kolesterolün süpersatüre (aşırı doygun) olması, safra durgunluğu ve

hücre döküntüleri, bakteriler, parazit yumurtaları veya kolesterol kristalleri gibi bir çekirdeğin üzerine kolesterol çökmesi ile oluşur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Kolesterol kaynaklı oluşan safra kesesi taşı

Pigment taşları da kendi arasında siyah pigment taşları ve kalsiyum bilirubinatif taşları olarak ikiye ayrılır. Bu tür taşlar safra taşlarının % 20 sini oluşturur. Hemolitik yani kan hücrelerinin yıkımı ile giden hastalıklarda genç yaşlarda ve karaciğer sirozu olanlarda pigment taşlarının sık oluştuğu bilinmektedir (Piktoral, 2004).

4.6 Üriner Sistem Taşların Fizyolojisi

Üriner sistem taşları; %97 oranında kristal ve mineral faz (yaklaşık olarak) ve %3 oranında kristal olmayan ya da organik faz içerir (Gul, 2005). Böbrek taşlarının oluşumu çeşitli fizyokimyasal olayların etkisiyle meydana gelir. Bunlar; aşırı çözünme, çekirdeklenme ve toplanmadır. Diğer bir deyişle idrar içinde çöken kristallerin böbrek iç yüzeyine tutunmasından ve birikmesinden oluşur (Atmani, 2004).

Böbrek taşı oluşumu aslında bir tabiat olayıdır. Böbrek epithelial hücrelerine kristallerin girmesi ile kristaller, glycosaminoglycon, uropontin, nephrocalcin ve sitrat gibi idrara ait özel bileşenler tarafından tutulur. Bunların her biri kristal yüzeyine bağlıdır (Çifçioğlu, 1999).

Burada bir soru akla gelebilir; neden bazı insanlarda taş oluşurken bazılarında oluşmaz? Normal idrarda kalsiyum oksalat tuzlarının toplanmasını ve kristalize

olmasını dengeleyen faktörler olmalıdır. Bu ayrıca taş oluşumu için kaçınılmaz ama önemli olmayan bir hal olarak belirtilir. Finlayson'a göre taş oluşumun da için bir birine bağlı dört faktör vardır (Taşkın, 2009).

1-Sürücü kuvvet veya aşırı çözelti.

2-Çekirdeklenme.

3-Gelişim, kristallerin tutulması ve parçacıklar.

4-Toplanma (yığılma)

İdrar suyun ve iyonik çözeltilerin kompleks karışımıdır. Genellikle iyonik çözeltiler ve su arasında bir denge mevcuttur. Ama aşırı çözelti halleri altında idrarda taş oluşumuna sebep olan bir sürücü kuvvet vardır. Bu sürücü kuvvet;

$$\Delta G = RT \ln \left(\frac{A_i}{A_0} \right) \quad (4.1)$$

ile ve verilen bir serbest enerji ile ifade edilir. Burada A_i istenilen birkaç halin aktivitesidir. A_0 dengedeki aktivitedir. R gaz halidir ve T sıcaklıktır. A aktivitesi, aktiflik katsayısı f boyunca konsantrasyon C ile bir bağlantı içindedir;

$$A = f C \quad (4.2)$$

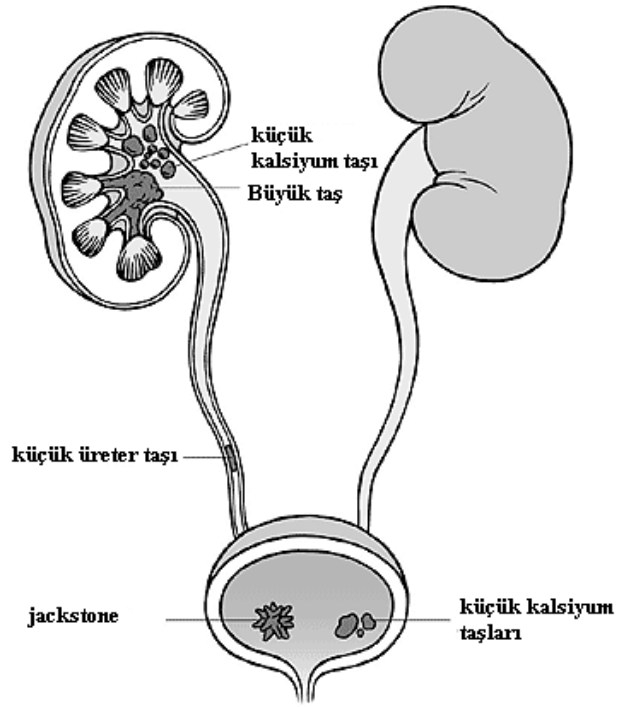
Eğer verilen tuz için $\frac{A_i}{A_0} < 1$ ise o zaman $\Delta G < 0$ dır. Böyle olunca idrarın taş oluşumu için gerekli olan çözeltinin altında olduğu söylenir. Bunun anlamı birçok çözen olacağı için taş eriyecektir (Taşkın, 2009).

Verilen tuz miktarı $\frac{A_i}{A_0} = 1$ için idrar öyle olduğu zaman $\Delta G = 0$ olur ve idrarın çözülmüş olduğu söylenir. Bu durumda eski taş erimeyecektir ve yeni taş oluşmayacaktır.

Verilen tuz için $\frac{A_i}{A_0} > 1$ olduğu zaman $\Delta G > 0$ olur. O zaman idrarın aşırı çözelmiş olduğu söylenir. Bu durumda serbest enerji mevcuttur ve taş her zaman büyümeye hazırdır. Taş kristallerinin yokluğunda $\frac{A_i}{A_0}$ "aşırı kararlı limit" olana kadar çözelme

meydana gelmeyecektir. Finlayson aşırı kararlı limit civarında hem taş oluşumu hem de eski taşların gelişiminin mümkün olduğunu söyler. Çekirdeklenme; çözültide çekirdek oluşmasına denir. Tek kimyasal bileşiğin yoğunlaşması homojen çekirdeklenme değildir. Yabancı maddeli bir bileşiğin yoğunlaşması heterojen çekirdeklenme olarak adlandırılır.

Çekirdeklenme taş-tuz çökmesinde ilk olaydır. Bu homojen çekirdeklenme veya heterojen çekirdeklenme olabilir (Gul, 2005). Normal kişilerin idrarında önemli miktarda kristal vardır ve bunlar taş meydana getiremeden dışarı atılır. Yani tek başına kristalüri, taş oluşumu açısından yetersizdir. Taş oluşabilmesi için bu kristallerin bir araya gelip kümelenmesi gerekir (Alken, 1983). Birçok üriner sistem taşı da üreter içinde meydana gelir. Taşın yerleştiği konum ve büyüklüğüne bağlı olarak üst üriner bölgeye geçebilir (Knoll, 2005).



Şekil 4.4 Üriner sistem taşlarının bulunma yerleri

4.7 Taş Çeşitleri

Yapılarına göre dört çeşit taş bulunmaktadır. Kalsiyum bileşenli taşlar, strüvit taşları, ürik asit taşları, sistin taşları. Sanayi ülkelerinin çoğunda taşların %80'i kalsiyum

tuzlarının bileşimidir. Genellikle kalsiyum oksalat ve buna nazaran daha az olan kalsiyum fosfattan oluşur. Taşların kalan %20'si ürik asit, strüvite, karbonat kalsiyum minareleri (apatite), sistin ve seyrek taşların bileşimidir (<http://www.populermedikal.com/erkek/bobrektasi1.asp>, Mart 2011).

4.7.1 Kalsiyum Taşları

Tüm böbrek taşlarının yaklaşık % 70-80'i ya kalsiyum oksalat veya kalsiyum fosfat ya da her ikisinin bileşiminden oluşur. Kalsiyum diş ve kemik sağlığında önemli rol oynar ve normal diyetle bulunur. Kalsiyumun fazlası idrar yolu ile vücuttan uzaklaştırılır. Kalsiyum taşları da hypercalciuria (idrarda aşırı kalsiyum bulunması) li kişilerde oluşmaktadır (Pak, 1998). Yüksek kalsiyum yani hypercalciuria taş hastalarının %50'sinde bulunur. Kalsiyum tuzlarının idrardaki artışına ve kalsiyum taşı oluşmasına yardım eder. Hypercalciuria'nin birçok genel sebebi vardır. Bağırsaktaki kalsiyum emiliminin artması yüzünden yüksek kalsiyum oluşur. Hypercalciuria da sınır günde 0,1mmol/kg'den daha fazla kalsiyum boşaltımıdır. Normal erkeklerin %90'ı günlük idrarlarında 300 mg'dan daha az kalsiyum boşaltır. Kadınların %90'ı günde 250 mg'dan daha az kalsiyum boşaltır. İdrardaki yüksek kalsiyum oranı kalsiyum oksalatın aktif üretimini yükseltir (Lerolle, 2002).

İdrara ait oksalatın %50'si besinlerden gelir. Geri kalanı ascorbic asitin veya endogeneous liver synthesis'in bir sonucudur. Besinsel oksalat mide, ince bağırsak ve kolonda emilir. İdrara ait oksalatın azalması için şunlar yapılır;

- a) Sıvı alımını artırmak.
- b) Enzimlerle ilgili kusuru engellemek.
- c) İdrara ait fosfatın artması ile CaOx kristalleşmesini engellemek.
- d) Yüksek oksalat içeren yiyeceklerden sakınmak.
- e) Bağırsaklarda oksalat derecesinin azalmasını çoğaltmak.

Yapılan araştırmalara göre CaOx taş oluşumunun %30'u hyperoxaluric yani aşırı oksalat emiliminden kaynaklandığı gösterilir.

Yiyeceklerin çoğu oksalat içermesine rağmen bazı çalışmalar gösterir ki sadece sekiz yiyecek; ıspanak, pancar, fındık, çikolata, çay, buğday, çilek ve ışık idrara ait oksalat boşaltımında önemli bir artışa sebep olur. Emilim için mümkün olan, bağırsakta serbest oksalatın miktarı, oksalatın bağlanması mümkün olan kalsiyum miktarına bağlıdır (Dretler, 2002).

CaOx kristalleri COM kalsiyum oksalatın monohidrat formu genellikle whewellite olarak adlandırılır. COD dihidrat formu genellikle weddellite olarak adlandırılır. COM kristalleri genel olarak bikonkav ovaleri formundadır. COD kristalleri genellikle dipiramit şeklindedir. Kısaca tanımlanırsa whewellite, bir kalsiyum oksalattır ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Doğada büyük oranda bulunur. Dört formüllü birimleri ile monoklinik-primatili hücreye sahiptir. Bir çok genel böbrek taşı minarelinden biridir ve küçük düz kristallerden meydana gelir. Apatitenin ince çekirdeğinin üzerinde tortulandığı düşünülür. Bu çekirdek de böbreğin papilasına yerleşir (Caner, 2005).

Weddellite, ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) antortikan weddellite denizinin alt tortularında bulunan milimetre boyutlu kristaller olarak bilinir. Tetragonal hücreye sahiptir. Weddellite kristalleri yarım inç civarında meydana gelir, ama çoğunluğu daha küçüktür. Sarı kristaller genellikle düz whewellite taşlarının dış yüzeyinin üzerinde birikir. Whewellite den kristal yapısı gibi, su miktarı olarak da farklıdır. Bu çok farklı kristal topluluklarını verir.

Kalsiyum oksalat bileşenli taşlardan başka birde kalsiyum fosfat bileşeni bulunmaktadır. Buna da genel olarak apatite taşları denilir. Kısaca tanımlanırsa; apatite, doğada mineraldir. Kimyasal olarak kalsiyum fosfatlı bir bileşiktir. Genel olarak hidroksil, florin ve bazı zamanlar diğer elementlerde olabilir. Apatite kemiklerin ve dişlerin temel mineral bileşiğidir. Böbrek taşlarında fosfatın bazısı için karbonat (CO_3) yer değiştirebilir. Böbrek taşlarında genel olarak $\text{Ca}_3(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$ formülü ile bulunur (Gul, 2005).

Kalsiyum taşı oluşan hastaların % 40'ında sebebi bilinmeyen ailevi geçişli kalsiyum metabolizması bozukluğu vardır. Ender olarak da kalsiyum metabolizmasını harekete geçiren paratiroid hormonunu aşırı miktarlarda üreten paratiroid bezi tümörü sebep olmaktadır. Furasemid gibi diüretikler, kalsiyum bazlı antasitler ve steroidler de

hiperkalsiüriye neden olabilmektedir. Aynı zamanda bazı bağırsak hastalıkları, A ve D vitamininin çok yüksek miktarlarda alınması, et, tavuk, balık gibi yiyeceklerin aşırı alınması da sebep olabilmektedir. Diyetle B vitamininin çok az veya C vitamininin çok fazla olması ile kalsiyum oksalat taşlarının oluşumu arasında bir ilişki kurulmaktadır (www.populermedikal.com/erkek/bobrektasi1.asp, Mart 2011).



Şekil 4.5 Farklı Üriner sistem taş örnekleri

4.7.2 Ürik Asit Taşları

Ürik asit vücutta protein yıkımı sonucu normal olarak oluşur ve idrarla atılır. Ancak bazı kişilerde özellikle erkeklerde ürik asit böbreklerde ve eklem yerlerinde birikebilir. Eklemlerde ürik asit birikmesi ailevi geçişli olan gut hastalığında görülür. Böbreklerde birikmesi ile de ürik asit taşları oluşur. Böbrek taşlarının % 5-23' ü (özellikle çoğunlukla erkeklerde olmak üzere) ürik asit taşlarıdır. Ürik asit taşlarında genetik faktörlerin de rol oynadığı öne sürülmektedir. Yüksek proteinli (özellikle et ürünleri fazla) diyet alanlarda ürik asit taşı oluşma olasılığı artmaktadır (Pak, 1998).

Gut hastalarının %10'u ile %20'si, ürik asit taş hastalığına sahiptir. Gut hastalığındaki genetik hata, nükleik asitlerin dokuya kolay bağlanamamasıdır. Ama tersine daha önce de bahsedildiği gibi ürik asit metabolik yolla üretilir. Kalsiyum oksalat taş hastalığında çekirdeklenmeye, ürik asitin neden olduğu düşünülür. Ürik taş hastalığının ayırt edici özelliğinin biri, idrar asididir. Yüksek protein alınımı asit yüklemesini artırır. Ürik asit taş hastalığına sahip hastalarında böbrek ammonio üretiminde hasar olabilir. Azalan idrar hacmi ürik asit taş hastalığında bir role sahip olabilir (Özgür, 2005).

4.8 Böbrek Taşı Oluşumunu Etkileyen Faktörler

4.8.1 Çevresel Faktörler

Çevresel faktörler kendi kendine taş oluşumuna sebep olabilir ve oluşması için risk oluşturabilir. Çok sıcak iklimlerde çok fazla yapılan fiziksel faaliyet veya aşırı terleme sonucu idrar konsantrasyonu, idrar pH'in değişimi taş oluşumuna sebep olabilir (<http://www.tr.wikipedia.org/wiki/X-ray>, Şubat 2011). Çevrenin bir diğer etkisi su kaynağı olabilir. Kullanılan su sağlıklı bir şekilde damıtılmamışsa böbrek taşı oluşma riski olabilir.

4.8.2 Besinsel Faktörler

Böbrek taşlarının oluşumunda ve gelişmesinde besinler önemli rol oynar ki taş oluşumunda veya gelişiminden sorumlu üriner bileşenlerinin boşaltımını farklı besinler etkiler. Proteinlerce yüksek besinler böbrek taşı riskini artırabilir. Taşların oluşmasında sadece suyun ve proteinin miktarı önemli değildir. Ayrıca sodyumun ve potasyumun miktarı ve günlük alınan kalsiyumda etkilidir. İdrar hacmi günlük 2 litre civarındadır. Eğer 1 litrenin altına düşerse taş oluşma riski görülür (West, 2002). Şayet ürenin hacminde bir azalma olursa, idrardaki doymuşluk artar ve kalsiyum oksalat ve ürik asit gibi minerallerin kristalize olma durumu artar. Sıvı girişinin yüksek tutulması önerilir. Önerilen miktar günde iki litredir (Pizzato, 2003). Sıvı denildiğinde meyve suları ve içme suyu arasında çok büyük bir fark yoktur. İçme suyunun artan kalsiyum içeriğinin idrarın CaOx doymuşluğundaki artış ile ilişkisi yoktur. Sodyum, potasyum klorat ve sülfat gibi içme suyunun benzer bileşenleri incelendiğinde görülür ki, içme suyunun alkali bileşeni, alkali emilimi ve sitrit

boşaltımı ile idrarın taş oluşum riskini azaltır. Sitrat'ın böbrek taşı oluşumundaki engelleyici özelliği bilinmektedir. Sitrus'lu meyveler (limon, portakal, greyfurt) ve bunların suları sitrik asidin yüksek konsantrasyonunu içerirler. Bu tip sitrik asit bakımından yoğun olan meyve suları böbrek taşının oluşma riskini önemli ölçüde azaltmaktadır (Trinchieri, 2002).

Besinsel kalsiyumdaki azalma üriner oksalatı artırır. Bir hasta oksalatlı besini sınırlı tüketiyorsa besinsel kalsiyum sınırlamasında zararlı bir etki yoktur. Aynı anda hem oksalat hem de kalsiyum bakımından sınırlı besinler tüketildiğinde idrardaki oksalat boşaltımındaki artış engellenir (Dretler, 1998).

4.8.3 Meslek Faktörü

Meslek faktörü böbrek taşı oluşumunda az da olsa etkilidir. Sürekli oturlan, kısıtlı hareket edilen meslekler de görülme sıklığı çoktur. Ayrıca yapılan bazı çalışmalara göre yüksek sıcaklığa maruz kalan işçiler kalmayanlara göre 9 kat daha fazla üriner taş hastalığına sahip olurlar (Atan, 2005).

4.8.4 Cinsiyet Faktörü

Böbrek taşı erkeklerde kadınlara oranla en az üç kat daha yaygın olarak görülmektedir. Yetişkin erkeklerde ömür boyu taş oluşma riski yüzde 20 civarındadır. Bu oran kadınlarda yüzde 5 ile 10 arasındadır. Kadınlarda daha az taş görülmesinin nedeni idrarlarındaki sitrat maddesinin daha yüksek olmasına bağlanmaktadır. Erkeklerde kalsiyum ve ürik asit taşı gelişimi ihtimali daha yüksekken, kadınlarda strüvit taşı gelişimi ihtimali daha yüksektir (Lerolle, 2002).

4.8.5 Genetik Faktör

Ailede, özellikle birinci dereceden yakın akrabalarda taş hastalığı bulunanlarda böbrek taşı oluşma riski olmayanlara göre iki kat daha fazladır. Bunun yanı sıra ailede taş hastalığı olan kişilerde taşın tekrarlama olasılığı artmaktadır (Cullity, 1966).

4.8.6 Hastalık Faktörü

İdrar yolları infeksiyonları, kistik böbrek hastalığı gibi bazı böbrek hastalıkları, paratiroid bezinin fazla çalışması (Hiperparatiroidizm) gibi durumlarda böbrek taşı oluşması kolaylaşır (Pak, 1998). Gut hastalığı, ülseratif kolit, böbrek hastalığı yüksek kan basıncı, aşırı aktif paratiroid bezi, bazı kanser türleri de böbrek taşı oluşumuna sebeptir.

4.9 Böbrek Taşının Belirtileri

Genellikle böbrek taşının ilk belirtisi şiddetli ağrıdır. Ağrı taş idrar yolunu tahriş edince veya çoğunlukla tıkeyince gelişir ve aniden başlar. Hastalar tipik olarak taşın olduğu tarafta sırtta veya karnın alt kısmında keskin, kramp tarzında gelip giden ağrılar duyarlar. Bazen bu yakınmalara bulantı ve kusma eşlik eder. Daha sonra ağrı kasık bölgesine doğru yayılır. Eğer taş düşemeyecek kadar büyükse idrar yolunun herhangi bir kesiminde takılır ve yerine göre farklı yakınmalara sebep olurlar. Mesaneye çok yaklaşmış taşlarda hastalar sık idrara çıkma, idrarda yanma hissi duyarlar. Bu daha çok irritasyona bağlı olduğu için bekledikleri kadar idrar yapamazlar. İdrar yaparken çok fazla ağrı ve yanma hissederler. Yine taşların idrar yollarını irrite etmesi sonucu idrarda kanama görülür. Ancak bu hiçbir zaman önemli bir kanama olmaz. Bu belirtilerle birlikte ateş de varsa, bu da enfeksiyon belirtisidir (Pak, 1998).

4.10 Türkiye’de Böbrek Taşının Görülme Durumu

Böbrek taşının oluşma riskleri yukarıda sayılan birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerin başında ve en temelinde sosyo ekonomik koşullar vardır. Yaşadığımız çevre ve bu çevrenin ekonomik, doğal, mevsimsel koşulları önemlidir. Türkiye böbrek taşı ile çok sık karşılaşan ülkelerden biridir. Türkiye’de her yedi kişiden biri hayatının bir döneminde böbrek taşı ile tanışıyor (Taşkın, 2009).

5. MATERYAL VE YÖNTEM

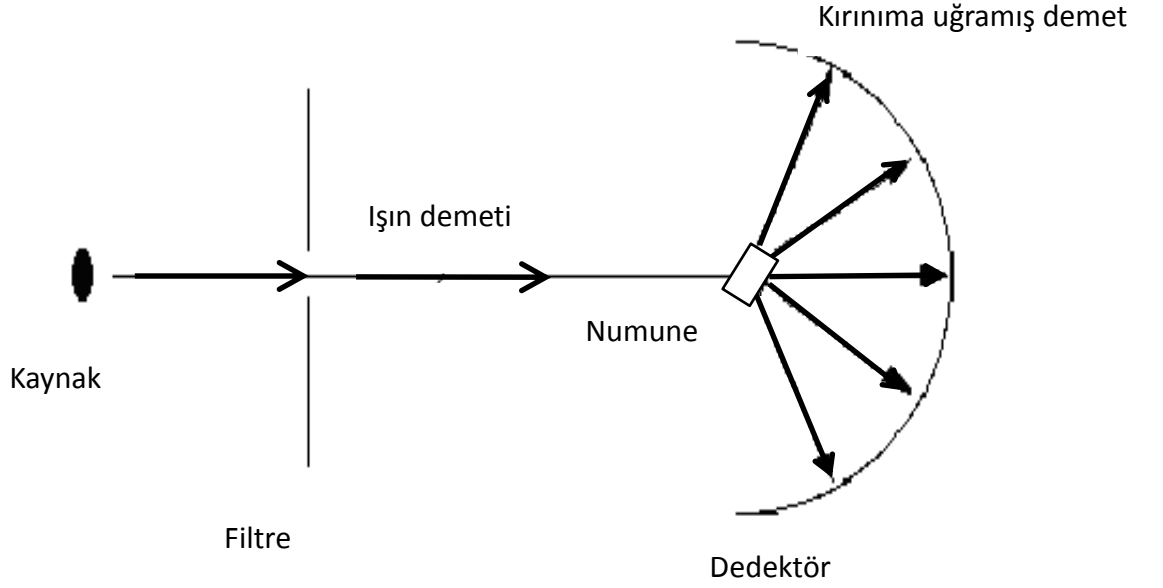
5.1 Toz metodu

X-ışınları toz metodu, 1916'da Almanya'da Debye ve Scherrer ile bunlardan bağımsız olarak 1917'de Amerika'da Hull tarafından geliştirilmiştir. En çok kullanılan kırınım metodudur. Bu metot, monokromatik X-ışınlarının toz numunelerden kırınımıdır. Burada monokromatik X-ışını, genellikle hedef maddenin K uyarma potansiyelinin üzerinde çalışan bir X-ışını tüpünün verdiği genel radyasyonun kuvvetli bir K karakteristik bileşenidir. Toz ise uygun bir bağlayıcı ile bir arada tutulan gerçek bir fiziksel toz numunedir (Cullity, 1966).

Bir kristal maddenin, X-ışını kırınım deseni kullanılarak Bragg açısı ve düzlemler arası mesafeleri elde edilebilir. Bulunan Bragg açıları ve düzlemler arası uzaklık, Miller indisleriyle ve birim hücre parametreleriyle doğrudan ilgilidir. Fakat hiçbir analitik işlemle Bragg açılarından hücre parametreleri bulunamaz. Yine de bu problem yarı sistematik bir yaklaşımla çözülebilir (Carpenter, 1969).

X-ışınları toz metodu, maddelerin yapısını araştırmak için kullanılan bir yöntemdir (Şekil 5.1). Diğer yöntemlere göre bazı üstünlükleri vardır. Bunlardan en önemlisi bir cismi, kendisini oluşturan kimyasal bileşenleri cinsinden değil, numune içinde gerçekte bulunduğu şekilde açıklamasıdır. Ayrıca daha çabuk olması, çok küçük bir numuneye ihtiyaç göstermesi ve numuneye zarar vermemesi diğer üstünlükleridir (Aydın, 1995).

Toz kırınım metodunda incelenecek kristal çok ince toz haline getirilir ve bu toz kristaller difraktometrenin holder adı verilen numune kabına yerleştirilir. Uygun şekilde numunenin yüzeyi bir cam parçasıyla tesviye edilir ve monokromatik X-ışınları demeti içine konur. Tozun her zerresi gelen demete göre farklı şekilde yönlenmiş küçük bir kristaldir. Zerrelerden bazıları doğru olarak yönlenmiş olup mesela (100) düzlemleri gelen demeti yansıtabilirler. Diğer zerreler (110) yansımaları için doğru olarak yönlenmiş bulunacaktır ve sonuçta her örgü düzlemi takımı X-ışınlarını yansıtma imkanına sahip olacaktır. Tozun hepsi birden, gerçekte bir eksen etrafında değil fakat tüm mümkün eksenler etrafında döndürülen bir tek kristale denktir (Gezici, 1992).



Şekil 5.1 Toz metodu

X-ışını toz fotoğrafında tüm kırınım deseni eş zamanlı olarak bir fotoğraf filmi üzerine kaydedilir. X-ışını toz difraktometresinde ise, kırınım deseni foton sayıcının çıkışının Bragg açısına göre grafiğini çizen bir sayıcı aygıt tarafından taranır. Optimum çalışma şartları altında, difraktometrede elde edilebilir ayırma gücü fotoğraftakinden çok daha iyidir ve Bragg açıları çok daha yüksek bir doğrulukla ölçülebilir. Difraktometre daha çok yüksek ayırma gücü veya yüksek derecede doğru Bragg açıları gerektiren durumlarda kullanılır. Toz kırınım deseni alınacak madde ince toz halinde öğütülerek difraktometre için hazırlanır. Çok doğru ölçümler için dedektör ve numune alternatif olarak 0.01° kadar küçük basamaklarda hareket ettirilebilir ve kırınımına uğramış X-ışınları sürekli tarama şartlarında mümkün olabileceğinden daha uzun bir süre için her bir basamakta sayılabilir. Sonuçta elde edilen sayımlar yüksek derecede doğru pik profilleri vermesi için 2θ 'ya göre grafiği çizilir. Gelen demet tarafından radyasyona maruz kalan numunenin alanı, Bragg açısı ile değiştiğinden; kullanılmış en küçük Bragg açılarında gelen demetin tamamını yakalamak için, numunenin yüzeyinin homojen ve alan olarak yeterince büyük olması önemlidir. Eğer bu ikinci şart sağlanmazsa farklı Bragg açılarındaki pik yükseklikleri mukayese edilebilir olmayacaktır. Doğru örgü sabitlerinin tayini

genellikle kristallografik incelemeler için başlangıç noktasıdır. Örgü sabitleri diğer metotların üzerine dayandırıldığı temeli teşkil eder. Toz difraktometresi 2θ cinsinden 0.002° lik bir doğrulukla pik konumlarını rutin olarak ayırabildiğinden, birim hücre için 10^{-3} ila 10^{-4} Å° luk bir ayırma gücü olan bir mikroskop gibidir. Doğru olarak tayin edildiğinde, örgü sabitleri yalnız sorunsuz faz tayinine izin vermez, aynı zamanda katı çözeltilerdeki kimyasal değişimlere genellikle son derece duyarlıdır. Bu itibarla tek fazlı bileşiklerin kalite kontrolü için genellikle bir temel olarak kullanılır.

Maddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kristal yapısı arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu yüzden maddelerin özelliklerinin tam olarak anlaşılabilmesi ve anizotropik maddelerin doğrultuya bağlı olarak farklı fiziksel özellik göstermesi, ancak kristal yapısının bilinmesi ile açıklanabilir. X-ışınları kırınımı ise, kristal yapı tayininde, pratik olması bakımından yaygın olarak kullanılan bir metottur.

5.2 X-Işınları Toz Kırınımı İle Kimyasal Analiz

Toz kırınım ile analiz metodunun esası, her kristal maddenin kendine has kırınım pikine sahip olmasıdır. Madde ister saf halde olsun, ister cisimler karışımının bir bileşeni olsun daima kendisine has karakteristik pikini her zaman oluşturur.

Özel bir cisim için özdeşliğine bakılarak numune içinde ne olduğu kalitatif (nitel) analiz ile ve ne kadar olduğu kantitatif (nicel) analiz de mümkündür. Çünkü bir karışımın bir bileşeninin meydana getirdiği kırınım çizgilerinin bu bileşenin numune içindeki oranına sahiptir.

Kırınım analizinin önemli bir üstünlüğünde bir cismin varlığını onun kimyasal elemanlarından ibaret bileşenleri cinsinden değil, bu cisim numune içinde hakikatte bulunduğu şekilde açıklamasıdır. Kırınım analizinin bir diğer uygulaması aynı cismin farklı allotropik değişkenlerini birbirinden ayırmaktır. Bu sebeplerle kırınım analiz elemanların kimyasal bileşiklerinin halini veya bu elemanların hangi fazda olduğunu göstermekte kullanılır. Mesela; bir numune A_xB_y bileşimini ihtiva ediyorsa X-ışınları kırınım metodu A_xB_y 'yi olduğu gibi açıklar. Ama diğer kimyasal analizler A maddesinin ve B maddesinin mevcudiyetini tespit eder. Silisyum'un yedi farklı

fazı vardır; diğer kimyasal analizlerde silisyum olarak bulunur. Ancak X-ışınları kırınım yöntemi yedi farklı silisyumu ortaya çıkarır.

5.3 Toz Difraktometresi

Aşağıda Maden Tetkik Araştırma merkezinde bulunan ve toz kırınım çekimlerinin gerçekleştirildiği RİGAKU DMAX III C XRD model difraktometreye ait sistem özelliklerini anlatan görüntü (Şekil 5.2) ve bilgiler yer almaktadır.



Şekil 5.2 Numunelerin kırınım deseninin alındığı Rigaku DMAX III model difraktometre

Bu bilgiler maddeler halinde yazılacak olursa;

1. Yüksek gerilim jeneratörü 40 kV ve 30 mA aralığında tam otomatik ve bilgisayar kontrollü olarak çalışma kapasitesine sahiptir.
2. Yüksek gerilim ve X-ışınları tüpü su soğutmalı olup, sıcaklık yükselmelerine ve su basıncı düşmelerine karşı otomatik korumalıdır.
3. Sistem X-ışını kaçaklarına karşı korumalı olan, özel kabin içerisindedir.
4. Sistem kesintisiz ve regüleli otomatik kesintisiz güç kaynağı ile beslenmekte olup, elektrik kesilmesi durumunda cihazın en az 2 saat süreyle çalışmasını sağlamaktadır.
5. Cihaz X-ışını üretimi için dalga boyu $\lambda(\text{CuK}\alpha)=1,54182\text{\AA}$ olan bakır tüpü kullanılmaktadır.

6. Sistem de monokromatize X-ışını elde etmek amacıyla Ni filtre kullanılmaktadır.
7. Numunelerin özelliğine veya isteğe bağlı olarak farklı genişliğe sahip slitler kullanılabilir.
8. X-ışınlarının numune üzerine odaklanması Bragg-Brentanogeometrisini esas almaktadır.
9. Numuneden kırınımına uğrayan $0.08^\circ/12^\circ/\text{sn}$. motor hızı şartında Normal-Focus bakır tüpünden çıkan X-ışınları $2\theta = 2^\circ$ ile 40° arası sintilasyon dedektörü ile toplanmakta ve sisteme bağlı bulunan bilgisayar ünitesi yardımıyla grafikler elde edilmektedir.

5.4 Hanawalt Metodu

Bir cismin toz örneği, o cismin bir karakteristiğidir. Elimizde birçok maddenin kırınım örneği olsa, bilinmeyen kırınım örneği ile bunları karşılaştırıp uygunluğuna bakarak bu örnek bulunabilir. Bu işlem çok uzundur. Bunu çabuk halletmek için örnekler tasnif edilir. Bu sistem 1936 yılında Hanawalt Rinn ve Frevel tarafından 1000 farklı bileşiğin kırınım verileri elde edilip düzenlendi, daha sonra ASTM Amerikan Maddeleri Test Etme (American Society for Testing Materials) tarafından 40.000'den fazla bir koleksiyon X-ışınları kırınım yöntemi ile madde analizi için daha kapsamlı hale getirilmiştir.

Bu güne kadar yapılan incelemeler sonucu, üç düzlem uzaklığı da aynı olan iki kristal gözlenmemiştir Bir toz örneği 2θ çizgi pozisyonu ve çizgi şiddetleri ile karakterize edilir (Wilson, 1985). Çizgilerin açısız pozisyonları kullanılan dalga boyuna bağlıdır. Düzlemlerin d mesafesi her bir çizgiye etki eder. Hanawalt örneklerden her birini örneğin kırınım çizgilerinin d ve I değerlerini sıralayarak tarif etti. Bilinen örnekleri de örnekteki en kuvvetli çizginin d mesafesinin azalan değerine göre tanzim etmeye karar verdi (Cullity, 1966; West, 2002).

ASTM kartlarından maddenin tayin edilmesi zaman alıcı olduğu için indeks kitapları kullanılır Hanawalt metodunda indeks olarak alfabetik ve sayısal indeks kullanılmaktadır. Günümüzde ise bilgisayar ortamında JCPDS data dosyaları

kullanılmaktadır. Hanawalt metoduna göre bileşik analizi, aşağıda verilen maddeler takip edilerek yapılır.

5.4.1 Tek Fazın Tayini

1. En kuvvetli, ikinci derecede kuvvetli ve üçüncü derecede kuvvetli piklerin sırasıyla d_1 , d_2 , d_3 değerleri bulunur.
2. Sayısal indekse bakılarak d_1 değerlerinin içinde bulunduğu grup belirlenir.
3. Belirlenen gruptan d_2 değerine en yakın değer ikinci sütundan seçilir.
4. Belirlenen gruptan d_3 değerine en yakın değer üçüncü sütundan seçilir.
5. d_1 , d_2 , d_3 değerlerine en yakın değerler indekste bulunduktan sonra, bu d'lere ait bağıl şiddetlerin indeks 'tekiler ile uygunluğu araştırılır.
6. En şiddetli üç pik için en yakın d_1 , d_2 , d_3 değerleri indekste bulunduktan sonra, ASTM kart numarasına bakılarak, karttaki tüm değerler ile spektrumdan hesaplanan tüm değerler karşılaştırılır.
7. En iyi uygunluk sağlandığında, o kart numarasına sahip maddenin numunede mevcut olduğuna karar verilir ve inceleme sonuçlanır.

5.4.2 Birden Çok Fazın Tayini

Eğer örnek birden çok fazın karışımından oluşmuş ise, işlem daha uzun ve uğraştırıcıdır. Bu durumda da yine tek fazlı numune incelemesinde olduğu gibi, en şiddetli üç yansıma karşılık gelen d_1 , d_2 , d_3 değerleri alınıp, Hanawalt indeksine gidilir. Ancak bu kez d değerlerinin üçüne birden sahip bir madde bulunmayabilir. Bu durumda d_1 , d_2 'nin aynı fazda d_3 'un ise başka bir faza ait olduğu düşünülür. d_3 'den sonraki ilk en şiddetli yansımanın d değeri d_3 olarak kabul edilir. Uygunluk sağlanıncaya kadar, değiştirme işlemi (d_1, d_3 'un aynı fazda d_2 'nin başka bir faza ait olduğu düşünülür) yapılır. Uygunluk sağlandığında, yani ilk faza ait üç en şiddetli yansıma karşılık gelen d_1 , d_2 , d_3 değerleri alınıp, nümerik indekste bulunduğu yine bu faza ait ASTM kartına gidilir. Karttaki veriler tüm d değerleri ile

karşılaştırılır, uyuşma sağlanması halinde, desenden bu maddeye ait şiddetli ilk üç yansımanın d_1 , d_2, d_3 değerleri ikinci faza ait olduğu düşünülür. Aynı işlemler yapılarak ikinci faza ait tüm d değerleri de ayıklanır. Gözlenen desende yine bazı yansımalar açıkta kalmış ise, aynı işlemler bütün yansımaların ait olduğu maddeler bulununcaya kadar devam ettirilir. Böylece incelenen numunedeki bütün fazlar saptanmış olur (Wilson, 1985; Lindgren, 1968; Litte, 1966). Eğer hala açıkta pik var ise, bu piklerin, numune tutucudan ve diğer safsızlıktan kaynaklandığı düşünülür.

5.5 Toz Kırınımı İle Numunenin İncelenmesi

Bu çalışmada, Kastamonu Devlet Hastanesi Üroloji bölümünden alınan 6 hastaya ait böbrek taşları ve Kastamonu Özel Anadolu Hastanesi Üroloji bölümünden alınan 3 hastaya ait safra kesesi taşları teker teker agat havanda (Şekil 5.3 a) toz haline getirildi. Kullanılan havanın agat olmasının sebebi agat taşının sertlik derecesinin çok fazla olmasıdır. Elmasın sertlik derecesi 10, Zümrüt'ün sertlik derecesi 7.5 Agat'ın sertlik derecesi 7.0'dır. Maliyeti de diğerlerine göre ucuz olunca çoğunlukla tozlaştırma işlemleri için kullanılır.



Şekil 5.3 a) Agat havanı

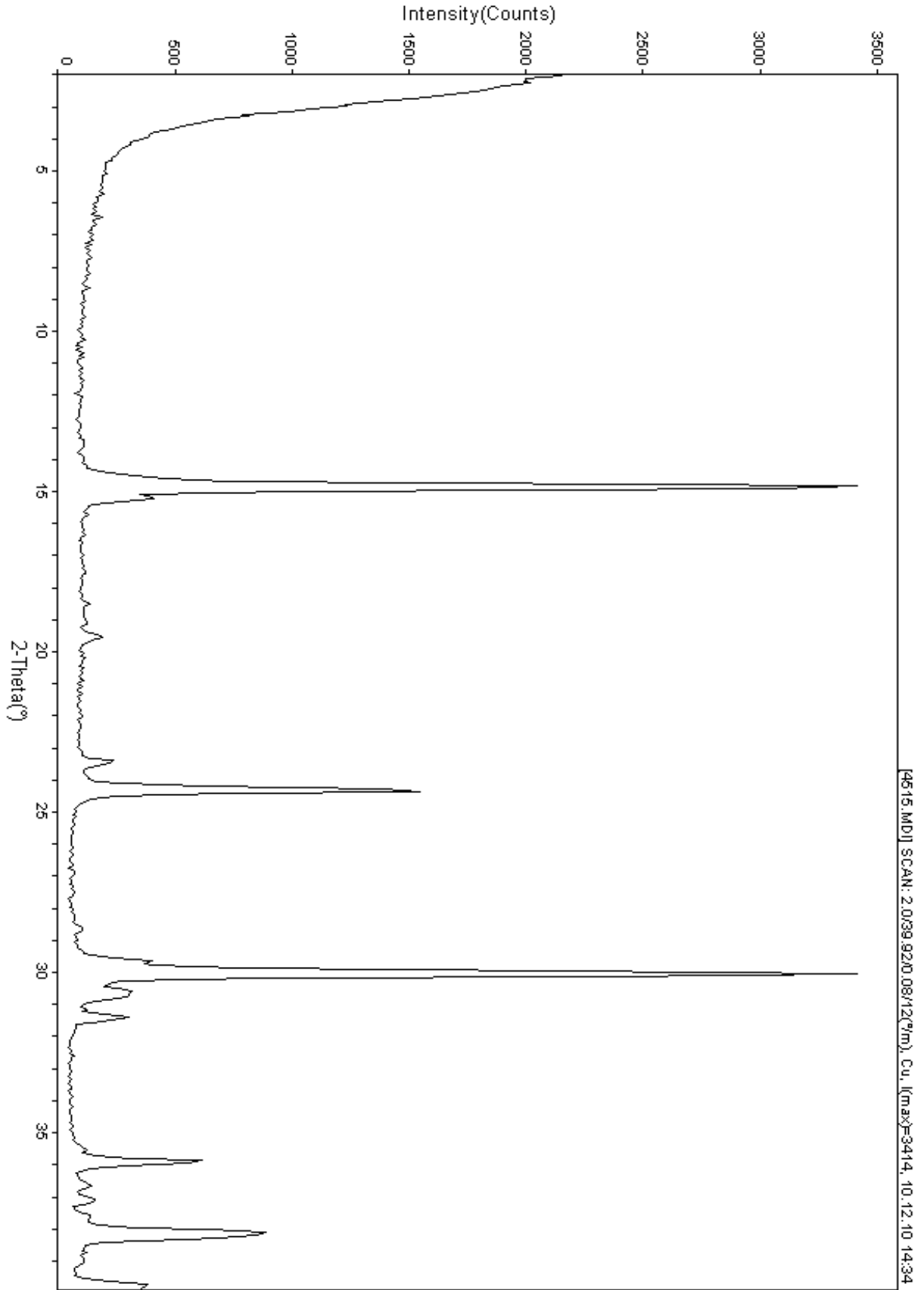
b) Numune tutucu

Toz haline getirilen numune Şekil 5.3 b de görünen numune tutucu üzerine koyularak bir spatula ile düzleştirip sıkıştırıldı. Bu şekliyle numune difraktometreye yerleştirildi ve çekimler sonucu grafikler elde edildi.

Bütün bu işlemlerden sonra elde edilen desenler her bir pik için; θ , şiddet (I) ve d düzlemler arası uzaklık hesaplandı. d düzlemler arası uzaklık, λ dalgaboyu, θ açı

değerleri bilindiği için, $(d = \frac{\lambda}{2\sin\theta})$ formülünden hesaplandı. Hesaplanan bu d değerleri büyükten küçüğe doğru sıralandı. Şiddetlerden en kuvvetlisine 100 denilerek, $I/I_0 \times 100$ formülünden bağıl şiddetler hesap edilerek tablo halinde yazıldı. Bu tablodaki değerlerden yararlanarak ve yukarıda bahsedilen faz tayini adım adım takip edilerek, taşa ait bilinmeyen madde tayin edilmiş oldu.

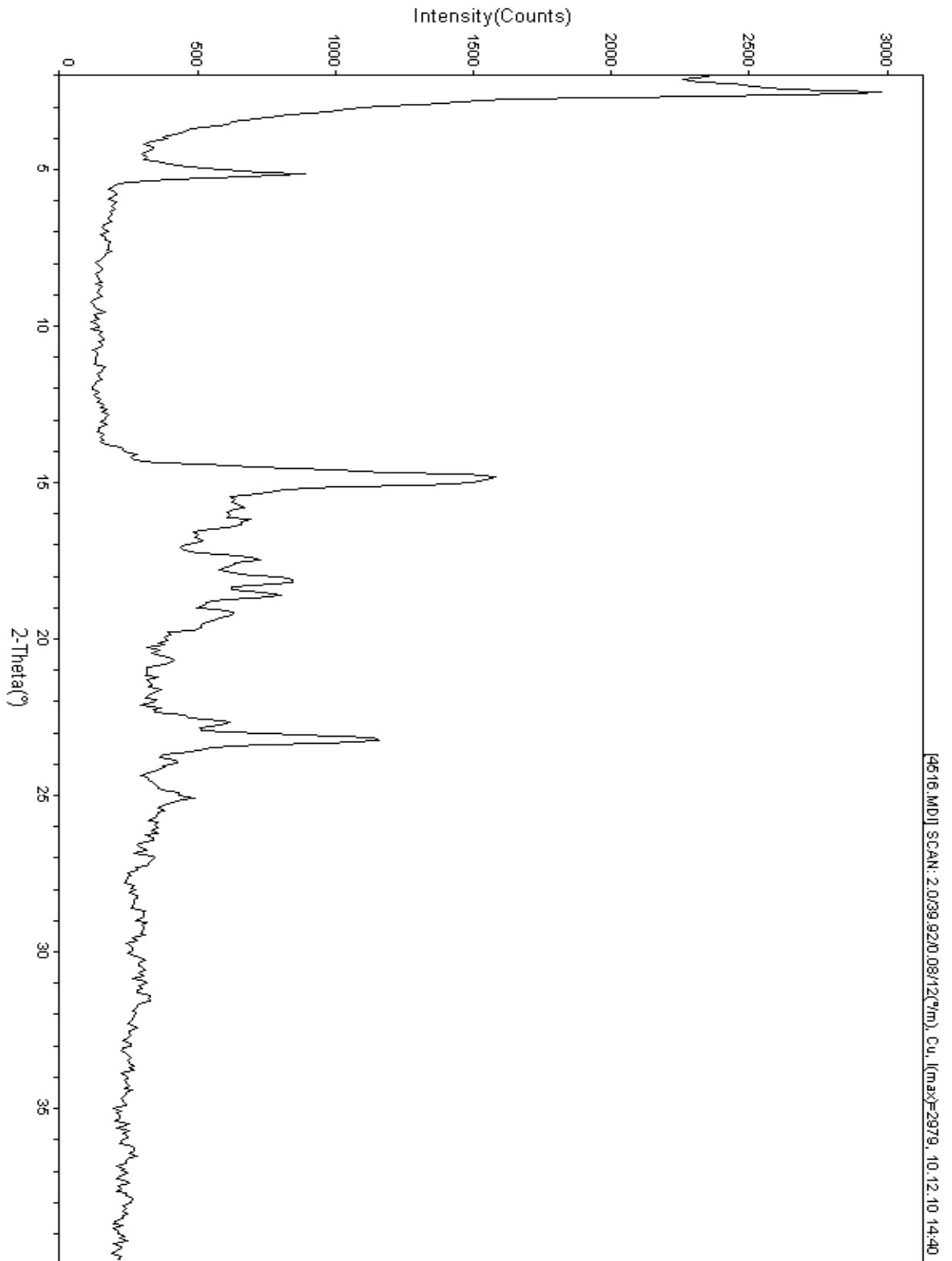
Elde edilen 9 grafik (Şekil 5.4 - 5.12) bu şekilde incelendikten sonra, her bir hasta içi θ , I, d ve madde numaralarını gösteren tablolar hazırlandı ve bu tablolar, Tablo 5.1-5.9 arasında gösterilmiştir. İncelemeler sonucu bulunan, her bir maddeye ait ASTM kartları ise ek'te verilmiştir.



Şekil 5.4 4515'nolu hastanın böbrek taşı kırınım deseni

Tablo 5.1 4515' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

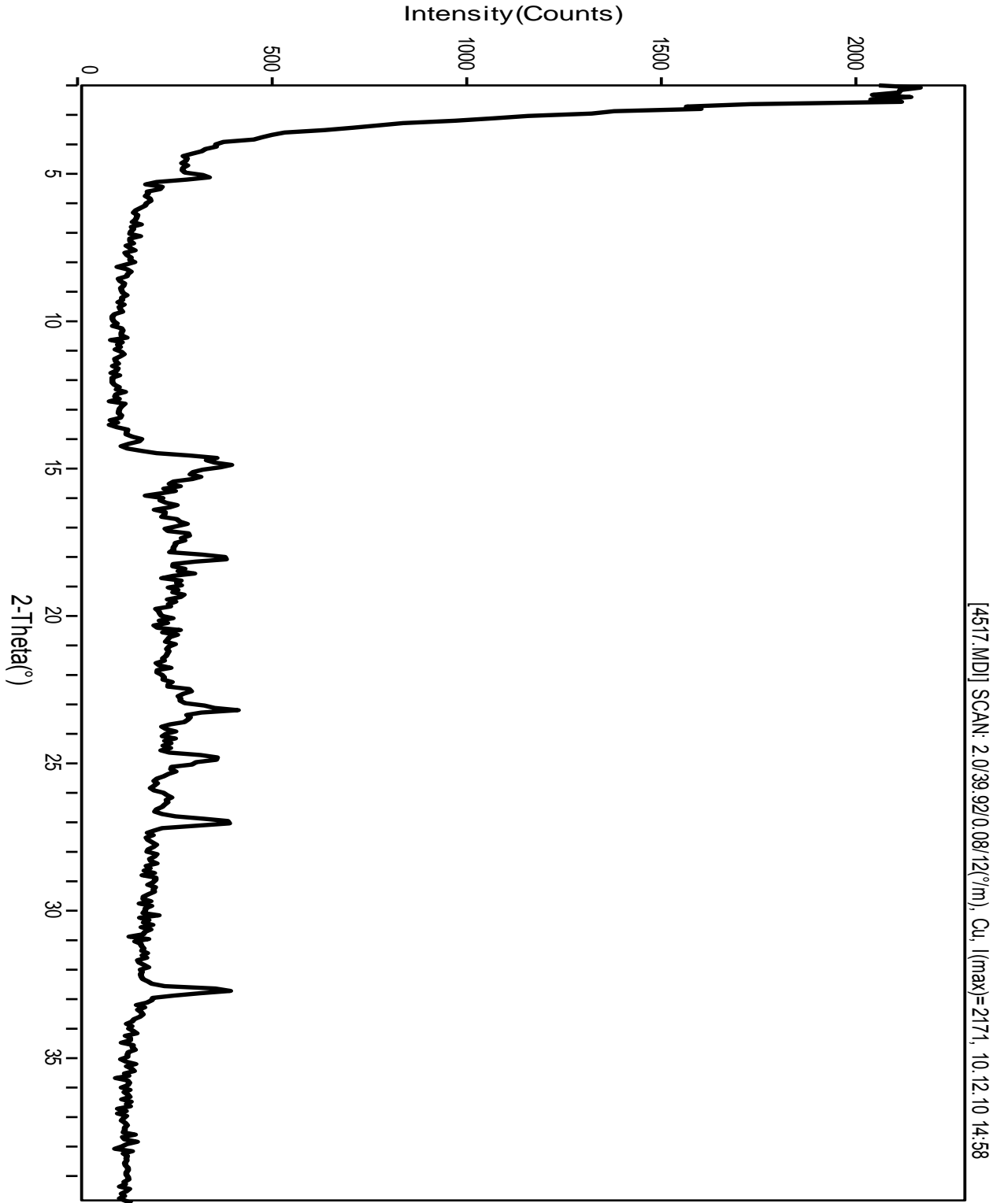
Hastanın Adı		Seyfullah KAYNAR					
Numunenin cinsi		Böbrek Taşı					
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Devlet Hastanesi					
ASTM No						20-0231	
Tespit edilen maddeler						Calcium Oxalate Hydrate CaC ₂ O ₄ .H ₂ O	
Numunedeki toz kırınım desen verileri							
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	14,92	7,460	3419,46	5,933	100	5,93	100
2	15,29	7,645	131,88	5,790	4	5,79	30
3	18,52	9,260	138,16	4,787	4	4,77	2
4	19,15	9,575	119,32	4,631	3	4,64	1
5	19,65	9,825	191,54	4,514	6	4,52	4
6	23,57	11,785	238,64	3,771	7	3,78	6
7	24,35	12,175	1551,16	3,652	45	3,65	70
8	26,18	13,090	65,94	3,401	2	3,41	2
9	28,73	14,365	106,76	3,105	3	3,11	2
10	30,09	15,045	3419,46	2,967	99	2,96	45
11	30,65	15,325	320,28	2,914	9	2,91	10
12	31,43	15,715	304,58	2,844	9	2,84	10
13	35,25	17,625	65,94	2,544	2	2,52	4
14	35,91	17,955	618,58	2,499	18	2,49	18
15	36,75	18,375	144,44	2,444	4	2,44	4
16	37,12	18,560	160,14	2,420	5	2,41	6
17	38,20	19,100	891,76	2,354	26	2,35	30



Şekil 5.5 4516' nolu hastanın safra kesesi taşı kırınım deseni

Tablo 5.2 4516' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

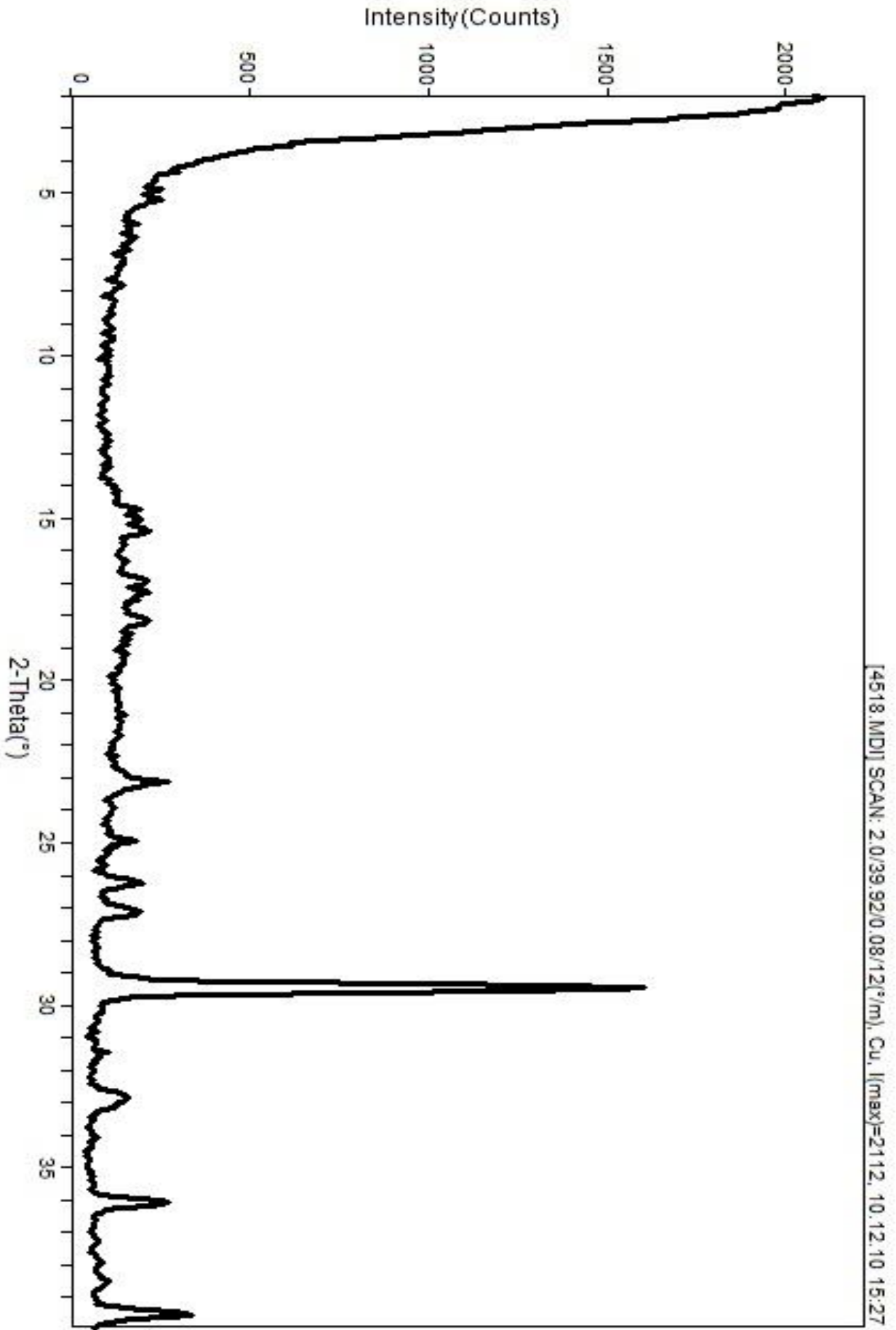
Hastanın adı		Ayşe YALÇINKAYA							
Numunenin cinsi		Safra kesesi taşı							
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Özel Anadolu Hastanesi							
ASTM No						07-0738		20-0916	
Tespit edilen maddeler						Ergosterol (C ₂₈ H ₄₄ O)		Potasyum Nikel Nitrite (K ₄ Ni(NO ₂) ₆)	
Numunedeki toz kırınım desen verileri									
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	2,55	1,275	2980,99	34,618	100	34,6	75		
2	5,10	2,550	892,76	17,313	30	17,3	45		
3	7,65	3,825	284,96	11,547	10	11,5	2		
4	14,89	7,445	1583,72	5,945	53	5,91	100	5,94	90
5	15,86	7,930	674,04	5,583	23	5,73	18		
6	16,31	8,155	695,96	5,430	23	5,41	40	5,42	80
7	16,93	8,465	523,34	5,233	18	5,16	2		
8	17,48	8,740	731,58	5,069	25	5,08	2		
9	18,16	9,080	846,66	4,881	28	4,9	4		
10	18,43	9,215	805,56	4,810	27	4,83	12	4,71	10
11	19,32	9,660	632,94	4,590	21	4,66	35		
12	20,02	10,010	416,48	4,431	14	4,45	40		
13	20,80	10,400	394,56	4,267	13	4,27	2	4,31	30
14	21,27	10,635	358,94	4,174	12	4,2	4		
15	21,57	10,785	369,9	4,116	12	4,09	2		
16	21,94	10,970	353,46	4,048	12	4,03	2		
17	22,21	11,105	493,2	3,999	17	3,96	6		
18	22,75	11,375	621	3,905	21	3,92	2		
19	23,27	11,635	1161,76	3,819	39	3,82	4	3,84	80
20	24,03	12,015	430,18	3,700	14	3,7	2		
21	25,11	12,555	493,2	3,544	17	3,59	2	3,56	80
22	25,37	12,685	383,6	3,508	13	3,5	2	3,51	80
23	26,17	13,085	358,94	3,402	12	3,39	2		
24	27,08	13,540	347,98	3,290	12	3,33	2	3,3	60
25	29,15	14,575	317,84	3,061	11			3,02	60
26	30,23	15,115	312,36	2,954	10			2,99	60
27	31,55	15,775	331,54	2,833	11			2,85	60
28	32,4	16,200	284,96	2,761	10			2,72	100
29	34,33	17,165	265,78	2,610	9			2,69	30
30	36,53	18,265	284,96	2,458	10			2,41	10



Şekil 5.6 4517' nolu hastanın safra kesesi taşı kırınım desen

Tablo 5.3 4517' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

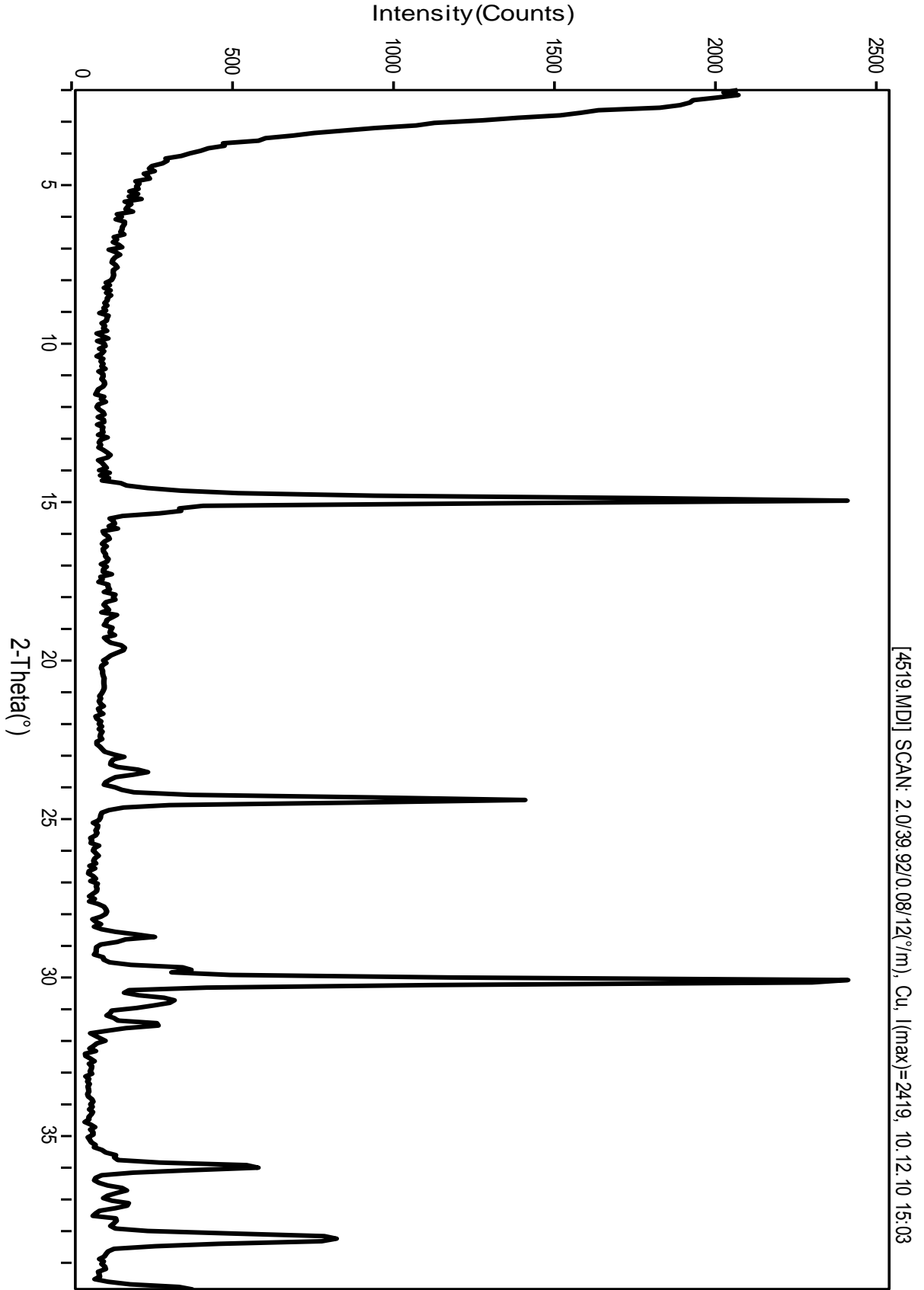
Hastanın adı			Sümbüle UZUN						
Numunenin cinsi			Safra kesesi taşı						
Numunenin alındığı yer			Kastamonu Özel Anadolu Hastanesi						
ASTM No						07-0738		20-0916	
Tespit edilen maddeler						Ergosterol (C ₂₈ H ₄₄ O)		Potasyum Nikel Nitrite (K ₄ Ni(NO ₂) ₆)	
Numunedeki toz kırınım desen verileri									
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	2,55	1,275	2980,99	34,618	100	34,6	75		
2	5,10	2,550	892,76	17,313	30	17,3	45		
3	7,65	3,825	284,96	11,547	10	11,5	2		
4	14,88	7,440	402,96	5,949	14	5,91	100	5,94	90
5	15,26	7,630	321,2	5,801	11	5,73	18		
6	16,25	8,125	254,04	5,450	9	5,41	40	5,42	80
7	17,24	8,620	292	5,139	10	5,16	2		
8	18,03	9,015	385,44	4,916	13	4,9	4		
9	18,72	9,360	303,68	4,736	10	4,77	6	4,71	10
10	18,92	9,460	271,56	4,687	9	4,66	35		
11	20,07	10,035	248,2	4,421	8	4,2	4		
12	20,55	10,275	265,72	4,318	9	4,36	2	4,31	30
13	20,97	10,485	254,04	4,233	9	4,2	4		
14	21,7	10,850	242,36	4,092	8	4,09	2		
15	22,57	11,285	297,84	3,936	10	3,92	2		
16	23,18	11,590	414,64	3,834	14	3,82	4	3,84	80
17	24,13	12,065	254,04	3,685	9	3,67	4		
18	24,84	12,420	365	3,581	12	3,59	2		
19	26,16	13,080	242,36	3,404	8	3,39	2		
20	27,00	13,500	397,12	3,300	13	3,33	2	3,3	60
21	27,83	13,915	204,4	3,203	7	3,22	2		
22	29,18	14,590	204,4	3,058	7			3,02	60
23	30,02	15,010	210,24	2,974	7			2,99	60
24	30,96	15,480	186,88	2,886	6			2,85	60
25	32,72	16,360	397,12	2,735	13			2,72	100
26	34,07	17,035	154,76	2,629	5			2,69	30
27	34,73	17,365	148,92	2,581	5			2,54	10
28	37,91	18,955	154,76	2,371	5			2,34	30



Şekil 5.7 4518'nolu hastanın safra kesesi taşı kırınım deseni

Tablo 5.4 4518' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

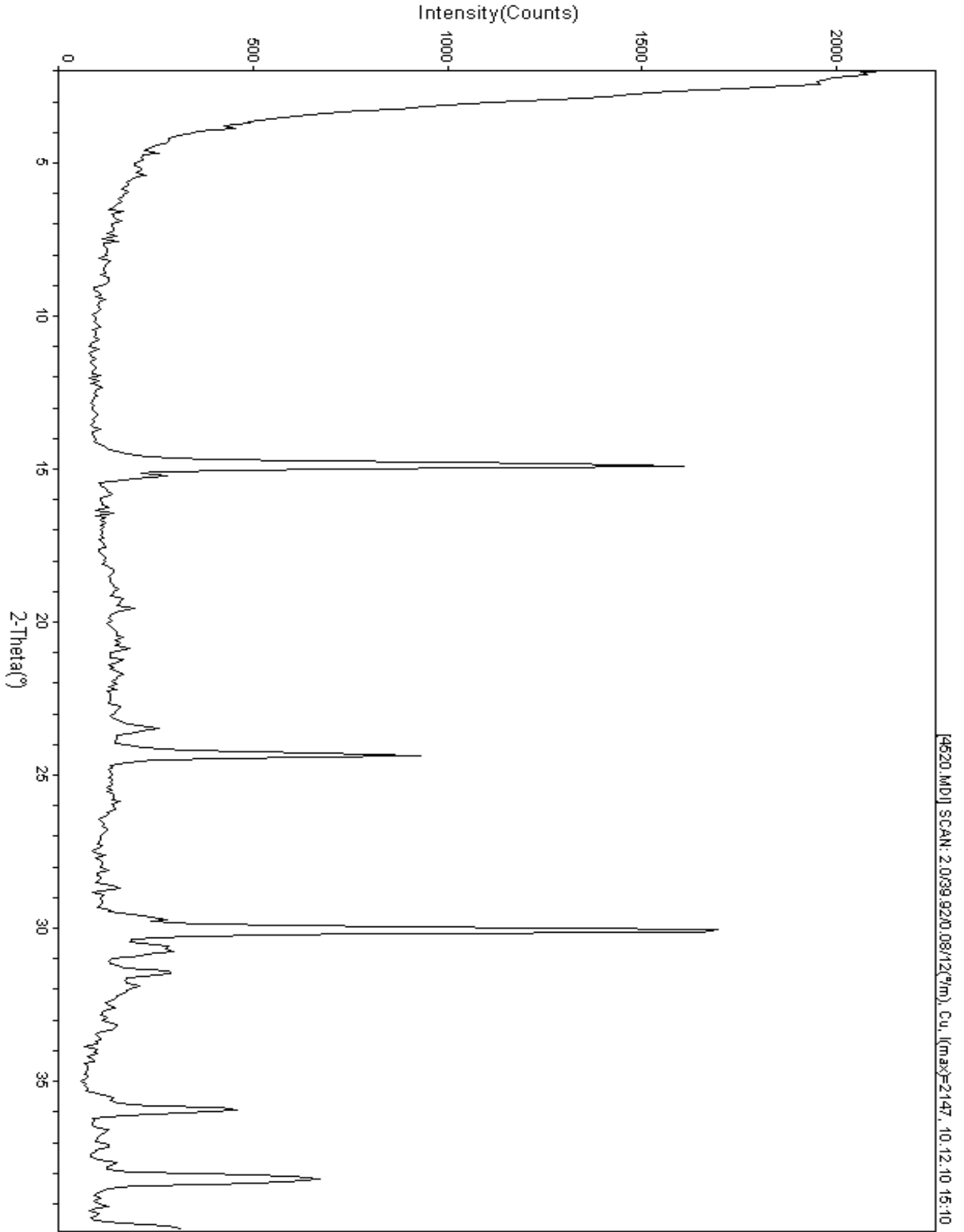
Hastanın adı		Cafer DEMİRKIRAN									
Numunenin cinsi		Safra kesesi taşı									
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Özel Anadolu Hastanesi									
ASTM No					20-0916		07-0738		41-1475		
Tespit edilen maddeler					Potasyum Nikel Nitrite (K ₄ Ni(NO ₂) ₆)		Ergosterol (C ₂₈ H ₄₄ O)		Calcium Carbonate (CaCO ₃)		
Numunedeki toz kırınım desen verileri											
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	14,98	7,490	196	5,909	12	5,94	90	5,91	100		
2	15,39	7,695	221,2	5,753	14			5,73	18		
3	16,27	8,135	159,6	5,443	10	5,42	80	5,41	40		
4	17,23	8,615	221,2	5,142	14			5,16	2		
5	18,15	9,075	221,2	4,884	14			4,9	4		
6	18,65	9,325	173,6	4,754	11	4,71	10	4,77	6		
7	19,21	9,605	159,6	4,616	10			4,66	35		
8	20,01	10,005	126	4,434	8			4,45	40		
9	21,03	10,515	154	4,221	10	4,31	30	4,2	4	4,21	3
10	21,85	10,925	142,8	4,064	9			4,09	2		
11	22,35	11,175	131,6	3,974	8			3,96	6	3,98	1
12	23,13	11,565	274,4	3,842	17	3,84	80	3,82	4		
13	23,97	11,985	126	3,709	8			3,75	2		
14	24,94	12,470	184,8	3,567	12	3,56	80	3,59	2		
15	26,22	13,110	201,6	3,396	13	3,51	80	3,39	2	3,39	100
16	27,13	13,565	196	3,284	12	3,3	60	3,22	2	3,27	50
17	29,46	14,730	1596	3,029	100	3,02	60				
18	31,49	15,745	106,4	2,839	7	2,85	60				
19	32,81	16,405	159,6	2,727	10	2,72	100			2,73	9
20	34,05	17,025	78,4	2,631	5	2,69	30			2,7	60
21	36,08	18,040	274,4	2,487	17	2,54	10			2,48	40
22	37,27	18,635	78,4	2,411	5	2,41	10			2,41	14
23	38,48	19,240	106,4	2,338	7	2,34	30			2,34	25
24	39,52	19,760	338,8	2,278	21	2,17	10			2,33	25



Şekil 5.8 4519'nolu hastanın böbrek taşı kırınım deseni

Tablo 5.5 4519' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

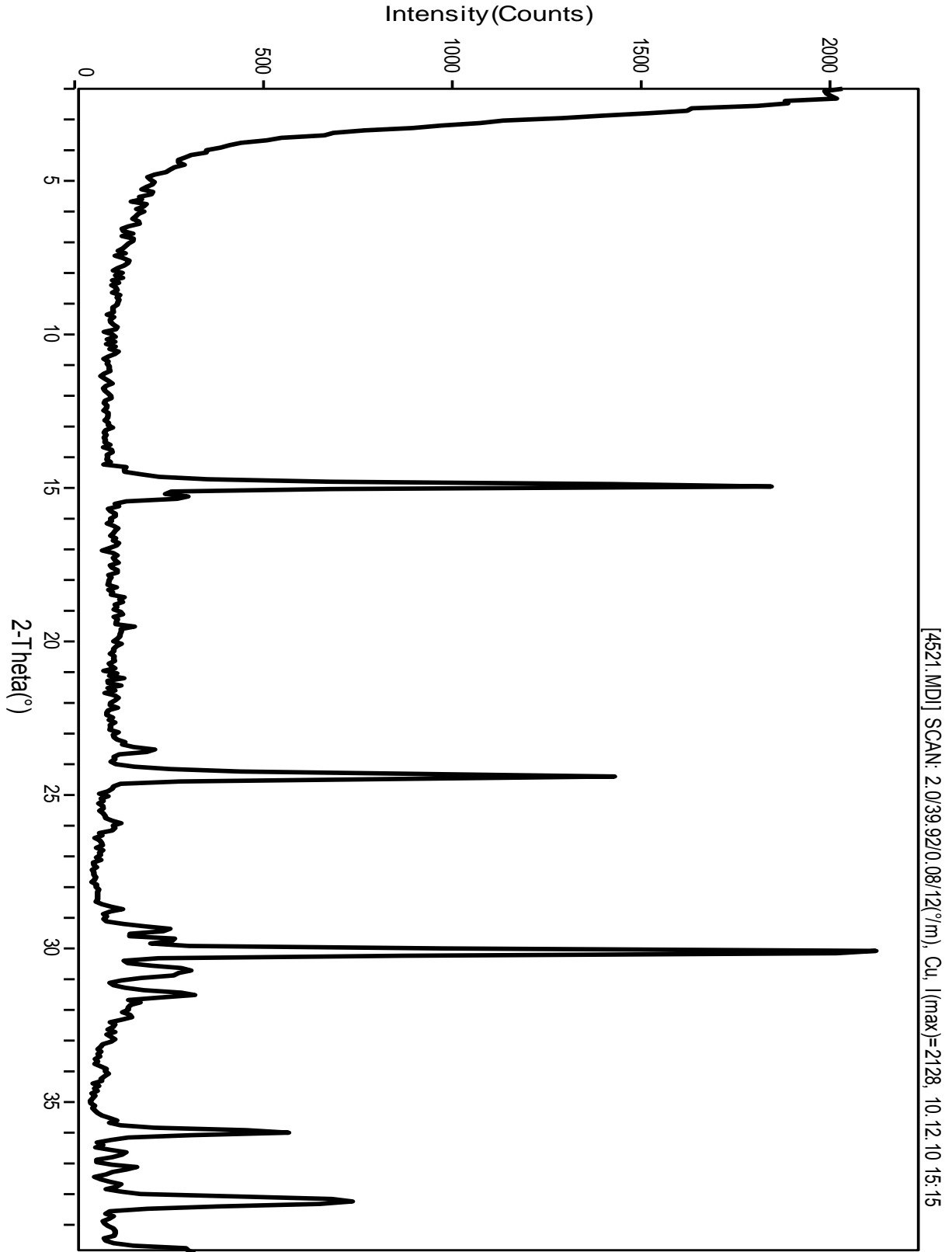
Hastanın adı		Mustafa KABAKÇI					
Numunenin cinsi		Böbrek Taşı					
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Devlet Hastanesi					
ASTM No					20-0231		
Tespit edilen maddeler					Calcium Oxalate Hydrate (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)		
Numunedeki toz kırınım desen verileri							
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I0*100	d(A)	I/I0*100
1	14,92	7,460	2424,01	5,933	99	5,93	100
2	15,31	7,655	122,65	5,783	19	5,79	30
3	18,61	9,305	140,49	4,764	6	4,77	2
4	19,11	9,555	136,03	4,640	6	4,64	1
5	19,62	9,810	165,02	4,521	7	4,52	4
6	23,50	11,750	236,38	3,783	10	3,78	6
7	24,43	12,215	1416,05	3,641	58	3,645	70
8	26,18	13,090	84,74	3,401	3	3,41	2
9	27,94	13,970	113,73	3,191	5	3,12	2
10	28,77	14,385	258,68	3,101	11	3,11	2
11	30,16	15,080	2428,47	2,961	100	2,96	45
12	30,80	15,400	321,12	2,901	13	2,91	10
13	31,58	15,790	274,29	2,831	11	2,84	10
14	35,2	17,600	75,82	2,547	3	2,52	4
15	36,04	18,020	586,49	2,490	24	2,49	18
16	36,80	18,400	169,48	2,440	7	2,44	4
17	37,27	18,635	178,4	2,411	7	2,41	6
18	38,26	19,130	827,33	2,350	34	2,35	30
19	39,05	19,525	109,27	2,305	4	2,3	2
20	39,85	19,925	376,87	2,260	16	2,26	8



Şekil 5.9 4520'nolu hastanın böbrek taşı kırınım deseni

Tablo 5.6 4520' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

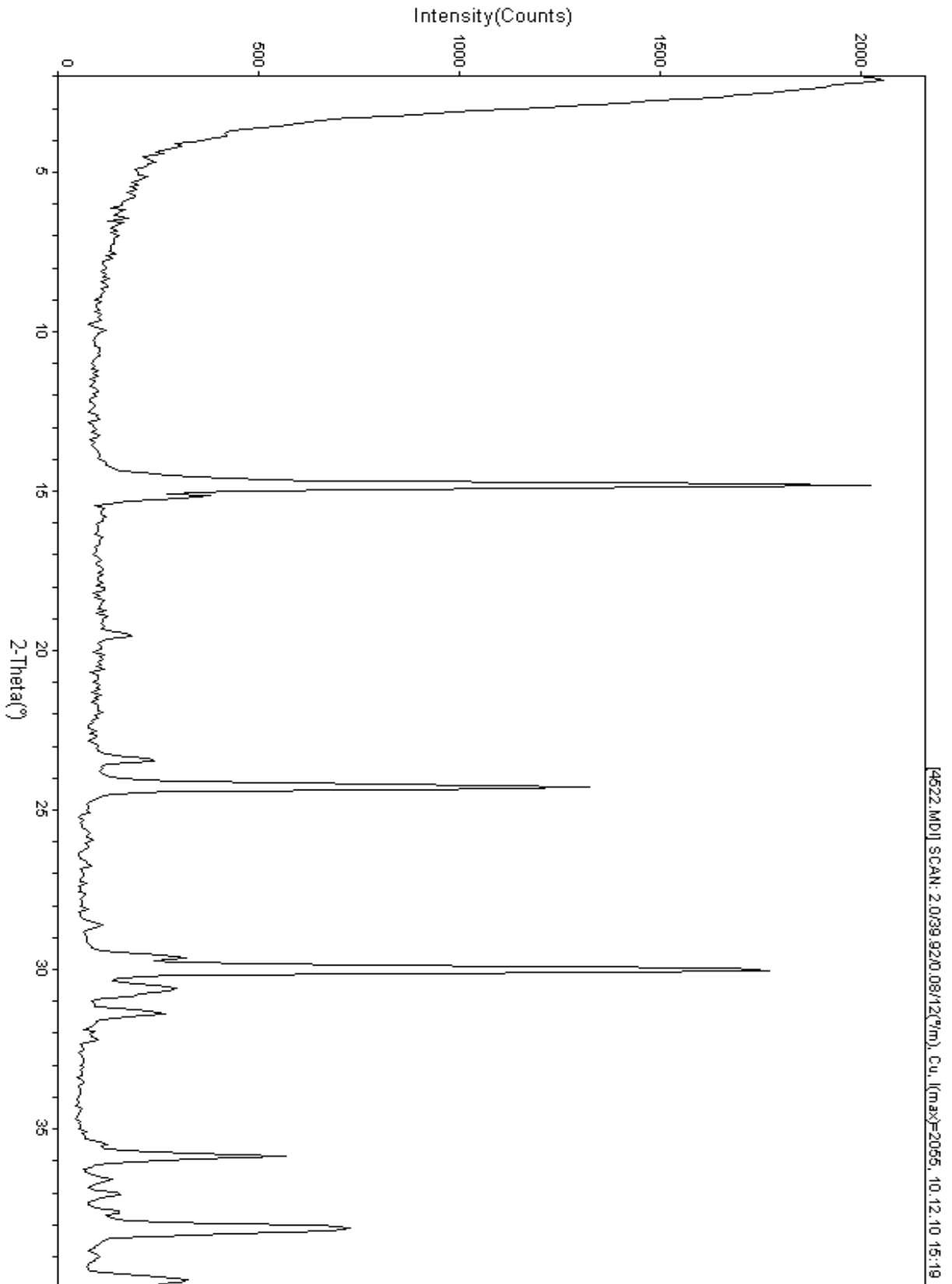
Hastanın adı		Sibel ÖRKEL					
Numunenin cinsi		Böbrek Taşı					
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Devlet Hastanesi					
ASTM No					20-0231		
Tespit edilen maddeler					Calcium Oxalate Hydrate (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)		
Numunedeki toz kırınım desen verileri							
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	14,93	7,465	1599,36	5,929	95	5,93	100
2	15,28	7,640	137,2	5,794	8	5,79	30
3	18,89	9,445	152,88	4,694	9	4,64	1
4	19,56	9,780	194,04	4,535	12	4,52	4
5	23,55	11,775	256,76	3,775	15	3,78	6
6	24,35	12,175	925,12	3,652	55	3,65	70
7	26,18	13,090	156,8	3,401	9	3,41	2
8	27,66	13,830	119,56	3,222	7	3,12	2
9	28,75	14,375	156,8	3,103	9	3,11	2
10	30,12	15,060	1685,6	2,965	100	2,96	45
11	30,76	15,380	294	2,904	17	2,91	10
12	31,51	15,755	286,16	2,837	17	2,84	10
13	34,34	17,170	90,16	2,609	5	2,52	4
14	35,97	17,985	456,68	2,495	27	2,49	18
15	36,65	18,325	129,36	2,450	8	2,44	4
16	37,05	18,525	129,36	2,424	8	2,41	6
17	37,75	18,875	148,96	2,381	9	2,38	4
18	38,15	19,075	668,36	2,357	40	2,35	30
19	39,11	19,555	129,36	2,301	8	2,3	2



Şekil 5.10 4521' nolu hastanın böbrek taşı kırınım deseni

Tablo 5.7 4521' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

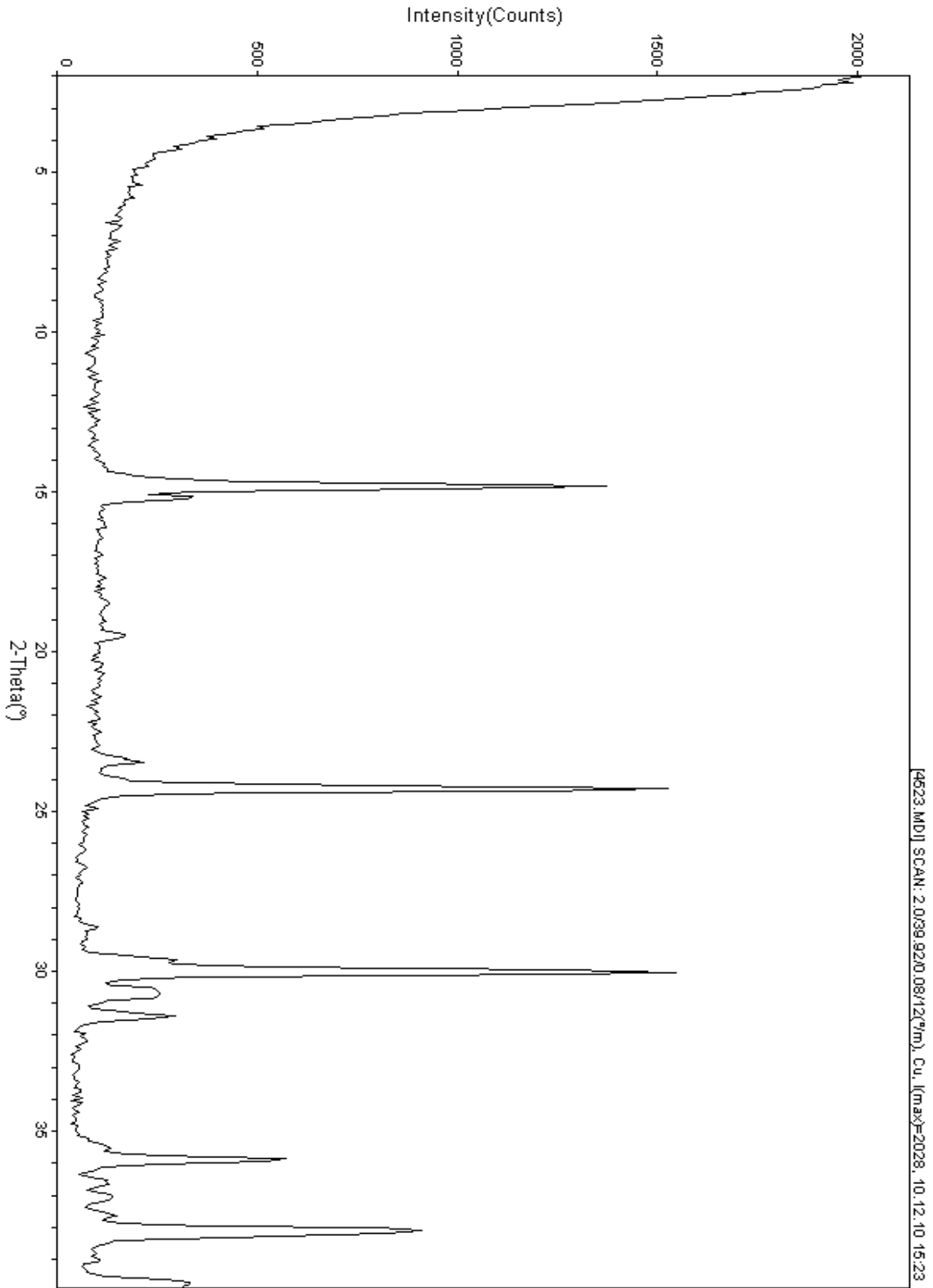
Hastanın adı		Satılmış ÖZCAN					
Numunenin cinsi		Böbrek Taşı					
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Devlet Hastanesi					
ASTM No						20-0231	
Tespit edilen maddeler						Calcium Oxalate Hydrate (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	
Numunedeki toz kırınım desen verileri							
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	14,92	7,460	1846,65	5,933	87	5,93	100
2	16,12	8,060	115,05	5,494	5	5,49	5
3	19,62	9,810	156	4,521	7	4,53	4
4	23,51	11,755	210,6	3,781	10	3,78	6
5	24,40	12,200	1429,35	3,645	67	3,65	70
6	26,15	13,075	122,85	3,405	6	3,41	2
7	27,03	13,515	70,2	3,296	3	3,12	2
8	28,71	14,355	128,7	3,107	6	3,11	2
9	29,37	14,685	251,55	3,039	12	3,01	10
10	30,12	15,060	2123,55	2,965	100	2,96	45
11	30,74	15,370	327,6	2,906	15	2,91	10
12	31,50	15,750	317,85	2,838	15	2,84	10
13	34,07	17,037	85,8	2,629	4	2,52	4
14	35,95	17,975	565,5	2,496	27	2,49	18
15	36,75	18,375	136,5	2,444	6	2,44	4
16	37,15	18,575	165,75	2,418	8	2,41	6
17	38,23	19,115	735,15	2,352	35	2,35	30
18	39,25	19,625	107,25	2,293	5	2,3	2



Şekil 5.11 4522'olu hastanın böbrek taşı kırınım deseni

Tablo 5.8 4522' nolu kırınım deseni verileri ve numunede bulunan madde numaraları

Hastanın Adı		Huriye CİNOĞLU					
Numunenin cinsi		Böbrek Taşı					
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Devlet Hastanesi					
ASTM No						20-0231	
Tespit edilen maddeler						Calcium Oxalate Hydrate (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	
Numunedeki toz kırınım desen verileri							
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(Å)	I/I ₀ *100
1	14,87	7,435	2015,36	5,953	100	5,93	100
2	15,3	7,650	118,44	5,786	6	5,79	30
3	18,62	9,310	114,68	4,761	6	4,77	2
4	19,11	9,555	124,08	4,640	6	4,64	1
5	19,63	9,815	182,36	4,519	9	4,52	4
6	23,48	11,739	238,76	3,786	12	3,78	6
7	24,33	12,163	1317,88	3,656	65	3,65	70
8	25,98	12,990	86,48	3,427	4	3,41	2
9	28,29	14,145	75,2	3,152	4	3,12	2
10	28,66	14,331	110,92	3,112	6	3,11	2
11	30,05	15,027	1763,44	2,971	88	2,96	45
12	30,65	15,324	295,16	2,915	15	2,91	10
13	31,42	15,712	266,96	2,845	13	2,84	10
14	33,52	16,760	63,92	2,671	3	2,52	4
15	35,92	17,960	565,88	2,498	28	2,49	18
16	36,65	18,325	135,36	2,450	7	2,44	4
17	37,10	18,552	154,16	2,421	8	2,41	6
18	38,17	19,083	723,8	2,356	36	2,35	30
19	39,80	19,900	321,48	2,263	16	2,26	8



Şekil 5.12 4523' nolu hastanın böbrek taşı kırınım deseni

Tablo 5.9 4523' nolu kırınım deseni veriler ve numunede bulunan madde numaraları

Hastanın adı		Bayram CAN					
Numunenin cinsi		Böbrek taşı					
Numunenin alındığı yer		Kastamonu Devlet Hastanesi					
ASTM No					20-0231		
Tespit edilen maddeler					Calcium Oxalate Hydrate (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)		
Numunedeki toz kırınım desen verileri							
Pik No	2θ	θ	Şiddet	$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$	I/I ₀ *100	d(A)	I/I ₀ *100
1	14,92	7,460	1363,45	5,933	89	5,93	100
2	15,27	7,635	336,7	5,798	22	5,79	30
3	18,62	9,310	129,5	4,761	8	4,77	2
4	19,62	9,810	168,35	4,521	11	4,52	4
5	23,46	11,730	214,6	3,789	14	3,78	90
6	24,43	12,215	1517	3,641	99	3,65	70
7	26,17	13,085	70,3	3,402	5	3,41	2
8	28,67	14,335	101,75	3,111	7	3,11	2
9	30,05	15,025	1535,5	2,971	100	2,96	45
10	30,75	15,375	255,3	2,905	17	2,91	10
11	31,44	15,720	294,15	2,843	19	2,84	10
12	32,38	16,190	74	2,763	5	2,52	4
13	35,94	17,970	567,95	2,497	37	2,49	18
14	36,65	18,325	129,5	2,450	8	2,44	4
15	37,05	18,525	136,9	2,424	9	2,41	6
16	38,30	19,150	904,65	2,348	59	2,35	30
17	39,11	19,555	105,45	2,301	7	2,3	2
18	39,82	19,910	329,3	2,262	21	2,26	8

5.6 Üriner Sistem Taşlarında Bulunan Maddeler

Bu çalışmada 6 böbrek ve 3 safra kesesi taşlarının yapısındaki bileşikler tespit edildi. Tablo 5.10'da analiz sonucunda çıkan bileşiklerin formülleri ile ASTM kart numaraları verilmiştir.

Tablo 5.10 Analiz sonucunda çıkan bileşikler, formülleri ve ASTM kart numaraları.

MADDE NO	MADDE ADI	KİMYASAL FORMÜL	ASTM KART NO
1	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	20-0231
2	Ergosterol	$\text{C}_{28}\text{H}_{44}\text{O}$	07-0738
3	Potasyum Nikel Nitrit	$\text{K}_4\text{Ni}(\text{NO}_2)_6$	20-0916
4	Kalsiyum Karbonat	CaCO_3	41-1475

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Üriner sistem taşlarının yapısına giren maddeler, bu taşın alındığı hastanın yaşadığı bölgenin iklim özelliklerine, hastanın bünyesine ve aldığı besinlere bağlıdır. Bu çalışmada, böbrek ve safra taşlarını yapısında yer alan maddelerin analizi yapıldı.

X-ışını toz kırınım yöntemi ile kristal yapıya sahip olan üriner sistem taşlarının nitel analizini yaparak yapısındaki bileşikleri inceledik. Analizi yapılan madde olarak insan vücudunun kendi ürettiği ve ciddi bir rahatsızlığa sebebiyet veren üriner sistem taşlar kullanıldı. Taşların içeriğindeki bileşenler bilinirse oluşma sebebi, neyin eksikliğinden veya neyin fazlalığından kaynaklandığı rahatlıkla görülebilir. X-ışını toz kırınım metodu ile bu bileşenler belirlenebilir.

Kastamonu ve çevresinde yaşayan bazı Üriner sistem hastalarından alınan 9 adet böbrek ve safra taşları agat havanında toz haline getirilerek özel numune kabına konuldu ve üzerine X-ışınları gönderilerek, kırınım pikleri elde edildi.

Toz kırınım desenlerinden elde edilen açı ve net şiddet değerlerinden yararlanarak, düzlemler arası uzaklık ve bağıl şiddetler hesaplandı. Bulunan bu değerlerden, Hanawalt metoduna göre, numunelerde bulunan maddelerin ASTM kart numaraları tespit edildi (Power Diffraction file Inorganic Phases Search Manual Hanawalt International Centre for Diffraction Data, 1990).

Bu şekilde elde edilen ASTM kartlarındaki değerler, desenlerden elde edilen değerlerle karşılaştırılarak uyup uymadığı araştırıldı. Burada değerlere bakılırken $\pm 0.01-0,10$ hata aralığı göz önünde bulunduruldu. Açıkta kalan pikler kendi aralarında normalize edilerek, aynı şekilde açıkta hiç pik kalmayınca kadar devam edildi. Çalışmamız sonunda bazı pikler açıkta kaldı ve kalan bu piklerin numune kabından ve diğer safsızlıktan kaynaklandığı düşünüldü.

Üriner sistem taşları genellikle böbreklerde oluşur ve taş böbreklerde kalırsa, böbrek taşı, olarak adlandırılır.

Üriner sistem taşları ülkemizde çok görülmektedir ve genelde böbreklerde bulunmaktadır. Böbrek taşları gençlerde ve orta yaşlılarda daha fazla görülmekte ve erkeklerde kadınlarda nazaran 2-3 kat fazla oluşmaktadır.

Taşın oluşumunda biyolojik faktörler daha çok rol oynar. Uzun müddet yatakta kalan ve hareketsiz hastalarda bu taşlar daha sık ortaya çıkmaktadır (Bozkırlı, 1987).

Çok sıcak ortamlarda çalışan ve devamlı güneş ışığına maruz kalan kişilerde de daha çok taşa rastlanılmaktadır. Bunun sebebi ise aşırı terleme ve idrardaki fazla su kaybıdır. Su kaybı idrarın konsantrasyonunu ve kristalloidlerin kristalleşmelerini arttırmaktadır (Tanogho, 1988). Ayrıca bu taşların oluşumunu alkolünde hızlandırdığı, yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkmıştır.

Yaptığımız bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar, hasta adlarına göre taşlarda bulunan maddeler Tablo 5.11’de verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde, genel olarak kalsiyum içerikli bileşikler olduğu görülmektedir. Literatürlerden de bildiğimiz gibi üriner sistem taşlarının çoğu kalsiyum içeriklidir.

Boyacıoğlu (2000) yılında hazırladığı “X-Işınları Difraksiyon Yöntemi ile Böbrek Taşlarının Nitel Analizi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu böbrek taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Baysen (1997) yılında hazırladığı “X-Işınları Toz Difraksiyon Yöntemi ile Üriner Sistem (Böbrek, Mesane, Üreter) Taşları ile Safra Kesesi Taşlarının Nitel Analizi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde 19 adet Üriner sistem taşların yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı ve Safra kesesi taşlarının yapısında kolesterol’lü bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Sarı (1993) yılında hazırladığı “X-Işınları Kırınım Yöntemleri ile Böbrek Taşlarının Analizi ve 2,2-Didiyano-1-Feniletilen Kristalinin Yapı Araştırması” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu 6 adet böbrek taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Aydın (1995) yılında hazırlamış olduğu “X-Işınları Difraksiyon Yöntemleri ile Benzophenone Kristalinin İncelenmesi ve Üriner Sistem Taşlarının Analizi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu böbrek taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Çetin (1995) yılında hazırladığı “X-Işınları Difraksiyonu ile Böbrek Taşlarının Kalitatif Analizi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu böbrek taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Taşkın (2009) yılında hazırladığı “Bazı Üriner Sistem Taşlarının X-Işını Toz Kırınım Yöntemi İle Nitel Analizi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu böbrek taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı ve kolesterol benzoat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Caner (2006) yılında hazırlanan “X-Işını Toz Kırınım Metodu ile Üriner Sistem Taşlarının Nitel Analizi Ve Sitrik Asidin Kristal Yapısının Araştırılması” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu 20 adet Üriner Sistem taşların yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı ve potasyum kalsiyum florit’li bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Erdemir (1997) yılında “X-Işınları Difraksiyon Yöntemiyle 2-Hidroksi Benziliden-2-Tiyoanilin Kristalin İncelenmesi ve Üriner Sistem (Böbrek ve Üreter) Taşlarının Analizi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu 7 Üriner Sistem taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Kandil (1994) yılında hazırladığı “Üriner Sistem Taşlarının Analizi ve 2,2- Disiyano-1-Feniletillen Kristalinin X-ışınları difraksiyon yöntemleri ile incelenmesi” başlıklı Yüksek Lisans tezinde incelemiş olduğu 13 Üriner Sistem taşlarının yapısında genellikle kalsiyum oksalat hidrat’lı bileşiklerin olduğu görülmektedir.

Keşlioğlu (1996) yılında yaptığı “X-Işınları Kırınımı ile $C_{15}H_{12}OBr_2$ Kristal Yapısının Araştırılması ve Safra Taşlarının Nitel Analizi” içerikli Yüksek Lisans tezinde büyük çoğunlukla “Kolesterol” ve “Kalsiyum Karbonat” maddesi bulunmuştur.

Akkurt ve Soylu (1990) yılında beraber hazırladığı “X-Işınları Toz Kırınım Metodu ile Böbrek, Üreter ve Mesane Taşlarının Nitel Analizi” başlıklı bir çalışma sonunda 7 tane Üriner Sistem taşlarının nitel analizi sonucu “Kalsiyum Oksalat Hidrat” ve “Karbonat” maddeleri bulunmuştur.

Safra kesesi taşlarının yapısında büyük çoğunlukla (% 80) kolesterol maddesinin olduğu literatürden bilinmektedir (Taşkın, 2009).

Ergosterol İnsan derisi, bitki ve maya gibi bazı basit organizmalarda bulunan bir organik bileşiktir. Ergosterol güneşten gelen mor ötesi ışınların etkisiyle, kuşlar dışındaki bütün hayvanlarda kemik gelişimini düzenleyen D2 vitaminine dönüşür. (<http://www.nedirvikipedi.com/ergosterol>, Mayıs 2011).

Araştırmamız sonucunda bulduğumuz, üriner sistem taşlarının yapısına giren maddelerin, daha önce yapılan çalışmalarla uyum içinde olduğu görülmektedir.

İnsan hayatında en çok kalsiyum içeren gıdalar tüketir. Bunun dışında eğer vücut yapımızda kalsiyum tutucu bileşikler çok miktarda bulunuyorsa bu da kalsiyum taşı oluşumunda etkindir.

Yaşam ve beslenme tarzında birkaç değişiklik yaparak yeni taş oluşma riski azaltılabilir. Hastalar yüksek miktarda sıvı almaya teşvik edilmelidir. Erişkin bir insanın 24 saatlik idrar hacmi 2 litrenin üzerinde olmalıdır. Sıvı alınması 24 saat içerisinde eşit olarak dağıtılmalı ve sıvı kaybı varsa özellikle dikkatli olunmalıdır.

Besinlerde bulunan kalsiyum, sindirim faaliyetleri sırasında bağırsaktan emilir. Bu mineral vücudun birçok önemli fonksiyonunda kullanılır. Kullanılmayan fazla kalsiyum böbrekler yoluyla idrara atılır. Kalsiyumun büyük çoğunluğu süt ve süt ürünlerinden temin edilir. Bu besinlerdeki kalsiyum kolaylıkla emilir. Koyu yeşil lifli sebzelerde de bol kalsiyum vardır ama bunların emilimi daha zordur. Bazı ilaçlarda da kalsiyum bulunmaktadır.

Vücut genellikle ihtiyaç fazlası kalsiyumu almaz. Bununla birlikte bazı durumlarda kalsiyum emilimi ve böbrekten atılımı artabilir. Bu durum kalsiyum taşlarının oluşumuna neden olabilir Ancak kalsiyum, hayati fonksiyonlarda rol oynadığından kontrolsüz olarak kısıtlanamaz. Erkeklerde günlük kalsiyum alımı 800 miligram, menopoza öncesi kadınlarda 1 gram, menopoza sonrası kadınlarda 1200 mg ile kısıtlanır. Kalsiyum kısıtlı diyet uygulanan hastalar ilaç veya vitamin takviyesi alacakları zaman doktora danışmalıdırlar.

Oksalat (Oksalik asit) en çok yeşil bitkilerde bulunur. Kalsiyum bağırsaklarda oksalat ile birleşir. Bu kalsiyum emilimini azaltır. Bağırsaklarda emilecek yeterli kalsiyumun olmadığı hallerde serbest kalan oksalat fazlaca emilir ve böbrekten atılır. Böbrekten atılan oksalat arttığında kalsiyum oksalat taşı oluşabilir. Bu durumda diyet ile alınan oksalatın azaltılması gerekebilir. Genellikle diyetle alınan oksalatın günlük 50 mg'ı geçmesine izin verilmez. Bu amaçla orta ve yüksek düzeyde oksalat içeren besinler ya tamamen kesilir veya miktarları azaltılır. Aşağıda bu konu ile ilgili ayrıntılı liste verilmiştir.

Düşük oranda oksalat içerenler;

İçecekler: kola, elma suyu, meyve suları, elma, greyfurt, limon, ananas, süt.

Çeşni vericiler: fesleğen, frenk soğanı, dereotu, hardal, tuz, vanilya, sirke, jelatin.

Süt ürünleri: tereyağı, yağlı süt, peynir, yoğurt.

Yağlar: tereyağı, margarin, mayonez, bitkisel yağlar.

Meyveler: kabuksuz elma, avokado, kiraz, vişne, yabanmersini, üzüm, limon, mango, kavun, karpuz, kuru üzüm, keçiboynuzu.

Hububat: konveks, mısır nişastası, yumurtalı erişte, pirinç, beyaz çavdar.

Baklagiller-Yemiş: hindistan cevizi, mercimek, kestane.

Etlar: pastırma, biftek, tavuk, yumurta, balık, jambon, hamburger, kuzu, hindi.

Sebzeler: beyaz lahana, karnabahar, salatalık, kıvırcık, kırmızıbiber, şalgam, .

Orta oranda oksalat içerenler;

İçecekler: bira, kahve, meyve suları, üzüm, portakal, domates, çay, bitki çayları.

Çeşni vericiler: tarçın, zencefil, arpa, biber, fesleğen, hardal, hindistan cevizi.

Meyveler: Elma, kayısı, kuş üzümü, kuru vişne, greyfurt, portakal, şeftali, armut, ananas, erik.

Hububat: arpa, beyaz ekmek, mısır ekmeği, kahverengi pirinç, tuzlu krakerler, makarna, vanilyalı bisküvi, buğday unu.

Baklagiller-yemişler: nohut, fasulye, ay çekirdeği, ceviz.

Etlar: pastırma, sakatatlar, sardalya.

Sebzeler: enginar, brokoli, mısır, sarımsak, yeşil fasulye, mantar, soğan, yeşilbiber, patates cipsi, turp, domates, tere.

Yüksek oranda oksalat içerenler;

İçecekler: kakao, çikolatalı süt, siyah çay, zencefil, biber, soya, sosu ve arpa.

Meyveler: kivi, kabuklu limon, çilek, kabuklu portakal, mandalina, ravent.

Hububat: tam buğday ekmeği, beyaz mısır, yulaf ezmesi, kepekli ürünler, soyalı krakerler, yeşil fasulye, fıstık, yerfıstığı.

Yağlar: fıstık yağı, susam yağı.

Tatlılar: marmelat, meyveli kek, çikolata.

Etlar: pastırma, sakatatlar, sardalya.

Sebzeler: pancar, sap kerevizi, patlıcan, karalahana, pırasa, bamya, maydanoz, havuç, balkabağı, şalgam, kuzukulağı, ıspanak, pazı (http://www.konakhastanesi.com.tr/makale_detay, Şubat 2011).

Şeker, tuz ve hayvansal protein 'in çok fazla tüketilmesinin kalsiyum oksalat taşına yol açtığını göstermiştir. Besinlerde doğal olarak bulunan şekerler (örneğin meyveler) zarar vermez. Ancak işlem görmüş paket şekerler fazla tüketilmemelidir. Diyetle alınan sodyumun azaltılması, idrarda kalsiyum atılmasını azaltır. Taş oluşturan hastalarda sodyum alımı günde 2300-3500 mg ile kısıtlanmalıdır. Fazla miktarda hayvansal protein alınması idrarla atılan değişik minerallere yaptığı etkiyle böbrek taşı oluşumunu artırabilir. Bu nedenle günlük ihtiyaçtan fazla protein alınmamalıdır. Ne kadar miktarın gerekli olduğunu diyetisyenler belirleyebilir.

Lif ve kepekli gıdalar besinlerin sindirilmeyen kısımlarıdır. Suda eriyen ve erimeyen olmak üzere iki türde olurlar. Hepsinin vücut için önemli fonksiyonları vardır. Suda erimeyen lifler (arpa, buğday, yulaf, pirinç) idrarda kalsiyum çıkışını azaltabilir. Bunlar bağırsakta kalsiyumu bağlar ve dışkı ile fazla kalsiyum çıkmasına neden olurlar. Ayrıca besinlerin bağırsaktan geçişini hızlandırarak kalsiyum emilimini azaltırlar.

Vücut C vitaminini kullanarak oksalik asit açığa çıkartır. Bu nedenle taş oluşturan hastalarda ihtiyaç fazlası alınmamalıdır.

Tablo 5.11 Hasta adlarına göre taşlarda bulunan maddeler

Hasta Adı	Taşlarda Bulunan Maddeler	ASTM Kart No
Seyfullah Kaynar (Böbrek taşı)	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	20-0231
Ayşe Yalçinkaya (Üreter taşı)	Ergosterol (C ₂₈ H ₄₄ O) Potasyum Nikel Nitrit (K ₄ Ni(NO ₂) ₆)	07-0738 20-0916
Sünbüle Uzun (Üreter taşı)	Ergosterol (C ₂₈ H ₄₄ O) Potasyum Nikel Nitrit (K ₄ Ni(NO ₂) ₆)	07-0738 20-0916
Cafer Demirkıran (Üreter taşı)	Potasyum Nikel Nitrit (K ₄ Ni(NO ₂) ₆) Ergosterol (C ₂₈ H ₄₄ O) Kalsiyum Karbonat (CaCO ₃)	20-0916 07-0738 41-1475
Mustafa Kabakçı (Böbrek taşı)	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	20-0231
Sibel Örkel (Böbrek taşı)	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	20-0231
Satılmış Özcan (Böbrek taşı)	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	20-0231
Huriye Cinoğlu (Böbrek taşı)	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	20-0231
Bayram Can (Böbrek taşı)	Kalsiyum Oksalat Hidrat (Whewellite) (CaC ₂ O ₄ .H ₂ O)	20-0231

KAYNAKLAR

- Akkurt, M., Soylu, H. 1990. X-Işınları Toz Kırınım Metodu ile Böbrek, Üreter ve Mesane Taşlarının Nitel Analizi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri dergisi, 6(1-2), s.950-958 Kayseri.
- Alken, E., Sökeland C. 1983. Üroloji (Çeviri: V. Solok), İstanbul.
- Aslanov, L.A., Fetisov, G.V., Khoware, J.A. 1998. Crystallographic Instrumentation, Oxford Science Publications, s.1- 15.
- Atan, L., Andreoni, C., Ortiz, V., Silva, K.E., Ritta, R., Atan, F. and Srougi, M. 2005. High Kidney Stone Risk in Men Working in Steel Industry at Hot Temperatures, Urolog 65(5), s.858-861.
- Atmani, F., Slimani, Y., Mimouni, M., Aziz, M., Hacht, B., Ziyaht, A. 2004. Effect of Aueous Extract from Herniaria Hirsuta L. on Experimentally Nephrolithiasic Rats, s. 87-93.
- Aydın, A.1995. X-ışınları difraksiyon yöntemleri ile Benzophenone Kristalinin İncelenmesi ve Üriner Sistem Taşlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, A., Soylu, H., Akkurt, M. 1995. X-Işınları Toz Difraksiyon Yöntemi ile Üriner Sistem (Böbrek, Üreter, Mesane) Taşlarının Analizi, Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, s.106-109, Kastamonu.
- Azaroff, V., Buerger, M. 1958. The Powder Method in X-Ray Crystallography, Mc. Graw- Hill Book Compan, s.92-99, New York.
- Baysen, E. 1997. X-Işınları Toz Difraksiyon Yöntemi ile Üriner Sistem (Böbrek, Mesane, Üreter) Taşları ile Safra Kesesi Taşlarının Nitel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Beiser, A. 1997. Modern Fiziğin Kavramları, s.65, Akademi Yayınları (Çeviren: G. Önengüt), İstanbul.
- Boyacıoğlu, H. 2000. X-Işınları Difraksiyon Yöntemi ile Böbrek Taşlarının Nitel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkırlı, İ. 1987. "Yeni Üroloji", Gazi Üniversitesi, Fakültesi (Yayın No:7) 246-323, Ankara.
- Brensen, B.H., Joahin, B.J. 1989. Atom ve Molekül Fiziği, Çeviren: Köksal, F., Gümüş, H., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun.

- Burns, G. 1985. Solid State Physics, Academic Pres, s.8, London.
- Caner A. 2005. X-Işını Toz Kırınım Metodu ile Üriner Sistem Taşlarının Nitel Analizi ve Sitrik Asitin Kristal Yapı İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Carpenter, Gene, B. 1969. Principles of Crystal Structure Determination, Brown University, W.A. Benjamin, Inc., s.25, London.
- Çetin, A. 1995. X-Işınları Difraksiyonu ile Böbrek Taşlarının Kalitatif Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çifçioğlu, N., Bjorklund, M., Kuorikoski, K., Bergstrom, K. And Kajander, O.E. 1999. Nanobacteria: An Infectious Cause for Kidney Stone Formation, s.1893- 1898.
- Cullity, B., Çeviren: Sümer, A. 1966. X-Işınları Difraksiyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını, s.1-158 İstanbul.
- Cullity, D. B. 1978. Elements Of X-Ray diffraction, Addison-Wesley Publishing Company, Inc. London.
- Dikici, M. 1993. Katıhal Fiziğine Giriş, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, s.45-56, Samsun.
- Dretler, P.S. 1998. The Physiologic Approach To The Medical Management of Stone Disease, Urologic Clinick of North America Office Management of Urologic Problems, s.613-623, USA.
- Durlu, T.N. 1992. Katıhal Fiziğine Giriş, Ankara Üniversitesi Yayınları, s.7-31, Ankara.
- Dushman, S. 1951. Fundamentals of Atomic Physics, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Erdemir, M. 1997. X-Işınları Difraksiyon Yöntemiyle 2-Hidroksi Benziliden-2-Tiyoanilin Kristalinin İncelenmesi ve Üriner Sistem (Böbrek ve Üreter) Taşlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gezici, S. 1989. Katıhal Fiziği, s. 54-55, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Gümüşsuyu, 1992. 30. Giancoli, D.C., Physics, Prentice Holling, USA.
- Gitipour, S., Bowers, M.T., ve Bodocsi, A. 1997. The Use of Modified Bentonite For Removal of Aromatic Organics from Contaminated Soil. J. Coll. Interface Sci., s.196,191-198.

- Grimshaw, R.W. 1971. The Chemistry and Physics of Clays, Ernest benn Ltd., s.138-146, London.
- Gul, A. 2005. Modeling Study of Role of Proteins in Calsiyum Oxalate Kidney Stone Formation, s.2-8.
- Hammond, C. 1998. The Basic of Crystallography and Diffraction, s. 51-53, Oxford University Pres, New York.
- Hook, J., Hall, H. 1999. Katıhal Fiziği (Çevirenler: Köksal. F., Altuntaş, M., Dinçer, M., Başaran, E., s.5, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Kandil, Ş. 1994. Üriner Sistem Taşlarının Analizi ve 2,2- Disiyano-1-Feniletillen Kristalinin X-ışınları Difraksiyon yöntemleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kane CJ, Bolton DM, Stoller ML. 1995. Current indications for open stone surgery in an endourology center, s.218-221.
- Keşlioğlu, K. 1996. X-ışınları Kırınımı ile $C_{15}H_{12}OBr_2$ Kristal Yapısının Araştırılması ve Safra Taşlarının Nitel Analizi, Yüksek Lisan Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Kittel, C. 1966. Katıhal Fiziğine Giriş (Çeviren: B. Karaoğlu), Güven Kitap Yayınevi, s.22, İstanbul.
- Knoll, T., Alken, P. 2005. Michel, S.M., Progress in Management of Ureteric Stones, EAU Update Series 3, s.44–50, Elsevier.
- Konak Hastanesi, Web sitesi. http://www.konakhastanesi.com.tr/makale_detay. Erişim tarihi: Şubat 2011.
- Krausova, D. 1998. Using X Ray Diffraction in Medical Practise, Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium.
- Kuter, S. 1976. İstanbul Üniversitesi Radyoterapi Kürsüsü, İstanbul.
- Lerolle, N. 2002 Lantz, B., Paillard, O.F., Gattegno, B., Flahault, A., Ronco, P., Houillier, P., Rondeau, E., Risk Factors for Nephrolithiasis in Patients with Familial Idiopathic Hypercalciuria, Am J Med, s. 99.
- Lindgren, J., Olovsson, I. 1968 Hydrogen Bond Studies. XVII. The Crystal Structure of Dimethylammonium Chloride. Acta Cryst, 24(1), s549-553.
- Lipson, H., Steeple, H., “,Interpretation of X-ray Power Patterns”, Macmillan London , St. Martin’s Press, s.51-52, New York.
- Little, L.H. 1966. Infrared Spectra of Adsorbed Species. Academic Pres, London.

- Matlaga BR, Assimos DG. 2002 Changing indications of open stone surgery. *Urology* s.490-494.
- Menon M, Resnick MI. 2002. Urinary Lithiasis: etiology, diagnosis, and medical management. *Campbell's Urology*, Editor-in-chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 8(1), s 517-52, London.
- Nelson, A.S. 2003. X Ray Crystallography, Tulane University Earth Materials, EENS, s 211, Usa.
- Nuffield, E.W. 1966. X-Ray Diffraction Methods, John Wiley and Sons, Inc., s.31, London.
- Nuve Forum, <http://www.nuveforum.net/1754-genel-kultur-x-72418-x-isini-astronomisi>. Erişim tarihi: Mayıs 2010.
- Özgür, A., Tanzer, F., Cankorkmaz, L., Koyluoglu, G.2005. Bir Yasındaki Bir Çocukta Böbrekte Tas Nedeni Olarak Sistinuria, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 48(2); s.158-135.
- Pak C.Y.C., Oata M. 1974 The hypercalciurias. Causes, parathyroid function, and diagnostic criteria. *J Clin Invest* 54(1); s.387- 400.
- Pak, C.Y.C. 1998. Kidney Stones, Seminer, *The Lancet*, s.1797-1801.
- Piktoral, 2004. Web sitesi. <http://www.saglikbilgisi.com/makale/Üriner+hastalıklar> Erişim tarihi: Mart 2011.
- Pizzato, C.A. 2003. Barros, G.J.E., Dietary Calcium Intake Among Patients with Urinary Calculi, *Nutrition Research* 23(1); s.1651-1660.
- Sarı, M. 1993. X-Işınları Kırınım Yöntemleri ile Böbrek Taşlarının Analizi ve 2,2-Didiyano-1-Feniletillen Kristalinin Yapı Araştırması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sears, R., Zemansky, W. 1982. Optik ve Modern Fizik (Çeviren: Domaniç, F.), s. 221-231, Çağlayan Kitabevi, Ankara.
- Serway, R.A. 1992. Fen ve Mühendislik için Fizik, Çeviren: Çolakoğlu, K., Palme Yayıncılık, USA.
- Smith, A.W., Cooper, J.N. 1879. Mc Graw Hill Book Company Elements of Physics, s.546-553, Ohio.
- Symmetry Magazine, Web Sitesi. <http://www.symmetrymagazine.org/cms> Erişim tarihi: Mayıs 2010.

- Tanogho, E, A. 1988 MAC Anich, J.W., "Smith's General Urology Twell Fth Edition, California.
- Taşkın, A. 2009. Bazı Üriner Sistem Taşlarının X-Işını Toz Kırınım Yöntemi İle Nitel Analizi, Yüksek Lisan Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Trinchieri, A., Lizzono, R., Bernandini, P., Nicola, M., Pozzoni, F., Romono, A.L., Serrago, M.P., Confalonieri, S. 2002. Effect of Acute Load of Grapefruit Juice on Urinary Excretion of Citrate and Urinary Risk Factors for Renal Stone Formation, Digest Liver Dis., 34, s.160-163.
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Web sitesi. <http://www.taek.gov.tr/ogrenci/r02.htm>, Erişim tarihi: Mayıs 2010.
- Ülkü, D. 1994. Fizik Dergisi, 5(1); s. 3-4, Ankara.
- Yalçınkaya S. 2007. Böbrek Taşı Tedavisinde Perkutan Nefrolitotomi Sonuçları ve Komplikasyon Ve Başarı Oranları İle Bunları Etkileyen Faktörler, s.3, İstanbul.
- Wait, E., Phil, D. 1960. X-Ray Powder Photography in Inorganik Chemisry, s. 6-22, London.
- West, A. 2002. Solid State Chemistry and Its Applications, s.115-180, Department of Chemistry Universty of Aberdeen.
- Whittig, L.D., Allardice, W.R. 1986. X-ray Diffraction Techniques, AmericanSociety of Agronomy-Soil Sciences Society of America, s.331-333, USA.
- Whiston C. 1987.X-Ray Methods, s. 1-3, Nev York.
- Vikipedi Özgür Ansiklopedi, Web sitesi. <http://www.tr.wikipedia.org/wiki/X-ray> Erişim tarihi: Mart 2011.
- Wilson, A.J.C. 1985. Internationals Tables For X-Ray Crystallography, D.Reipel Publishing Company, 2(1); s.74, Boston.

EKLER

EK 1

20-0231		Wavelength= 1.5405							
C2CaO4.H2O		d(A)	Int	h	k	l	d(A)	Int	h
Calcium Oxalate Hydrate		5.93	100	$\bar{1}$	0	1	2.130	2	$\bar{2}$
		5.79	30	$\bar{1}$	1	0	2.089	2	$\bar{1}$
		4.77	2	2	0	0	2.075	14	$\bar{3}$
Whewellite, syn		4.64	1	0	1	1	1.995	2	$\bar{5}$
Rad.: CuK α 1 λ : 1.5405 Filter: d-sp: Guinier 114.6		4.52	4	1	0	1	1.978	10	$\bar{3}$
Cut off: 50.0 Int.: Film I/ICor.:		3.78	6	$\bar{2}$	1	1	1.957	2	2
Ref: de Wolff, Technisch Physische Dienst, Delft, The Netherlands, ICDD Grant-in-Aid		3.65	70	0	2	0	1.950	10	4
		3.410	2	$\bar{1}$	2	0	1.933	8	0
		3.120	2	0	2	1	1.923	2	2
		3.110	2	$\bar{1}$	2	1	1.890	6	$\bar{4}$
Sys.: Monoclinic S.G.: P2 $_1$ /n (14)		3.010	10	0	0	2	1.859	4	3
a: 9.976 b: 7.294 c: 6.291 A: 1.3677 C: 0.8625		2.966	45	$\bar{2}$	0	2	1.846	6	$\bar{5}$
α : β : 107.00 γ : Z: 4 mp:		2.915	10	3	1	0	1.823	6	0
Ref: Ibid.		2.897	8	$\bar{2}$	2	0	1.813	4	$\bar{1}$
		2.840	10	1	2	1	1.793	6	$\bar{1}$
		2.523	4	3	0	1	1.737	6	$\bar{3}$
		2.494	18	1	1	2	1.704	2	$\bar{2}$
		2.447	4	$\bar{3}$	1	2	1.691	2	5
Dx: 2.217 Dm: 2.230 SS/FOM: F $_{30}$ = 65(.0089, 52)		2.417	6	$\bar{3}$	2	1	1.683	1	5
		2.384	4	3	1	1	1.648	1	4
		2.355	30	1	3	0	1.639	2	5
e α : 1.4878 n $\omega\beta$: 1.5513 e γ : 1.6450 Sign: + 2V: 84°		2.347	12	$\bar{4}$	1	1	1.621	1	$\bar{6}$
Ref: Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., II, 1100		2.320	1	0	2	2	1.590	2	6
		2.301	2	$\bar{2}$	2	2	1.580	2	$\bar{2}$
		2.263	8	2	0	2	1.575	1	6
Color: Colorless, yellow, brown		2.254	6	0	3	1	1.559	2	0
Optical data specimen from Burgh, Dresden, Saxony. CAS #: 5794-28-5. PSC: mP40. Mwt: 146.11. Volume[CD]: 437.76.		2.210	6	4	0	2	1.555	2	4

d(A)	Int	h	k	l
1.547	2	0	3	3
1.528	2	5	2	1
1.523	1	$\bar{1}$	1	4
1.509	1	3	0	3
1.502	2	4	2	2
1.498	1	$\bar{5}$	2	3
1.483	2	$\bar{4}$	0	4
1.476	2	$\bar{6}$	2	2
1.457	2	$\bar{4}$	3	3
1.443	1	$\bar{2}$	2	4
1.419	1	2	4	2
1.406	1	5	1	2
1.394	2	3	2	3



© 2002 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 2.3

EK 2

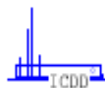
					Wavelength= 1.9360							
07-0738					d(A)	Int	h	k	l	d(A)	Int	h
C28H44O												
Ergosterol					34.60	75	1	0	0	4.13	2	$\bar{0}$
					17.30	45	2	0	0	4.09	2	4
					11.50	2	3	0	0	4.03	2	6
					9.63	6	$\bar{1}$	0	1	3.96	6	$\bar{3}$
					8.86	2	$\bar{2}$	0	1	3.92	2	2
Rad.: FeK α λ : 1.9360 Filter:					7.32	25	$\bar{1}$	1	0	3.82	4	5
d-sp: Guinier 114.6					6.87	4	2	1	0	3.75	2	0
Cut off: 50.0 Int.: Film I/ICor.:					6.27	2	$\bar{3}$	1	0	3.70	2	7
Ref: de Wolff, Technisch Physische Dienst, Delft, Netherlands, ICDD Grant-in-Aid					5.91	100	$\bar{1}$	1	1	3.67	4	$\bar{2}$
					5.73	18	$\bar{2}$	1	1	3.59	2	4
Sys.: Monoclinic S.G.:					5.41	40	5	0	1	3.50	2	$\bar{1}$
a: 34.9 b: 7.51 c: 9.84 A: 4.6471 C: 1.3103					5.16	2	3	1	1	3.48	2	1
α :					5.08	2	5	1	0	3.45	2	4
β : 95.63 γ :					5.05	2	$\bar{4}$	1	1	3.39	2	$\bar{3}$
Z: mp:					4.95	4	7	0	0	3.33	2	$\bar{9}$
Ref: Ibid.					4.90	4	0	0	2	3.22	2	1
					4.83	12	$\bar{2}$	0	2			
					4.77	6	6	0	1			
Dx: Dm: SS/FOM: F ₃₀ = 10(0.045 , 70)					4.66	35	$\bar{5}$	1	1			
					4.45	40	$\bar{4}$	0	2			
					4.36	2	3	0	2			
CAS #: 57-87-4. Plus 11 additional reflections to 2.225.					4.27	2	7	0	1			
Mwt: 396.65. Volume[CD]: 2566.61.					4.20	4	$\bar{5}$	0	2			



© 2002 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 2.3

EK 3

20-0916		Wavelength= 1.9373		
K4Ni(NO2)6		d(A)	Int	h k l
Potassium Nickel Nitrite		5.94	90	
		5.42	80	
		4.71	10	
		4.31	30	
		3.840	80	
Rad.: FeKa	λ : 1.9373 Filter: Mn Beta d-sp:	3.560	80	
Cut off:	Int.: Estimation I/ICor.:	3.510	80	
Ref: Goodgame, Hitchman, Inorg. Chem., 6, 813 (1967)		3.300	60	
		3.020	60	
		2.996	60	
		2.854	60	
Sys.:	S.G.:	2.728	100	
a:	b: c: A: C:	2.697	30	
α :	β : γ : Z: mp:	2.546	10	
Ref:		2.418	10	
		2.347	30	
		2.178	10	
		2.159	30	
Dx:	Dm: SS/FOM: F =	2.146	10	
		2.020	10	
		1.997	10	
Mwt: 491.13.		1.967	10	



© 2002 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 2.3

EK 4

41-1475		Wavelength= 1.540598						
CaCO3	d(A)	Int	h	k	l	d(A)	Int	h
Calcium Carbonate	4.212	3	1	1	0	1.4993	4	2
	3.984	1	0	2	0	1.4891	1	2
	3.397	100	1	1	1	1.4764	2	3
Aragonite	3.274	50	0	2	1	1.4672	4	1
Rad.: CuKα1 λ: 1.540598 Filter: Mono d-sp: Diff.	2.872	6	0	0	2	1.4360	1	0
Cut off: Int.: Diffract. I/Icor.: 1.0	2.733	9	1	2	1	1.4167	1	2
Ref: Keller, L., Rask, J., Buseck, P., Arizona State Univ., Tempe, AZ, USA, ICDD Grant-in-Aid, (1989)	2.702	60	0	1	2	1.4132	3	0
	2.481	40	2	0	0	1.4107	4	3
	2.411	14	0	3	1	1.4040	3	3
	2.3730	45	1	1	2	1.3804	<1	0
	2.3420	25	1	3	0	1.3663	2	2
Sys.: Orthorhombic S.G.: Pmcn (62)	2.3300	25	0	2	2	1.3639	2	3
a: 4.9623(3) b: 7.968(1) c: 5.7439(3) A: 0.6228 C: 0.7209	2.1900	12	2	1	1	1.3592	5	1
α: β: γ: Z: 4 mp:	2.1680	2	1	3	1	1.3507	2	0
Ref: Ibid.	2.1080	20	1	2	2	1.3487	3	3
	2.1080		2	2	0	1.3416	2	1
	1.9774	55	2	2	1	1.3290	1	1
	1.9500	1	0	3	2	1.3290		0
Dx: 2.927 Dm: 2.950 SS/FOM: F ₃₀ = 217(.0041, 34)	1.8821	25	0	4	1	1.3058	1	2
	1.8775	25	2	0	2	1.3035	1	1
εα: 1.5300 η _{αβ} : 1.6810 ε _γ : 1.6854 Sign: - 2V: 18(calc.) °	1.8616	2	0	1	3	1.2615	5	3
Ref: Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., II, 182 (1951)	1.8275	4	2	1	2	1.2521	1	1
	1.8149	20	1	3	2	1.2427	3	2
	1.7598	3	1	4	1	1.2427		3
	1.7430	25	1	1	3	1.2406	4	4
Color: Colorless	1.7290	12	2	3	1	1.2365	6	3
Specimen from Sefrou, Morocco. CAS #: 14791-73-2. Microprobe analyses (wt.%): major Ca, and trace Sr(<<1). Optical data on specimen from Bilin, Bohemia, Czechoslovakia. Aragonite Group, carbonate Subgroup. C.D. Cell: a=5.744, b=7.968, c=4.962, a/b=0.7209, c/b=0.6228, S.G.=Pnam(62). Silicon used as an internal stand. PSC: oP20. To replace 5-453 and validated by calculated pattern 24-25. See ICSD 15194 (PDF 71-2392); ICSD 34308 (PDF 76-606). Mwt: 100.09. Volume[CD]: 227.11.	1.7257	16	0	2	3	1.2245	3	0
	1.6984	2	2	2	2	1.2245		1
	1.6369	3	0	4	2	1.2149	2	2
	1.6300	1	1	2	3	1.2059	4	2
	1.6198	2	3	1	0	1.2059		0
	1.5588	4	3	1	1	1.1890	3	1
	1.5357	2	0	5	1	1.1864	2	2

d(A)	Int	h	k	l
1.1711	3	1	6	2
1.1711	2	6	0	
1.1642	1	0	4	4
1.1642		3	4	2
1.1600	2	4	2	1
1.1389	1	4	0	2
1.1370	<1	0	1	5
1.1323	1	3	3	3
1.1274	1	4	1	2
1.1256	2	2	3	4
1.1256		3	5	1
1.1089	2	1	7	0
1.1089		1	1	5
1.1035	1	0	2	5
1.1035		4	3	1
1.0950	<1	4	2	2



© 2002 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 2.3

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Talha ÖZER

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 28/09/1986

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-mail: talhaozer@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Y.D.A. Ankara Kılıçarslan Lisesi, 2004

Lisans : Gazi Üniversitesi Kastamonu Fen-Edebiyat Fakültesi

Fizik bölümü, 2008

Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011

Yayınlari (SCI ve diğeri) :

Özer, T. & Aydın, A. ‘X-Işınları Difraksiyon Yöntemi İle Bazı Üriner Sistem Hastalarından Alınan Böbrek ve Safra Taşlarının Nitel Analizi’. Uluslararası Katılımlı XII. Ulusal Spektroskopi Kongresi, 18-22 Mayıs 2011, Antalya-Türkiye.