

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VİSSERAL YAĞ MİKTARI İLE BÖBREK TAŞLARININ İÇERİĞİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN KONTRASTSIZ DUAL ENERJİ BT KULLANILARAK
ARAŞTIRILMASI**

DR. MELTEM ORUÇ

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. DEMET AYDOĞDU

KONYA, 2020

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VİSSERAL YAĞ MİKTARI İLE BÖBREK TAŞLARININ İÇERİĞİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN KONTRASTSIZ DUAL ENERJİ BT KULLANILARAK
ARAŞTIRILMASI**

DR. MELTEM ORUÇ

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

PROF. DR. DEMET AYDOĞDU

KONYA, 2020

TEŞEKKÜR

Radyoloji eğitimimde ve tez hazırlama süresince yaptığı katkılardan dolayı tez danışman hocam Prof. Dr. Demet AYDOĞDU ve ana bilim dalı başkanımız Prof. Dr. Serdar KARAKÖSE başta olmak üzere, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile eğitimime katkıda bulunan tüm ana bilim dalı öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması sürecinde yardımlarını esirgemeyen asistan arkadaşım Cemile GARİPOĞLU'na, bu günlere gelmem süresince hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan ve en zor zamanlarımda sevgileri ile bana büyük destek olan değerli annem, babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2020

Dr. Meltem ORUÇ

ÖZET
VİSSERAL YAĞ MİKTARI İLE BÖBREK TAŞLARININ İÇERİĞİ ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN KONTRASTSIZ DUAL ENERJİ BT KULLANILARAK
ARAŞTIRILMASI

Üriner sistem taş hastalığı, geçmişten günümüze kadar görülme sıklığı gittikçe artan ve toplumun büyük bir kısmını ilgilendiren üriner sistemin sık görülen hastalıklarındandır. Bazı çalışmalarda artmış abdominal yağ birikiminin üriner sistem taş hastalığı için risk faktörü olduğu özellikle ürik asit taşı görülme sıklığında artış olduğu belirtilmektedir. Biz çalışmamızda abdominal visseral yağ volümünü (AVYV), abdominal subkutan yağ volümünü (ASYV) elde olunan multidedektör bilgisayarlı tomografi (MDBT) kesitlerinden hesaplayarak ve Dual enerji Bilgisayarlı Tomografi görüntüleme yönteminde saptanan taş komponentleri ile ilişkisini değerlendirdik.

Çalışmaya 1 Ocak 2019-31 Aralık 2019 tarihleri arasında Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Radyoloji departmanında böbrek taşı şüphesi ile MDBT incelemesi uygulanan ve üriner sistem taşı saptanan hastalarda taşın olduğu seviyeye Dual enerji BT (DEBT) incelemesi yapılan yaşları 18-80 arasında 400 hasta değerlendirildi. Hiperparatroidi, hipertansiyon, diyabet tanısı olan hastalar çalışma dışı bırakıldı ve kalan 208 hasta çalışmaya dahil edildi. DEBT incelemesi yalnızca taşın olduğu kesitlere yönelik uygulandı ve iş istasyonu (Syngo.via, Siemens Healthcare, Forchheim, Almanya) üzerinden uygulanan düşük ve yüksek kVp değerlerinde taşın atenüasyon oranlarının analizi yapılarak taşlar hidroksiapatit, kalsiyum oksalat, sistin ve ürik asit taşı şeklinde sınıflandırıldı. MDBT ile umblikus düzeyinden geçen tek kesitten elde edilen abdominal visseral-subkutan yağ volümleri ölçüldü. Hastaların idrar pH, yaş, cinsiyet ve visseral yağ volüm yüzdesi hesaplanarak veriler kaydedildi. Çalışmamızda abdominal visseral yağ volümü (AVYV), abdominal visseral yağ volümü /Total abdominal yağ volümü (AVYV/TAYV) yüzde oranı ve yaş ile ürik asit taşı varlığı arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0,05$). Ancak İdrar pH 'ı, abdominal subkutan yağ volümü ile ürik asit taşı sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Elde ettiğimiz veriler neticesinde abdominal visseral yağ volümü artışı ile ürik asit taşı oluşumunun ilişkili olabileceğini göstermektedir. Abdominal visseral yağ oranının azaltılmasına yönelik yaklaşımlar ürik asit taşı sıklığını azaltabilir ve üriner sistem taşı olan abdominal visseral obez hastalarda tedavi yaklaşımını değiştirebilir.

Anahtar kelimeler: DEBT, ürik asit taşı, visseral yağ volümü

SUMMARY
EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN VISCERAL FAT
AMOUNT AND KIDNEY STONE COMPOSITION USING NON-CONTRAST
DUAL ENERGY CT

Urinary tract stone disease is a common disease of the urinary tract and as a disease with increasing prevalence from past to present, it concerns a large part of the society. Some studies reported that increased abdominal fat deposition is a risk factor for urinary tract stone disease and especially an increase in the incidence of uric acid stones is reported. In our study, we evaluated the relationship of abdominal visceral fat volume (AVFV), abdominal subcutaneous fat volume (ASFV), which we measured from the multidetector computed tomography (MDCT) images, and the stone components, which were identified by use of Dual Energy Computed Tomography imaging technique.

In this study, 400 patients between the ages of 18-80 years were evaluated between January 1, 2019 and December 31, 2019 in the Radiology Department of Necmettin Erbakan University Meram Faculty of Medicine, where patients with suspected kidney stones underwent MDCT and patients with detected stones were scanned using Dual Energy CT scanning at the level of the stone. Patients with hyperparathyroidism, hypertension and diabetes were excluded, and the remaining 208 patients were included in the study. The DECT scanning was performed only for the sections with the stone and a workstation (Syngo.via, Siemens Healthcare, Forchheim, Germany) was used to classify the stones as hydroxyapatite, calcium oxalate, cystine and uric acid stone by calculating their attenuation ratios which is the ratio of low kVp energy image attenuation to high kVp image attenuation. Abominal visceral-subcutaneous fat volumes were measured using a single slice obtained by using MDCT. Age, sex, urine pH and calculated visceral fat volume percentage data of the patients were recorded. In our study, a significant relation of abdominal visceral fat volume (AVFV), abdominal visceral fat volume / total abdominal fat volume (AVFV / TAFV) percentage increase and age with uric acid stone presence was found ($p < 0.05$). However, no statistically significant relation of urine pH or abdominal subcutaneous fat volume was found with uric acid stone frequency ($p > 0.05$).

As a result, the data we obtained shows that increased abdominal visceral fat volume may be related to uric acid stone formation. Approaches to reducing abdominal visceral fat percentage can decrease the incidence of uric acid stones and change the treatment strategy in abdominal visceral obese patients who have urinary tract stones.

Keywords: DECT, uric acid stone, visceral fat volume.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
SUMMARY	iii
İÇİNDEKİLER	v
TABLOLAR	viii
ŞEKİLLER	ix
KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Üriner Sistem Embriyolojisi.....	4
2.1.1 Pronefroz.....	4
2.1.2 Mezonefroz.....	4
2.1.3 Metanefroz	4
2.2. Üriner Sistem Anatomisi	5
2.2.1. Böbrekler.....	5
2.2.2 Üreterler.....	9
2.2.3. Mesane.....	11
2.2.4 Üretra	13
2.3. Üriner Sistem Taş Hastalığı	13
2.3.1. Epidemiyoloji ve Etyoloji.....	13
2.3.2 Üriner Sistem Taşı Oluşum Mekanizmaları	15
2.3.3 Üriner Sistem Taş Metabolizması.....	18
2.3.3.1 Kalsiyum Metabolizması ve Taşları	18
2.3.3.2 Oksalat Metabolizması ve Taşları.....	21
2.3.3.3 Ürik Asit Metabolizması ve Taşları	21
2.3.3.4 Magnezyum Amonyum Fosfat Taşları (Sitrüvit Taşları)	22
2.3.3.5 Sistin Metabolizması ve Taşları	22
2.3.3.6 Ksantin Metabolizması ve Taşları	23
2.4 Üriner Sistem Taş Hastalıklarında Tedavi	23

2.4.1 Medikal tedavi	23
2.4.2 Kemoliz.....	24
2.4.3 Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi (ESWL).....	24
2.4.4 Üreterorenoskopik Taş Ekstraksiyonu	26
2.4.5 Perkütan Nefrolitotomi (PNL)	27
2.4.6 Laparoskopi	28
2.4.7 Açık taş cerrahisi.....	28
2.5 Üriner sistem Taş Hastalığı Tanı Yöntemleri.....	29
2.5.1 Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG).....	29
2.5.2 İntravenöz pyelografi (İVP)	30
2.5.3 Ultrasonografi (US).....	31
2.5.4 Bilgisayarlı Tomografi	33
2.5.4.1 Tarihçe	33
2.5.4.2 BT Fiziği.....	34
2.5.4.3 BT Ünitesinin Bölümleri.....	40
2.5.4.4 Dedektörler ve X ışını Tüpü	41
2.5.4.5 Veri Toplama	42
2.5.4.6 Görüntü Alanı (Field Of View) (FOV)	43
2.5.4.7 Zooplama	43
2.5.4.8 Görüntü İşleme.....	44
2.5.4.9 BT Görüntüsü ve Görüntü Üzerindeki İşlemler	46
2.5.5 Dual Enerji Bilgisayarlı Tomografi.....	46
2.5.5.1 DEBT’de Temel Prensipler ve Fizik Özellikler.....	46
2.5.5.2 Teknik özellikler ve Dual enerji BT Çeşitleri	48
2.5.5.3 DEBT’nin Klinik Kullanım Alanları.....	51
2.5.5.4 DEBT'nin Sınırlılıkları ve Radyasyon.....	55
2.6 Vücut Yağ Doku Fizyolojisi.....	56
2.6.1 Vücut Yağ Dokusu Ölçümünde Kullanılan Yöntemler	57
2.6.1.1 Antropometrik Ölçümler.....	57
2.6.1.2 Total Vücut Yağı Ölçüm Yöntemleri.....	58
2.6.1.3 Vücut Visseral Yağı Ölçüm Yöntemleri.....	58
3. GEREÇ VE YÖNTEM	60
3.1. Olgu Seçimi	60
3.2. Yöntem	60

3.3 İstatistiksel Analiz	62
4. BULGULAR	63
5. TARTIŞMA	69
6. SONUÇ	77
7. KAYNAKLAR	78
EKLER	93



TABLÖLAR

Tablo 4.1: Taş tipine göre saptanan olguların sayısı	64
Tablo 4.2: Farklı taş tiplerinin cinsiyete göre dağılımı	65



ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Metanefroz (kalıcı böbrek)'un gelişimi.	5
Şekil 2.2: Böbrekler ve komşulukları.	6
Şekil 2.3: Böbreğin ortadan kesiti.	8
Şekil 2.4: Sağ üreterin doğal seyri.	11
Şekil 2.5: Mesanenin uzunlamasına ortadan açılmış durumda önden görünümü.	12
Şekil 2.6: Birinci jenerasyon BT cihazı.	34
Şekil 2.7: İkinci jenerasyon BT cihazı.	35
Şekil 2.8: Üçüncü jenerasyon BT cihazı.	35
Şekil 2.9: Dördüncü jenerasyon BT cihazı.	36
Şekil 2.10: Hounsfield skalası.	38
Şekil 2.11: BT'de görüntü oluşumu.	40
Şekil 2.12: Hounsfield skalası üzerinde pencereleme örnekleri.	44
Şekil 2.13: Dual enerji BT cihazlarının temel dizaynı.	48
Şekil 2.14: Günümüzde kullanılan DEBT cihazları.	51
Şekil 3.1: L3-4 seviyesinde subkutan (pembe alan) ve visseral (yeşil alan) yağ dokuları ile volüme ait ölçüm değerleri.	62
Şekil 4.1: Taş tiplerinin atenüasyon değerlerine göre dağılımı.	63
Şekil 4.2: Farklı taş tipleri ile yaş arasındaki korelasyon.	65
Şekil 4.3: AVYV artışı ile farklı taş komponentlerinin dağılım analiz verilerinin grafiksel gösterimi.	66
Şekil 4.4: AVYV/TAYV yüzde artışı ile farklı taş komponentlerinin dağılım analiz verilerinin grafiksel gösterimi.	67
Şekil 4.5: ASYV artışı ile farklı taş komponentleri arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi.	68
Şekil 4.6: İdrar pH değerleri ile farklı taş komponentleri arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi.	68

KISALTMALAR

ASYV	: Abdominal Subkutan Yağ Volümü
AVYV	: Abdominal Visseral Yağ Volümü
BİA	: Biyoelektrik impedans Analizi (),
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
Ca	: Kalsiyum
COD	: Kalsiyum okzalat dihidrat
COM	: Kalsiyum okzalat monohidrat
ÇKBT	: Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
DE	: Dual Enerji
DEBT	: Dual Enerji Bilgisayarlı Tomografi
DEXA	: Dual energy X-Ray Absorbsiometri
DÜSG	: Direkt Üriner Sistem Grafisi
ESWL	: Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi
FOV	: Field of View (Görüntü Alanı)
FP	: Formation Product
HU	: Hounsfield Unit (Hounsfield Ünitesi)
İVP	: İntravenöz Pyelografi
keV	: Kiloelektron Volt
kV	: Kilovolt
kVp	: Kilovoltage Peak (Kilovoltaj Piki)
mA	: Miliamper
MDBT	: Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi
MIP	: Maximum İntensite Projeksiyon
MinIP	: Minimum İntensite Projeksiyon
MPR	: Multiplanar Reformasyon

MR	: Manyetik Rezonans
NİR	: Near İnfrared İnteractance
PNL	: Perkütan Nefrolitotomi
RIRC	: Retrograd İntrarenal Cerrahi
ROI	: Region of interest
SNR	: Signal to Noise Ratio (Sinyalin Gürültüye Oranı)
SP	: Solubility Product
TAYV	: Total Abdominal Yağ Volümü
US	: Ultrasonografi
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
Z	: Atom Numarası

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Üriner sistem taş hastalığı, geçmişten günümüze kadar görülme sıklığı gittikçe artan, toplumun büyük bir kısmını ilgilendiren üriner sistemin sık görülen hastalıklarındandır (Lopez ve ark 2010). Üriner sistem taş hastalığı prevalansı, batı toplumlarında yaklaşık %10-15 ve orta doğu ülkelerinde ise yaklaşık %20-25 oranında görülen, sık rekürrensine bağlı iş gücü kaybına ve artan sağlık harcamalarına sebep olan sağlık problemidir (Pak 1998, Saigal ve ark 2005). Ülkemizde yapılan bir araştırmada ise üriner sistem taş hastalığı görülme prevalansı %14 oranında bildirilmiştir (Akinci ve ark 1991).

Kalsiyum okzalat (CaOx), kalsiyum okzalatmonohidrat (COM) ve kalsiyum okzalatdihidrat (COD) en sık rastlanan böbrek taşı tipleridir. Ayrıca kalsiyum fosfat, ürik asit ve struvite gibi böbrek taş tiplerine daha az sıklıkla rastlanmaktadır (Daudon ve ark 2004).

Üriner taş hastalığı etyolojisi multifaktoriyeldir. Yaş, cinsiyet, heredite, vücut habitusu, jeografik bölge, iklim değişikliği, diyet ve ilaç kullanımı gibi faktörler ile ilişkili bulunmuştur (Curhan ve ark 1993, Kaul ve ark 1996, Holmes ve ark 2001, Saldana ve ark 2007).

Hipertansiyon, hiperlipidemi ve metabolik faktörler obezite de olduğu gibi üriner taş hastalığı riskini artırır (Taylor ve ark 2005).

Obezite, vücut kitle indeksinin anormal artışı olarak tanımlanır. Obezitede; insülin rezistansı, kompensatuar hiperinsulinemi ve metabolik bozukluklar sonucunda asidik idrar oluşur ve ürik asit süpersaturasyonu meydana gelir. Bunun sonucu olarak ürik asit ve kalsiyum okzalat komponentine sahip üriner sistem taşlarına eğilim artar (Jeong ve ark 2006, Taylor ve ark, 2005).

Günümüzde birçok çalışmada vücut kitle indeksi yüksek kişilerde üriner taş hastalığına eğilim artmıştır (Trinchieri ve ark 2000, Zilberman ve ark 2010). Bir grup araştırmacının çalışmasında nonobez ve obez kişilerde taş görülme ihtimali karşılaştırılmış ve obez kişilerde taş görülme prevelansı %63 iken, obez olmayan kişilerde bu oran %11 olarak gösterilmiştir (Ekeruo ve ark 2004).

Modern çağın insanlar üzerinde en belirgin etkilerinden biri hareketsiz yaşam ve bunun neden olduğu obezite ve yağlanma metabolik bozuklukları oluşturan en önemli etkenlerdir (Zimmet ve ark 2001).

Yağ dokusu; büyüme faktörleri, çeşitli sitokinler ve çok sayıda biyoaktif maddeleri salgılayan aktif ve karmaşık bir endokrin organdır. Yağ dokusunun en önemli görevlerinden biri enerji depolamaktır. Adipositlerin optimal fonksiyon göstermeleri metabolik sağlık açısından önemlidir (Pi-Funyer ve ark 2006, Lewis 2002).

Yağ dokusu, vücutta farklı bölgelerde dağılım gösterir ve yerleşim yerlerine göre farklı fonksiyonları vardır. Yağ dokusunun farklı fonksiyon göstermesinin nedeni, farklı yağ depolarının genetik olarak tayin edilmiş hücresel reseptörleri, yağ metabolizmasındaki farklı enzimatik işlevleri ve biyoaktif moleküllerin yapımından sorumlu genlerin farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Visseral yağ dokusu yüksek metabolik aktivite göstermesine karşın cilt altı periferal yağ dokusu düşük metabolik aktivite gösterir. Visseral yağ dokusu, portal ven yoluyla karaciğere direkt ulaşabilmektedir (Lewis 2002, Pi-Funyer ve ark 2006). Visseral yağ dokusunda artış bazal lipolizi ve katekolaminlere bağlı lipolizi artırırken; insüline bağlı gelişen antilipoliz cevabında azalma oluşturur. Visseral yağ hipertrofisi ile birlikte inflamatuvar aktivitede artışı görülür. Genel yağ artışından daha ziyade visseral yağ dokusu artışının metabolik bozuluklara yol açtığı düşünülmektedir (Alberti ve ark 2005, Erol 2006).

Vücut yağ oranının anormal artışı olarak tanımlanan obezite, vücut kitle indeksi (VKİ) kullanılarak değerlendirilmiştir (Taylor ve ark 2005).

Yapılan çalışmalarda obezitede oluşan metabolik bozuklukların ve kardiovasküler komplikasyonların abdominal yağlanma ile arasında güçlü bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Bunun sonucu olarak vücut yağ dağılım oranı belirlenirken VKİ ölçümünün tek başına yetersiz olduğu düşünülmüş ve bel çevresi ölçümünün de hesaplanmasının fayda sağlayacağı bildirilmiştir. Ancak sonraki süreçlerde VKİ ve bel çevresinin birlikte ölçümünde yetersiz kaldığı, metabolik ve kardiovasküler sağlık açısından daha etkin role sahip olan visseral yağ oranı analizinin daha önemli olduğu gösterilmiştir (Fox ve ark 2007).

Bel çevresi ölçümü ve görüntüleme metodları visseral adipoz dokuyu değerlendirmede kullanılabilir (Kawasakive ark 2008). Ancak visseral yağ miktarı ve subkutan yağ miktarı dağılımı doğal olarak kişiler arasında farklılık gösterir ve bel çevresi

ölçümü ve VKİ hesaplaması gibi antropometrik ölçümler benign subkutan yağ ile visseral yağı ayırt edemez (Tokunaga 1983, Meng 2010).

Günümüzde visseral yağ doku değerlendirilmesi, umblikus seviyesinden elde edilen kontrastsız bilgisayarlı tomografinin tek aksiyel kesitinden visseral adipoz doku alanı hesaplanarak değerlendirilebilmektedir (Tokunaga 1983, Meng 2010).

Bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) gibi görüntüleme yöntemleri visseral yağ oranının belirlenmesinde altın standart yöntemlerdir, ancak pratik olmayışı, maliyet yüksekliği ve radyasyon maruziyeti gibi olumsuz nedenlerden dolayı kullanımları kısıtlıdır.

Biz bu çalışmada, kontrastsız BT incelemesi ile böbrek taşı hastalığı tanısı alan hasta grubunda visseral ve subkutan yağ doku volümü ile dual enerji BT incelemesi yardımıyla elde edilen üriner taş komponentinin arasında anlamlı ilişki olup olmadığını saptamayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Üriner Sistem Embriyolojisi

Üriner sistem intermediyer (ara) mezodermden gelişir. İntermediyer mezodermin oluşturduğu ürogenital kabartı aortun her iki yanında ortaya çıkar, nefrojenik kordon veya kabarıntı olarak isimlendirilir (Persaud 2002).

Nefrik sistem pronefroz, mezonefroz ve metanefroz olarak isimlendirilen evreler şeklinde progresif bir gelişme gösterir (Özgür 1998).

2.1.1 Pronefroz

Bu en erken nefrik evredir. Dördüncü ile ondördüncü somitlerden gelişir (Özgür 1998). Bu yapı rudimenterdir, nonfonksiyoneldir ve dördüncü haftanın başlangıcında ortaya çıkar (Sadler 1996; Şeftalioğlu 1998).

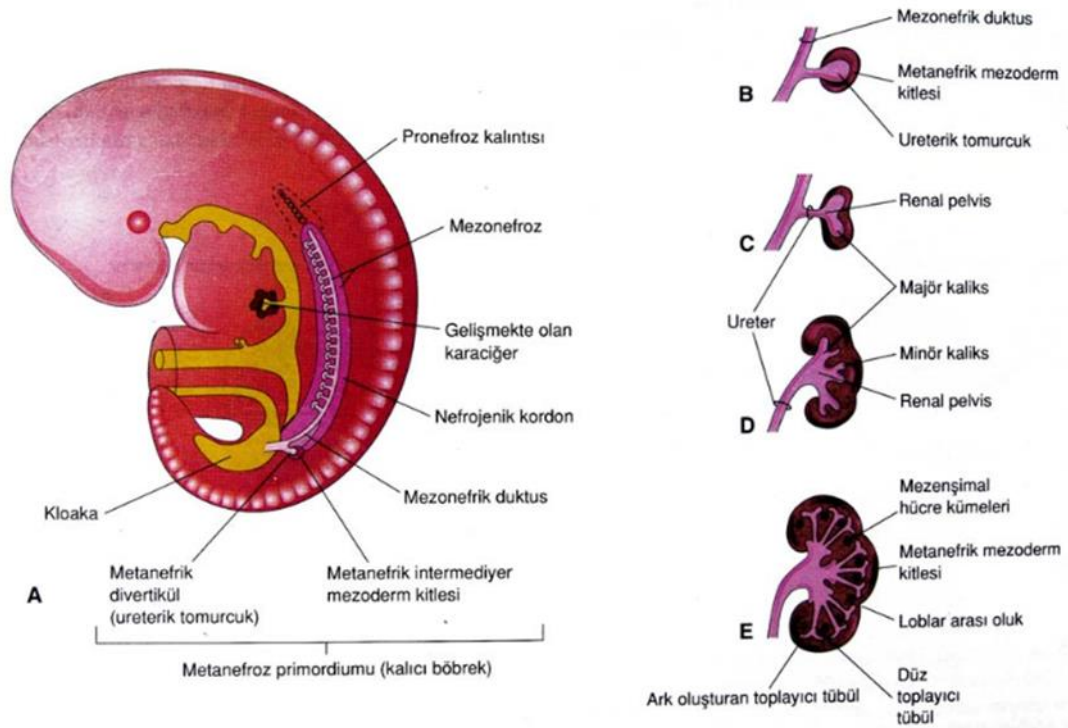
2.1.2 Mezonefroz

Pronefrik sistemin yok olmaya başladığı dönemde, ikinci olarak gelişmeye başlayan bu sistem pronefrozların kaudalinde izlenir. Dördüncü ile sekizinci haftalar arasında, kalıcı böbrekler oluşuncaya kadar intermediyer (ara) böbrekler olarak fonksiyon görürler (Kayalı 1992; Tanagho 1995; Sadler 1996; Şeftalioğlu 1998).

2.1.3 Metanefroz

Nefrik sistemin son fazıdır. Doğuma yakın böbrekler yavaş bir seyirle 1. lomber veya 12. torasik vertebra düzeyine kadar yükselir. (Tanagho 1995).

Kalıcı böbreklerin iki farklı kökeni vardır ve bunlar metanefrik divertikül veya üreterik tomurcuk ile intermediyer mezodermin metanefrik mezodermi yahut metanefrik blastemdir. Metanefrik divertikül veya üreterik tomurcuk, böbreğin toplayıcı sistemini oluşturur (Şekil 1.1). Metanefrik mezodermin kökeni, nefrojenik kordonun kaudal parçasıdır ve böbreğin nefronları buradan gelişir (Kayalı 1992; Sadler 1996; Şeftalioğlu 1998).



Şekil 2.1: Metanefroz (kalıcı böbrek)'un gelişimi.

A: 5 haftalık embriyonun lateral görünümünde metanefroz primordiumu izlenmektedir. B'den E'ye kadar, metanefrik divertikülün (üreterik tomurcuk) gelişme safhaları görülmektedir (5.-8. haftalar arası). Üreter, renal pelvis, kaliksler ve toplayıcı tübüllerin gelişimi izlenmektedir (İnsan embriyolojisi, Moore-Persaud, 2008).

2.2. Üriner Sistem Anatomisi

2.2.1. Böbrekler

Böbrekler, bilateral Th12 ile L3. vertebra düzeyinde yerleşimli, retroperitoneal konumlu, solid organlardır. Böbrek ağırlığı kadın cinsiyette 115-155 gramdır, erkek cinsiyette 125-170 gramdır ve böbreklerinin ağırlığı ile boyutları kadınların böbreklerine oranla erkek cinsiyette daha fazladır (Emamian 1993).

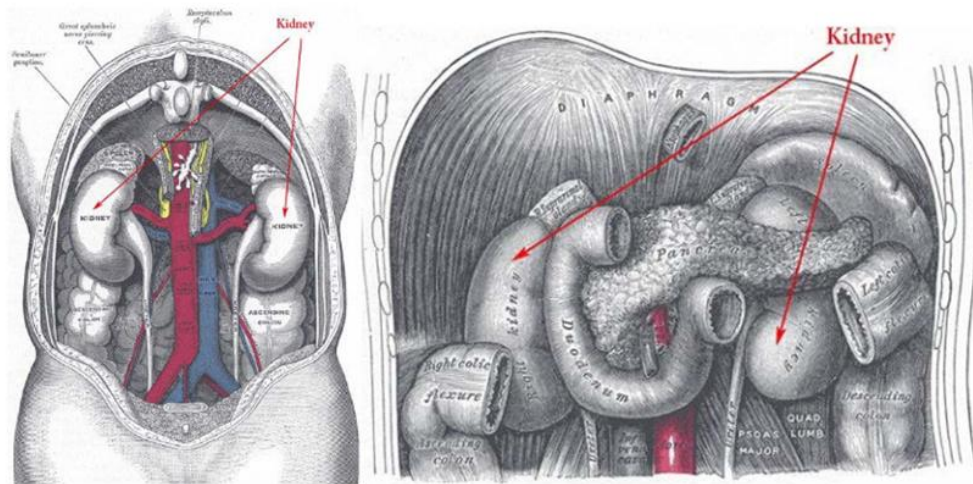
Karın boşluğunda sağ üst kadranda karaciğerin varlığı nedeniyle, sol böbreğe kıyasla sağ böbrek 2-3 cm kadar daha aşağıda yerleşimlidir. Böbrekler kraniokaudal 9-13 cm, mediolateral 5-6 cm, anteroposterior yaklaşık 3-4 cm boyutlarındadır. İleri yaşlarda böbrek boyutları böbrek parankimindeki kayba bağlı olarak azalır. Sol böbrek sağdan yaklaşık 0.5-1.5 cm kadar daha büyüktür (Snell 2004; Mettler 2008).

Böbreklerin iki yüzü vardır ve bu yüzleri facies anterior ile facies posteriordur. Böbreklerin ayrıca iki kenarı vardır ve bu kenarları konkav olan margo medialis ile konveks olan margo lateralistir. İki kutbu ekstremitas superior ve ekstremitas inferiordur (Moore 2006; Elhan 2006).

Böbrekler, perirenal yağ dokusu ile sarılıdır ve bu yağ dokusunu gerota fasyası yukarıdan aşağıya doğru sarar. Perirenal yağ dokusu, gerota fasiası, pararenal yağ dokusu, böbrek pedikülü ve karın ön duvarının basısı böbrekleri buldukları yerde tutar (Kılıçözülü 1993; Kabalin 1998; Özkeçeli 1998).

Her iki böbrek arka yüzü 11. ve 12. kotlar, vertebral kolonun spinöz çıkıntıları, karın arka duvarı kasları, m. quadratus lumborum ve m. psoas ile komşudur. Sağ böbrek ön yüzü karaciğer, duodenum, kolonun hepatik fleksurası ve jejunum ile sol böbrek ön yüzü ise mide, dalak, pankreas ve kolonun splenik fleksurası ile komşudur (Şekil 2.1). Sağ böbrek ile arasında periton bulunan organlar karaciğer ve duodenum olup diğer komşu organlar ile aralarında periton bulunmaz. Her iki böbreğin retroperitoneal komşulukları posteriorda diafragma, m. psoas ve m. quadratus lumborumdur.(Patrick 1998, Özkeçeli 1998).

Hilus, böbreklerin medial konkav yüzüne denir ve renal sinüse uzanır. Arkadan öne üreterler, renal ven, renal arterin iki dalı sırasıyla hilus bulunurlar. Hilustan lenfatik damarlar ve sempatik sinirler de giriş yaparlar (Moore 2006).



Şekil 2.2: Böbrekler ve komşulukları.
A: arkadan, B: önden görünüş (The Human Protein Atlas).

Böbreği fascia renalis (Gerota fasyası), capsula adiposa ve capsula fibrosa olarak isimlendirilen katmanlar sırası ile sarmaktadır.

Capsula fibrosa (renal kapsül): Yapısında sağlam kollajen lifler bulunduran bu yapı, ince fakat sağlam bir kılıf olarak böbreği sarmaktadır (Sancak ve Cumhuriyet 2004; Yıldırım 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008). Capsula fibrosa, hilum renaleye geldiğinde iki yaprağa ayrılarak dış yaprağı hilum renalede bulunan yapıların üzerinden geçerek onları sarar. İç yaprak ise hilum renaleden içeri girip sinüs renalisin iç yüzünü örter ve kalikslerin duvarlarını döşer (Sancak ve Cumhuriyet 2004; Yıldırım 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008).

Capsula adiposa (Perirenal yağ kapsülü): Renal kapsülü çevreleyen bu oluşum yağ tabakası olup kişinin şişmanlık durumuna göre kalınlığı değişebilir. Bu tabaka hilum renaleden geçerek sinüs renalis içine girer, burada bulunan yapıların arasındaki boşlukları doldurur (Sancak ve Cumhuriyet 2004; Yıldırım 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008).

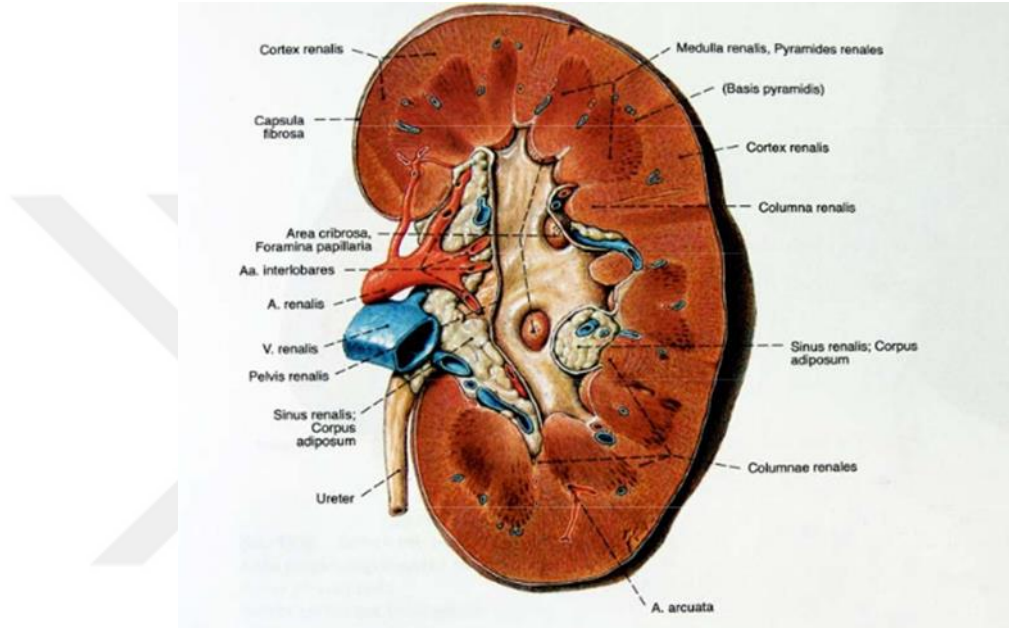
Fascia renalis (Gerota fasyası): Ekstraperitoneal bağ dokusunun yoğunlaşması sonucu oluştuğu düşünülen, gl. suprarenalis ile birlikte böbreği en dıştan saran örtüdür (Yıldırım 2004; Gövsa Gökmen 2008). Bu yapı iki yaprağa ayrılır. Ön yaprağı mediale doğru seyrederek diğer böbreğin aynı yaprağı ile birleşir ve fascia prerenalis ismini alır. Posteriorde ise böbreğin arkasından psoas majör kasının fasyası ve prevertebral fasya ile birleşerek retrorenal fasyayı oluşturur. Ön yaprak arka yaprağına göre daha incedir. Bu iki yaprak böbreğin üst kısmında birleşerek diyafragma fasyası ile devamlılık gösterir, lateralde fascia transversalis'e tutunur ve yapraklar fascia iliaca ile inferiora doğru devam eder (Sancak ve Cumhuriyet 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008). Böbreği pozisyonunda tutan en önemli yapılardan biri fascia renalis olup arkasında corpus adiposum pararenale diye adlandırılan yağ tabakası bulunur (Sancak ve Cumhuriyet 2004; Arıncı ve Elhan 2006; Gövsa Gökmen 2008).

Böbreğin Yapısı

Böbrekler, renal parankim ile renal sinüsten oluşur. Renal parankim içerisinde damarlar, toplayıcı sistem yapıları (major kaliksler- pelvis) ve yağ dokusu bulunmakta olup korteks ve medulla olarak adlandırılan iki yapıdan oluşur.

Medullada 8-10 adet koni şeklindeki renal piramit (Malpighi piramitleri) yapıları bulunur. Bu piramitlerin papilla renalis olarak adlandırılan tepe kısımları renal sinüse

bakar, taban kısımları ise kortekse bakar. Renal piramitler arasındaki kortikal uzantılar *columna renalis* (Bertini kolonları) olarak adlandırılır ve bu alanda renal vasküler yapıların renal parankime giriş ve çıkışları gerçekleşir. Korteks, papillalar dışında renal piramitleri saran böbrek dokusudur. Böbrek hilusu içindeki boşluk *sinus renalis* olarak adlandırılır ve renal pelvisin üst bölümü, kaliksler, böbrek damarları aralarındaki boşlukta da yağ dokusu bulunur (Şekil 2.2).



Şekil 2.3: Böbreğin ortadan kesiti.
(İnsan Anatomisi Atlası, K. Arıncı, 2001)

Böbreğin besleyici damarı olan renal arterler, abdominal aorta'dan, 1. ve 2. lomber intervertebral disk düzeyinde ayrılır. Böbreklerin konumu nedeniyle, sağ renal arter sol renal arterden biraz daha aşağıda bulunur. Renal arterler böbrek hilusu seviyesinde segmental dallarına ayrılırlar ve bu segmental arterler renal sinüste yeniden dallanarak minör kalikslerin etrafında böbrek kolonlarına girerler. İnterlobar arter olarak isimlendirilen bu dallar böbrek lobları arasında uzanır ve böbreğin korteks ile medullasının birleşimi düzeyinde yanlara doğru kıvrılarak seyir gösterirler. Bu arterler arkuat arter adını alır. Arkuat arterler birbirleriyle anastomoz yapmazlar. Böbrek lobülleri arasında uzanarak arkuat arterlerden dik açıyla ayrılan dallar interlobüler arter olarak isimlendirilir. İnterlobüler arterlerden ayrılıp yanlara doğru uzanan dallar afferent glomerular arteriollerdir ve bunlar efferent glomerular arterioller şeklinde devam eder, daha sonra da interlobüler vene açılır. Böbreğin venleri, arterler ile benzer şekilde isimlendirilerek aynı

sırayı takip eder ve sırasıyla interlobüler, arkuat, interlober ve segmental venler olarak adlandırılırlar. Bu venler son olarak renal veni oluşturarak inferior vena kavaya dökülürler. Sağ renal ven, vena kava inferiora doğrudan açılır. Sol lomber ven, sol gonadal ven ve sol sürrenal ven sol renal vene katılır ve sol renal ven vena kava inferiora açılır (Kahle 2004).

Bir böbrekte her biri minör kaliksler tarafından çevrelenen, 4-18 civarında renal papilla bulunur. Minör kaliksler birleşerek majör kaliksleri, majör kaliksler de birleşerek renal pelvisi oluşturur. Renal pelvisler üreter ile devamlılık gösterir (Sanders 2007).

2.2.2 Üreterler

Üreterler ortalama 25-30 cm uzunluğunda, 3 mm çapında, üreteropelvik bileşkeden başlayan, üreterovezikal bileşkede mesanede sonlanan, boşaltıcı kanallardır (Snell 2004). Üreterler, m. psoas major'un önünde, retroperitoneal alanda, yukarıdan aşağıya doğru, lomber vertebraların transvers çıkıntıları lateralinde seyir gösterir ve daha sonra medial bölgeye ilerleyerek tuberculum pubicumun posteriorunda mesaneye giriş yaparlar (Şekil 2.3). Seyirleri esnasında üreterlerin çaprazladıkları iki yapı yukarıdan aşağı doğru sırasıyla sakroiliak eklem ve orjininden hemen sonra a. iliaca externadır.

Üreterler yaklaşık 2 cm kadar, mesane duvarında oblik olarak ilerlerler ve mesaneye valv şeklindeki ostiumlar ile açılırlar. Bu valvler idrarın mesaneye geçişine izin verirken, idrarın mesaneden üretere geri kaçışını engellerler (Patrick 1998).

Üreter pars abdominalis, pars pelvica, pars intramuralis olarak üç kısımdan oluşur ve duvarında üç katman bulunur. En içte bulunan katman mukozadır ve çok katlı epitelle örtülüdür. Orta tabaka, içte longitudinal dışta sirküler düz kas liflerinden oluşur. Bu kasların kasılmasıyla idrar mesaneye iletilir. Dış katman ise bağ dokusundan oluşur (Shier 2003).

Üreter üstten aşağıya doğru sırasıyla renal arter, testiküler arter (kadınlarda a. ovarica) ve vezikal arterden ayrılan dallar tarafından beslenir. Üreter üzerinde venler bir ağ oluşturarak arteryel sistemi takip ederler. Üreterin innervasyonu ise sırasıyla yukardan aşağıya doğru plexus renal, plexus testicularis-ovarica ve plexus hypogastricus tarafından sağlanır (Shier 2003).

Üreterlerde 3 darlık vardır (Moore 2006; Tanagho 2009):

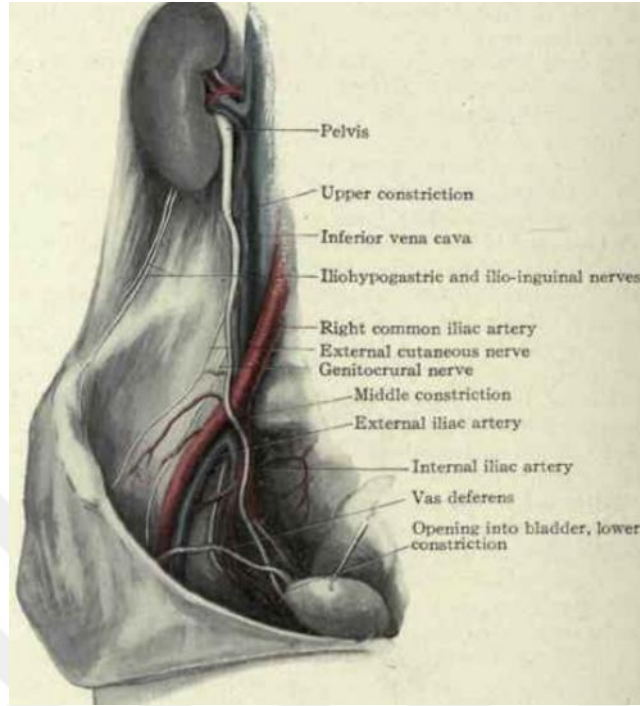
- a.) Üreteropelvik bileşkede.
- b.) A. iliaca externa ile çaprazlaştığı düzeyde.
- c.) Mesaneye giriş yaptığı düzeyde.

Üreter taşları sıklıkla bu darlıklar düzeyinde yerleşmekte olup bu bölgelerde semptom verirler. Üreterde aberran renal arterler ile çaprazlaşmasından dolayı pelvik bölgeden önce ve gonadal vasküler yapılarında üreter ile çaprazlaşmasından dolayı üreterlerin üst 2/3 kısmında üreterlere damarsal basılar görülür (Ödev 1992).

Sağ üreterin ön komşuluğunda duodenum, terminal ileum, sağ a.v ileocolica, sağ testiküler ve ovaryan vasküler yapılar ve arka komşuluğunu ise sağ kommon iliak arter ve sağ psoas kası bulunur (Snell 2004).

Sol üreterin ise sigmoid kolon ve mezosu, sol kolik vasküler yapılar ve sol testiküler veya ovaryan vasküler yapılar ön komşuluğunda bulunur. Arkada sol m.psoas ve sol a.common iliaca bileşkesinde bulunur.

Sol üreterin medialinde inferior mezenterik ven seyrederek (Snell 2004).



Şekil 2.4: Sağ üreterin doğal seyri.
(Applied Anatomy: The Construction Of The Human Body).

2.2.3. Mesane

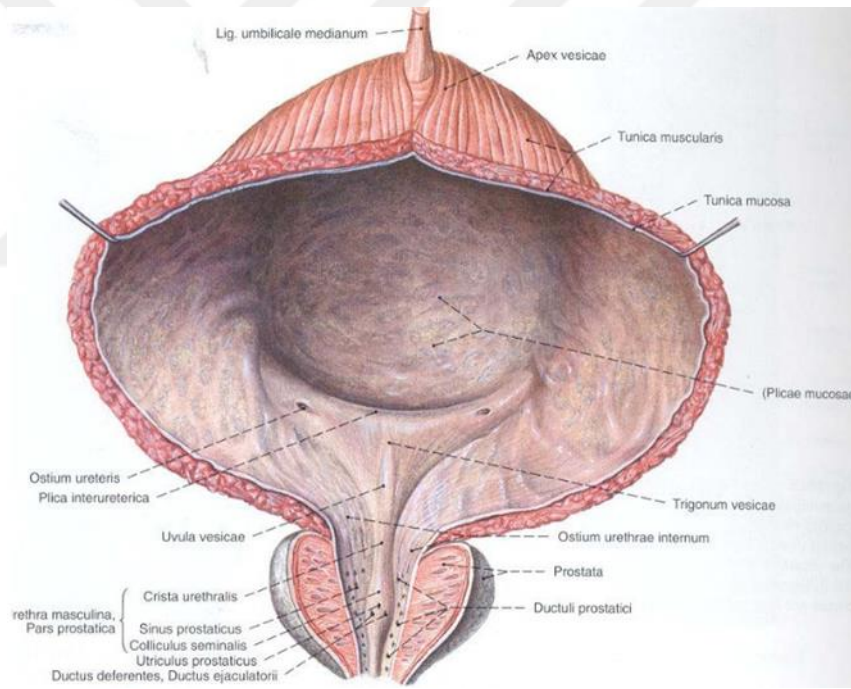
Mesane idrarın depo edildiği, genişleyebilme yeteneğine sahip, içi boş, muskuler bir yapıdır. Mesane 5 kısımdan oluşur ve taban kısmı fundus vezika, boynu serviks vezika, tavanı apeks vezika, tepesi ile tabanı arasındaki mesafe korpus vezika şeklinde adlandırılır.

Mesane fundusunun üst köşelerinden üreterler mesaneye giriş yaparlar. Mesanenin üst yüzünü periton örter ve urakus artığı olan ligamentum umbilikale medianum mesane tavanını karın ön duvarına asar (Mehmet 2000).

Mesanenin iç yüzeyini değişici hücreli epitel döşer ve bu epitelin altında, vasküler yapılar ile düz kas liflerinin oluşturduğu lamina propria bulunur. Lamina proprianın altında düz kas tabakası bulunur. Bu kas lifleri ortada sirküler, içte ve dışta longitudinal şekilde mesaneyi sarar (Elbadawi 1996). Trigondaki kas tabakası musculus trigonum vesicae olarak, trigon dışındaki kas tabakası ise musculus detrusor vesicae olarak adlandırılır (Mehmet 2000). Musculus detrusor vesicae'nın sirküler lifleri mesanenin boyun kısmında internal üretral sfinkteri meydana getirir (Şekil 2.4).

Mesane arteria vesicalis süperior ve inferior, arteria obturatoria, arteria rectalis media ve kadınlarda arteria uterina ile arteria vaginalis tarafından beslenir. Mesanenin venöz drenajı vena iliaca internaya olur. Mesanenin lenfatikleri internal iliak, eksternal iliak ve ana iliak lenf nodları aracılığıyla dökülür.

Mesane otonom sinir sistemi tarafından innerve olur. Torakal 11–12 ve lomber 1-2 segmentlerinden çıkan sempatik lifler, sakral 2-3-4. medulla spinalis segmentlerinden çıkan parasempatiklerinden gelen pelvik plexus ile birleşerek mesane ve üretranın innervasyonunu sağlarlar. Sempatik inervasyon detrüsr kasta inhibisyona neden olurken, internal üretral sfinkterde kontraksiyona neden olur. Parasempatik etki detrüsr kasında kontraksiyona, sfinkterde ise gevşemeye neden olur.



Şekil 2.5: Mesanenin uzunlamasına ortadan açılmış durumda önden görünümü. (Sobotta anatomi atlasından).

2.2.4 Üretra

Üretra, mesane boynunda bulunan ostium üretra internum ile dış genital yapıda bulunan ostium üretra eksternum arasında uzanmakta olan yapıdır (Pichler 2012).

Erkek üretrası internal üretral orifis ile glans penis'in ucundaki eksternal üretral orifis arasında uzanan yapıdır. Erkek üretrası intramural üretra, prostatik üretra, membranöz üretra ve bulbar üretra olmak üzere dört bölümden oluşur (Moore 2006).

Kadın üretrası, erkek üretrasına kıyasla daha kısa olup internal üretral orifis ile simfizis pubisin arkasından vestibulum vaginae'de bulunan eksternal üretral orifise kadar uzanır.

2.3. Üriner Sistem Taş Hastalığı

ÜSTH, acil servislere önemli başvuru sebebi olmakla birlikte prostat ve enfeksiyon kaynaklı nedenlere bağlı oluşan üriner sistem hastalıklarından sonra 3.sırada yer almaktadır (Anafarta 2007).

ÜSTH, hayat boyunca görülme prevalansı %1-15 arasındadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada yaş, ırk, cinsiyete göre bu oran değişmekte olup erkeklerde %12 ve kadınlarda %6 olarak belirtilmiştir. Ülkemizde, güney ve güneydoğu bölgesinde daha sık görülmekle birlikte taş hastalığı açısından endemik bir coğrafik bölgedir (Başeskioglu 2013).

2.3.1. Epidemiyoloji ve Etyoloji

Üriner sistem taş hastalığı, geçmişten günümüze kadar süregelen patolojik bir hadise olup taşın fizyopatolojisi ve oluşum mekanizmasına yönelik araştırmaların sonuçları ancak 1940'lardan sonra başlamıştır. Bu araştırmalar neticesinde taşın üriner sistemde hangi bölgelerde daha çok yerleşim gösterdiği, kalsiyum ile ürik asit gibi maddelerin taş oluşumu üzerine etkisi, paratroid hormon yüksekliği ile idiyomatik hiperkalsiürinin arasındaki ayırım, kristaloid ve kolloid yapıları ortaya konulmuştur. Nefrolithiazis, gelişmiş toplumların %1- 5'ine etki eden birbiri ile bağlantılı farklı etkenlerin rol oynadığı bir durumdur.

Böbrek taşlarının büyük bir çoğunluğu %75 oranında kalsiyum taşları ve diğer %25'lik kısmını ise organik taşlar olan sistin, ürik asit, struvit taşları oluşturmaktadır. Gelişmiş toplumlarda kalsiyum okzalat taşı ve kalsiyum hidroksiapatit taşı sıklığı yüksektir. Hayat boyu yetişkin beyaz erkeklerde böbrek taşı oluşma ihtimali %20'dir ancak

bu ihtimal bayanlarda ise yaklaşık %5 –10 aralığındadır. Böbrek taşı hastalarında rekürrens oranı 5 yıllık süre boyunca %50'den daha fazla görülmektedir (Sarıca 2007; Özkeçeli 2007).

ÜSTH, erişkin beyaz erkeklerde siyah erkeklere oranla 3-4 kat daha sık görülmektedir. Böbrek taşı hastalığı sıklıkla 3.dekat ile 6.dekat arasında ve her üç erkeğe karşılık bir kadında görülür. Kadınlarda bu oranın erkek cinsiyete göre daha az görülmesinin nedeni idrarda bulunan sitrat miktarının yüksekliğidir ve bu taşın koruyucu bir faktör olarak rol oynar (Yoshida 1990). Nefrolitiazis olan kişilerin %25'i aile öyküsüne sahiptir ve genetik çalışmalarda hastalığın gelişiminde çok sayıda genin rol oynadığı gösterilmiştir (Curhan 1997; Binbay 2005). Amerikan ırkında, siyahilerde, İsrail ırkında daha düşük oranda böbrek taş hastalığı görülmesinde kalıtsal unsurların etkili olduğu ortaya konulmuştur. (Binbay 2005).

ÜSTH; Pakistan, Çin, Hindistan, İskandinav ülkelerinde, İngiltere, Akdeniz ve Arap ülkelerinde daha yüksek sıklıkta görülürken, Afrika kıtasında, Amerika'nın güneyinde daha düşük sıklıkta görüldüğü tespit edilmiştir. Bunun bir sonucu olarak yaşanan coğrafik bölgeninde ÜSTH oluşumu üzerinde etkisi olduğu anlaşılmıştır (Binbay 2005). Yaşadığımız coğrafyaya baktığımızda ise üriner sistem taş hastalığı Güney Doğu Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz bölgesinde sıklık olarak yüksektir (Mut ve ark 1998).

Tropikal ve çöl ikliminin yaşandığı bölgelerde nefrolitiazis sıklığını yüksektir. Bunun bir sonucu olarak nem, sıcaklık ve iklim farklılıkları da üriner sistem taş hastalığı oluşumunda etkilidir (Mut ve ark 1998; Binbay 2005).

Diyet alışkanlıkları özellikle sıvı tüketimi taş oluşumu etyopatogenezinde önemli bir yere sahiptir (Binbay 2005). Diyetle kalsiyum, okzalat, fosfat ve pürin açısından zengin besinlerin tüketilmesi ve sitrattan fakir diyet alışkanlığı taş oluşumunun kolaylaşmasına yol açar (Mut ve ark 1998; Binbay 2005). Bundan dolayı diyetle yüksek miktarda protein, tuz ve okzalat içeren gıda alımının kısıtlanmasının gerekliliği söylenmiştir. (Binbay 2005).

Mesleki faktörler ve yaşam tarzı farklılıkları böbrek taşı oluşumu üzerine etkili diğer etmenlerdir. Sedanter yaşam sürenlerde, yüksek sıcaklıkta çalışan ofis çalışanlarında taş hastalığına sahip olma oranı tarımla uğraşan kişilerle ve aktif çalışan bireylerle karşılaştırıldığında yüksektir (Taylor ve ark 2005).

Kalsiyum okzalat taşları ve kalsiyum fosfat-okzalat içeren mikst taşlar tüm dünyada görülen en sık taş kompozisyonlarıdır. (Lemann 1996). Kalsiyum taşlarından

sonra, en sık taş tipleri magnezyum amonyum fosfat (sitrüvit ya da enfeksiyon taşları) ve ürik asit taşlarıdır (Anafarta 2007). Amerika Birleşik Devletleri'nde geniş çapta uygulanmış bir çalışma sonucunda %84 oranında kalsiyum okzalat taşı, %5 oranında ürik asit taşı, %7 oranında ürik asit-kalsiyum taşı, %4 oranında kalsiyum fosfat ve % 1'den daha düşük oranda strivüt taşı olduğu bildirilmiştir (Stoller ve ark 2004). İnsan vücudunda en çok bulunan katyon kalsiyumdur. Böbrek taşlarının %80 'i kalsiyum (Ca) içermektedir ve kalsiyum taşları sıklıkla mikst tiptedir (Prien ve ark 1947; Mandel ve ark 1989; Lemann 1996). Kalsiyumoksalat taşlarının kompozisyonu incelendiğinde kalsiyum okzalat dihidrat (COD), kalsiyum okzalat monohidrat (COM) ya da ikisinin karışımı olarak mikst tipte bulunur (Lemann 1996). Normal şartlarda idrarda kalsiyum okzalat ve fosfat eriyik halde bulunmaz. Kalsiyum taşlarının görülme sıklığına cinsiyetin etkisi incelendiğinde kadınlarda erkeklere nazaran 3 kat daha az sıklıkta olduğu bildirilmiştir. Taş oluşumuna meyilli bireylerde kalsiyum, okzalat ve fosfat içeren besinlerin yüksek oranda tüketilmesi, düşük idrar miktarı kalsiyum taşlarının oluşmasına sebep olabilir. Kalsiyum okzalat taşına sahip bireylerin yaklaşık %97'sinde bunun gibi çeşitli metabolik farklılıklara rastlanmıştır (Pak ve ark 2000).

2.3.2 Üriner Sistem Taşı Oluşum Mekanizmaları

Üriner sistem taş hastalığı etyolojisinde beş teori sunulmuştur.

Süpersaturasyon – kristalizasyon teorisi

İdrar inhibitörlerinin yokluğu teorisi

Matriks – nükleasyon teorisi

Epitaksi teorisi

Kombine teoriler

Süpersaturasyon – Kristalizasyon Teorisi

Üriner sistem taş oluşumunda temel olay idrarın satürasyonudur. Standart pH ve standart bir sıcaklıkta su gibi saf bir çözücü içinde kristalize duruma geçebilen bir element konulduğunda solüsyon durumunda bulunur. Bu solüsyonda eriyik halde bulunan maddenin miktarı artırılırsa eriyik halde bulunamaz ve kristalize hale geçer. Bu maddenin kristalize olmaya başlaması için gerekli doygunluk seviyesi solubility product (çözünürlük çarpımı) olarak isimlendirilir. Elementin solüsyonda erime ve kristalizasyonunda pH ve sıcaklık önemli bir yer tutmaktadır. Vücut sıcaklığının değişmemesine karşın, idrar pH

değişiklikleri olmaktadır. Saf su ile idrar karşılaştırıldığında idrar çok yüksek miktarda elementi solüsyon şeklinde bulundurabilir. Bu yüzden idrar süpersature solüsyon özelliğindedir. Süpersature solüsyon olan idrar kristalize olabilecek elementlerin çözünür halde bulunmasını kolaylaştıran farklı çok sayıda elektrik yüklü anyon ve katyon içerir. Ayrıca idrarda bulunan sitrat kalsiyum ile birleşir ve daha çözünür halde kalmasını sağlayan kalsiyum sitrat bileşiğini oluşturur. İdrarda birçok elektrik yüklü iyonlar kristalize olabilecek maddelerin erimesini kolaylaştırır ve ayrıca idrarda bulunan sitrat gibi maddeler kalsiyum ile birleşir ve idrarda erimesi daha kolay olan kalsiyum sitratı oluşturur (Menon ve ark 2002). Ancak idrarda çözünür halde bulunan bu maddeler yüksek oranlara ulaşırsa kristalize olmaya başlar. Maddelerin kristalize olmaya başladığı bu süpersature noktası formation product (oluşum çarpımı) olarak isimlendirilir.

Metastable alan ise bir maddenin solubility product (SP) ve formation product (FP) arasında kalan alandır. Stabil zone solubility product altında kalan bölgedir ve bu bölgede kristal nüvesi oluşmaz ancak agregasyon oluşabilir. Metastabl bölgede, süpersaturasyonun kristal nüvesi üzerinde taş meydana gelebilir ya da kristal çekirdekleri oluşabilir ve kristal çekirdekleri hızla büyür ve agregate olabilirler. İdrarda sitrat oranının azalması kalsiyumoksalat taş oluşumunda belirgin risk faktörüdür. Kalsiyum okzalat süpersturasyonunu neden olan bir başka faktörde okzalat ve kalsiyum elementlerinin süpersaturasyonu yanında sistin ve ürik asit gibi maddelerin süpersature olmasıdır. Epitel hücreleri zedelenmesi kristal oluşumunu kolaylaştırır. Taş hastalığı mekanizmasını kristalin büyüme ve birikmenin birlikte olması açıklar (Menon ve ark 2002).

İnhibitör Eksikliği Teorisi

Bazı kişilerde idrarda benzer oranda taş kompozisyonunu oluşturan inorganik ve organik maddeler bulunmasına karşın taş hastalığına sahip iken bazı kişilerde taş oluşumu izlenmemektedir. Bazı inhibitör maddeler taş oluşumunda etkili olan maddelerin kristalize olup taş oluşturmasını önlerler. Bunlar; inorganik inhibitörlerden olan magnezyum, çinko, pirofosfat iken organik inhibitörlerden molekül ağırlığı düşük olan peptidler, molekül ağırlığı yüksek olan glikoproteinler, sülfidril grubu içeren üromukoid bileşikler, sitrat, matriks – A maddesi, alanin, sitratlardır. En etkili inhibitör maddenin pirofosfat olduğu düşünülmektedir ancak oral alımı idrardaki oranını etkilemez. Birçok kişide idrar süpersaturasyon durumunda olup kristal oluşumu görülmektedir fakat kristallize yapılar genellikle büyümmez ve büyük boyutlara ulaşmadan idrar yoluyla atılır. Bu kristalizasyonun büyümesini ve agregasyonu inhibitör maddeler yoluyla engellenir fakat taş hastalığı olan

kişilerde süpersaturasyon – kristalizasyonla birlikte inhibitör madde eksikliği görülmektedir (Menon ve ark 2002).

Matriks Nükleasyon Teorisi

Matriks, protein, heksan ve heksamin içeren, idrardaki üromukoidlere benzeyen, böbreklerden salınan sialidaz enzimi ile proksimal henle kulpundaki hücrelerde üromukoid maddesinden siyalik asit ayrıştırılması ile oluşturulan idrardaki proteinlerin bir ürünüdür. Matriks, ürik asit taşlarının %2'sini, kalsiyum içeren taşların %3'ünü ve matriks taşlarının %65 meydana getirir. Matriks inhibitör etkisi ile kristal büyümesini engellerken diğer yandan taş yapısının %2 – 10'unu meydana getirir. Fonksiyonu zayıf ya da enfekte böbreklerden nadir de olsa tamamı matriksten oluşan matriks taşları oluşmaktadır. Matriks taşları, üstünü kaplayan kristal maddelerin kompozisyonuna göre taşı oluşturan matriks dağılımı çeşitlilik gösterir. Matriks taşları düz grafilerde radyolüsen olarak görülür. Böbreklerden süzülen ve kaçış gösteren lökosit, epitel hücreleri, albumin, α -1 mikroglobulin, α -2 makroglobulin gibi makromoleküllerde idrarda kristal birikimi için matriks ile benzer görevi yaparak taş oluşumuna neden olabilir (Menon ve ark 2002).

Epitaksi Teorisi

İdrarda, kristal yüksek oranda oluşursa idrarda kristal oluşumuna neden olan madde saturasyonu azalır ve kristal büyümesine imkân kalmaz. Ancak idrarda başka bir madde fazla ise kristalize olan maddelerin üstüne yapışır (epitaksi) ve bu mekanizma ile dış yüzeyi farklı olan farklı kompozisyonda taş oluşur. Kalsiyumoksalat kolay bir şekilde epitaksi ile ürik asit kristallerin üzerine yapışır ancak sistin yapışmaz. İdrarda kristaller papillada oluştuktan sonra böbrek tüplerini tıkayacak boyutlara ulaşmadan kaliksler yoluyla üretere geçmekte ve 5-10 dakika içinde mesaneye ulaşmaktadır. Kristal, yüksek oranda süpersaturasyonla hızlı bir şekilde büyümesi ya da üriner sistemde staza sebep olan patoloji sonucunda atılamayabilir (Menon ve ark 2002).

Kombine Teori

Günümüze kadar ortaya atılan kristalizasyon, süpersaturasyon, matriks etkisi ve inhibitör yokluğu gibi teoriler birlikte düşünülmektedir (Menon ve ark 2002).

Tüm dünyada kalsiyumoksalat ve kalsiyumoksalat- kalsiyum fosfatı bünyesinde bulunduran mikst tip taşlar en yüksek oranlarda görülen taş cinsleridir (Lemann 1996). Kalsiyum taşlarından sonra, en sık taş tipleri magnezyum amonyum fosfat (sitrüvit ya da enfeksiyon taşları) ve ürik asit taşlarıdır (Anafarta 2007). Amerika Birleşik Devletleri'nde

geniş serilerde uygulanmış bir çalışma sonucunda %84 oranında kalsiyum okzalit taşı, %5 oranında ürik asit taşı, %7 oranında ürik asit-kalsiyum taşı, %4 oranında kalsiyum fosfat ve % 1'den daha düşük oranda strivüt taşı olduğu bildirilmiştir (Stoller ve ark 2004). İnsan vücudunda en çok bulunan katyon kalsiyumdur. Böbrek taşlarının %80 'i kalsiyum (Ca) içermektedir ve kalsiyum taşları sıklıkla mikst tiptedir (Prien ve ark 1947; Mandel ve ark 1989; Lemann 1996). Kalsiyumoksalat taşlarının kompozisyonu incelendiğinde kalsiyum okzalit dihidrat (COD), kalsiyum okzalit monohidrat (COM) ya da ikisinin karışımı olarak mikst tipte bulunur (Lemann 1996). Normal şartlarda idrarda kalsiyum okzalit ve fosfat eriyik halde bulunmaz. Kalsiyum taşlarının görülme sıklığına cinsiyetin etkisi incelendiğinde kadınlarda erkeklere nazaran 3 kat daha az sıklıkta olduğu bildirilmiştir. Taş oluşumuna meyilli bireylerde kalsiyum, okzalit ve fosfat içeren besinlerin yüksek oranda tüketilmesi, düşük idrar miktarı kalsiyum taşlarının oluşmasına sebep olabilir. Kalsiyum okzalit taşına sahip bireylerin yaklaşık %97'sinde bunun gibi çeşitli metabolik farklılıklara rastlanmıştır (Pak ve ark 2000).

2.3.3 Üriner Sistem Taş Metabolizması

Böbrek taşları inorganik olanlar (kalsiyum taşları) ve organik taşlar (magnezyum amonyum fosfat (sitrüvit), ürik asit, sistin, ksantin) olmak üzere iki grupta incelenebilir. Üriner sistem taşlarının %80'ini kalsiyum taşları oluşturmaktadır ve kalsiyum taşlarının çoğunluğu kalsiyumoksalat monohidrat, kalsiyumoksalat dihidrat ve kalsiyumfosfat şeklinde mikst halde bulunur. Geri kalan üriner sistem taşlarının %10-15'ini magnezyumamonyum fosfat, %5-10'unu ürikasit taşları oluşturur ve nadir sıklıkta sistin taşları görülmektedir (Anafarta 2011).

2.3.3.1 Kalsiyum Metabolizması ve Taşları

Kalsiyum taşları; kalsiyum oksalat, kalsiyum fosfat ve ikisinin karışımı şeklinde olan miks taşları kapsamaktadır. Literatürde yapılan geniş serili çalışmalarda yetişkin taşlarının %65-70'inin saf kalsiyum oksalat taşı olduğu bildirilmiştir. Kalsiyum elementi, miks taşlar da dahil edildiğinde, tüm taşların yaklaşık %80'inin yapısında bulunur (Stoller ve ark 2004).

Kalsiyum taşları genellikle kalsiyumoksalat monohidrat, kalsiyumoksalat dihidrat ya da kalsiyumfosfat yapısında bulunur. Kalsiyum taşları idrarda kalsiyum, oksalat, ürik

asit atılımının artmasına ya da sitrat ve magnezyum atılımının azalması rol oynamaktadır (Laminski ve ark 1991).

Hiperkalsiüri, kalsiyum taşı oluşumunda en önemli metabolik bozukluktur. Hiperkalsiüri, bağırsaklardan emilimin artması (absorbtif), böbrekten atılım mekanizmalarındaki bozukluk olması (renal) veya kemik rezorbsiyonu artışının olması (rezortif) sonucu olarak meydana gelmektedir (Anafarta 2011).

Hiperkalsiürinin en sık sebebi absorbtif hiperkalsiüridir ve temel bozukluk D vitamini cevabının artması sonucu kalsiyumun bağırsaktan fazla miktarda absorbe olmasıdır (Stoller ve ark 2004).

Absorbtif hiperkalsiüride intestinal kalsiyum hiperabsorbsiyonu temel bozukluk olup, D vitamini cevabının artması sonucu kalsiyumun bağırsaktan fazla miktarda absorbe olması sorumlu tutulur. Fazla miktarda absorbe edilen kalsiyum dolaşımda konsantrasyonunun artması ile sonuçlanır ve böbrek filtrasyon yükü artar bunun sonucu olarak paratiroid fonksiyonları baskılanır. Bu şekilde böbrekten kalsiyumun aşırı kaybı intestinal hiperabsorbsiyonu ile kompensasyonu sağlanır ve dolaşımdaki konsantrasyonu normal sınırlarda tutulur (Anafarta 2011).

Absorbtif hiperkalsiüri üç şekilde görülmektedir. Bunlardan ilki olan Tip1'de absorbtif hiperintestinal hiperabsorbsiyon vardır. Bu hasta grubu kalsiyumdan fakir diyetle beslensin ya da beslenmesin bağırsaklarda kalsiyumun emilimi artmıştır. Tip 1 in tedavisinde bağırsaklardan kalsiyumu bağlayarak emilimini azaltan selüloz fosfat ve kalsiyumun renal ekskresyonunu azaltan hidroklorotiazit kullanılır. Tip 2'de ise diyetle yüksek kalsiyum alımı vardır. Absorbtif hiperkalsiürinin Tip2 taş hastalığının %50 sorumludur ve en sık sebebi kabul edilmektedir. Tedavisinde günlük kalsiyum alımı 400-600 mg ile sınırlandırılmaktadır. Absorbtif hiperkalsiüri tip 3'te böbreklerden fosfat kaçığına ikincil olarak D vitamini sentezinde artış ve buna sekonder olarak bağırsaklardan kalsiyum emilimi artışı söz konusudur. Tedavisinde ortofosfat kullanımı ile aşırı D vitamini sentezi engellenmeye çalışılır (Heller ve ark 2003).

Renal hiperkalsiüride, kalsiyumun renal tübüler reabsorbsiyonundaki bozukluktur. Kalsiyumun böbrek tübüllerinden reabsorbsiyonundaki anomalisi sonucu serum kalsiyum konsantrasyonu düşer ve paratiroid hormonunu salınımı uyarılır. Parathormon salınımının artması sonucu kemikten kalsiyum mobilizasyonu, kalsiyumun intestinal absorbsiyonu ve vitamin D3'ün renal sentezi artar. Sonuç olarak böbreklerden filtre edilen kalsiyum yükü

artarak hiperkalsiüriye sebep olur. Sekonder hiperparatiroidizm oluşur ve primer hiperparatiroidizmin tersine serum kalsiyum seviyesi normaldir (Anafarta 2011). Tedavide, proksimal ve distal tübüllerden kalsiyum geri emilimini artıran hidroklorotiazidler kullanılır (Heller ve ark 2003).

Rezorptif hiperkalsiüri ise primer hiperparatiroidizm ile karakterize olan paratiroid hormonun aşırı sentezi sonucu kemiklerde kalsiyum rezorpsiyonu artar ayrıca paratiroid hormon 1-25 dihidroksi kolekalsiferol sentezini de arttırarak, bağırsaklardan kalsiyum absorpsiyonunu artırır. Serum kalsiyum konsantrasyonu ve renal filtre edilen kalsiyum yükü artar. Bunun sonucunda hiperkalsemi, hiperkalsiüri, hipofosfatemi, hiperfosfatüri oluşur (Anafarta 2011). Tedavisi paratiroid bezinin cerrahi olarak çıkarılmasıdır (Heller ve ark 2003).

Hipositratüri: Sitrat, kalsiyum ile birleşerek çözünebilir kompleksler oluşturur. Üriner kalsiyum saturasyonunu azalatarak kalsiyum oksalat ve kalsiyum fosfat kristalleri oluşumunu inhibe eden en önemli inhibitör maddedir. Asit-baz dengesi, sitratın böbrekten atılımını etkileyen en önemli faktördür. Asidoz, renal tübüler reabsorpsiyonunu arttırarak ve sitrat sentezini azaltarak hipositratüriye neden olur. Hipositratürik kalsiyum taşları renal tübüler asidoz tip 1, tiyazid tedavisinde, kronik diyareli hastalarda görülmektedir (Özkeçeli ve ark 2007). Hipositratürik hastalarda idrar sitrat miktarı <320 mg/gün seviyesindedir. Tedavisinde günlük 30-60 mEq potasyum sitrat verilir (Başeskiöglü 2013).

Hipomagnezüri: Çogunlukla inflamatuvar barsak hastalıklarında oluşan malabsorpsiyona bağlı gelişen ve yapılan çalışmalarda, kalsiyum oksalat taş hastalarının %4,3 oranında 24 saatlik idrarda kg başına 50 mg düşük magnezyum düzeyini tanımlayan hipomagnezürinin gözlemlendiği bildirilmiştir (Preminger ve ark 1989). Hipomagnezürük kalsiyum taş hastalarında tedavi de magnezyum sitrat verilebileceği önerilmektedir (Lindberg ve ark 1990).

Kalsiyum Fosfat Taşları: Renal tübüler asidifikasyon defektine bağlı oluşan bu taşlar oksalat taşları ile kombine olarak bulunur ancak nadiren de olsa pür kalsiyum fosfat taşı olarak görülebilir (Anafarta ve ark 2011).

2.3.3.2 Oksalat Metabolizması ve Taşları

Oksalat, badem, limon, kahve, yeşil yapraklı bitkiler ile diyetle alınabildiği gibi, büyük bir kısmı metabolik bir yan üründür. Oksalik asit idrarda kalsiyumla birleşerek, erimesi zor olan kalsiyum oksalat tuzunu meydana getirir. Diyetle alınan oksalatın yaklaşık %50 si bağırsak bakterileri tarafından yok edilir, %3-12 si intestinal emilime uğrar, %25'ise gaita ile değişikliğe uğramadan direkt atılır. Oksalatın kaynağı askorbik asit ve glioksalik asittir ve dolaşımdaki oksalatın %90'ı endojen kaynaklıdır (Sampaio ve ark 1990). Üriner oksalat miktarının >40 mg/gün olması hiperoksalüri olarak tanımlanmıştır (Başeskioglu 2013). Hiperoksalüri sebepleri; Primer Hiperoksalüri (tip 1 ve 2), İdiyopatik Hiperoksalüri ve Sekonder (Enterik) hiperoksalüri olarak sıralanır.

Primer Hiperoksalüri: Primer hiperoksalüri, karaciğerde oksalat metabolizmasında bozulma ile seyreden, oksalat üretim ve atılımının artması ile karakterize ve çocuklarda tekrarlayan kalsiyum oksalat taşı ve nefrokalsinozise yol açan otozomal resesif geçişli bir genetik hastalıktır (Başeskioglu 2013). Bu hastalık 2 tip olup Tip I'de glioksilat karboksilaz enzim eksikliği nedeniyle, glioksalik asit glisine dönüşemez ve daha çok oksalata dönüşür. Tip I genellikle çocukluk döneminde KBY ve ölüme sebep olur (Anafarta 2011). Tip II'de ise D-gliserik asit dehidrogenaz enzim defektine bağlı idrarda günde 100 mg'dan fazla oksalat atılır (Anafarta 2011).

İdiyopatik Hiperoksalüri: Bağırsak hastalığı olmadığı halde artmış intestinal absorpsiyon meydana gelir (Menon ve ark 1982).

Sekonder (Enterik) Hiperoksalüri: Enterik hiperoksalüri, malabsorpsiyona neden olan intestinal hastalıklarda görülmektedir. Yağ malabsorpsiyonu durumunda artan yağ asitleri kalsiyuma bağlanır ve ortamda oksalata bağlanacak kalsiyum azalır ve oksalat emilimi artar. Buna ikincil olarak idrarda oksalat atılımı artar (Başeskioglu 2013). Tedavisinde fazla sıvı alımı, oksalat ve yağdan fakir diyet ve oksalat bağlayan ve atılımını artıran yüksek doz kalsiyum ve alüminyum içeren anti-asitler verilebilir (Anafarta 2011).

2.3.3.3 Ürik Asit Metabolizması ve Taşları

Üriner sistem taşlarının yaklaşık %5-10'unu ürik asit taşları oluşturmaktadır. Pürin metabolizmasının ürünü olan ürik asitin idrarda atılımının artışı, endojen yolla ürik asit sentezinin artışı ya da eksojen olarak diyetle yüksek pürin alımı sonucu meydana gelebilir. Serum ürik asit konsantrasyonu gut, Lesch-Nyhan sendromu, myeloproliferatif hastalıklar,

kemoterapiye bağılı tümör lizis ve radyoterapide yüksek izlenmektedir ve ürik asit taşı gelişme riski bu kişilerde %25 oranında artışı söz konusudur. Ürik asit taş oluşumunda hiperürikozüri, idrar pH'nın asidik olması (pH<5,5), düşük idrar volümü ve hiperürisemi etkileyen faktörlerdir (Kamel ve ark 2005; Anafarta ve ark 2011). İdrar ile yüksek düzeylerde ürik asit atılımı ürik asit taş oluşumu dışında kalsiyumokzalat taşlarının sıklığında artışa yol açmaktadır (Özkeçeli ve ark 2007).

Tedavide, diyetle pürinden zengin gıdaların kısıtlanması, idrar pH'nın 6,5-7,5 arasında tutmak için günlük 30-60 mEq potasyum sitrat verilmesi ve ksantin oksidaz enziminin inhibe ederek ürik asit yapımını azaltan allopürinol (100-300 mg/gün) de verilebilir (Başeskiöglü 2013).

2.3.3.4 Magnezyum Amonyum Fosfat Taşları (Sitrüvit Taşları)

Magnezyum, amonyum ve fosfat içeren bu taşlar, üriner sistem taşlarının %10-15 oluşturur ve kadınlarda ve çocuklarda üç kat daha sık görülür (Gettman ve ark 1999). İdrardaki üre, üreaz enzimi ile amonyumu ortaya çıkarır. Bu taşların oluşumu için magnezyum, amonyum, fosfat ve karbonatlardan idrarın doyması, idrar pH'nın 7'den yüksek olması ve üreaz enzimi gerekir ancak üreaz enzimi steril insan idrarında bulunmamaktadır. Bu taş hastalığının oluşumu için üreaz enzimi önemli rol oynamaktadır ve ürenin parçalanması sonucu amonyum ve bikarbonat oluşur. İdrar pH'nın 7'nin üzerine çıkması sonucu sitrüvit taşları gelişir. Ancak idrar pH ölçümü 5,85'den daha düşükse idrar yolu enfeksiyonu bulunmasına rağmen strüvit taşı görülmez (Özkeçeli ve ark 2007). Strivüt taşları ile ilişkili olan en yaygın mikroorganizma proteus mirabilis'tir. Tedavisinde, enfeksiyon eradikasyonunu sağlamak için tüm taşların cerrahi olarak çıkarılması, idrarın asidifikasyonu ve üreaz enziminin inhibisyonu için günlük 500-750 mg asetohidraksamik asit (AHA) kullanımı fayda sağlamaktadır (Başeskiöglü 2013).

2.3.3.5 Sistin Metabolizması ve Taşları

Sistin taşları, sistinürlilerde görülür ve sistinüri otozomal resesif geçişli genetik bir hastalık olup heterozigot (hafif sistinüri) ve homozigot (şiddetli sistinüri) olmak üzere iki tipi görülmektedir (Anafarta ve ark 2011). Hem böbrek tübüllerinden hem de gastrointestinal sistemden sistin, lizin, arginin ve ornitin gibi dibazik aminoasitlerin emilim bozukluğu görülmektedir. Bunların arasında sadece sistin normal idrar pH değerlerinde çözünür değildir. Sistin, proksimal tübüllerden yeterli reabsorbe edilemediğinden idrardaki sistin konsantrasyonu artar. Sistin eriyebilirliği idrar pH bağılıdır ve idrar pH'ı 4,5-7

arasında iken litrede 300-400 mg eriyebilirken idrar pH'ı alkali oldukça eriyebilirliği artar (Özkeçeli ve ark 2007).

Bu hastalıkta çocukluk çağında sık tekrarlayan taş hikayesi olması, aile öyküsünün olması, idrar mikroskopisinde heksagonal kristallerin bulunması, nitroprussid testi, idrar sistin düzeyinin 250 mg/gün üstünde olması ve taş analizi ile tanı konulur (Anafarta ve ark 2011).

Tedavide, yüksek diürez için yeterli hidrasyon ile birlikte idrar pH>7,5 olacak şekilde idrarın alkalizasyonu için potasyum sitrat kullanılmaktadır (Başeskioglu 2013).

2.3.3.6 Ksantin Metabolizması ve Taşları

Hipoksantin kstantine, ksantin de ürik aside oksidasyonunu sağlayan ksantin oksidaz enziminin konjenital eksikliğine bağlı meydana gelmektedir. Ürik asit oluşmaması sonucu olarak kan ve idrar ürik asit seviyesi düşüktür ancak ksantin ve hipoksantin düzeyi yüksektir. Ksantin taşları radyolüsentir. Tedavide yeterli hidrasyon, alkalizasyon, allopürinol ve pürinden fakir beslenme önerilir (Anafarta ve ark 2011).

2.4 Üriner Sistem Taş Hastalıklarında Tedavi

ÜSTH bulunan kişilere medikal tedavi, ekstrakorporeal şok dalga litotripsi, perkütan nefrolitotomi, retrograd intrarenal cerrahi, laparoskopik veya açık cerrahi yöntemleri gibi farklı tedavi şekilleri kullanılmaktadır (Anafarta 2011). Taşın boyutu ve lokalizasyonu tedavi yönteminin belirlenmesinde en önemli faktörlerdir (Turk 2016).

2.4.1 Medikal tedavi

Medikal tedavi genel olarak renal kolik yakınma ile başvuran hastalarda, büyük boyutlara ulaşmamış taşların idrar yoluyla atılması ve birliktelik gösteren enfeksiyonları tedavi etmek amacıyla kullanılır (Tanagho 2004).

Renal Kolik: Renal kolik esas olarak flank bölgeden başlayıp üst abdomen ve umblikusa yayılarak, zamanla artıp azalan özelliğe sahip ve çoğu kez bulantı, kusma gibi gastrointestinal şikayetlerin eşlik ettiği künt ağrılardır. Renal kolik ağrıları daha çok böbrek ve üreter taşları nedeniyle oluşurlar (Yılören 2013). Taş düzeyinde üreterde görülen ödem, inflamasyon, düz kas spazmının ve buna bağlı taşın proksimalinde artan peristaltizm ve basıncın renal kolik oluşumunda rol oynadığı düşünülmektedir (Davenport 2005). Renal

kolik tedavisinde nonsteroidal antienflamatuar ya da parenteral antispazmotik ilaçlar ilk olarak kullanılır. Bu ilaçlara yanıt alınamayan durumlarda morfin ya da benzeri narkotik analjezikler tercih edilir (Emeil 2009).

Medikal Ekspulsif Tedavi ve Gözlem: Teorik olarak çapı 5 mm'ye kadar olan taşların spontan olarak düşebileceği kabul edilmektedir. Taşların kendiliğinden düşme olasılığı çapı 5 mm'nin altında olan taşlar için %68 iken, çapı 5 mm'nin üstünde olan taşlarda %47'dir (Preminger 2007). Sıvı yüklenmesi ve ilaç tedavisi ile bu kolaylaştırılabilir (Stoller 1999; Liatsikos 2007; Seitz 2009).

İlaç tedavisinde kalsiyum kanal blokerleri ve alfa blokerleri kullanılmaktadır. Bu ilaçların düz kas gevşetici etkileri üreter taşlarının düşmesine yardımcı olur (Liatsikos 2007; Seitz 2009).

Düşürülecek taşı olan hastaların sıvı alımı en düşük idrar miktarı 2000-3000 ml/gün olacak düzeyde arttırılmalı, taş analizi yapılan hastaların uygun profilaksi ile diyet programına girmeleri önerilmelidir (Stoller 1999).

2.4.2 Kemoliz

Kemoliz taşın eritilmesi için kullanılan tedavi yöntemidir (To 2009). Sıklıkla endoürolojik yöntemlerden sonra kalan fragmanların eliminasyonu için kullanılır (Öner 2013). Oral ya da perkütan yolla yapılabilir. Perkütan kemoliz uygulamasında, nefrostomi kataterinden Suby G solüsyonu ve hemiacidrin gibi kimyasallar böbrek toplayıcı sistemi içerisine verilmektedir (Stoller 1999). Bu işlemin uygulanabilmesi için taşın obstrüksiyon yapmamış olması gerekmektedir (To 2009).

Ürik asit taşı bulunan hastalarda allopurinol ve idrarı alkalinize etmek için potasyum sitrat veya potasyum bikarbonat tercih edilir. Sistin taşlarında idrar alkalinize edilerek protein kısıtlaması yapılır ve D-penicillamine, tiopronin, captopril gibi sistin bağlayıcı ajanlar kullanılır (Pak 1986; Cohen 1995; Pietrow 2003; To 2009). Struvit taşları magnezyum amonyum fosfattan oluşan enfeksiyon kaynaklı taşlardır. Tedavisinde etkene yönelik uygun antibiyotik tedavisi ile birlikte taşın çözünmesi için idrar asidifikasyonu yapılır (Segura 1994).

2.4.3 Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi (ESWL)

Ekstrakorporeal şok dalga litotripsi, taşı parçalamak için dış kaynaktan gönderilen şok dalgalarının taş üzerine uygulanması sonucu taşın parçalanmasını sağlayan tedavi

yöntemidir (Wickham 1985). Taşlar kırıldıktan sonra oluşan ≤ 4 mm boyuttaki taş fragmanları idrar yoluyla atılımı gerçekleşir. İlk klinik uygulama 1980'de Münih Üniversitesi'nde bu yöntem kullanılarak bir hastanın taşı kırılarak tedavi edilmiştir (Anafarta 2011).

Böbrek ve üreter taşlarında sıklıkla ilk tedavi seçeneğidir ancak ESWL'nin sınırlarını iyi bilmek gereklidir (Turna 2005). ESWL kullanılarak üriner sistemdeki taşların kırılabilmesi için bu taşların floroskopi veya ultrasonografi ile görüntülenebilmesi gerekmektedir. İlk ESWL cihazında sadece floroskopi ile görüntüleme yapılmaktayken günümüzde kullanılan çoğu ESWL cihazında her iki görüntüleme sistemi de bulunmaktadır (Madaan 2007).

Gebelik ve tedavi edilemeyen koagülopati gibi durumlarda ESWL mutlak kontrendikedir. Relatif kontrendikasyonları arasında taş distalinde anatomik darlık olması, aktif tüberküloz ve kontrol edilmemiş üriner sistem enfeksiyonları yer alır. Çok şişman hastalarda ve boyu 100 cm'den küçük olan çocuklarda teknik sebeplerle uygulanması güçtür (Tailly 1990; Eisenberger 1991).

Etkinliği yüksek olmasına rağmen ESWL' nin başarısı; taşın boyutu, taşın kompozisyonu, taşın lokalizasyonu, kullanılan cihazın tipi, hastanın vücut yapısı gibi faktörlerden etkilenir (Madaan 2007). ESWL tedavisinde en yüksek başarı şansına renal pelvis yerleşimli taşlar sahiptir (Segura 1997). Taş yükü fazla olduğunda, boyutu 2 cm'i aşan sistin taşlarında, böbrek alt pol kaliksinde bulunan taşlarda, at nalı böbrek, divertikül, medüller sünger böbrekteki taşlarda başarı oranının çok düşük olduğu saptanmıştır. Proksimal üreter taşlarında, renal pelvis yerleşimli taşlarda, 2 cm'den küçük taşlarda, ürik asit taşları ve kalsiyum oksalat dihidrat taşlarında tedavinin başarı oranı yüksektir.

ESWL tedavisi sonucunda %75 düzeylerine ulaşan tedaviye yeterli yanıt cevabı elde edilir. İşlem sonrası %20 oranında klinik açıdan önemsiz rezidüe kalan fragmanlar saptanır ancak bu fragmanların yaklaşık %5'ine müdahale edilmesi gerekir. Böbrek taşına sahip bireylerin %13'ünde ise yeterli tedavi için tekrarlayan ESWL seans işlemleri gerekmektedir (Şafak 1998).

ESWL komplikasyon oranının düşük olduğu, uzun vadede böbrek fonksiyonu ve morfolojisi üzerine yan etkisi olmayan bir yöntemdir (Sinescu 2009). ESWL esnasında enerji kademeli olarak arttırıldığı takdirde subkapsüler perinefrik hematoma görülme oranı % 4.4'den % 0.45'e kadar düşmektedir (Straub 2005). Bunun dışında ciltte peteşi ve

ekimoz, kolik, hematüri, hipertansiyon, aritmi, diabetes mellitus, pankreatit, ateş, tekrar hastaneye yatma ihtiyacı gibi komplikasyonlar görülebilir (Şafak 1998).

2.4.4 Üreterorenoskopik Taş Ekstraksiyonu

Üreteroskop adı verilen ucunda kamerası bulunan bir cihaz ile üretra ve mesane geçilerek taşın bulunduğu taraftaki üretere girilir ve taş yakalanarak ya da parçalanarak çıkarılır (Ford 1984). Böbrek yerleşimli taşlarda da üreterorenoskopi ile retrograd olarak böbreğe ulaşılır ve taşlar kırıldıktan sonra, taş fragmanları basket kateterler yardımıyla çıkarılır veya milimetrik boyutlardaki taş parçaları kendiliğinden düşmeye bırakılır (Buscarini 2008).

Genellikle ESWL üreterdeki taşlarda ilk tedavi seçeneği olmuştur. 1997 yılında yapılan Amerikan Üroloji Birliği'nin tedavi kılavuzu toplantısında ESWL tedavisinin boyutu 10 mm'den daha küçük olan proksimal üreter yerleşimli taşlarda başarısının %85 olduğu, üreterin distal kesimindeki taşlarda da benzer oranların elde edilebileceği bildirilmektedir (Segura 1997). Bu toplantıda ayrıca 5 mm'den küçük boyuttaki üreter taşlarının %98'inin idrarla atılabileceği de vurgulanmaktadır. Taşın boyutu arttıkça insitu ESWL ile tedavi başarı oranları %70-75'e kadar azalır. Bu sebeple çapı 10 mm'den fazla olan üreter taşlarında üreteroskopik litotripsi yapılmalıdır. Günümüzde gelişen teknoloji ile üreter taşlarında %100'e yakın başarı oranlarına ulaşılabilirken, komplikasyon oranlarında da azalma sağlanmıştır (Desai 2002; Akpınar 2003).

Retrograd intrarenal cerrahi (RIRC) 20 mm'den küçük boyuttaki taşlarda, perkütan nefrolitotomi yapılamayan aşırı şişman hastalarda, kanama diyatezi veya kas iskelet deformiteleri olan hastalarda ve ESWL tedavisi ile başarı sağlanamayan böbrek taşlarında ön planda tercih edilir. Başarı oranı ESWL'ye göre daha fazladır ve perioperatif morbiditesi düşüktür. Bu nedenle RIRC minimal invaziv olarak ayaktan hastalarda kullanılan işlem haline gelmiştir (Buscarini 2008). 20 mm'den küçük boyuta sahip alt kaliks yerleşimli taşların tedavisindeki başarı oranı %90-98'dir (Cooper 2009). Bu yöntemin avantajları arasında operasyon sonrasında ciltte defekt olmaması ve hastanede yatış süresinin kısa olması sayılabilirken, cihaz gereksinimlerinin yüksek maliyetli olması ve işlem süresinin uzun olması dezavantajları arasındadır (Knoll 2009).

Üreteroskopik litotripsi yönteminin komplikasyonları erken ve geç dönemde görülebilir. Kanama, perforasyon ve avulsiyonlar, sepsis, taşın proksimale kaçması erken

kompliksiyonları; rezidüel taş kalması, üreterde darlık oluşması geç kompliksiyonları oluşturur (Harmon 1997; Denstedt 2000; Lingeman 2000; Su 2000).

2.4.5 Perkütan Nefrolitotomi (PNL)

İlk antegrad piyelografi 1955’de Goodwin ve arkadaşları tarafından yapıldıktan sonra görüntüleme yöntemlerinin gelişmesi için beklenen 25 yıl gibi bir süreden sonra günümüzde perkütan girişimler rutin olarak kullanılmaya başlanmıştır. Endoürolojinin temelleri Fernström tarafından 1976’da ilk perkütan girişimin yapılarak üriner sistem taşının çıkarılmasıyla atılmaya başlanmıştır (Fernström 1976). PNL ilk zamandan günümüze kadar teknolojik ve cerrahi teknikler açısından gelişim göstermiştir. Özellikle boyutları büyük olan taşlarda, cerrahi tedavinin taşın lokalize olduğu yer nedeniyle ya da hastanın anatomik yapısı nedeniyle zor olduğu hastalarda önemli bir tedavi yöntemidir (Matlaga 2002). Açık cerrahi yöntemler ile karşılaştırıldığında, minimal invaziv bir tedavi şekli olması nedeniyle hastanede uzun süre kalma gereksinimi ortadan kalkar, tedavi masrafları düşer ve hastaların hızlı bir şekilde günlük yaşantılarına geri dönebilmeleri gibi avantajları vardır. Açık cerrahiye oranla günümüzde daha fazla tercih edilen bir yöntemdir. Taş yükünün fazla olduğu hastalarda (> 2 cm), atnalı böbrek veya kaliks divertikülü taşı gibi anatomik anomalisi olan hastalarda, alt polde büyük taşı olan hastalarda (≥ 20 mm), ESWL’ye dirençli olan sistin taşı gibi taşı bulunan hastalarda, ESWL veya üreteroskopi ile tedavinin sağlanamamış olduğu hastalarda endikedir.

Preoperatif kontrast madde kullanılarak görüntüleme yöntemi ya da retrograd girişimin olabildiğince tercih edilmemesi Avrupa Üroloji Derneği 2016 kılavuzunda A öneri derecesine sahiptir. Aynı öneri derecesinde böbrekteki taşla ulaşabilmek için taşın yerleşimi ve toplayıcı sistemin anatomisinin görüntülenmesinin gerektiği de bildirilmiştir.

Kontrol edilemeyen kanama diyatezi perkütan nefrolitotomi yönteminin kesin kontrendikasyonudur. Hasta opere edilmeden 7 gün önce antikoagülan kullanımını sonlandırmalıdır. PNL öncesinde hasta üriner sistem enfeksiyonu açısından araştırılmalı ve idrarın steril olduğu durumda hasta PNL operasyonuna alınmalıdır. İdrar sterilitesinin sağlanamadığı durumlarda, uygun antibiyotik tedavisi ile birlikte PNL uygulanabilir. Bağırsağın atipik yerleştiği durumlarda, böbrekte veya perkütan girişin yapılacağı bölgede tümör şüphesi olduğu durumlarda, gebelik durumunda PNL rölatif olarak kontrendikedir.

PNL tedavisinde kanama, komşu organlarda yaralanma, ince bağırsak perforasyonu gibi kompliksiyonlar gelişebilir. En çok görülen kompliksiyonu operasyon sonrası

kanamadır ve bu kanamalar venöz orijindir. Kanama kontrolünde, intraoperatif olarak konan geniş çaplı nefrostomi tüpü fayda sağlar. Hastada obezite, diyabet, böbrek yetmezliği gibi eşlik eden durumlar bulunduğu komplikasyon oranlarında artış izlenmektedir (Lashley 1998). Sık görülen PNL komplikasyonları arasında ateş (%21-32,1), idrarın ekstravaze olması (%7,2), kan transfüzyon ihtiyacı bulunan kanamalar (%11,2-17,5) sayılabilir. Daha nadir komplikasyonları arasında plevral yaralanma (%0-3,1), sepsis (%0,3-4,7) ve kalın bağırsak yaralanması (%0,2-4,8) sayılabilir (Michel 2007). Bunların dışında girişimsel işlem sırasında kullanılan kılavuz tel parçası işlem sırasında kalabilir, böbrek taşı böbreğin dışına yer değiştirebilir veya operasyon traktına tümör ekilebilir (Wolf 2012).

2.4.6 Laparoskopi

Laparoskopi, açık cerrahi yapılması gereken durumlarda alternatif tedavi seçeneğidir. İlk defa Bartel tarafından, 1969 yılında flank insizyonu ile retroperitoneal alanın kısa endoskop ile görüntülenmesiyle temelleri atılmıştır (Bartel 1969). Üriner sistem taşlarında ilk laparoskopik cerrahi ise 1977'de Wickham tarafından laparoskopik yapılan ureterolitotomidir. Günümüzde tüm açık cerrahi yöntemlerinde alternatif olarak laparoskopi de uygulanabilmektedir (Gambaro 2006). Endürolojik işlemlerin uygulanmadığı üriner sistem taşlarındaki önemli alternatif tedavi şeklidir. Minimal invaziv bir cerrahi olan laparotomik açık cerrahi ile karşılaştırıldığında, daha iyi kozmetik sonuçlar, daha az postoperatif ağrı, daha az kanama, düşük morbidite ve hastanede kalış süresinin daha az olması gibi avantajları vardır. Kesin kontrendikasyonları koagülasyon bozukluğu, malignensi şüphesi ve intestinal obstrüksiyondur (Tiselius 2010).

2.4.7 Açık taş cerrahisi

Böbrek taşlarının tedavisi için günümüzde diğer tekniklerin gelişmesiyle beraber açık cerrahiye olan ihtiyaç insidansı %1,5'a kadar gerilemiştir (Paik 2000; Honeck 2009).

Kaliks divertikülü taşı, infundibular darlık, ureteropelvik darlık, striktür gibi anatomik anomalilerin bulunduğu durumlarda, ektopik böbrekteki taşlarda, morbid obez hastalarda, kas-iskelet deformitesi bulunduğu durumlarda, eşlik eden medikal hastalıkların olduğu durumlarda açık taş cerrahisi yapılabilir. Nefrektomi veya parsiyel nefrektomi, fonksiyon göstermeyen taşı böbreklerde yapılabilir (Turk 2016). Üriner fistül, kanama,

enfeksiyon ve fonksiyonel böbrek parçası kaybı gibi komplikasyonlar gelişebilir. Hastanede hastaların kalış süresini arttırıp immobilizasyona bağlı derin ven trombozu riskini arttırır (Honeck 2009; Paik 2000; Rassweiler 2000).

2.5 Üriner sistem Taş Hastalığı Tanı Yöntemleri

2.5.1 Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG)

Üriner sistemdeki radyopak olan taşlar direk grafi ile saptanabilir. Yoğunluğuna göre üriner sistem taşları çoktan aza doğru kalsiyum fosfat, kalsiyumkarbonat, kalsiyumoksalat, magnezyumamonyum fosfat, sistin, ürik asit ve matriks taşları olarak sıralanabilir. Direkt grafide buzlu cam şeklinde görülen sitrüt taşları direkt grafi ile saptanabilir. Ürik asit taşları görünmeyebilir veya silik olarak görünür. Sistin taşları direkt grafide silik görünümündedir. Matriks taşları direkt grafide görünmez. Üriner sistem taşlarının %60 ı direkt grafi ile saptanabilir. Feçesin, kemik yapıların ve bağırsak gazının süperpozisyonu küçük taşların görüntülenmesini güçleştirir (Dunnick 2001). DÜSG ile mezenterdeki kalsifiye olmuş lenf nodları ve flebolitlerin üreter taşından ayırt edilmesi güçtür. Ucuz olması nedeniyle, dezavantajlarına rağmen, üreter taşı şüphesi bulunan hastalarda tanıda ilk seçenektir. DÜSG ayrıca, diğer modaliteler ile üriner sistem taşı tanısı konmuş hastalarda, taşın durumu ve ilerleyişi ile ilgili bilgi alabilmek için taş takibinde tercih edilebilir (Levine 1997). Bilgisayarlı tomografideki gri skala değeri 300 Hounsfield Units (HU)'in üstünde olan, çapı 5 mm'den fazla olan üriner sistem taşları DÜSG ile saptanabilmektedir (Zagoria 2001). Acil olmayan hastalarda direkt grafi çekilmeden bir gün önce bağırsak temizliğinin yapılması taşın saptanabilirliğini arttıracaktır. DÜSG çekilirken kaset hastanın sırt tarafında ve tüp önde olacak şekilde, ksifoidden simfiz pubise kadarki bölge görüntüye dahil edilecek biçimde ve kasetin alttaki kesimi simfiz pubis'in yukarı hizasının 4 cm aşağısına gelecek biçimde, hasta masada supin pozisyonunda olmalıdır. Görüntüde maksimum yumuşak doku kontrastını elde edebilmek için 60-65 kilovolt (kV) gibi düşük voltajlar tercih edilir. Grafının alındığı kaset 30x40 cm veya 35x43 cm boyutlarındadır (Ceydeli 2000). Böbreğin konumu, büyüklüğü ve duruşu, mesane ile psoas kaslarının konturları, bağırsak içindeki gaz dağılımı, kalsifikasyonlar, görüntüye dahil aksiyel iskeleti oluşturan kemik yapılar, akciğerlerin görüntüye dahil bazal kesimleri DÜSG ile değerlendirilebilir (Kabala 2003). Flebolitler ve kalsifiye olmuş mezenterdeki lenf nodları üriner sistem taşları ile karışabilmektedir. Flebolitler gerçek pelvis içinde olmaları ile, yuvarlak şekilli ve santrali lüsent olan kalsifikasyonlar olmaları

ile üriner sistem taşlarından ayırt edilebilir. Bu kalsifikasyonların çapları genellikle 1 cm'den azdır. Fakat çok sık görüldüklerinden ureterdeki taşlardan ayırt edilemeyebilirler. Kalsifiye mezenterik lenf nodlarındaki kalsifikasyonlar tipik olarak noktasal görünümündedir.

2.5.2 İntravenöz pyelografi (İVP)

İntravenöz olarak kana verilen kontrast madde, böbreklerde birikerek böbrek toplayıcı sistemlerine atıldığında böbreklerin fonksiyonu ile anatomisi hakkında bilgi edinilmesini sağlayan görüntüleme yöntemidir. İntravenöz kontrast maddeler arasında yüksek osmolariteye sahip iyonik olan kontrast maddelere kıyasla hastanın daha iyi tolere ettiği, daha güvenli olan kontrast maddeler noniyonik düşük osmolariteye sahip olan kontrast maddelerdir. İntravenöz kontrast maddeler, glomerüler filtrasyon ile üriner sistemden atılırlar. İVP görüntüleme, kontrast maddenin progresyonuna göre nefrogram ve pyelogram olmak üzere iki adet faz vardır. Eğer böbrekte nefrogram fazı görülebiliyorsa bu, obstrüksiyon olup olmamasından bağımsız olarak, böbrek fonksiyonunun olduğuna işaret eder. Nefrogramı etkileyen etmenler hastaya verilen kontrast maddenin dozu ile hastanın böbreğinin glomerüler filtrasyon hızıdır. Pyelogram fazı, kontrast maddenin kalikslere atıldığı fazdır. İVP'nin kontrendike olduğu durumlar gebelik, kontrast maddeye karşı aşırı duyarlılık, böbrek yetmezliğinin eşlik ettiği diyabetes mellitusun olduğu durumlardır (Kaya 1997). İVP orta ya da ileri derecede renal yetmezlikli hastalarda, kontrast maddenin yetersiz atılması veya gecikmesi sonucu yeterince bilgi vermemesi, ayrıca renal yetmezliği arttırabilmesi nedeniyle bu hastalarda tercih edilmemelidir. Renal yetmezliği hafif düzeyde olan hastalar bolca hidrate edilerek İVP görüntüleme yapılabilir (Papanicolaou 1998). Kullanılan kontrast maddenin büyük bölümü (%98) 24 saatlik bir sürede böbreklerden atılır. Kalan %2'lik kısım ise bağırsaklar ve karaciğer yoluyla atılır. Tetkik uygulanmadan önceki gece laksatif kullanılarak kolonun temizliği sağlanır ve tetkik uygulanmadan önceki 12 saat boyunca sıvı ve katı gıda kısıtlanması yapılır. Bağırsak temizlenerek üriner sistemdeki boyutu küçük olan taşların görülebilirliği arttırılır. Sıvı kısıtlanarak üriner sistemde izlenecek olan kontrast maddenin dilüe olması önlenir. Görüntüleme yapılmadan önce idrar torbasının boşaltılması gerekmektedir. Üriner sistem taşlarını görüntüleyebilmek için, hasta sırtüstü yatar pozisyonda iken, öncelikle DÜSG elde olunur. DÜSG ile görüntüye dahil diğer yapılar da incelenir. Üriner sistemdeki taşların yaklaşık %10'u radyolüsen iken, %90'ı radyoopaktır. DÜSG'de görülmeyen, toplayıcı sistemde dolum defekti şeklinde görülen taşlar ürik asit

taşı gibi radyolüsent olan taşlardır. Kontrast madde hastanın kilosuna göre ve bolus şeklinde, hızlı verilir. Erken dönemde böbrekler optimal şekilde görüntülenebilmektedir. Kontrast madde intravenöz olarak verildikten sonra, 1 ile 3 dakika içinde, kontrast maddenin glomerüllerden filtrasyonu gerçekleşir. Nefronlar kontrast madde ile dolar ve böbrek parankiminde opasifikasyon görülerek nefrogram fazı oluşur (Chen 2007). Daha sonra kontrast madde kalikslere geçer ve oluşan faz pyelogram fazıdır.

İVP'nin avantajları arasında üriner sistemi bir bütün olarak değerlendirebilmesi, obstrüksiyona duyarlı olması, kalsifikasyonları göstermesi, toplayıcı sistemleri detaylı görüntüleyebilmesi, relatif ucuz olması sayılabilir. Kemik yapıların ve bağırsak gazının süperpoze oluşu, böbrek fonksiyonuna bağımlı bir yöntem olması, radyolüsen taşların görüntülenememesi, parankimin iç yapısının ve ön ile arka yüzlerinin değerlendirilememesi, kontrast madde kullanılması ve hastanın radyasyon alması dezavantajları arasında sayılabilir (Cronan 1991).

2.5.3 Ultrasonografi (US)

Tanısal ultrasonografi, yüksek frekanslı ses kullanılarak görüntü elde edilen görüntüleme yöntemidir. Hastanın vücuduna ses gönderilerek sesin dokulardan yansmasıyla, yansıyan ses dalgalarının amplitüdü ve dönüş zamanı kullanılarak görüntü elde edilir. X ışını kullanılan görüntüleme yöntemlerinde enerjinin dokulardaki atenüasyonu temel prensip iken, ultrasonografide enerjinin dokulardan yansması temel prensiptir. Ultrasonografide transdüserdeki kristaller ses üretir ve yayılan bu kısa süreli ses demeti dokuya çarparak dokuyla etkileşmesi sonucunda eko oluşur. Oluşan ekonun bir kısmı transdüserine geri dönmesiyle görüntü oluşturulması ultrasonografinin prensibidir. Ultrasonografi ucuz, noninvaziv, taşınabilir, kontrast madde gereksinimi olmayan ve bilinen zararlı etkileri bulunmayan bir görüntüleme yöntemi olduğundan genellikle radyolojide ilk olarak kullanılan görüntüleme yöntemidir. Ultrasonografi ile yumuşak doku ve parankimal dokular değerlendirilirken hava ve kemik ultrasonografik görüntülemeye engel oluştururlar. US ile yumuşak doku ve parankimal dokuların diffüz ve fokal patolojileri görüntülenebilir, özellikle kistik ve solid fokal patolojiler ayırt edilebilir. Ultrasonografinin duyarlılığı ve özgüllüğü görüntülenen anatomik yapıya ve patolojiye göre farklılık gösterir. Üriner sistemi oluşturan organlar US ile görüntülenebilmektedir. Ultrasonografinin uygulayan kişiye göre farklı sonuçlar vermesi bu yöntemin

dezavantajdır. Ses dalgaları kemik dokuyu geçemediğinden kemiğin arkasında kalan bölgelerin ultrasonografi ile görüntülenememesi bu yöntemin teknik kısıtlılığıdır. Görüntülemeyi olumsuz etkileyen diğer bir etmen ise bağırsaklardaki gaz içeriğidir ve görüntüleme yapılmadan önce 6-8 saat açlık durumunun sağlanmasıyla görüntüleme iyileştirilebilir. Böbreğe yönelik yapılan ultrasonografik incelemelerde eğer hasta ile iletişim kurulamıyorsa (hastanın entelektüel seviyesinin çok düşük olması veya hastanın bilincinin kapalı olması nedeniyle) hastanın nefesini tutması gerektiğinde görüntüleme teknik olarak yetersiz kalabilir. Üriner sistem taşlarının ultrasonografik olarak görüntülenmesinde, tüm taşlar posteriorunda akustik gölgesi bulunan ekojenik yapılar şeklinde görülür ve taşın kompozisyonu oluşan görüntüyü pek etkilemez. Radyolüsen olan böbrek taşları da bu şekilde görüntülenebilir ve tümör ya da pıhtı gibi dolum defektine sebep olabilecek diğer nedenlerden ayırt edilebilir. US ile pelvikaliyektazi varlığı, böbreğin boyutları ve konturları, fokal lezyonlar, pelvis ve kalikte yerleşimli taşlar görüntülenebilir. Saptanabilecek taşın büyüklüğü kullanılan ultrasonografi cihazının rezolüsyonundan etkilenir. Milimetrik boyutlardaki taşların posteriorlarında akustik gölge görülmeyebilir. US ile parankimal ya da pelvikaliksiyel yerleşimli taşlar ayırt edilebilir. Üriner sisteminde taş bulunan hastalarda taşın obstrüksiyona sebep olup olmadığı da değerlendirilmelidir. Dilate olmayan üreterler ultrasonografik olarak görülememektedir. Üreter dilate olduğunda, üreter obstrüksiyonun olduğu seviyeye kadar izlenmelidir, ancak bu uygulayan kişinin deneyimine bağlıdır. Obezite ve bağırsaklarda yoğun gaz bulunması görüntülemeyi olumsuz etkileyerek yetersiz görüntüleme yapılmasına sebep olabilir. Normal böbrek parankimi karaciğer ve dalak ile kıyaslandığında daha düşük ekojenitededir. Normal böbrek sinüsü belirgin hiperekoiktir. Hiperekoik sinüs içerisinde görülen vasküler yapılar anekoiktir. Normal böbrekte pelvikaliksiyel sistem görüntülenememektedir. Pelvikaliksiyel ektazi olan durumlarda renal pelvis ve kaliks lokalizasyon ve dağılımlarına uyan bölgelerde anekoik yapılar izlenir. US ile böbrek parankimindeki patolojiler ve yer kaplayan lezyonlar tespit edilebilir, solid-kistik ayrımı yapılabilir, radyolüsen taşlar da görüntülenebilir ancak üretere ait patolojilerde ve obstrüksiyon durumlarında ultrasonografik görüntüleme yetersiz kalabilir (Katada 1999).

2.5.4 Bilgisayarlı Tomografi

2.5.4.1 Tarihçe

1917 yılında Avusturyalı matematikçi Radon tarafından bilgisayarlı tomografinin ilk matematiksel prensipleri teorize edilmiştir. Amerikalı fizikçi Alan M. Cormack'ın BT teorisini geliştirmesi ve 1979 yılında İngiliz fizikçi Sir Godfrey N. Hounsfield bilgisayarlı tomografiyi klinik uygulama da kullanması ile Sir Godfrey N. Hounsfield ve Alan M. Cormack "bilgisayar destekli tomografinin gelişimi" isimli Nobel ödülüne laik görülmüştür. Böylece X ışınının keşfinden bu yana en büyük ilerleme kaydedildiği düşünülmüştür (Mahesh 2002). Hounsfield, bir cismin iç yapısını ve cismin içinden farklı açılarda geçen X -ışınlarının atenüasyon paternini esas alarak bilgisayar rekonstrüksiyon tekniklerini kullanmıştır. Beyin görüntülemeyi sağlayan ilk BT cihazı 1972 yılında kullanıma sunulmuştur (Hounsfield 1973; Kalender 2006).

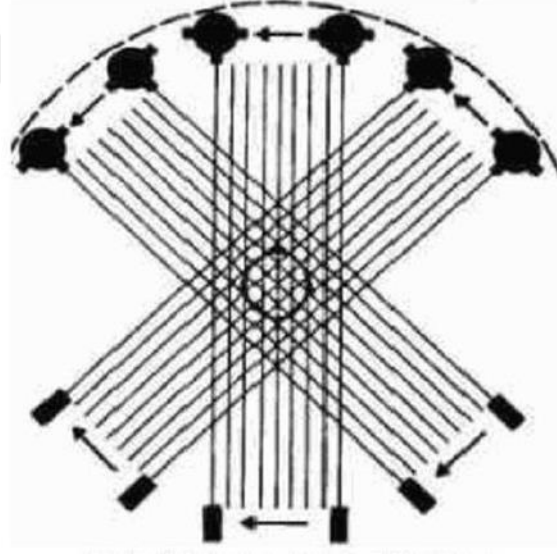
Bilgisayarlı tomografi de günümüze kadar farklı jenerasyonlar şeklinde gelişme sağlamıştır ve 1989 yılından sonra helikal tarama geliştirilmiştir. 1991 senesinde Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi'ye kılavuz oluşturacak iki detektöre sahip spiral bilgisayarlı tomografi yapılabilmüş ve 1 mm'den daha ince kesitsel görüntüleme işlemleri yapabilen cihazlar kullanılabilmiştir. 1993 senesinde ise biyopsi işlemlerinde büyük kolaylık sağlayan gerçek zamanlı bilgisayarlı tomografi keşfedilmiştir ve ayrıca organlar ya da damar yapıları içindeki kontrastlanmanın monitorizasyonunu (otomatik bolus yakalama programları) sağlamıştır. Gantry rotasyon süresi 1995'te 1 sn'nin altına ve bundan 3 yıl sonra ise 0.5 sn gibi kısa bir rotasyon süresine ulaşmıştır. Günümüz de ise bu süre 0.27 sn'ye kadar düşmüştür (Bardo ve ark 2009). ÇKBT 1998 yılında klinik kullanıma girmiştir. ÇKBT; multislice bilgisayarlı tomografi, multidedektör row BT ve multidedektör BT gibi farklı şekillerde isimlendirilebilmektedir (Hu ve ark 2000). Helikal BT sistemleri hasta çevresinde tüpün tek sefer dönüşünde tek kesit alınabilirken, ÇKBT'de ise, z eksenini yönünde sıralanmış, tüpün bir rotasyonunda 4 ya da çok fazla sayıda kesit alma işlemini sağlayan çok sıralı dedektör sistemine sahiptir. Günümüze kadar gelişen teknoloji ile birlikte dedektör ve bilgisayar sistemlerinde büyük gelişmeler gösterilmiş ve 2001 yılında 8 kesit, 2002 yılında 16-kesit, 2004 yılında 64-kesit, 2006 yılında 64-kesit çift tüplü, 2007 yılında 256-kesit ve 2008 yılında ise 320-kesit alabilen bilgisayarlı tomografiler kullanıma girmiştir (Hu ve ark 2000).

2.5.4.2 BT Fiziği

Tomografi eski yunanca sözcükler ile oluşturulmuş kesit anlamına gelen TOMOS ve görüntü-şekil anlamına gelen GRAPHY birleşiminden oluşan X ışınları kullanılarak bilgisayarlar yardımı ile vücuttan kesit şeklinde görüntü alma işlemidir. X ışınları ile elde edilen veriler bilgisayar sisteminde işlenerek görüntü oluşturulur (Adapınar 1997; Atasoy 2002; Rydberg ve ark 2003).

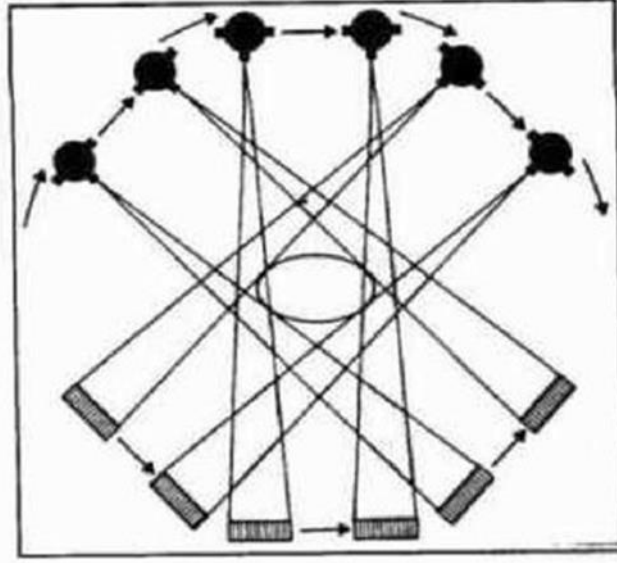
Geçmişten günümüze kadar teknolojik gelişmelerle birlikte BT cihazlarında büyük bir aşama kaydedilmiştir (Adapınar 1997; Atasoy 2002; Rydberg ve ark 2003)

Birinci nesil tomografilerde tek dedektör mevcuttur. Tüp ve dedektör birbiri ile senkronize ve lineer şekilde bir derece döndükten sonra veri işlenip tekrar bir derece dönüş yapmakta ve tüp ile dedektör hastanın etrafında 180 derece dönene kadar bu işlem tekrar etmektedir. X – ray tüpü ve detektör görüntüleme işlemi sırasında hastanın etrafında 180 derece dönme işleminin tamamlanması için geçen süre yaklaşık 4,5 dakika olmaktadır (Şekil 2.6).



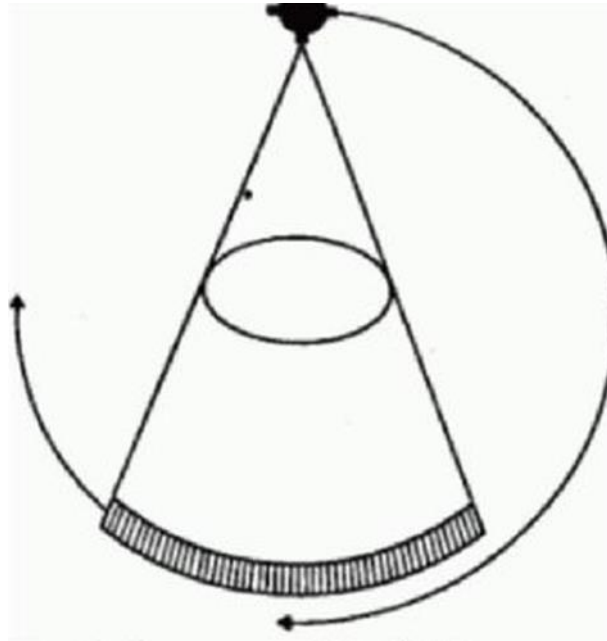
Şekil 2.6: Birinci jenerasyon BT cihazı.
(Tıbbi Görüntüleme Fiziği, O. Oyar, 2003)

İkinci nesil BT'lerde bir dedektör kullanmak yerine çok sayıda dedektör sistemi ve yelpaze şeklinde bir X ışını kullanılmıştır. Bu sistem sayesinde görüntüleme zamanında kısalma ve çok sayıda dedektör bulunması da anatomik ayrıntıda artış sağlamıştır (Şekil 2.7).



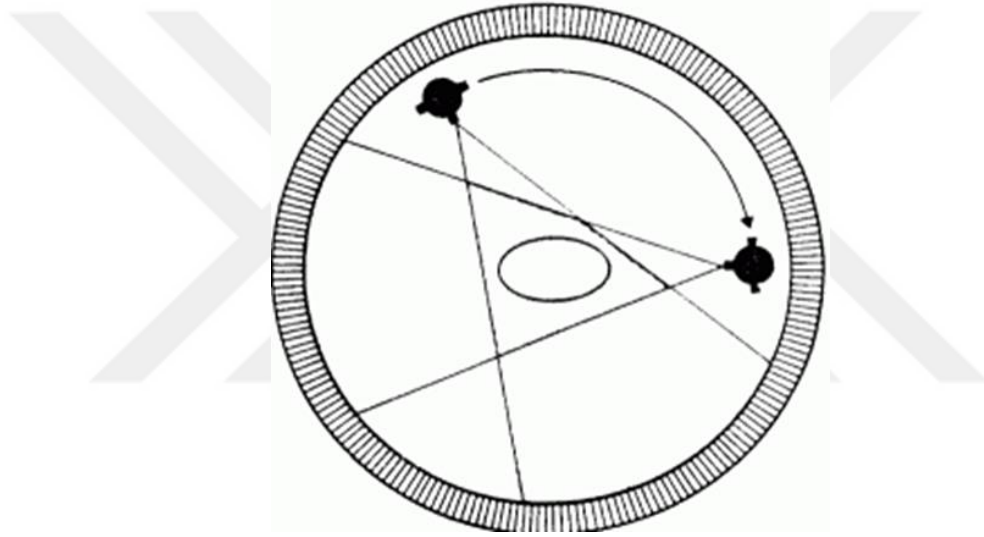
Şekil 2.7: İkinci jenerasyon BT cihazı.
(Tıbbi Görüntüleme Fiziği, O. Oyar, 2003)

Üçüncü jenerasyon bilgisayarlı tomografi ise yelpaze şekilli kolime edilmiş x ray ışını yollanmıştır ve karşısına da birden fazla dedektör yerleştirilmiştir. İlk kez 360 derecelik dönüş üçüncü nesil cihazlarda kullanılmıştır. Bu nesil cihazda baş görüntülemesi ek olarak ilk kez vücut görüntülemesi yapılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Üçüncü jenerasyon BT cihazı. (Tıbbi Görüntüleme Fiziği, O. Oyar, 2003)

Dördüncü nesil BT’de gantri boşluğuna 360 derece çepeçevre yerleştirilen sabit çok sayıda dedektör bulunmaktadır. Bu jenerasyonda ise hasta etrafında yalnızca tüp 360 derecelik dönüş göstermektedir ve dedektör sistemi sabitlenmiştir (Şekil 2.9). Rotating ring dedektörler ve spiral slip ring dedektörler olarak iki tipi tanımlanmıştır. Rotating ring dedektörlerde, tüp dedektör halkasının dışında bulunmaktadır. Spiral (helikal) ring sistemler de ise, tüp için gereken enerji bir ray sistemi ile sağlanarak kablolardan kurtulmuş ve tüpün sürekli hareketi sağlanmıştır (Adapınar 1997; Atasoy 2002; Rydberg ve ark 2003).



Şekil 2.9: Dördüncü jenerasyon BT cihazı.
(Tıbbi Görüntüleme Fiziği, O. Oyar, 2003).

Beşinci jenerasyon BT’de tüp ile dedektör sabittir. Gantri çok büyük bir X-ışını tüpü haline dönüştürülerek hasta etrafını çevreleyen bir x ray kaynağı varmış gibi sistem sağlanmıştır. Elektron-beam tomografi olarak isimlendirilen bu sistemden belirli bir zaman sonra çok kesitli BT geliştirilmiştir.

Bilgisayarlı tomografi cihazı tarayıcı, bilgisayar ve görüntüleme birimini kapsayan 3 temel kısımdan meydana gelmektedir. Tarayıcı bölümü, hasta masası ve gantriden oluşur. Tüp ve dedektör sisteminin bulunduğu kutu gantri olarak isimlendirilir. Masa, hastanın girdiği yuvarlak açıklık olan gantri boşluğu içerisinde hareketlidir. Masa hareketi her kesit alma işleminden sonra tekrarlanır ve bu sayede incelenmek istenilen alandan ardışık kesitler alınabilir (Atasoy 2002). Bilgisayarlı Tomografi, kesitler alınarak

oluşturulan görüntüleme yöntemidir. Görüntü alma işlemi sırasında istenilen kesit kalınlığı ile benzer kalınlıkta yelpaze şeklinde kolime edilmiş X ışını demeti gönderilir. Bu nedenlerle tüpten çıkan X ışınları kolime edilerek yelpaze şeklinde bir demet haline getirilir. Cihazı kullanan kişi tarafından oluşturulacak X ışın kalınlığı belirlenir. Gönderilen X ışınları hastanın vücut dokularından farklı oranlarda geçerek tüpün karşı tarafında yerleşmiş X ışınlarına duyarlı dedektör zinciri tarafından algılanır. X ışınları farklı özelliklere sahip vücut dokularından geçerken dokuların özelliklerine bağlı farklı oranlarda attenüasyona uğrayarak dedektör sistemine ulaşır. Dedektör sistemi tarafından algılanan bu atenüasyon oranları bilgisayarlar sistemine gönderilir. Bilgisayarlar yardımıyla X ışınlarının geçtiği bölgeyi oluşturan tüm noktaların ayrı ayrı atenüasyon değerleri çeşitli karmaşık matematiksel işlemler ile hesaplanır. Daha sonra gelen radyasyon yoğunluğu ile orantılı elektrik sinyali oluşturulur ve bu sinyal dijitalize edilerek görüntü oluşur.

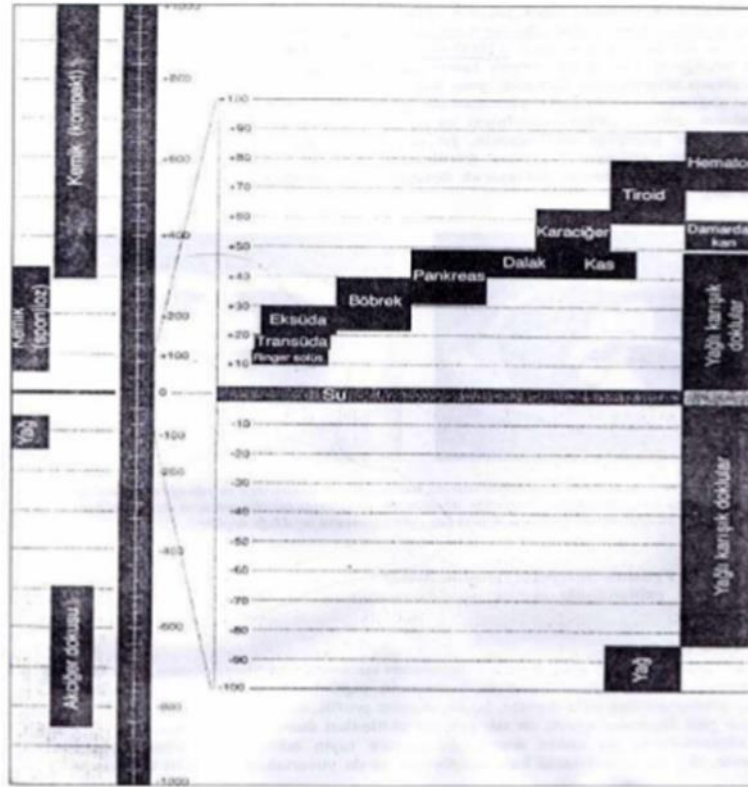
Bilgisayar ünitesinde tarayıcı sistemden gelen bilgilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi birçok matematiksel işlem ve algoritmalarla sağlanır. Bilgisayarda matematiksel işlemler ve algoritmalarla sağlanan veriler ile tarama yapılan bölgeyi gösteren sayılardan oluşan harita elde edilir. Bu işleme rekonstrüksiyon adı verilir.

Harita, üretici firmalar tarafından belirlenen farklı sayıda elemandan oluşur. Firma tarafından 512x512 eleman sayısına sahip harita oluşturulmuş ise haritada 512 çizginin alt alta sıralandığı ve her bir sırada 512 elemanın var olduğu ifade edilir. Bilgisayar ünitesine gelen bilgiler doğrultusunda bilgisayar matematiksel işlemler ile belirlenen eleman sayısı kadar değeri hesaplar. Bilgisayar belleğinde hastadan alınan her kesit için farklı farklı oluşturulmuş haritada bulunan eleman sayısı kadar sayısal veri mevcuttur. Hastada temsil edilen noktanın X ışınını zayıflatma gücü harita elemanının değerini belirler.

İnceleme yapılan bölgede temsil edilen fokusün boyutunu oluşturan kesit düzlemine paralel x ve y eksenleri bulunmaktadır. X eksenini bu odağın uzunluk bilgisini ve y eksenini ise genişlik bilgisini verir. Ayrıca gönderilen X-ışınına benzer kalınlıkta derinlik boyutunda olması nedeniyle bu fokusü hacimsel olarak değerlendirmeliyiz. Bu hacim "volume element" sözcüklerinin kısaltması ile oluşturulan voksel (voxel) olarak isimlendirilir.

Görüntüleme ünitesinde harita elemanlarının aldığı sayısal değerlere gri skaladan karşılık gelen bir renk kodu atanır. Bu işlemden sonra siyah renk ile beyaz renk arasında olan farklı gri tonlarından oluşturulan odaklar bilgisayar ekranında resme dönüştürülür.

Resimde yer alan noktaların her biri piksel şeklinde tanımlanmaktadır. Resimdeki tüm piksellerin oluşturduğu çizgiler ve noktaların yapmış olduğu örgüye matris denir. Matrix sayısı 256x256, 512x512 veya 1024x1024 şeklinde olabilir. Piksel kelimesi, resim elementi anlamında olan İngilizce kelime “picture element” sözcüklerinin kısaltılmasından oluşur. Bilgisayarlı tomografi de her bir vokselin X-ışınını zayıflatma değeri farklıdır. Bunun için her bir vokselin oluşturduğu atenuasyon değeri standartize edilmiş bir referans sistem olan “Hounsfield skalası” kullanılarak standart bir değer verilir. Bu skalada X-ışını zayıflatma değerleri -1000 ile +1000 arasında sınırlandırılmıştır. Hounsfield skalasında standart değerlerin ortasında su için zayıflatma değeri sıfır kabul edilmekte, kemik için temsil ettiği değer 1000, hava ise -1000 değerleri kabul edilmektedir. Yağ dokusu hariç diğer yumuşak dokular 30-100 arasında atenuasyon değerine sahipken, yağ dokusu -60 ile -200 arasında değerler tarafından temsil edilir (Şekil 2.10).

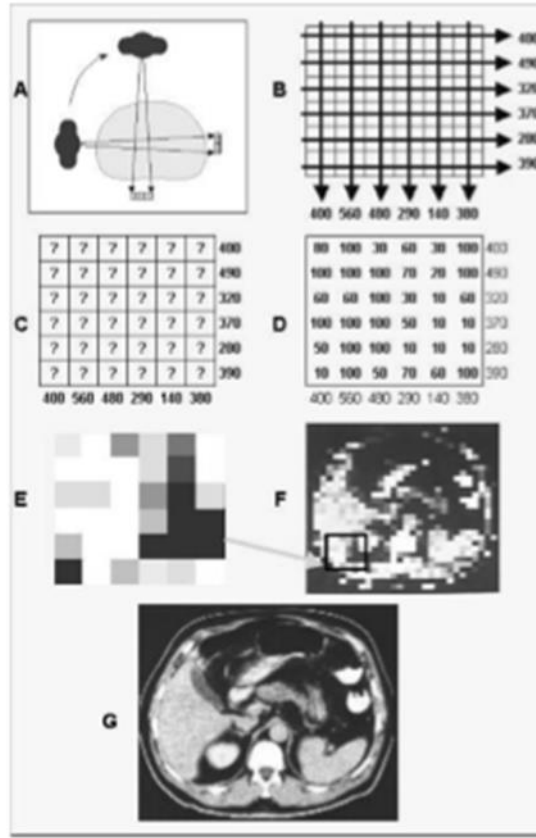


Şekil 2.10: Hounsfield skalası.

Bilgisayar ekranında oluşturulan görüntü, piksellerdeki rakamsal değerlere karşılık gelen renklerle kodlanmış harita olduğu için üzerinde yapılan farklı ayarlamalar ve renklendirme kriterlerinde yapılan farklı ayarlamalar ile görüntü üzerinde değişiklikler oluşturabiliriz. Bu yapılan ayarlama işlemi pencereleme (windowing) olarak isimlendirilir. Normalde insan gözü sadece 20 adet farklı gri tonu ayırt edebilir. Pencereleme işlemi, -1000 ile +1000 Hounsfield skalası aralığındaki dokuların siyahtan beyaza denk değişen renk tonlarının 20 farklı tonu ayırt edebilen insan gözünün istediği oluşumu daha kolay şekilde ayırt edebilmesini sağlar.

Sistem, gönderilen X-ışını demetinin dokuda oluşturduğu atenüasyon değeri en yüksek ise bu noktayı beyaz renkte, atenüasyon değeri küçüldükçe daha koyu gri renk tonlarında ve en düşük değeri ise siyah olacak şekilde renklendirir. Bütün skalayı gri renk tonları ile renklendirmemiz halinde 2000 Hounsfield Unit (HU)“lik spektrumda 100 birim için tek gri ton kullanılması söz konusudur. Ancak 30-100 HU aralığında olan yumuşak dokuların aynı gri ton ile renklendirilmesi neticesinde birbirinden ayırt edilememesine neden olacaktır. Bu yüzden, gri renk skalasının görüntü üzerindeki yoğunluk farklılıklarını birbirinden istenilen şekilde ayırt edilmesini kolaylaştıracak biçimde kullanılması sağlanmalıdır. Bunun sağlamak için pencereleme yöntemi kullanılır. Bu yöntemde pencere genişliği (window width) ve pencere seviyesi (window level) şeklinde isimlendirilen iki parametre mevcuttur. Pencere genişliğini açıklayacak olursak, ilgilendiğimiz yapının HU skalasındaki değerlerini içine alıp, istemediğimiz oluşumların HU değerlerini dışarda bırakacak şekilde seçilen bir Hounsfield skalası bandıdır. Böylece seçilen Hounsfield skalası bandı aralığında bulunan oluşumlar farklı gri renk tonlarına boyanırken, bu HU değerlerine sahip olmayan oluşumlar beyaz ya da siyah olarak renklendirilir. Pencere genişliğinin tam ortasındaki değer ise pencere seviyesini tanımlar. Örnek vermek gerekirse, -50, +150 arasındaki yapıları daha iyi gösterebilmek için pencere genişliğini 200 HU şeklinde ayarlanmalıdır. Pencere seviyesi için seçilen parametre ise -50, +150 HU değerlerinin ortası olan +50 HU olmalıdır. Bu şekilde -50 HU altındaki değerlerde siyah renk, +150 HU üstündeki değerlerde beyaz renk ve -50, +150 HU arasındaki x-ışını biribirinden farklı zayıflatan oluşumlar için 10 birimde bir farklı gri renk tonu kullanılır. Örnekte gördüğümüz üzere ayarlanabilen bu iki parametre sayesinde görmek istediğimiz organ ya da oluşumları optimum görüntüleyebilmek ve ayırt edebilmek için oldukça yararlı bir yöntemdir. Bu ayarlar sayesinde izlenmek istenmeyen bazı oluşumlar bu şekilde tam

siyah ya da tam beyaz renklerle gösterilmesi söz konusudur (Adapınar 1997; Atasoy 2002; Rydberg ve ark 2003).



Şekil 2.11: BT'de görüntü oluşumu.

A: Yapılan tarama, B: Dedektörlerde elde edilen rakamsal veriler, C-D: Görüntü matriksini belirleyen rakamsal verilerin hesaplanması. E-F: Örnek görüntüdeki piksellerin oluşumu G: Gerçek BT görüntüsü (Kaya T. ve ark.).

2.5.4.3 BT Ünitesinin Bölümleri

Bilgisayarlı Tomografi birimi; inceleme odası, jeneratör ile bilgisayarların bulunduğu cihaz odası ve çekim görüntüleme konsollarının bulunduğu operatör odası olmak üzere 3 ana bölüm içerir (Oyar 2013).

İnceleme Odası ve Ekipmanları

BT cihazının tarayıcı(gantry) ve masa bölümünün bulunduğu ve hastanın incelemeye alındığı yer inceleme odasıdır. Tüp ve dedektörler gantri açıklığında bulunur. Kesit alma işleminde tüp ve dedektörler birlikte hasta çevresinde rotasyon yaparlar (Oyar 2013).

Cihaz Odası

Cihaz odasında; bilgisayarlar, jeneratör ve kayıt araçları bulunduğu alandır

Operatör Odası

Çekim öncesi uygun parametrelerin ayarlandığı ve çekim sonrası elde edilen rakamsal verilerin farklı gri tonlarda renklendirildiği sonrasında beyazdan siyaha denk değişen tonlarda görüntüye dönüştürüldüğü bölümdür (Oyar 2013).

2.5.4.4 Dedektörler ve X ışını Tüpü

Dedektörler, gönderilen X ışınının hastayı geçen radyasyon miktarını ölçer ve sonrasında bu ölçülen değerle orantılı olarak elektrik sinyali oluşur. Elektrik sinyaline sayısal bir ifade verilir ve bu veri bilgisayarda depolanır (Tuncel 2012).

Xenon Dedektörler, solid dedektörler ve çok sıralı dedektörler vardır. Xenon dedektörler, X ışını etkinliğini yükseltecek şekilde derin ve yan duvarları ince şekilde tasarlanmıştır. Xenon gazı tüp içinde 25 atmosfer basınçlı sıkıştırılmıştır ve voltaj uygulan iki elektrotla çevrelenmiştir. Dedektöre ulaşan X ışınının etkisiyle oluşan iyonizasyon elektrotlarda toplanır ve voltaj yükseltilerek dijitalize edilir. Dedektöre gelen X ışını miktarı ile orantılı veriler elde edilir. Günümüzde bu dedektör çeşidi ucuz BT cihazlarında bulunmaktadır (Tuncel 2012).

Solid-State Dedektörler, fotodedektörlerden (fotodiod) yapılmıştır ve bu dedektörler bir sintilatöre (sintilasyon kristalleri) sıkıca bağlanmıştır. Sintilasyon kristaller ulaşan X ışınlarını absorbe eder ve ışık üretir. Fotodiodlara ulaşan ışık foton intensitesi ile orantılı elektrik sinyali üretilir. 4. kuşak ve yüksek teknoloji cihazlarda kullanılır (Tuncel 2012).

Çok sıralı dedektörler, enleri dar olan birbirine sıkıca bağlanmış dedektör sisteminden oluşur. Kesit sayısını cihazın elektroniği belirler. 16 sıralı sistemlerde aynı zamanda en çok 4 kanaldan gelen veriler işlenir. Bu yüzden en çok dört kesit alınabilir.

X ışını tüp sisteminde ısı yüklenmesi yüksektir bu yüzden anotun ısı kapasitesi yüksek olmalıdır. X ışını tüpleri topuk etkisinden kurtulmak için kesit düzlemine dik yerleştirilir. Bakır ve alimünyum filtreler X ışını sertleşme artefaktını azaltmak için kullanılır (Tuncel 2012).

Çok Dedektörlü (Çok Kesitli) BT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi, günümüzde bilgisayar tomografi açısından ulaşılan teknolojik gelişmelerinin üst noktasıdır. Çok kesitli BT cihazları ile spiral BT karşılaştırıldığında kullanılan çekim teknikleri birbirine benzerdir ancak ÇKBT sistemlerinde z eksen boyunca çok sayıda dedektör dizisinin bulunması, X ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi sonucunda daha hızlı masa hareketinin sağlanması ile bu sistemler farklı avantajlar sağlamıştır. Olgu çevresinde X-ışın tüpü ile dedektör sistemi birlikte 360 derece senkronize şekilde dönüşü gerçekleştirirler. Yapılan tarama işlemi ve veri toplama işlemi spiral BT ile benzer özellikte devamlı ve volümetriktir. Çok dedektörlü BT'nin gelişiminde spiral bilgisayarlı tomografi cihazlarının gantri rotasyon zamanının 1 sn'den daha kısa sürede gerçekleştirilebilmesi etkili olmuştur. Gantri dönüş zamanındaki azalma olgunun istemli veya istemsiz (kalp, barsak vb) kaynaklı hareket artefaktlarını minimize etmiştir. Ayrıca geniş hacimlerin daha kısa sürede taranmasına ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğünde artışına olanak sağlamıştır. ÇKBT cihazları ile günümüzde tarama zamanı ve kesit kalınlığında azalma, incelenebilecek alan uzunluğundaki artış ile sistem performansını yüksek düzeylere ulaştırmaktadır (Oyar ve ark 2003).

2.5.4.5 Veri Toplama

Kesit Kalınlığı: Kesit kalınlığını, ışın demetinde uygulanan inceltme işlemi ve dedektörlerin genişliği belirlemektedir. Kesit kalınlığı, görüntü kalitesi ve anatomik detay üzerinde etkilidir. Kesit kalınlığı azaldıkça oluşumun anatomik detayı artar, ancak çok sayıda kesite gereksinim olduğu için görüntü kalitesi düşer. Kesit kalınlığı arttıkça üç boyutlu veri detayı azalmakta ancak görüntü kalitesi artmaktadır. Çok kesitli BT ile yapılan incelemelerde dedektörlerin geliştirilmiş özellikleri sayesinde fazla sayıda alınan ince kesitlerde görüntü kalitesinde düşme dezavantajı bulunmamaktadır (Limberg ve ark 2008).

Adaptif dedektörlerde, santralden periferde doğru dedektör genişliği artan dedektör yapısı vardır. Matriks dedektörler ise eşit genişlikte paralel dizilmiş dedektör sistemine sahiptir. Bu iki yapının birlikte kullanıldığı dedektör sistemi ise hibrid dedektör olarak isimlendirilir. En küçük dedektör yapısının z-eksenindeki kalınlığı minimum kesit kalınlığını belirleyen bir unsurdur (Oyar ve ark 2003).

Kesit Konumu: Konvansiyonel BT sistemlerinde kesit alma işlemi devamlı olmadığı için masa hareket miktarı alınan kesitlerin birbirine göre konumunu şekillendirir.

Bunu açıklayacak olursak arka arkaya alınan iki kesit arasında masa hareketi kesit kalınlığı ile aynı ise alınan kesitler sırt sırta gelir ki bu devamlı tarama şeklinde isimlendirilir. Eğer masanın aldığı yol kesit kalınlığına göre küçük ise kesitler birbirinin üstüne biner buna binme (overlapping) tarama denir. Masanın aldığı yol kesit kalınlığına göre fazla olduğu durumda ise taranmamış alanlar bulunur ve bu aralı tarama şeklinde isimlendirilir. Kolimatör alanı (pitch) faktörü helikal BT taramasında kesit konumunu belirlemek açısından kullanılan bir terminolojidir. Kolimatör alanı (p), tütün 360 derece dönüşünde masanın aldığı yolun (T-mm), izosenterde kolimatör açıklığına (C-mm) bölünmesiyle elde edilir ($p=T/C$) (Tuncel 2012).

2.5.4.6 Görüntü Alanı (Field Of View) (FOV)

BT görüntüsündeki tüm alan FOV olarak isimlendirilir. İncelenmek istenilen alan operatör tarafından seçilir. Hasta gantri boşluğunda tüpe uzaklaştırılarak ya da yaklaştırılarak amaca yönelik tarama yapılabilir. Hasta ile tüp arasındaki mesafe azalır ise tarama alanı küçülür. Hasta ile dedektör zinciri arasındaki mesafe azalır ise bu durumda tarama alanı büyüyecektir.

Görüntüleme işleminde, FOV boyutunun uygun seçilmesi rezolüsyonu optimal seviyede tutmayı sağlar şöyle ki eğer FOV boyutu düşük tutulursa sabit olan piksel sayısı neticesinde voksel boyutu küçülecek ve daha küçük alanlar bile görüntü üzerinde tanımlanarak yüksek uzaysal rezolüsyon sağlanabilecektir (Kaya ve ark 1997).

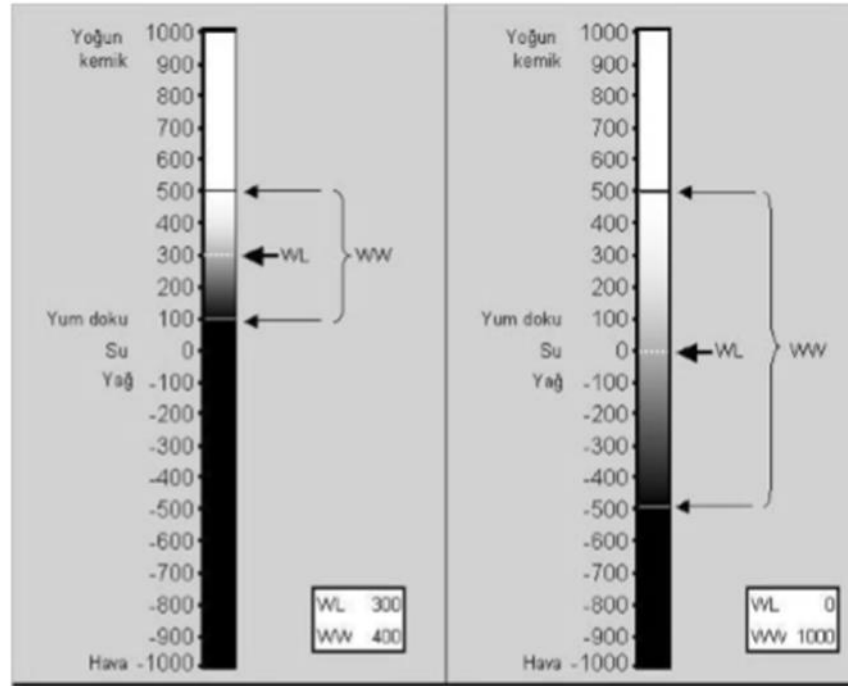
2.5.4.7 Zoomlama

Zoomlama, daha küçük FOV kullanılarak olduğundan daha büyük görüntü elde edilebilme işlemine denir. Zoomlama, FOV'un küçültmesi dışında daha geniş bir FOV ile oluşturulmuş görüntüler ile ilgilenen alan işaretlenerek daha büyük görülebilir ancak bu fotografik bir büyütmeden bir farkı yoktur. Gerçek anlamlı zoomlama için FOV küçültülmelidir. Rekonstrüksiyon zoomlaması olarak adlandırdığımız bir başka işlemde ise büyük FOV ile alınan görüntüler ile bilgisayardaki ham veriler üzerinden çeşitli işlemler gerçekleştirilerek zoomlama işlemi yapılabilir. Bu durumda haritanın yeniden oluşturulması ile görüntü büyütülür (Kaya ve ark 1997).

2.5.4.8 Görüntü İşleme

Olgudan toplanan kesitsel veriler ile oluşturulan görüntülerin rekonstrüksiyon işlemleri gerçekleştirildikten sonra görüntülerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla işlenmesidir (postprocessing) (Tuncel 2012).

Pencereleme: Normalde 20 gri tonu ayırt edebilen insan gözünün pencereleme işlemi ile yoğunluk farkı gösteren oluşumları daha net ayırt edebilmesi için piksel elemanlarının sayısal verileri ile çeşitli işlemler yapılarak oluşturulan görüntülerde istenilen kontrast farklılıkları ayırt edilebilmektedir. Bu işlemlere windowing ya da pencereleme denir (Şekil 2.12). Pencerelemede, pencerelemenin orta noktası pencere seviyesini (WL: window level), HU skalasında pencereleme oluşturduğumuz aralıkta pencere genişliğini (WW: window width) ortaya koyar (Limberg 2008).



Şekil 2.12: Hounsfield skalası üzerinde pencereleme örnekleri.
A: WL 300, WW 400 B: WL 0, WW 1000 (Kaya ve ark.).

Değişik Düzlemlerde Yeniden Görüntü Yapma (Multiplanar Reformasyon-MPR): Ham görüntülerden farklı iki planda görüntü elde edilmesine multiplanar reformasyon (MPR) denir. İnsan vücudundaki aksiyel düzlemin sağdan sola uzanan aksına

x, önden arkaya uzanan aksına y, bu iki aksın yaptığı düzleme dik uzanan aksına da z adı verilir. X ve y akslarınca oluşturulan aksiyel kesit voksellerinin x-z akslarında yeniden düzenlenmesi ile koronal, y-z akslarında düzenlenmesi ile de sagittal kesitler elde edilir (Tuncel 2012). MPR görüntüler darlık, intimal fleb, intralüminal defekt gibi patolojileri diğer yöntemlerden daha iyi gösterir. Kesit kalınlığının piksel boyutundan fazla olduğu (izotropik olmayan vokal) durumlarda görüntülerde distorsiyon oluşur (Tomandl 2004, Karabulut 2008).

Üç Boyutlu Gösterim (Hacimsel Rekonstrüksiyon Teknikleri): Hacim hesaplama (volüm rendering) ve reprojeksiyon olmak üzere iki şekilde oluşturulur. Hacim hesaplama tekniğinde önce görüntüde segmentasyon yapılır. Bunun için ilgilenilen objenin HU numarası belirlenir, voksellerde bu değer varsa 1 yoksa 0 kabul edilir. Böylece elimizde sadece ilgilendiğimiz yapının vokselleri kalır. İlgilendiğimiz yapı segmente edildikten sonra bir bilgisayar programı segmente verileri belirlenen açılardan reforme eder. Bu işlem sadece yüzeydeki voksellerle de yapılabilir (yüzey hesaplaması-surface rendering). Reforme görüntü gölgelenebilir, boyanabilir vb. işlemler yapılabilir (Tuncel 2012).

Reprojeksiyon tekniğinde zaman kaybettirici segmentasyon işlemlerine gerek yoktur. Sıklıkla kullanılan bu yöntemde saptanan bakış açılarından radyografik projeksiyonlara benzer görüntüler oluşturulur. Vokseller saptanmak istenen bakış açısı doğrultusunda volüm seri setinden seçilir ve o doğrultadaki bütün vokal değerleri toplanır. Sıklıkla en yüksek BT numaraları seçilir, bu teknik bundan dolayı maximum intensite projeksiyon (MIP) şeklinde isimlendirilir. Aynı teknikle düşük BT numarasına sahip vokseller seçilir ve minimum intensite projeksiyon (MinIP) olarak isimlendirdiğimiz görüntüler elde olunur. Olay gerçekte bir üç boyutlu görüntüleme değildir, bunu sağlamak için değişik açılardan oluşturulan görüntü imajları sine modunda gösterilir (Tuncel 2012).

Değişik Kesit Kalınlığında İnceleme: Çok sıralı dedektörlü sistemlerde en ince kesit verileri oluşturulur ve elde edilen verilerle istenilen kalın kesitler elde olunur ve incelenir. Bu şekilde gürültü oranı azaltılmış olur (Tuncel 2012).

2.5.4.9 BT Görüntüsü ve Görüntü Üzerindeki İşlemler

Rezolüsyon en küçük farklılıkları ayırt edebilme şeklinde açıklanabilir. Kontrast rezolüsyon (dansite-yoğunluk rezolüsyonu), boyutsal rezolüsyon (geometrik-uzaysal rezolüsyon) ve zamansal rezolüsyon (temporal rezolüsyon) olmak üzere üç farklı rezolüsyondan bahsedebiliriz. Bilgisayar tomografi görüntüsü ile zamansal rezolüsyon ilgili olmadığından kontrast ve geometrik rezolüsyondan söz edebiliriz (Kaya ve ark 1997).

Boyutsal Rezolüsyon: Bu en küçük komşu iki oluşumun birbirinden ayırt edebilme gücü olarak açıklanabilir. Piksel boyutlarının küçültülmesi ve kesit kalınlığının azaltılması boyutsal rezolüsyonu artırır. Fokal spotu X-ray ışını tüpünde küçülterek penumbra etkisini azaltırız ve bu şekilde de boyutsal rezolüsyonu artırabiliriz. Dedektör sayısını artırmak, FOV'un küçültülmesi boyutsal rezolüsyonu artırabilir. Boyutsal rezolüsyonu arttırmak beraberinde gürültü oranını artırır ki bu istemediğimiz bir faktördür (Kaya ve ark 1997).

Kontrast Rezolüsyon: Görüntüde olan farklı yoğunlukları ayırt edebilme gücü şeklinde tanımlanır. Kontrast rezolüsyon X-ışını dozuna bağlı olup bu bilgisayar tomografi sisteminde kV, mA (miliamper) değerleri ve ekspozur süresi (sn) gibi parametreler değiştirilerek artırılabilir. Genelde sistemlerde kilovolt değerleri sabittir, gönderilecek X-ışını yoğunluğu 150 ile 500 miliamper arasında değerleri değiştirilerek ve ayrıca ekspozur süresi uzatılarak arttırılabilmektedir. Fakat görüntüleme süresinin uzaması hareket artefaktlarını artırır (Onat ve ark 1991). Ayrıca noise azaltılarak kontrast rezolüsyonunu artırabiliriz. X-ışını dozunu yükseltmek ve kesit kalınlığı arttırmak gibi ayarlamalar noise oranını düşürür ve bu bize kontrast rezolüsyonunu artırır. Eğer birlikte boyutsal rezolüsyon artışı da olması istenirse X ışını dozu kesit kalınlığı düşük tutularak yükseltilmelidir (Kaya ve ark 1997).

2.5.5 Dual Enerji Bilgisayarlı Tomografi

Dual enerji bilgisayarlı tomografi (DEBT) ile 1970'lerin sonlarına doğru ilk defa maddelerin karakterizasyonundan söz edilmiştir (Di Chiro 1979; Millner 1979).

2.5.5.1 DEBT'de Temel Prensipte ve Fizik Özellikler

Dual enerji BT, X ışını tüpünün voltajını hızlıca değiştirerek ya da iki değişik voltaja sahip tüpü çalıştırarak sağlanabilen iki ayrı foton spektrumunu kullanan BT

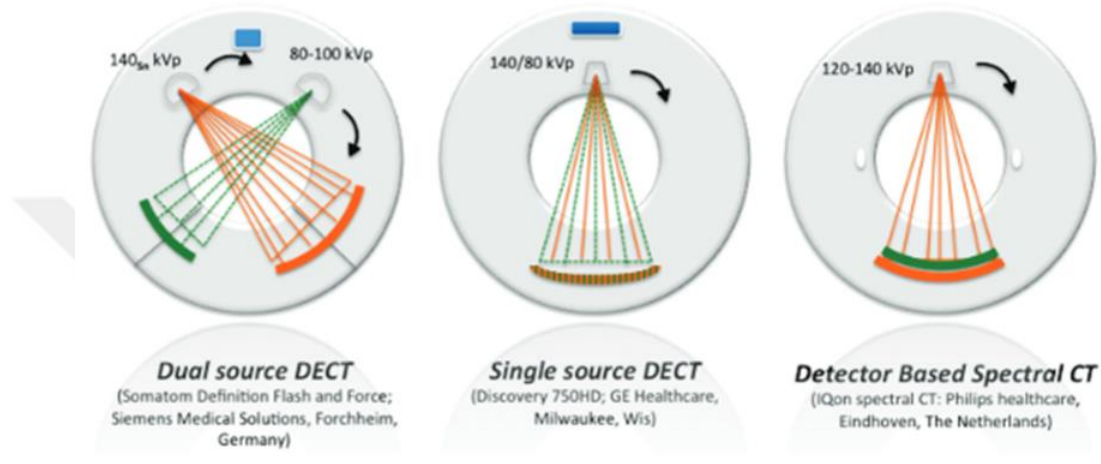
anlamına gelir. DEBT farklı moleküler kompozisyona sahip maddelerin, değişik foton enerji düzeylerinde, foton soğurma özelliklerinin ölçülmesi veya ayırt edilebilir olmasıyla bu maddelerin element yapıları hakkında bilgi sağlar. Element yapıları hakkında bilgi sağlamanın yanında, maddedeki moleküllerin miktarı hakkında da bilgi verebilir. DEBT ile elde edilen veriler, iş istasyonlarında işlenerek dokulardaki baryum, iyot ya da ürik asit gösterilebilir. Ayrıca dokuda biriken demir ya da tutulan iyot miktarı belirlenebilir (Johnson 2007; Primak 2009; Karçaaltıncaba 2011; Krasnicki 2012; Johnson 2012).

Bilgisayarlı tomografi (BT), X ışınları kullanılarak vücuttan kesit şeklinde görüntü alma işlemidir. Konvansiyonel tek enerjili BT ile görüntülenen maddenin X ışını demetini soğurma derecesini Hounsfield Unit (HU) ile ölçebiliriz. Oluşumun yoğunluğuna, kimyasal birleşimine ve verilen X ışını enerjisine bağlı olarak HU değeri değişiklik gösterir.

X ışınının madde ile girdiği etkileşim şekillerinden kompton olayı ile fotoelektrik etki radyolojik açıdan önemlidir. Enerji düzeyindeki farklılığa göre bu iki olaydan biri daha ön plana çıkar. Düşük enerji düzeylerinde fotoelektrik olay daha etkiliyken, 120-140 kilovoltaj piki (kVp) gibi yüksek enerji düzeylerinde kompton olayı ön plana çıkar. DEBT’de baskın olan etkileşim biçimi fotoelektrik olaydır. Fotoelektrik olay, atomdaki en iç yörünge olan K yörüngesindeki bir elektron ile X ışınının etkileşime girip atomun bu elektronu fırlatmasına sebep olması olayıdır. X ışını fotonunun enerjisi, elektronun yörüngeye bağlanma enerjisine yaklaştıkça fotoelektrik olay oluşumu kolaylaşır. Elementin atom numarası (Z) ile elektronların K yörüngesine bağlanma enerjisi arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Bu nedenle, fotonun fotoelektrik soğurulma ihtimalini atomdaki K yörüngesinin enerji düzeyi belirler.

Elektronun K yörüngesine bağlanma enerjisinden fazla enerjiye sahip bir X ışını fotonu, daha az enerjiye sahip bir X ışını fotonuna göre daha iyi fotoelektrik soğurulmaya uğrar. Fotoelektrik olay atom numarasına bağlı olduğundan, maddeler değişik enerji düzeylerinde değişik atenüasyon miktarı gösterir. İki farklı atomun K yörüngelerine bağlanma enerjisi yeterince farklı olduğunda, bu atomlar değişik enerji düzeylerinde değişik atenüasyon gösterirler ve böylelikle birbirinden ayırt edilebilirler. Atenüasyondaki farklılıklar da dual enerjili görüntülemenin temelini oluşturur (Kruger 1977; Flohr 2006; Johnson 2007; Graser 2009; Coursey 2010; Vogl 2012; Krasnicki 2012; Johnson 2012; Siegel 2016).

Atomların K yörüngesine elektronların bağlanma enerjisi, atom numarası arttıkça artar ve iyot, kalsiyum, xenon gibi yüksek atom numarasına sahip elementler düşük enerjiye sahip fotonlar (70-100 kVp) ile karşılaştığında fotoelektrik olay oluşturma olasılıkları artar. Bu nedenle DEBT ile görüntüleme için uygundur. Atom numarası daha düşük olan elementlerin (Hidrojen, Z=1; azot, Z=7; oksijen, Z=8 gibi) oluşturduğu dokular, değişik enerji düzeylerinde benzer atenuasyonlar gösterdiklerinden DEBT görüntüleme için ideal değildirler (Johnson 2007; Karçaaltıncaba 2011; Siegel 2016).



Şekil 2.13: Dual enerji BT cihazlarının temel dizaynı.
(Material Separation Using Dual-Energy CT: Current and Emerging Applications, Patino M., 2016).

2.5.5.2 Teknik özellikler ve Dual enerji BT Çeşitleri

Günümüzde farklı DEBT çeşitleri vardır. Bunların temel fizik prensipleri aynıdır fakat değişik enerji seviyelerinde, verileri farklı şekillerde elde edebilirler ve farklı şekillerde bu verileri işleyebilirler.

Günümüzde şu DEBT cihazları kullanılır:

Çift Kaynaklı DEBT

Tek-Kaynaklı DEBT

Tek-Kaynaklı ikiz-ışınlı DEBT

Tek-Kaynaklı sekansiyal DEBT

Tek Kaynaklı hızlı voltaj değiştiren DEBT

Çift katmanlı DEBT (Dual-layer DECT -dIDECT)

Çift Kaynaklı DEBT

Çift kaynaklı DEBT teknolojisinde, 2 X ışını kaynağı birbirlerine göre 90° açıyla konumlandırılır ve her bir X ışını kaynağına karşılık iki dedektör sistemi kullanılır (Şekil 2.14).

İki ayrı X ışını tüpü, yüksek ve düşük enerji seviyesine sahip taramalar elde edilebilecek şekilde, değişik voltajlar ile çalışır. Bu sistem voltaj, filtreleme ve akım gibi değerlerin bu iki X ışını kaynağı için ayrı ayrı ayarlanabilme avantajına sahiptir. Bu sayede optimum kontrastlanma spektrumu sağlanır. Verilerin eş zamanlı olarak her iki kaynaktan alınması gibi bir avantaj sağlar. Bu sistemin dezavantajı, tüplerin yerleşimi nedeniyle radyasyonun saçılmasıdır. 2. ve 3. jenerasyon çift kaynaklı DEBT sistemlerinde, enerjisi yüksek olan X ışını kaynağının önünde metalik kalay filtre (0,4 mm ve 0,6 mm) bulunur. Filtrelerin amacı, yüksek ve düşük enerjiye sahip fotonların ayrıştırılmasıdır. Bu sayede doz daha etkili kullanılır ve görüntülenen materyaller arasında kontrast farkı artar. Ayrıca ışın sertleşmesi artefaktı da azalır. Bu sistemde kullanılan 80/140 kVp (1. jenerasyon Somatom Definition DS); 80/140Sn ve 100/140Sn kVp (2. Jenerasyon Somatom Definition Flash); 70/150Sn, 80/150Sn, 90/150Sn ve 100/150Sn kVp (3. jenerasyon Somatom Force) kombinasyonları kullanılabilir. Vücut kitle indeksi yüksek olan hastalarda, düşük enerjili tüpü 80 kVp yerine 100 kVp kullanmak gürültü oranını azaltılır ve dual enerji BT performansını artırır. Bu teknolojide doz azaltma yöntemleri olan otomatik tüp akım modülasyonu (CARE DOSE4D) ve iteratif rekonstrüksiyon yöntemleri (IRIS, SAFIRE, ADMIRE) dual enerji BT uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu sistemde kullanılan düşük enerjili tüpün Field of View (FOV)'u 50 cm iken, yüksek enerjili tüpün FOV'u 1., 2. ve 3. jenerasyon tüplerde sırasıyla 25, 33 ve 35 cm'dir. Yüksek enerjili tüpün FOV'unun küçük olması obez hastalarda kullanımını sınırlandırır (Petersilka 2008; Öncel 2014; Siegel 2016)

Tek-Kaynaklı DEBT

Bu teknolojide kullanılan tarama modeli, tek bir kaynaktan farklı kVp ve miliamper değerinde gönderilen X ışını fotonlarının helikal taramada kullanılmasıyla görüntü elde edilmesi esasına dayanır. İlk spiral tarama 80 kVp' de 0,6 pitch değeri ile yavaş, ikincisi ise 130 veya 140 kVp'de 1,2 pitch değeri ile hızlı yapılır.

Tek-Kaynaklı ikiz-ışınlı DEBT

Bu teknolojiye, ikiz ışın sistemi tek kaynaktan sağlanarak ve bölünmüş filtre teknolojisi (split filter technology) adı verilen bir yöntem kullanılarak görüntü elde edilir. Tek kaynaktan gönderilen 120 kVp enerjisine sahip X ışını demeti, altın (Au) ve kalay (Sn) filtreler yardımıyla hastaya ulaşmadan yüksek ve düşük enerji spektrumlarına ayrılır (Şekil 2.14).

Tek-Kaynaklı sekansiyal DEBT

Tek kaynağa sahip bu sistemde, 2 farklı X ışını demeti kullanılarak ultra hızlı (tüp rotasyon zamanı 0,27 milisaniye) tarayıcılar aracılığıyla görüntüleme yapılır (Agrawal 2014; McCollough 2015).

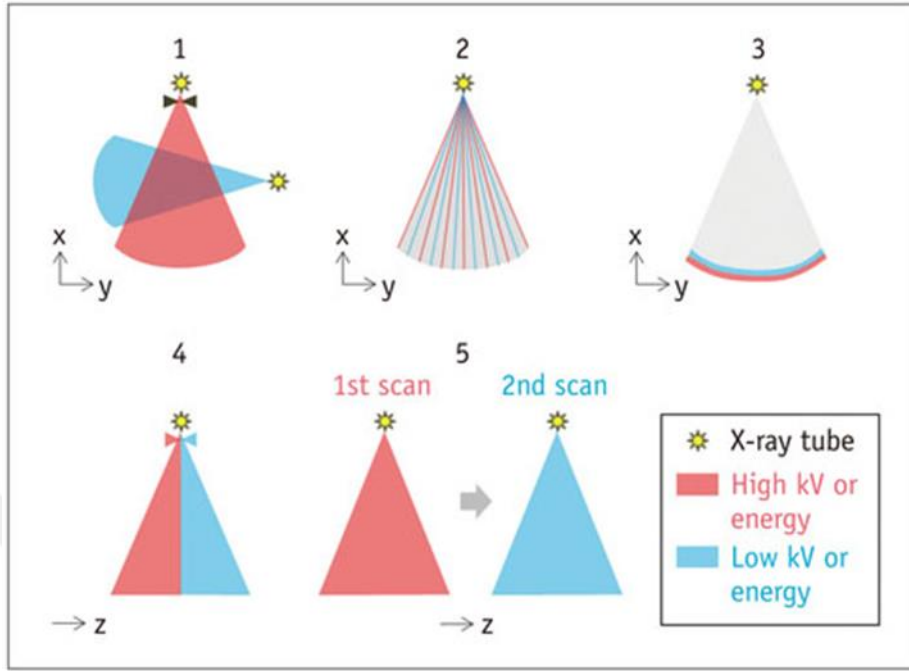
Hacim (volume) veya helikal mod gibi iki ayrı mod kullanılabilir. 2 tek rotasyonlu çekim yapılar ve kVp değerlerine özgü miliamper değerleri kullanılarak, hacim modunda signal to noise ratio (SNR)'ları benzer olan görüntüler elde edilir. Helikal modda ise masanın her hareketi ve tüplerin rotasyonu sırasında, yüksek ve düşük kVp değerleri arasında geçiş göstererek, farklı enerji spektrumları elde edilir (Şekil 2.14).

Tek Kaynaklı hızlı voltaj değıştiren DEBT

Bu sistem, tek bir rotasyon süresinde 0,5 milisaniyeden daha az zamanda, 80 kilovolt ile 140 kilovolt arasında hızlı geçiş yapar (Silva 2011; Kaza 2012; Morgan 2017). Bu sistemde, standart BT'den farklı olarak, Gemstone dedektör sistemi kullanılması daha hızlı görüntü elde edilip daha fazla ışık açığa çıkarılmasını sağlar (Hidas 2010). Her iki enerji düzeyinde aynı FOV (maksimum 50 cm) kullanılır. Yüksek ve düşük enerji düzeylerinde projeksiyon açıları aynıdır ve bu sayede ışın sertleşmesi artefaktı azalır (Şekil 2.14).

Çift katmanlı DEBT (Dual-layer DECT -dIDECT-)

Bu teknolojiye, iki katmanlı dedektör sistemi kullanılarak, yüksek ve düşük enerji düzeyine sahip fotonlar birbirinden ayrılır. İki dedektör katmanının farklı materyallerden oluşması dedektörün üst katmanının düşük enerjili fotonları, alt katmanının ise yüksek enerjili fotonları algılamasını sağlar. Değişik dedektör kalınlıkları kullanılarak görüntülerde oluşan gürültü oranı optimize edilir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14: Günümüzde kullanılan DEBT cihazları.

1: Çift kaynaklı DEBT 2: Hızlı voltaj değiştiren DEBT 3: Çift katmanlı DEBT 4: Tek kaynaklı ikiz ışınlı DEBT 5: Tek kaynaklı sekansiyel DEBT (Dual-Energy CT: New Horizon in Medical Imaging, Hyun Woo Goo, 2017).

2.5.5.3 DEBT'nin Klinik Kullanım Alanları

Dual-enerji bilgisayarlı tomografinin klinikte yaygın kullanım alanları vardır. Atom numarasındaki farklılıklara göre maddelerin ayırt edilmesi, maddelerdeki kalsiyum ve iyot farklılığı ya da üriner sistemdeki taşların analiz edilmesi gibi uygulamalar mevcuttur (Postma 2012).

Sanal-kontrastsız görüntüler, iyotlu opak maddenin görüntüden çıkarılma işlemi ile elde edilir ve yeniden kontrastsız görüntü elde edilmesine gerek kalmayarak, hastanın maruz kaldığı radyasyonun dozu azaltılabilir. Ayrıca kontrastlı 80 kV ile oluşturulan görüntüdeki kontrast artırılarak karaciğer, vasküler yapılar ya da böbrek görüntülenebilir. Bu sayede iyot haritası görüntüler ile sanal kontrastsız görüntüler oluşturulabilir.

DEBT, 1970'li yıllarda ortaya çıkmış olup son teknolojik gelişmeler ile geniş çapta farklı alanlarda yararlanılmaktadır. Günümüzde kullanılan hızlı kVp geçişi gösteren iki

farklı X ışını kaynağına sahip dual enerji bilgisayarlı tomografinin en önemli iki avantajı çakışmama artefaktlarının azalması ile maddelerin dekompozisyonunun yapılabilmesidir.

DEBT’de genellikle 80/140 kVp değerleri kullanılmaktadır fakat kardiyak uygulamalarda 100/140 kVp değerleri tercih edilebilir (Johnson 2012). Kardiyak demirin saptanması, kalp perfüzyonunun değerlendirilmesi kardiyak kullanım alanlarıdır (Vliegenthart 2012). Nöroradyolojik kullanımda, kalsiyum ve kemik görüntülerden uzaklaştırılarak anjiyografik görüntüler elde edilebilir (Postma 2012). Pulmoner tromboemboli ya da diğer akciğer hastalıklarında pulmoner perfüzyonun saptanması, xenon ventilasyon-perfüzyon görüntülemesi, soliter pulmoner nodülün karakterize edilmesi torakstaki uygulama alanlarıdır (Lu 2012). Kas-iskelet sistemindeki kullanım alanları, metal artefaktlarının minimize edilmesi ve psödogut ile gutun ayırt edilmesidir (Nicolaou 2012). Aortik stent greftin değerlendirilmesi, görüntüden kemik yapıların çıkarılması ve arterlerden kalsifiye plakların çıkarılması işlemleri vasküler görüntüleme için kullanılır (Vlahos 2012). Abdominal uygulama alanları arasında karaciğer ve pankreastaki yağ ve demir birikiminin değerlendirilmesi, Dual enerji BT kolanjiyografi ve Dual enerji BT kolonoskopi sayılabilir. Üriner sistem kullanım alanları taşların kompozisyonlarının saptanması, böbrek kitle ve kistlerindeki kontrastlanma niteliklerinin belirlenmesidir (Heye 2012).

Gastrointestinal ve Abdominal Uygulamalar:

Dual enerji Bilgisayarlı Tomografi incelemesinde kullanılan 80 kVp ve 140 kVp kullanılarak oluşturulan görüntüler karşılaştırıldığında 80 kVp ile yapılan görüntülerin kontrastı daha iyi bulunmuştur. Karaciğerde arteriyel fazda iyi kontrastlanan hipervasküler lezyonlar olan hepatoselüler karsinom ve hipervasküler karaciğer metastazlarını saptamak açısından yararlıdır.

Bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmış olup Marin ve ark. 80 kVp ile 140 kVp ile oluşturulan görüntüleri hipervasküler lezyonları saptayabilme oranı açısından in vitro ve in vivo olarak karşılaştırmışlar ve yüksek mA düzeyleri ile beraber 80 kVp kullanıldığında lezyonun saptanabilme oranının daha üstün olduğu bildirilmiştir.

Robinson ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada ise 80 kVp ile oluşturulan görüntülerde metastazların normal karaciğer parankimden ayırt edilebilirliğini daha üstün olduğunu gösterebilmiştir (Kim ve ark 2010).

Zhang ve ark. Dinamik BT protokülünde yer alan kontrastsız görüntülerin alınmamasının hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu düşürdüğünü ileri sürmüştür. DEBT' nin bir avantajı da kontrastsız görüntülere gerek duyulmamasıdır (Zhang ve ark 2010).

Zhang ve ark. yaptığı bu çalışma ile benzer sonuçlar elde eden De Cocco ve ark. da ek olarak optimum düzeyde sanal kontrastsız görüntü elde olunması vücut kitle indeksi düşük olan kişilerde olabileceği görüşünü sunmuştur (De Cocco ve ark 2010).

Karaciğer dokusundaki yağ ve demir miktarınının gösterilmesi DEBT ile sağlanabilmektedir. Demir ve yağın spektral eğrileri birbirinin tam tersi olup karaciğerde yağlanma olduğunda kVp ve keV (kiloelektron volt) azalırken karaciğerin dansitesi azalır. Karaciğerde demir birikimi olduğunda ise tam tersi durum gerçekleşir ve kVp, KeV azalırken karaciğerin ölçülen dansitesi artar.

Safra yolları görüntülemesi için tanımlanan DEBT kolanjiografi ise safra yollarını ve biliyer segment boyutu saptanmasında kolaylık sağlamıştır (Yeh ve ark 2009; Sommer ve ark 2010).

İn vitro çalışmalar safra kesesi taşlarının dual enerji özelliklerini saptamak için yapılmıştır. Safra yolu dilatasyonu olan hastalarda koledok taşını ortaya koymak için benzer protokoller uygulanabilir (Yeh ve ark 2009; De Cocco ve ark 2010; Sommer ve ark 2010).

Dual enerji BT ile 80 kVp ile oluşturulan görüntüler pankreas adenokarsinomlarını pankreas parankiminden daha kolay fark edilebilmesini kolaylaştırabilir.

Üriner Uygulamalar:

Üriner sistem değerlendirilmesi açısından kullanım alanları ürikasit, sistin ya da diğer kalsiyum içeren üriner sistem taşlarını belirlemek ve renal kitle ile renal kistlerin özellikleri ortaya koymak için kullanılabilir.

Dual-enerji BT taşların karakterizasyonu için kullanılabilir. Yapılan birçok çalışmada gösterilmiş ki kalsiyum taşlarından ürik ait taşını in vivo ve in vitro olarak

ayırt edilebilmesine ilişkin veriler elde edilmiştir ancak bu teknik ile standart protoküle göre daha fazla düzeyde radyasyona maruziyet dezavantaj oluşturmuştur (Takahashi ve ark 2008; Vrtiska ve ark 2010).

Bundan dolayı rutin protokoller ile taş saptandıktan sonra gereklilik durumunda taşı karakterize edebilmek için taş saptanan bölgeyi içine alan dual enerji BT incelemesi ile sınırlı bölge taraması yapılabilir ve böylece olgunun ek radyasyon maruziyeti önlenir.

Dual enerji tekniği, böbrek taşlarına tanı konması için kontrastlı BT ürografi üzerinden sanal kontrastsız görüntüler elde edilerek kullanılabilir. Ancak 2 mm'den küçük taşların saptanmasında bu tekniğin duyarlılığı düşüktür (Graser ve ark 2010; Lescha ve ark 2010).

Graser ve ark (2010) 'ye göre böbrek taşlarının niteliklerini ortaya koymak için birinci ve ikinci nesil çift tüplü DEBT cihazları ile yaptıkları çalışmada standart kontrastsız BT aşamasının atlanması nedeniyle ilk nesil cihazlarda radyasyon dozu %35, ikinci nesil cihazlarda ise bu oran %50 azalmıştır. Böbrek kitlesinin iki aşamalı olan BT protokolünde saptanabilirlik oranı %96 iken dual enerji ile yapılan tek aşamalı incelemede bu oran %95 düzeyinde saptanan ikinci bir çalışma ile ortaya konulmuştur.

Böbrek Üstü Bezi Uygulamaları:

Gupta ve ark dual enerji uygulaması ile adrenal nodülleri saptanması ile ilgili yaptıkları çalışmada 80 kVp görüntülerde atenüasyonda azalma için %100 pozitif öngörü değeri, %50 duyarlılık, %100 özgüllük oranını saptamışlardır (Nicolaou ve ark 2010).

Dual-Enerji BT Kolonoskopi

Karçaaltıncaba ve ark. tarafından ilk kez ortaya konulan dual energy BT kolonoskopi incelemesinin tanısal BT kolonoskopi protokollerinde kullanılan kontrastsız taramaların yapılamamasını sağlayan bir teknik olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kolon kanserlerinin ve poliplerinin iyot kontrast madde ile boyanma özeliği sonucunda kontrast sonrası yaklaşık 40–50 HU kontrast tutabilir (Oto ve ark 2001).

DEBT kolonoskopi teknik ile oluşturulan iyot haritalama görüntüleri kolon kaynaklı tümörlerin kontrast tutması sonucunda gaytadan ayrımını sağlar ve bu ise yaşlılarda laksatif uygulaması yapılmadan da çekim yapılabilmesini sağlar (Eliahou ve ark 2010).

Sanal BT kolonoskopi pron pozisyonunda alınan görüntüler dual enerji ile uygulanan kolonoskopi yönteminde gerektirmeyebilir. Dual enerji BT kolonoskopi tüp B'nin görüntüleme alanının sınırlı olması ve vücut kitle indeksi yüksek hastalarda sınırlı uygulanabilirliği dezavantajıdır. Bu dezavantaj ikinci nesil geniş FOV lu ve dedektörlü çift tüplü BT kullanılarak engellenebilir. FOV'u geniş olan, yeterli kontrast sağlamak için ve yüksek spektrumu süzmek için kullanılan filtreye sahip ikinci nesil çift tüplü BT cihazları sayesinde yeterli istenilen görüntüleme sağlanabilir (Petersilka ve ark 2008; Primak ve ark 2009). Bu kullanılan filtre sayesinde ayrıca tek enerjili BT kadar olgu doz alması sağlanabileceği öne sürülmüştür (Schenzle ve ark 2010).

2.5.5.4 DEBT'nin Sınırlılıkları ve Radyasyon

Farklı sistemdeki hastalıkların tanısında yol gösterici olmasına rağmen Dual enerji BT'nin bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Dual enerji bilgisayarlı tomografinin başlıca sınırlılıkları arasında şunlar bulunmaktadır; 80 kilovolt ile alınan görüntülerin gürültü oranının yüksek olması, beden kitle indeksi fazla olan olguların incelenemesindeki güçlük ve çift tüplü BT'de ikinci tüpe ait FOV'un küçük olmasıdır (birinci jenerasyonda 26 cm, ikinci jenerasyonda 33 cm). 80 kVp enerji ile oluşturulan görüntülerde gürültü oranını azaltmak için son zamanlarda iteratif rekonstrüksiyon teknikleri kullanılmaktadır.

Schenzle ve ark (2010)'nın iki tüplü ek filtre dahil edilmiş BT ile yaptığı çalışmada etkin dozlar tek tüplü taramada 2.70 mSv, birinci jenerasyon DEBT ile taramada 2.61 mSv ve ikinci jenerasyon DEBT ile taramada 2.69 mSv olduğu anlaşılmıştır ve bu çalışmanın sonucu olarak iki tüplü ek filtre dahil edilmiş BT ile yapılan görüntülemeye, tek tüplü bilgisayarlı tomografi ile yapılan görüntülemeye daha fazla radyasyon vermediği bildirilmiştir.

Sangwaiya ve ark (2010) 26 cm FOV sahip birinci nesil DEBT ile oluşturulan görüntülemenin tek enerjili konvansiyonel BT ile yapılan görüntülemeye kıyasla daha yüksek radyasyon dozlarına ulaşıldığı ve bu oranın %30'u geçmediğini bildirmişlerdir.

Li ve ark (2011)'nin yaptığı çalışmada ise hızlı kVp değişmeli DEBT cihazı ile yapılan inceleme ile tek tüplü BT cihazı yapılan incelemeyi karşılaştırdıklarında vücut incelemelerinde %14 oranında ve baş incelemelerde ise %22 ek bir doz alımı olduğu saptanmıştır.

2.6 Vücut Yağ Doku Fizyolojisi

Obezite, kalori alımının fazla ve kalori harcanmasının daha az olması sonucu yağ dokusunun artışı ile oluşan bir durum olarak ifade edilebilir.

Yağ dokusu adiposit olarak isimlendirilen lipid dolu hücrelerin gevşek bağ ile bağlanarak bir araya gelmesiyle oluşan bağ dokusu tipidir.

Yağ dokusu uniloküler (beyaz) ve multiloküler (kahverengi) yağ dokusu olarak iki farklı şekilde tiplendirilebilir.

Adipoz dokunun çeşitli fonksiyonları bulunmaktadır. Bunlar şöyle ki fiziksel koruma, yağda eriyen vitaminleri depolama, termogenezis, enerji depolama ve adipositler ve adiposit stromal hücrelerinden sentezlenen sitokinler sayesinde parakrin, otokrin ve endokrin etkileridir (Gimble 2003).

İnsülin direnci, vücudumuzda oluşan metabolik değişimler ve yağ dokusu fizyolojisi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır.

Obezite ve metabolik sendrom ile ilişkili sitokinler ve çeşitli inflamatuvar süreçler tanımlanmıştır.

Vücudumuzda bulunan yağ dokusunun sadece enerji kaynağı olarak bulunmaması, çeşitli sitokinler ve peptidler salgılayan aktif bir organ olması metabolik süreç üzerindeki etkilerini araştırmak için kaynak sağlamıştır (Görrar ve ark 2010).

Obezite, abdominal (santral) ve periferik olarak iki şekilde sınıflandırılabilir. Abdominal obezite, metabolik sendromun birincil karakteristik özelliği olup portal visseral teori ile açıklanabilir.

Visseral yağ, karaciğere portal ven aracılığıyla ulaşabilmektedir ve en yüksek düzeyde metabolik aktivite göstermektedir.

Diyetle yüksek oranda kalori alınması, visseral ve periferik yağ dokusunda yağ depolanmasını artırırken, karaciğer özellikle visseral yağ dokusundaki serbest yağ asitlerine daha duyarlıdır.

Periferik cilt altı yağ dokusu intrabdominal visseral yağ dokusuna göre daha fazla miktardadır ve bu sebeple sistemik dolaşımı salınan serbest yağ asitlerinin küçük bir miktarı visseral yağ dokusundan sağlanır. Fakat visseral adipoz dokunun lipoliz hızının fazla olması sebebiyle karaciğere portal ven aracılığıyla ulaşan serbest yağ asitleri

karaciğerde yağ birikimine ve insülin direnci oluşumuna sebep olabilmektedir. Anlaşıldığı üzere, visseral adipoz doku insülinin antilipolitik etkisine ciltaltı yağ dokusuna oranla daha az duyarlı olup daha hızlı lipolitik özellik gösterebilmektedir.

Karaciğere, sürekli ve yüksek düzeyde serbest yağ asidi gelmesi hepatik glikoneogenesis artışına, hepatik lipogenez artışına, serbest yağ asidi oksidasyonunun azalmasına sebep olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak karın bölgesinde yağlanma artışı, insülin direnci ve metabolik sendrom oluşumu için risk faktörü oluşturur (Lewis G ve ark 2002; Bergman ve ark 2005; Laclaustra ve ark 2007)

Günümüzde yapılan farklı çalışmalar neticesinde visseral yağ dokusunun insülin duyarlılığı için bağımsız risk faktörü olduğu söylenebilir (Carr D ve ark 2004).

2.6.1 Vücut Yağ Dokusu Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

2.6.1.1 Antropometrik Ölçümler

Vücut Kitle İndeksi (VKİ): Vücut kitle indeksi, vücut kütlelerinin uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle hesaplanabilen, obezite ölçütü olarak kullanılan en sık yöntemdir. Yetişkin bir kişi $18,5 \text{ kg/m}^2$ 'den daha az değerde düşük ağırlıklı, $18,5$ ile $24,9 \text{ kg/m}^2$ arasında normal kilolu, $25,0$ ile $29,9 \text{ kg/m}^2$ arasında fazla kilolu ve 30 kg/m^2 'den fazla ise obez şeklinde tanımlanır.

Bel çevresi: Bel çevresi ölçümü, abdominal obeziteyi değerlendirmek için en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bel çevresi ölçümü, abdomenin en dar bölgesi olan iliak krest ile 12. kaburga arasındaki alanın ortası, umblikus çevresidir. Visseral obeziteyi, NCEP ATP III kriterlerine göre kadında bel çevresi $>88 \text{ cm}$ ve erkekte ise bel çevresi $>102 \text{ cm}$ ölçülmesi gösterebilmektedir (Klein ve ark 2007).

Boyun Çevresi: Metabolik sendrom riski için boyun çevresi ölçümü erkek cinsiyette 39 cm ve üstü değerler iken, kadın cinsiyette ise 35 cm ve daha üstü değerler şeklinde belirlenmiştir (Yang ve ark 2010).

Kalça Çevresi, Bel–Kalça Oranı: Bu oran bel çevresinin kalça çevresi uzunluğuna bölünmesi ile hesaplanır (Nishida ve ark 2010).

2.6.1.2 Total Vücut Yağı Ölçüm Yöntemleri

Total vücut yağ ölçüm teknikleri VKİ hidrodansitometri tartılma, cilt kalınlığı ölçümü, DEXA (dual enerji x – ray absorpsiyometri), near infrared interactance (NİR), magnetik rezonans görüntüleme (MRG), biyoelektrik impedans analizi (BİA), bilgisayarlı tomografidir (Chumlea ve ark 2000; Lee ve ark 2008).

Vücut bileşimlerini tahmin etmek için kullanılabilen bir yöntem olan BİA, gönderilen elektrik akımının vücudun farklı bölgelerinden geçen (kemik, kas, kıkırdak vb.) elektrik akımının farklı dokulardan geçiş oranının farklılık ölçümü esasına dayanarak çalışır.

Biyoelektrik impedans analizi, zayıf elektrik akımlarının vücudun farklı dokularından geçerken karşılaştığı dirence bakarak dokular hakkında bilgi üretme esasına dayanan bir tekniktir. Bu yöntem kişinin vücut yapısının su, kemik, kas, kıkırdak, yağ oranını belirlemek açısından sık kullanılır. Bu yöntemle intraselüler ve ekstraselüler sıvı, iskelet kası kitlesi, toplam vücut ağırlığı ve yağ kütlesi ölçülebilir (Kyle ve ark 2004; Ryo ve ark 2005; Dehghan ve ark 2008).

2.6.1.3 Vücut Visseral Yağı Ölçüm Yöntemleri

Bel çevresi ölçümü, abdominal obeziteyi en iyi gösterebilen bir ölçümdür ve visseral yağ dokusu ile arasında güçlü korelasyona sahiptir. Fakat ciltaltı yağ dokusu ve visseral yağ dokusu miktarı ölçümü ayrımı açısından bize net bilgi sağlamaz (Van der Kooy ve ark 1993; Zamboni ve ark 1998).

BT ve MRG visseral yağ dokusunu ölçmek için altın standarttır ve bize ciltaltı yağ dokusu ile visseral yağ dokusunu ayrı ayrı ölçebilme avantajı sağlar. Ancak MRG dezavantajı zaman almasıdır. BT'nin dezavantajı ise hastanın radyasyona maruziyetidir (Thomas ve ark 1998).

Obez olmayan kişilerde kardiovasküler risk oranını hesaplamak açısından antropometrik ölçüm kullanımının yetersiz olduğu, bundan dolayı visseral yağ doku ölçümü için düşük maliyetli, pratik bir yöntem bulma araştırmaları sürmektedir (D. Berker ve ark 2010).

Total vücut suyu ölçümü, dual X-ışını absorpsiyometre, dansitometri, total vücut potasyum miktarı ölçümü gibi teknikler visseral yağ miktarı hesaplanması için kullanabilecek pratik olmayan ancak araştırma amacıyla kullanılabilen diğer direkt visseral

yağ ölçüm teknikleridir. Ancak bu yöntemlerin deneyimli ekip gerektirmesi, pahalı oluşu ve radyasyon yayması sebebiyle doğru sonuçlar elde edilebilmesine rağmen geniş çaplı kullanım alanı sağlanamamıştır (Lukaski 1987; Ogle ve ark, 1995; Wong ve ark 2002)

Diğer bir yöntem olan USG, visseral yağ dokusu değerlendirilmesinde hızlı, güvenilir ve herhangi girişimsel işlem gerektirmeyen, radyasyon maruziyeti olmayan ekonomik bir cihazdır ancak bu yöntemin deneyimli personel gerektirmesi kullanımını kısıtlamıştır. Bu yöntem yapılan bazı çalışmalarda duyarlılık düzeyi BT ile yakın bulunmuştur (Jensen ve ark 1995; Stolk ve ark, 2001; Hirooka ve ark 2005; Stolk ve ark 2003).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Olgu Seçimi

Prospektif olarak planlanan bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulundan 15.03.2019 tarihinde 2019/1793 sayılı onamı alınarak başlanmıştır.

Bu çalışma NEÜ Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalında 1 Ocak 2019-31 Aralık 2019 yılları arasında ‘üriner taş’ ön tanısı ile çekilen kontrastsız dual enerji bilgisayarlı tomografi incelemesi yapılan 400 hasta taranarak belirlendi. Bu hastaların içindeki diyabet, hipertansiyon, hiperparatroidi tanısı olanlar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya yaşları 18 ile 80 arasında değişen (ortalama 47,65 +/- 15,76), 139 erkek (%66,8), 69 kadın (%33,2) olmak üzere 208 hasta dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen hastalardan çekim teknikleri ve görüntüleme yöntemi ile elde olunan verilerin klinik bilgi açısından önemi anlaşılır bir şekilde çekim öncesi açıklanarak bilgilendirildi ve aydınlatılmış onamları alındı.

Çalışmaya dahil edilen 208 olgunun görüntüleri iş istasyonunda tecrübeli iki radyolog tarafından değerlendirildi.

3.2. Yöntem

Görüntüleme işlemi yedinci jenerasyon iki dedektörlü dual enerji 256 kesitli Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (Somatom Drive, Siemens Healthcare, Forchheim, Almanya) cihazı ile yapıldı.

Taş protokolünde öncelikle supin pozisyonda hasta masaya yatırılarak topogram elde edildi ve sonrasında oral ve intravenöz kontrast madde verilmeden, böbrek üstünden mesane tabanına kadar olan kesim görüntüleme alanı içinde bulunacak şekilde Field of View (FOV) ayarlandı. Aksiyel 5 mm ve 1,5 mm’lik kesitler elde edildi. Böbrekte taşı saptanan hastalara, taşın olduğu seviyeye Dual Enerji BT (DEBT) uygulandı ve diğer düzeylerde tek tüp ile çekim yapılarak radyasyon dozu minimuma indirildi. Teknik parametreler şu şekilde ayarlandı: taş karakterizasyonunu daha iyi yapabilmek ve kilolu hastalarda çekim kalitesini artırabilmek için 80/140 kV yerine 100/140 kV tüp voltajı protokolü seçilerek aksiyel planda 1,5 ve 3 mm kesit kalınlığı ile tarandı. 100 kVp tüp için referans olarak 168 mAs, 140 kVp tüp için 130 mAs ile akım modülasyonu (4D caredose

®) kullanıldı. Matrix: 515x512, gantri rotasyon süresi: 0.33 sn, pitch: 0.7, FOV A/B: 38 (ortalama) / 33 cm (maksimum) olarak seçildi. Yumuşak doku kerneli (B30f) ile 3 mm'lik aksiyel ve 3 mm'lik koronal planda rekonstrüksiyonlar yapıldı. Görüntüleme işlemi hastalarda herhangi bir komplikasyon gelişmeden başarılı bir şekilde tamamlandı. Ayrıca taş karakterizasyonu için her iki dedektörden gelen görüntülere dual enerji kerneli (D30f) ile 1,5 mm kalınlıkta rekonstrüksiyonlar yapıldı. Eş zamanlı spiral taramada A ve B tüplerinden 140 ve 100 kV ile elde edilen ve bu verilerin kombinasyonundan otomatik olarak hesaplanarak oluşturulan miks görüntüler rekonstrüksiyondan sonra iş istasyonuna (Singo.via, Siemens Healthcare, Forchheim, Almanya) gönderildi.

DEBT incelemesi yalnızca taş saptanan hastalara taşın olduğu seviyeye yönelik uygulandı ve diğer düzeylerde tek tüp ile çekim yapılarak radyasyon dozu minimuma indirildi. Görüntüleme işlemi hastalarda herhangi bir komplikasyon gelişmeden başarılı şekilde tamamlandı.

Üriner sistemde taş saptanan hastaların görüntüleri iş istasyonunda Syngo.via yazılımı kullanılarak tecrübeli iki radyolog tarafından taşların in-vivo analizi yapıldı. Bu yazılım aracılığıyla hidroksiapatit, kalsiyum oksalat, sistin ve ürik asit taşı şeklinde sınıflandırıldı. Üriner sistem taş varlığını saptamak için iş istasyonunda yumuşak doku kernelinde yapılmış görüntüler incelendi. Daha sonra taş tipini saptamak amacıyla, dual enerji kernelinde yapılmış görüntülerde taşın yüksek ve düşük kVp değerlerindeki X ışınını atenuasyon değerlerine göre gri tonlu ve renkli kodlamalı veri setleri oluşturuldu. Düşük kVp ve yüksek kVp'deki atenuasyon oranlarının cutt-off (ayırma) değerleri;

ürik asit taşı için ≤ 1.10 ,

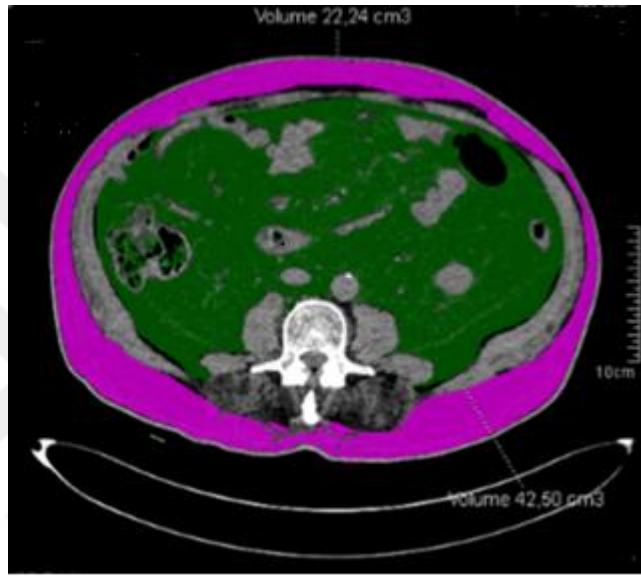
sistin taşı için 1.13-1.29,

kalsiyum oksalat taşı için 1.29-1.41

hidroksiapatit taşı için ≥ 1.42 şeklinde belirlendi.

Bu değerler iş istasyonundaki standart olarak gelen grafik üzerinde referans noktalar olarak da belirtilmişti. Grafik üzerine her taş için hesaplanan farklı kVp'lerdeki atenuasyon oranı değerleri yerleştirildi. Taşlar oluşturulan bu referans noktalarına göre elde edilen atenuasyon oranının hangi tip taş ile uyumlu olduğu saptanarak analiz edildi. Region of interest (ROI) ile taşlar işaretlendiğinde, taşın farklı kVp'lerdeki atenuasyon oranları, taşın hacmi ve farklı kVp değerlerindeki Hounsfield Unit (HU) değerleri de yazılım tarafından hesaplandı.

Visseral yağ dokusu ve subkutan yağ dokusu volüm ölçümü için; L3-L4 seviyesinden umblikus düzeyinden geçen 1,5 mm kalınlığında tek aksiyel kesit üzerinden iş istasyonlarında yazılım paketleri (Syngo CT volume, Siemens Medical, Forchheim, Almanya) kullanılarak hesaplandı. Subkutan yağlı doku alanı ve visseral yağlı doku alanı-40 ile -200 aralığında atenuasyon değerleri aralığında 2D growing region ROI tekniği ile manuel olarak serbest ROI kullanılarak konturları belirlenerek otomatik ölçüm yapıldı. Bu teknik ile elde olunan veriler 'cm³' olarak kaydedildi (Şekil3.1).



Şekil 3.1: L3-4 seviyesinde subkutan (pembe alan) ve visseral (yeşil alan) yağ dokuları ile volüme ait ölçüm değerleri.

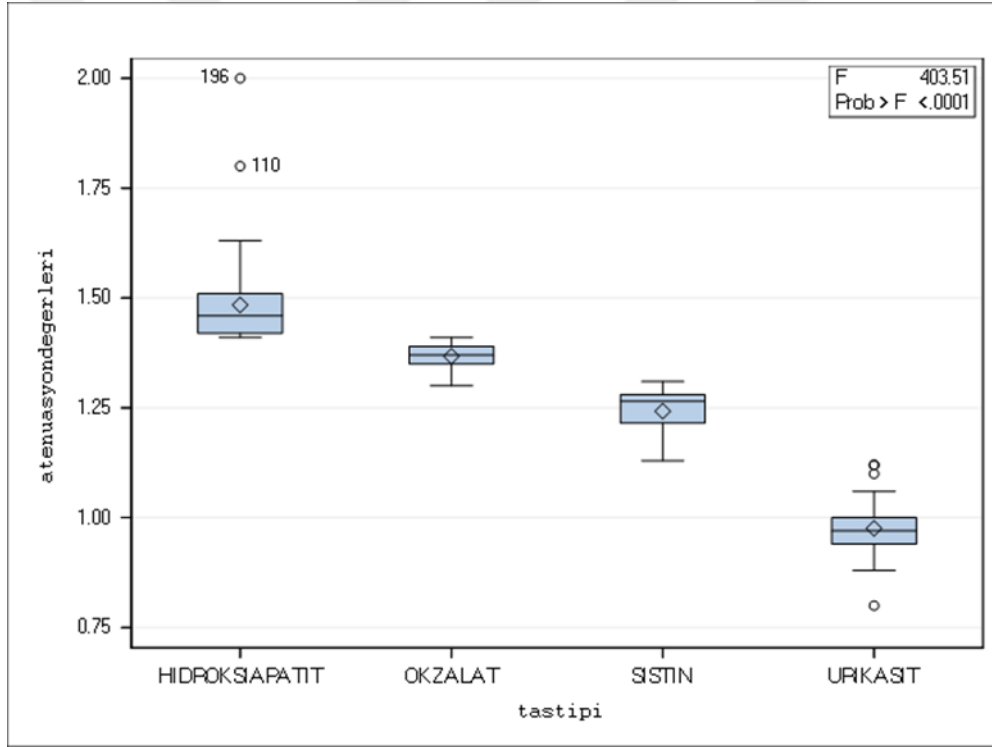
3.3 İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS v.22 (Chicago, Illinois, USA) yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Olgularda farklı taş tiplerinin atenuasyon değerleri, farklı taş tiplerinin sıklık dağılımı, farklı taş tiplerinin cinsiyete ve yaşa göre dağılımı, abdominal visseral yağ volümü (AVYV) ile yaş arasındaki ilişki, AVYV ve AVYV /TAYV yüzdesi ile farklı taş cinslerinin arasındaki ilişki, abdominal subkutan yağ volümü ile ürik asit taşı arasındaki ilişki, idrar pH oranı ile taş kompozisyonu arasındaki ilişki değerlendirmeye alındı. Çoklu karşılaştırmalar tukey ve korelasyon testleri ile analiz edildi. P değerinin 0,05'den küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen yaşları 18 ile 80 arasında değişen (ortalama 47,65 \pm 15,76), 139 erkek (%66,8), 69 kadın (%33,2) olmak üzere 208 hastadaki taş cinsi dağılımı belirlendi.

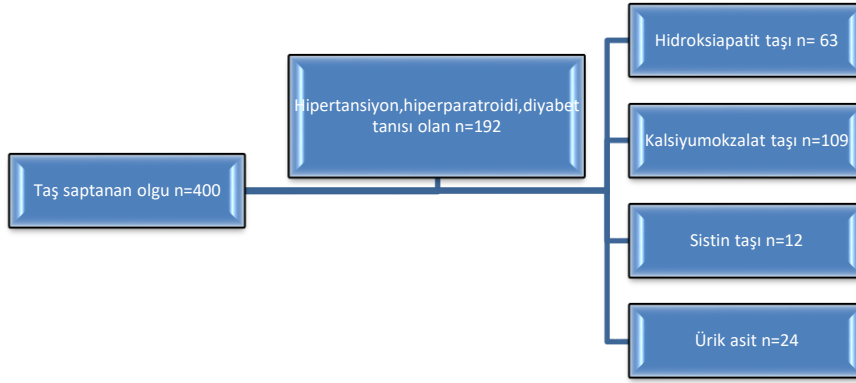
Dual enerji atenüasyon oranı aralığı; hidroksiapatit taşı için 1.42-1.61 (ortalama 1.451 \pm 0.036), kalsiyum oksalat taşı için 1.29-1.41 (ortalama 1.377 \pm 0.030), sistin taşı için 1.13-1.29 (ortalama 1.241 \pm 0.048), ürik asit taşı için 0.81-1.10 (ortalama 0.994 \pm 0.049) olarak saptanmıştır. Taş tiplerinin atenüasyon oranları Şekil 4.1'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Taş tiplerinin atenüasyon değerlerine göre dağılımı.

Çalışmaya dahil edilen 208 olgunun 63'ünde (% 30,2) kalsiyum hidroksiapatit taşı 109'unda (% 52,4) kalsiyum okzalit taşı, 12'sinde (% 5,7)sistin taşı ve 24'ünde (% 11,5) ürik asit taşı saptandı (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Taş tipine göre saptanan olguların sayısı.



Çalışmamızda 139 erkek (%66,8), 69 kadın (%33,2) olgu değerlendirmeye alınmıştır ve 4 farklı taş tipi de erkek cinsiyette kadınlara göre daha fazla sıklıkta görülmüştür (Tablo 4.2).

63 kalsiyum hidroksiapatit taş saptanan olgunun 37 erkek(%58,73) ve 26 kadın (%41,27) cinsiyete sahipti.

109 kalsiyum okzalit taş saptanan olgunun 79 erkek(%72,48) ve 26 kadın (%27,52) cinsiyete sahipti.

12 sistin taş saptanan olgunun 37 erkek(%75) ve 26 kadın (%25) cinsiyete sahipti.

24 ürik asit taş saptanan olgunun 14 erkek(%58,33) ve 10 kadın (%41,67) cinsiyete sahipti.

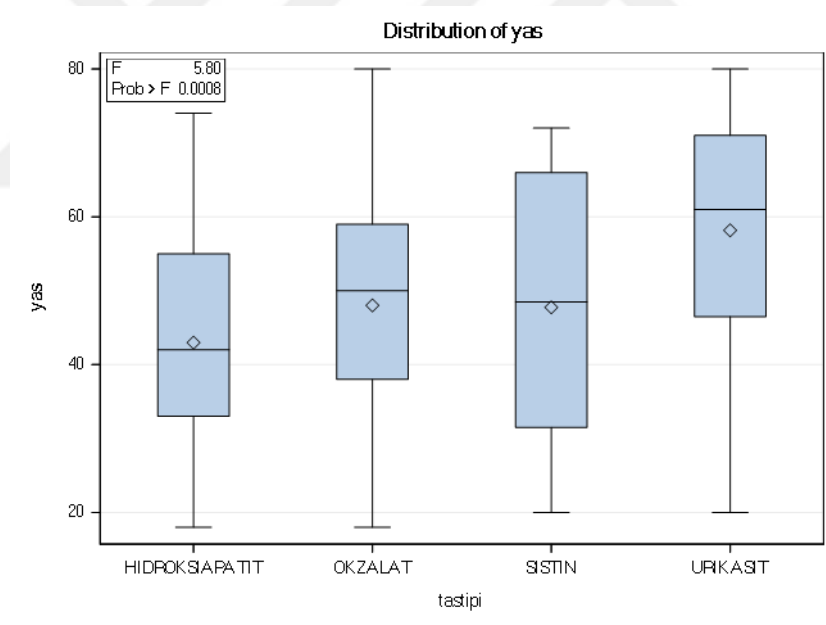
Tablo 4.2: Farklı taş tiplerinin cinsiyete göre dağılımı

1uesday, 5:20:04..

The FREQ Procedure

Table of cinsiyet by tastipi					
cinsiyet(cinsiyet)	tastipi(tastipi)				
Frequency Col Pct	HIDROKSIAPATIT	OKZALAT	SISTIN	URIKASIT	Total
ERKEK	37 58.73	79 72.48	9 75.00	14 58.33	139
KADIN	26 41.27	30 27.52	3 25.00	10 41.67	69
Total	63	109	12	24	208

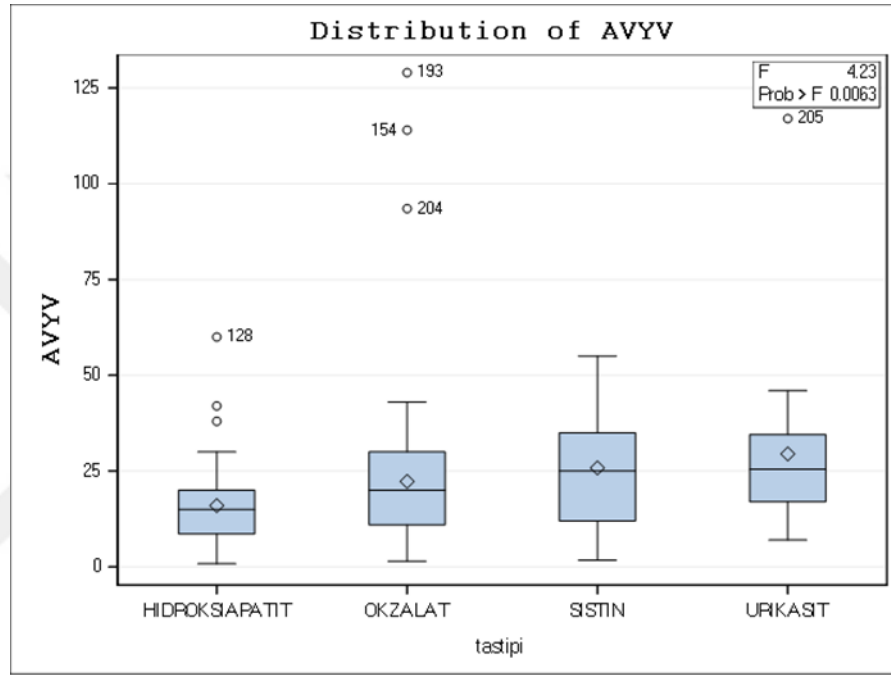
Şekil 4.2’de hastaların yaşı ile ürik asit taşı görülme sıklığı verileri arasındaki korelasyon analiz sonuçları verilmiştir. Ürik asit taşı görülme sıklığı ile yaş arasında korelasyon mevcuttur ($p < 0,0008$). Yaş arttıkça ürik asit taşı görülme sıklığı artmaktadır.



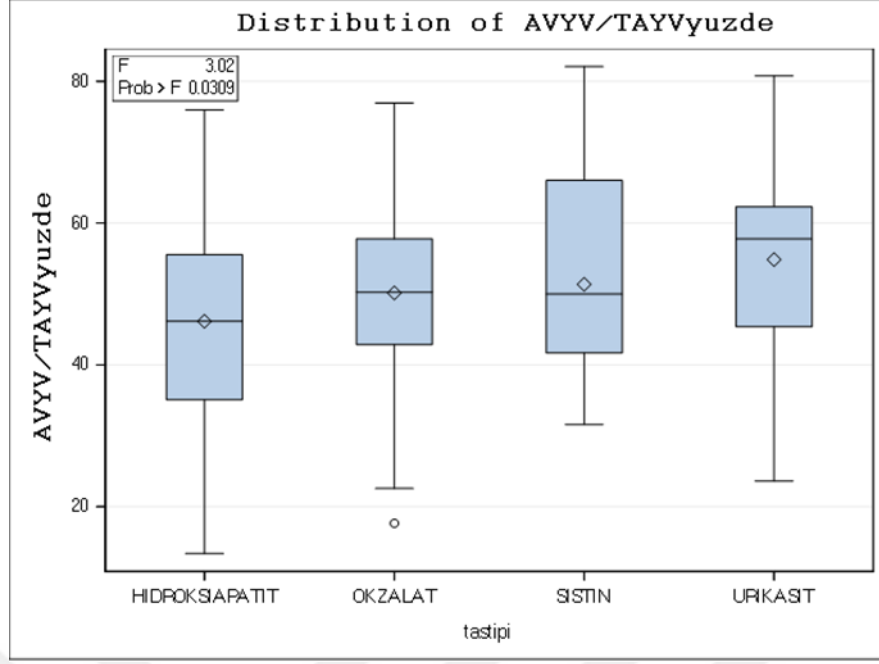
Şekil 4.2: Farklı taş tipleri ile yaş arasındaki korelasyon.

Çalışmaya dahil edilen tüm olgularımızın ortalama total abdominal yağ volümü (TAYV) $41,59 \pm 31,12 \text{ cm}^3$, ortalama abdominal visseral yağ volümü (AVYV) $21,40 \pm 17,52 \text{ cm}^3$ ortalama abdominal subkutan yağ volümü (ASYV) $20,19 \pm 16,34 \text{ cm}^3$ olarak bulunmuştur. Abdominal visseral yağ volümü ile yaş arasında pozitif yönde korelasyon saptanmıştır. Olgularda yaş arttıkça abdominal visseral yağ volümü artmaktadır ($p < 0,05$).

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te AVYV ve AVYV/TAYV oran yüzdesi ile ürik asit taşı oluşma sıklığı arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan least squarest means istatistiksel analizi sonuçları verilmiştir. Bu analiz verilerinde AVYV artışı ve AVYV/TAYV oran yüzdesinin artışı ile ürik asit taşı varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($p < 0,05$). AVYV ile AVYV/TAYV oran yüzdesi artıkça olgularda ürik asit taşı görülme sıklığı artmaktadır.



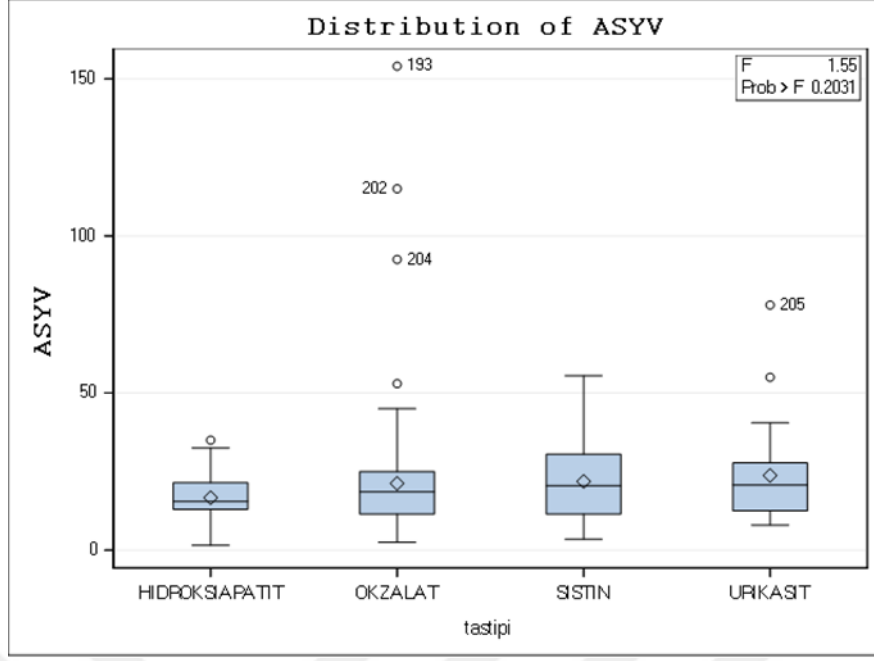
Şekil 4.3: AVYV artışı ile farklı taş komponentlerinin dağılım analiz verilerinin grafiksel gösterimi.



Şekil 4.4: AVYV/TAYV yüzde artışı ile farklı taş komponentlerinin dağılım analiz verilerinin grafiksel gösterimi.

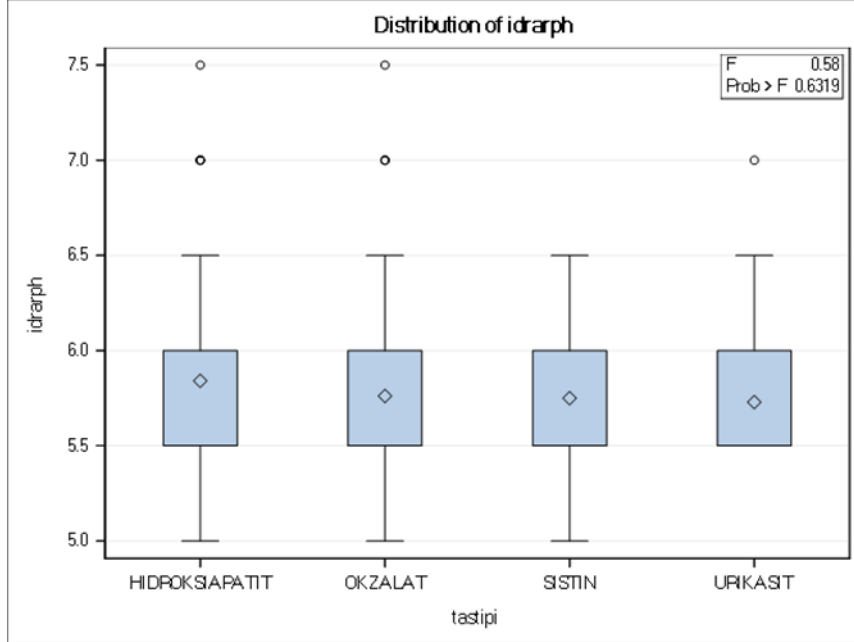
AVYV ve AVYV/TAYV oran yüzdesi ile farklı taş tiplerinin atenüasyon oranları arasında ise negatif yönde korelasyon mevcuttur. AVYV ile AVYV/TAYV oran yüzdesi artıkça taş tiplerinin atenüasyon oranları azalmaktadır ($p < 0,05$).

Şekil 4.5'de abdominal subkutan yağ volümü ile taş komponentleri arasındaki ilişki araştırılmış ve istatistiksel verilerde anlamlı ilişki bulunmamıştır ($p > 0,2$).



Şekil 4.5: ASYV artışı ile farklı taş komponentleri arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi.

Şekil 4.6’da korelasyon analizinde farklı taş tipleri ile idrar pH değerleri açısından anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p > 0,63$).



Şekil 4.6: İdrar pH değerleri ile farklı taş komponentleri arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi.

5. TARTIŞMA

Üriner taş hastalığı, eski çağlardan günümüze kadar insanoğlunu etkileyen, sık görülen bir hastalıktır. Üriner taş hastalığı prevelansı 1994'ten bu yana %70 artmıştır. (Scales ve ark 2012). Üriner taş hastalığı görülme prevelansı hayat boyu %1 ile %15 arasında değişmektedir (Tekgül 2016). Üriner sistem taş hastalığı en sık 30-60 yaş arasında ve kadınlara oranla erkeklerde 2 kat daha sık görülmektedir (Özkeçeli ve ark 2007).

Karabacak ve ark.'larının 2013 yılında Türkiye'de tek bir merkezde yaptıkları çalışmada üriner sistem taş hastalığı bulunan 6453 vakanın %68.3'ünün erkek cinsiyette, %31.7'sinin ise kadın cinsiyette olduğunu bulmuşlardır. Biz de çalışmamızda benzer şekilde, değerlendirmeye dahil edilen 208 hastanın %66,8'inin erkek cinsiyette, %33,2'sinin kadın cinsiyette olduğunu bulduk. Bu sonuç da literatürde raporlanan oranlarla uyumludur.

Üriner sistem taş oluşumunda genetik, iklim, diyet alışkanlıkları ve mesleki özellikler gibi faktörlerin etkili olduğu ortaya konmuştur (Resnick ve ark 1968; Sutor ve ark 1974). Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte taşın yapısal özellikleri ve içeriği ile ilgili bilgi elde edilmiş olmasına rağmen, etyolojisi tam anlamıyla aydınlatılamamıştır (Özkeçeli ve ark 1988).

İdrar yolu taşlarının yaklaşık %80-85'i kalsiyum içermektedir. Mandel ve ark. 1989 yılında yaptıkları geniş kapsamlı bir çalışmada üriner sistem taşlarının %55.4'ü kalsiyum okzalat monohidrat taşı, %34.6'sı kalsiyum okzalat dihidrat taşı, %28.9'u kalsiyum fosfat taşı, %12.6'sı magnezyum amonyum fosfat taşı, %16.7'si ürik asit taşı, %0.5'i sistin taşı olduğunu göstermiştir. Bir diğer çalışmada üriner sistem taş hastalığı bulunan 6453 vakanın %80,4'ünün kalsiyum taşı, %4.8'sinin ürik asit taşı, %3.1'inin sistin taşı ve % 3.3'ünün fosfat taşı olduğunu bulmuşlardır (Karabacak ve ark, 2013). Bizim çalışmamızda kalsiyum taşlarının prevelansını %82.6, ürik asit taşlarının prevelansını %11.5, sistin taşlarının prevelansını %5.7 bulduk. Bu sonuçlardan kalsiyum taşlarının prevelansı ile sistin taşlarının prevelansı Karabacak ve arkadaşlarının bulduğu prevelans değerleriyle yakın bulunmuştur. Ürik asit taşlarının prevelansı ise Karabacak ve arkadaşlarının bulduğu prevelans değerinden farklı bulunmuş olup diyete bağlı bölgesel farklılıklara bağlı olmuş olabileceği düşünülmüştür. Bir başka çalışmada, Güner ve ark.'ları (2020) Marmara bölgesinde tek bir merkezde 1304 üriner sistem taşı bulunan vakada, kalsiyum taşlarının prevelansını %85.3, ürik asit taşlarının prevelansını %12.2, sistin taşlarının prevelansını

%5.4 olarak bulmuşlardır. Bu değerler bizim çalışmamızda bulduğumuz değerler ile benzerdir.

Wang ve ark.'ları (2020), yaptıkları bir çalışmada üst üriner sistem taşı bulunan 1532 hastada, taş komponentlerinin cinsiyetler arasındaki dağılımını incelemiştir. Kalsiyum taşı saptanan olguların %65.7'sinin erkek cinsiyette, %34.3'sinin kadın cinsiyette, ürik asit taşı saptanan olguların %75.7'sinin erkek cinsiyette, %24.3'ünün kadın cinsiyette, sistin taşı saptanan olguların %58.8'inin erkek cinsiyette, %41.2'sinin kadın cinsiyette olduğunu bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda kalsiyum taşı bulunan olguların %67.4'ü erkek cinsiyete, %32.6'sı kadın cinsiyete, sistin taşı bulunan olguların %75'i erkek cinsiyete, %25'i kadın cinsiyete, ürik asit taşı bulunan olguların %58.3'ü erkek cinsiyete, %41,7'si kadın cinsiyete sahipti. Bu bulgular Wang ve ark.'larının yaptığı çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. 4 taş cinsi de erkek cinsiyette kadınlara göre daha sık görülmüştür.

Üriner sistem taşlarına yaklaşımda klinik, laboratuvar ve görüntüleme teknikleri tanı koymada rol oynar. Laboratuvar tetkiklerinin buradaki kullanımı taşın kimyasal yapısını saptamak için kan ve idrar analizleridir. Bu tetkikler birçok merkezde yapılabilmesine rağmen, taşın bileşiminin kimyasal analizi yapılamamaktadır. Bu yöntemler aynı zamanda pahalı ve uzun süren bir yöntemdir (Bellin 2004).

Üriner sistem taşlarında görüntüleme yöntemlerinin kullanılması sorun çözücüdür. Taşın yerleşimi, sayısı, ebatları, kompozisyonu tedavi planlamasının farklılıkları açısından önemlidir ve görüntüleme ile bunlar saptanabilir (Bell ve ark 1998; Boulay ve ark 1999). Direk üriner sistem grafisi (DÜSG), intravenöz pyelografi (İVP), antegrad ve retrograd pyelografi, miksiyon sistoüretrografisi, ultrasonografi (USG), bilgisayarlı tomografi ile manyetik rezonans görüntüleme (MRG) radyolojide bu amaçla kullanılan görüntüleme yöntemleridir (Rydberg ve ark 2003).

Günümüzde klinik açıdan üriner taş hastalığı şüphesi olduğunda kontrastsız abdomen bilgisayarlı tomografi (BT) altın standart tanı yöntemi olarak kabul edilmektedir. Smith ve ark.'larının 1995 yılında yaptığı bir çalışmada kontrastsız BT görüntüleme yönteminin %95 ile %98 arasında sensitivite ve %96 ile %100 arasında değişen spesifiteye sahip olduğu raporlanmıştır (Smith ve ark 1995; Miller ve ark 1998). Literatürde BT tetkikinin üriner sistem taşlarının görüntülenmesinde DÜSG, USG ve İVP'ye göre daha yüksek doğruluk oranlarına sahip olduğu ortaya konulmuştur (Sommer ve ark 1995; Smith

ve ark 1997; Yılmaz ve ark 1998). Özellikle DÜSG'de radyolüsen olan ürik asit, ksantin ve sistin taşları BT ile görüntülenebilir (Smith ve ark 2000). BT'nin taşı görüntüleme ve yerini lokalize etmedeki başarısına rağmen, taşların kompozisyonunu belirlemede BT oldukça kısıtlıdır (Kaza ve ark 2012). Ancak taşların kompozisyonu tedavi seçeneklerinin öngörülmesinde önemli bir etken olarak rol oynamaktadır. Bunun hakkında yapılan ilk çalışmalarda farklı yapılardaki ve büyüklükteki taşların Hounsfield ünitesi (HU) cinsinden atenüasyon değerleri ölçülerek bu taşların dansiteleri değerlendirilmiştir (Kuwahara ve ark 1984; Nakada ve ark 2000).

Bellin ve ark (2004)'ları in vitro olarak yaptıkları bir araştırmada BT atenüasyon değerlerini kullanmak suretiyle taş yapısını değerlendirmede %64 ile %81 arasında değişen doğruluk oranı saptamışlardır. İn vitro olarak yapılan bu çalışmada ürik asit, sistin, brusit ve kalsiyum okzalat monohidrat taşları %85 doğruluk oranı ile ayırt edilebilmiştir (Dretler ve ark 1994; Renner ve ark, 1998; Rassweiler ve ark 2001). Fakat in vivo olarak yapılan çalışmalarda taşın büyüklüğü, ölçüm yapılan yer ve BT kesit kalınlığına göre taşların atenüasyon değerleri değişkenlik gösterdiği için taş kompozisyonunun belirlenmesi daha zor ve daha az güvenilir bulunmuştur (Parienty ve ark 1982; Mostafavi ve ark 1998; Motley ve ark, 2001; Silva ve ark 2009).

Ouzaid ve ark (2012)'ları 50 olgu ile yaptıkları bir araştırmada ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL) tedavisindeki başarının taşın dansite değeri ile öngörülebileceği ve bu değerin 970 HU olduğu raporlanmıştır. ESWL ile kırılmayabilecek ve bu nedenle cerrahi girişime ihtiyaç duyulabilecek taşlar arasında sistin, brusit ve kalsiyum okzalat monohidrat gibi taşlar sayılabilir (Kachel ve ark 1991). Bu sayede bu taş tiplerinde ESWL kullanılmayarak hem zaman ve mali açıdan, hem de hasta morbiditesi açısından kazanç elde edilmiş olur (Baysal 2015). Ayrıca tedavi planlanırken taşın ürik asit taşı olduğunu belirlemek tedavi şeklinin girişimsel yöntemlerden ziyade oral kemoliz tedavisinin seçilmesini sağlar. Böylece kronik ürik asit taşı olan hastalarda girişimsel işlemlerin neden olacağı morbiditenin önüne geçilmiş olur ve tedavi maliyeti azalır (Blandy ve ark 1976; Spettel ve ark 2013).

Kijvikai ve ark.'larının 2011 yılında yapmış olduğu bir derlemede taş dansitesinin ESWL tedavisi ve taş yapısını öngörmeye tek başına yeterli olmayacağını belirtmişlerdir (Murray ve ark 1997).

Literatürde BT kullanılarak iki ayrı enerji düzeyinde X-ışını gönderilerek yapılan görüntülemelerde dansite ölçümleri birbirine oranlanmıştır ve böylece yüksek enerji seviyesindeki X-ışını (120 veya 140 kV) kullanılarak ayırımı yapılamayan kalsiyum okzalat ile kalsiyum fosfat taşları, düşük enerji seviyesindeki X-ışını (80 kV) kullanılarak tarama yapıldığında iki farklı taş için ayrı ayrı elde edilen dansiteler arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur (Yamanaka ve ark 1990). Farklı bir çalışmada 77 ve 125 kV gibi iki ayrı enerji düzeyinde elde edilen dansite ölçümleri ile sistin, ürik asit taşları ve sitrövit taşları ayırt edilebilmiştir, fakat kalsiyum okzalat ve fosfat taşları ayırt edilememiştir (Olsson ve ark 1993).

Son zamanlarda gelişen teknoloji ile birlikte kullanıma giren dual enerji BT (DEBT) kullanılarak aynı anda gönderilen farklı X-ışını enerjileri ile elde edilen iki ayrı görüntü, lezyonların iç yapısını değerlendirmede daha geniş bilgi sağlar. (Wilson, 1994) Farklı iç yapıya sahip taşlar, kontrastsız BT ile yapılan tek fazlı taramada oluşan benzer atenüasyon değerleri sebebiyle birbirinden ayırt edilememesine rağmen, DEBT ile yapılan iki farklı enerji düzeyinde gönderilen X-ışını ile oluşturulan ayrı atenüasyon değerleri sayesinde ayırt edilebilir. Ayrıca iki farklı enerji seviyesinde yapılan iki farklı taramada elde edilen görüntüleme ile DEBT görüntülemesi kıyaslandığında DEBT’de tek fazda aynı noktadan görüntü elde edilmesi, DEBT ile elde edilen görüntülerin hareket artefaktından etkilenmemesini sağlar.

DEBT ile yapılan görüntülemelerde ürik asit içeren taşları saptama oranı yüksek bulunmuştur (Napoli ve ark 1999; Reimer ve ark 1997). Stolzman ve ark.’ları DEBT’nin ürik asit içeren taşları saptamadaki sensitivitesini %89, spesifitesini %98 şeklinde raporlamışlardır. Daha çok yapısında karbon, oksijen, nitrojen gibi düşük molekül ağırlıklı elementler bulunan ürik asit taşları, farklı X-ışını enerji seviyeleriyle diğer taş tipleri ile kıyaslandığında farklı etkileşime girerler. Yapısında fosfor, kalsiyum veya sülfür gibi yüksek molekül ağırlıklı elementler bulunduran kalsiyum okzalat, kalsiyum hidroksiapatit ve sistin taşları düşük enerji seviyesinde bile yüksek HU değerlerine sahiptir (Crawford 2003).

Son zamanlarda yapılan in vivo ve in vitro çalışmalar, DEBT’nin taşların komponentlerini saptamada güvenilir bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur (Libby ve ark 2008; Ferroni ve ark, 2006). Fakat DEBT’de de kontrastsız BT’de olduğu gibi 1 cm’den küçük boyuttaki taşları değerlendirirken yetersiz kalmaktadır. Ayrıca DEBT’nin radyasyon dozu yüksektir (Libby ve ark 2008).

Obezite vücudun belirli bir bölgesinde veya vücutta yaygın olarak yağ dokusunun fazla olması şeklinde tanımlanmaktadır (Mahan ve ark 1997). Obezite tanısını koyabilmek amaçlı faydalı olabilecek farklı yöntemler geliştirilmiştir (Tanrıber 1995; Kar 1997). A.R. Behnke tarafından 1940'larda insan vücut kompozisyonunu belirlemek amaçlı çalışmalar başlatılmıştır ve daha sonraki yıllarda da bu amaçla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Seidell ve ark 1997). A.R. Behnke, Arşimet prensiplerini kullanarak insanları havada ve su içerisinde tartmış, böylelikle vücut yoğunluğunu hesaplamıştır. Daha sonra Siri denklemini kullanarak insan vücudunda bulunan yağ oranını hesaplamıştır (Davidson 1972). Bu şekildeki BT, MRG, dansitometre, DEXA (dual enerji x – ray absorpsiyometri), biyoelektrik impedans analizi gibi sofistike ölçüm yöntemleri sayesinde vücut kompozisyonu daha doğru bir şekilde tanımlanabilmektedir. Fakat bu yöntemlerin pahalı bir ekipmana gereksinim göstermesi ve pratik olmaması nedeniyle rutin olarak klinikte kullanılamamaktadır (Davidson 1972).

Kalça çevresi, bel çevresi ve Bel/Kalça oranı vücuttaki yağ dağılımını belirlemek amacıyla kullanılan antropometrik yöntemlerin başında gelmektedir. Obezitede görülen kardiyovasküler hastalık, hipertansiyon, diabetes mellitus, dislipidemi gibi majör komplikasyonlar daha çok abdominal yağ artışında görülmektedir (Mahan ve ark 1997). Günümüzde abdominal obeziteyi göstermek amaçlı bel çevresi ölçümü kullanılmaktadır. Ancak visseral yağ ile cilt altı yağ doku ayrımı bu yöntemle yapılamamaktadır (Pouliot ve ark, 1994). Ayrıca bu yöntem ile yapılan ölçümlerin her zaman gerçeği yansıtmadığı bulunmuştur. Bu nedenler araştırmacılar farklı ölçüm yöntemleri bulmaya yönlendirmiştir. Bu doğrultuda yapılan birtakım çalışmalarda abdominal obeziteyi daha doğru bir şekilde göstermek amacıyla L4-L5 düzeylerinden alınan aksiyel BT kesitlerinden yağ miktarı ölçümleri yapılmıştır ve daha yüksek doğruluk oranları bulunmuştur (Maurovich-Horvat ve ark 2007).

Visseral yağ dokusu genel olarak toplam yağ dokusunun %20'sini, cilt altı yağ dokusu ise %80'ini oluşturur (Cohen ve ark 1986). Periferik cilt altında bulunan yağ dokusu en düşük düzeyde metabolik aktivite gösterirken, visseral yağ dokusu en yüksek metabolik aktiviteye sahiptir (Lewis ve ark 2002). Yoğun egzersiz programı nedeniyle visseral yağ dokusunun az olduğu bilinen, oldukça obez sumo güreşçilerinde metabolik tablo normal bulunmaktadır (Matsuzawa 1997). Visseral yağ dokusu ile cilt altı yağ dokusu, farklı hücresel reseptörlerinden, farklı enzimatik işlevlerinden ve salgıladıkları farklı biyoaktif moleküllerden dolayı farklı fonksiyonlara sahiptir. Öyle ki, visseral yağ

dokusundan salınan adipokinlerin insülin direnci ile sistemik inflamasyona neden olduğunu açıklayan birçok çalışma yapılmıştır. Visseral yağ, portal ven aracılığıyla karaciğere direkt olarak erişebilmektedir ve obezlerde portal ven plazma IL-6 konsantrasyonunun periferik arter kanından daha yüksek bulunması visseral yağ dokusu kaynaklı olduğunu düşündürmektedir (Lewis ve ark 2002; Poulsen ve ark 2005).

Visseral yağ dokusundan serbest yağ asitleri ve adipokinler salgılanır. Karaciğer, kardiyovasküler sistem ve iskelet kasları visseral yağ dokusundaki lipoliz sonucunda artan serbest yağ asitlerinden etkilenir. Kanda artan serbest yağ asitleri sonucunda insülin salgılanması artar ve bu nedenle hücrelerde bulunan insülin bağlayıcı reseptörler azalır. Bunun sonucunda insülin direnci oluşur (Unger 2002).

Literatürde visseral yağ dokusu ve insülin aracılı glukoz geri alımı arasındaki ilişkiyi belirlemek amaçlı yapılan çalışmada, visseral yağ dokusu ve insülin duyarlılığı arasında negatif bir ilişki tanımlanmışken, cilt altı yağ dokusu ve insülin duyarlılığı arasında ilişki olmadığı raporlanmıştır (Banerji ve ark 1997). Bu çalışma sonucu visseral yağ dokusunun insülin direnci gelişiminde önemli bir yere sahip olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmayı destekleyici olarak obez hastalara liposuction uygulanarak cilt altı yağ dokusu azaltıldığında insülin direncinin düzelmediği gösterilmiştir (Klein ve ark, 2004).

Hiperürisemi, farklı hastalıklar üzerindeki önemli derecedeki etkisi ve artan prevalansı sebebiyle önemli bir halk sağlık sorunu haline gelmiştir (So ve ark, 2010; Puddu ve ark 2012). Hiperüriseminin hipertansiyon (Grayson ve ark 2011), diabetes mellitus (Lv ve ark 2013), inme (Li ve ark 2014; Kim ve ark 2009), dislipidemi, kronik böbrek hastalığı (Chang ve ark 2010), kardiyovasküler olaylar ve kalp yetmezliği (Kleber ve ark 2015; Von Lueder ve ark 2015) gibi birçok hastalık ile ilişkili morbidite ve mortalite riskini önemli derecede arttıran bağımsız bir faktör olduğu gösterilmiştir.

Günümüzde obezite çok sayıda kronik hastalığın esas sebebi olarak tanınmaktadır ve aynı zamanda hiperürisemi gelişimi için bir risk faktörüdür. Obezite bozulmuş ürik asit metabolizmasına, özellikle hiperürisemiye, yol açan fazla serum ürik asit üretimi ve yetersiz serum ürik asit ekskresyonu ile ilişkilendirilebilir (Matsuura 1998). Ishizaka ve ark.'ları özellikle postmenopozal kadınlar arasında obezitenin yüksek serum ürik asit seviyesiyle yakından ilişkili olduğunu bulmuştur (Ishizaka ve ark 2010). İlk defa Tsushima ve ark.'ları obez fare denekleri üzerinde yaptığı bir çalışmada, yağ dokunun ksantin

oksidoredüktaz enzimi aracılığıyla ürik asidi üretip sekrete ettiğini ve obezitede ürik asit üretiminin arttığını göstermişlerdir.

Fazla kilolu popülasyonda üriner sistem taşı oluşum riski, diğer taş tiplerine kıyasla özellikle ürik asit taşlarının oluşum riski artmıştır. Bir grup ürik asit taşlarının prevelansının obez olan üriner sistem taş hastalarında %63, obez olmayanlarda %11 olduğunu raporlamıştır. Ürik asit taşının oluşumunda farklı faktörlerin rol oynadığı düşünülmektedir. Özellikle, insülin rezistansı gibi metabolik bozukluklar ile düşük idrar pH'si ve bozulmuş renal amonyagenез arasında ilişki bulunmaktadır. Bu iki faktör idrarda hiperürikozüri olmasa bile ürik asit süpersatürasyonu ve bunun yol açtığı böbrek taşına predispozandır (Daudon ve ark 2006; Sachae ve ark 2008).

Liu Yu ve ark.'larının 61 olgu ile 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada kalsiyum taşlarının DEBT atenüasyon değerlerini, idrardaki süpersatürasyon verilerini ve idrar pH değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, idrarda bulunan kalsiyum okzalat ve hidroksiapatit süpersatürasyon değerlerinin DEBT kullanılarak elde edilen taş tipi ile benzer oldukları, ancak idrar pH'nın taşın tipini öngörmeye zayıf bir belirteç olduğunu göstermişlerdir. Literatürde ayrıca alkalin idrar pH'nın kalsiyum taşlarını, asidik idrar pH'nın ise sistin ve ürik asit taşlarını arttırdığı raporlanmıştır (Coe ve ark 2005, Moe ve ark 2006, Devuyst ve ark 2007). Bizim çalışmamızda farklı taş tipleri ile idrar pH'ı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

İdrar pH'ı diüurnal varyasyon göstermektedir. Sabah toplanan idrarın, gün içerisinde ya da akşam toplanan idrardan belirgin derecede daha düşük pH'a sahip olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda farklı saatlerde toplanan tek idrar örneği kullanılmış olup sonuçlarımızın doğruluğunu etkilemiş olabilir.

Demerath ve ark.'ları (2007) toplam vücut yağının, toplam visseral yağ doku hacminin ve toplam subkutan yağ doku hacminin yaş ile birlikte arttığını bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonucuna göre, visseral yağ doku volümü Afrikan-Amerikan erkekler dışındaki tüm gruplarda diğer yağ doku ölçümlerinden daha hızlı bir artış göstermiştir. Biz de çalışmamızda, olguların yaşı arttıkça abdominal visseral yağ volümünün de arttığını saptadık.

Lieske ve ark.'ları (2014), böbrek taşlarının kompozisyonları ile yaş arasındaki ilişkiyi araştırmak için yaptıkları bir çalışmada kalsiyum okzalat taşını genel olarak en sık görülen taş olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada 55 yaşından önce hidroksiapatit en sık

bulunan ikinci taş olmasına rağmen, 55 yaşından sonra ikinci sıklıkta görülen taş ürik asit taşı olarak saptanmıştır. Krambeck ve ark. (2013), 1590 semptomatik üriner sistem taş hastası ile yaptıkları bir araştırmada, ürik asit taşları ve atipik taş kompozisyonu daha yaşlı popülasyon ile ilişkilirken kalsiyum fosfat taşlarının daha genç popülasyon ile ilişkili olduğunu raporlamışlardır.

Kim ve ark. (2015) 262 vaka üzerinde yaptıkları bir çalışmada cinsiyet, yaş, BKİ, visseral yağ, subkutan yağ, visseral yağın subkutan yağa oranı, visseral yağın toplam yağ oranı, bel çevresi ölçümü ve idrar pH'ı gibi parametreler ile üriner sistem taşlarının komponentleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır ve visseral yağ dokusu ile ürik asit taşı arasında diğer parametrelere kıyasla daha güçlü bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Bartani ve ark. (2017) BKİ \geq 30 olan 103 olguda, böbrek taşı olan olguları sağlıklı kontrol grubu ile kıyasladığında visseral yağın subkutan yağa oranının ortalama değerinin böbrek taşı olan olgularda daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda da, yapılan analizler sonrası abdominal visseral yağ alanı ve abdominal visseral yağ alanı/tüm abdominal yağ alanı (AVYA/TAYA) oranının artışı ile ürik asit taşı görülme sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır ($p < 0,05$). Çalışmamızda subkutan yağ doku alanının taş komponentlerinin öngörülmesi üzerinde etkili bir faktör olmadığı gösterilmiştir. Günümüze kadar bel çevresi ölçümü, abdominal obeziteyi gösteren bir parametre olarak kullanılmıştır ancak bel çevresi ölçümü ile visseral yağ ve cilt altı yağ dokusunun ayrımı yapılamaz. Son yapılan çalışmalarda ürik asit taşı sıklığı ile visseral yağ doku arasındaki ilişkinin idrar ph ve subkutan yağ dokusundan daha güçlü olduğu saptanmıştır (Kim ve ark 2015). Bizim sonuçlarımıza göre subkutan yağ doku alanından ve idrar pH'ından ziyade visseral yağ doku alanının ürik asit taş gelişimi üzerine daha güçlü bir konumda olduğunu tespit ettik. Bu sonuçlara göre yüksek visseral yağ doku alanına sahip böbrek taşı hastalarında diğer faktörlerin yanında visseral yağ oranının da göz önünde bulundurulması gerekli olacaktır. Visseral yağ oranını azaltacak tedbirlerin alınması özellikle ürik asit taşı saptanan hastalarda önem kazanabilir.

Çalışmamızda bazı limitasyonlar yer almaktaydı. Bu limitasyonlardan bir tanesi gelişen teknoloji ile birlikte eski jenerasyon BT'lere kıyasla günümüzde kullanılan BT'lerin radyasyon dozları azalmış olmasına rağmen pediatrik yaş grubunda üriner sistem taşlarının saptanmasında USG, BT'ye göre öncelikli olarak tercih edilmektedir. Bu yüzden çalışmamıza pediatrik yaş grubu dahil edilmemiştir. Çalışmamıza dahil edilen hasta sayısının geniş olmaması, sonuçlarımızın generalize edilebilirliğini kısıtlamaktadır.

6. SONUÇ

BT aracılığıyla ölçülen abdominal visseral yağ ile ürik asit taşları arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır. Bu da gösteriyor ki, ürik asit taşı oluşumunda visseral yağın toplam abdominal yağdan daha önemli bir rolü bulunmaktadır. Son yıllarda artan obezite ile birlikte görülen metabolik sendromun etkisi göz önünde bulundurulduğunda visseral yağ miktarı BKİ gibi antropometrik ölçümlerden daha öncelikli olarak dikkate alınmalıdır.

Sonuçlar abdominal visseral yağın ve abdominal subkutan yağın ve abdominal visseral yağın abdominal subkutan yağ oranının üriner sistem taşı oluşumunda önemli risk faktörleri olduğunu gösterdi. Taş hastalarında bu yağları değerlendirmek detaylı bir metabolik incelemeyi ve tedavi planını kolaylaştırabilir. Böylece, farklı yağ kompartmanlarının etkilerini anlayıp bunları ölçmek üriner sistem taşı oluşma metabolizmasını anlamada muhtemelen önemlidir. Bu sonuçların doğruluğunu kanıtlamak için daha fazla hastayı dahil eden gelecek çalışmalar gereklidir. Ayrıca visseral yağın azaltılmasının üriner taş hastalığındaki önleyici rolü ile ilgili çalışmalar gelecekte yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Adapınar B. Temel Radyoloji Teknigi, 3. Baskı. Ankara: Güneş-Nobel Kitapevi; 1997. p. 316-324.
- Akinci M, Esen T, Tellaloğlu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. *Eur Urol.* 1991;20:200-203.
- Akpınar H, Tüfek I, Gürtug A, Kural AR. Üst üriner sistem hastalıklarının tam ve tedavisinde fleksibl üreteroskopi. *Türk Üroloji Dergisi.* 2003;29:454-9.
- Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome a new worldwide definition. *Lancet* 2005;366:1059-1062.
- Anafarta K, Bedük Y, Arıkan N. Temel Üroloji, Üçüncü Baskı. Ankara: Güneş Kitapevi; 2007. p. 816-41.
- Anafarta K, Bedük Y, Arıkan N. Üriner sistem taş hastalığı. Temel üroloji, 4. Baskı. Güneş Kitapevi; 2011. p. 675-687.
- Anafarta K, Arıkan N, Bedük Y. ESWL. Temel Üroloji. 2011. p. 286-92.
- Arıncı K, Elhan A. Anatomi, 4. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi, 2006.
- Atasoy Ç. Multislice BT, genel ilkeler ve yararlılıklar. Bilgisayarlı tomografi. 23.Ulusal Radyoloji Kongresi, Göynük, Antalya 2002: 16-18.
- Banerji MA, Lebowitz J, Chaiken RL et al. Relationship of visceral adipose tissue and glucose disposal is independent of sex in black NIDDM subjects. *Am J Physiol.* 1997;273:E425-E432.
- Bartani, Z., B. Heydarpour, A. Alijani and M. Sadeghi. The Relationship Between Nephrolithiasis Risk with Body Fat Measured by Body Composition Analyzer in Obese People. *Acta Informatica Medica.* 2017;25(2):126.
- Bardo DME, Asamato J, MacKay CS, Minette M. Low-dose coronary artery computed tomography angiogram of an infant with tetralogy of fallot using a 256- slice multidetector computed tomography scanner. *Pediatric cardiology.* 2009;30:824-826.
- Bartel M. Retroperitoneoscopy: An endoscopic method for inspection and bioptic examination of the retroperitoneal space. *Zentralbl Chir* 94. 1969;377-383.
- Başeskioglu B. Üriner Sistem Taş Hastalığı Tekgül S (yazar). Üroloji Masaüstü Başvuru Kitabı, Birinci Basım. Ankara: İris Yayıncılık; 2013. p. 231-274.
- Baysal T, Taş Hastalarının Çağdaş Radyolojik Yöntemlerle Değerlendirilmesi ve Ufuktaki Yeni Görüntüleme. *Endoüroloji Bülteni.* 2015;8:56-62.
- Blandy JP, Singh M: The case for a more aggressive approach to staghorn stones. *J Urol.* 1976;115: 505-506.
- Bell, TV, et al. Unenhanced helical CT criteria to differentiate distal ureteral calculi from pelvic phleboliths. *Radiology.* 1998 May;207(2):363-7.
- Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, et al. Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT-attenuation values and density. *Eur Radiol.* 2004;14:2134-2140.

- Bergman R.N., et al. Molecular evidence supporting the portal theory: a causative link between visceral adiposity and hepatic insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2005;288: 454–461.
- Berker D, S. Kopal, S. Işık, et al. Compatibility of different methods for the measurement of visceral fat in different body mass index strata. *Diagn Interv Radiol.* 2010; 16: 99–105
- Binbay M. Perkütan nefrolitotomide başarıyı ve komplikasyonları etkileyen faktörler (uzmanlık tezi). İstanbul: Sağlık Bakanlığı Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Üroloji Kliniği; 2005.
- Boulay, I, et al. Ureteral calculi: diagnostic efficacy of helical CT and implications for treatment of patients. *AJR Am J Roentgenol.* Jun 1999;172:1485-90.
- Buscarini M, Conlin M. Update on flexible ureteroscopy. *Urol Int.* 2008;80: 1-7.
- Carr D.B., et al. Intra-Abdominal Fat Is a Major Determinant of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III Criteria for the Metabolic Syndrome. *Diabetes.* August 2004:2087-2094.
- Ceydeli N. Kontrastlı radyolojik tetkikler. Ceydeli N (Editör). *Radyolojik görüntüleme tekniği.* İzmir; 2000. p. 171-6.
- Chang H. et al. Hyperuricemia as an independent risk factor of chronic kidney disease in middle-aged and elderly population. *Am. J. Med. Sci.* 2010;339:509–515.
- Chen M.Y.M., Pope L. Thomas, Pope, Jr, Ott J. David. *Basic Radiology.* Çev. Tiryaki B, 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007. p. 225.
- Chumlea WM, Guo SS. Assessment and prevalence of obesity: application of new methods to a major problem. *Endocrine.* 2000;13:135-42
- Cohen TD, Strem SB, Hall P. Clinical effect of captopril on the formation and growth of cystine calculi. *J Urol.* 1995;154:164-166.
- Cohen M, Rentrop KP. Limitation of myocardial ischemia by collateral circulation during sudden controlled coronary artery occlusion in human subjects: A prospective study. *Circulation.* 1986;74:469-76.
- Cooper A, Chashashwilli A, Sabler IM, Lang E, Siegel S. Confronting shockwave lithotripsy (SWL), *Eur Urol Suppl.* 2009;8:233.
- Coe FL, Evan A, Worcester E: Kidney stone disease. *J Clin Invest.* 2005;115:2598-2608.
- CurhanGC, WillettWC, RimmEB, StampferMJ. A prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones. *N Engl J Med.* 1993; 328:833–838.
- Curhan GC, Willet WC, Rimm EB, Stampfer MJ. Family history and risk of kidney stones. *J Am Soc Nephrol.* 1997;8: 1568-73.
- Crawford MH, DiMarco JP. *Crawford Kardiyoloji,* 1. baskı. İstanbul: And yayıncılık; 2003;1: 1.1
- Cronan JJ. Contemporary concepts in imaging urinary tract obstruction. *Radiol Clin North Am.* 1991;26:527-542.
- Daudon M, Traxer O, Conort P et al: Type 2 diabetes increases the risk for uric acid Stones. *J Am Soc Nephrol.* 2006;17:2026

- Daudon M, Jungers P. Drug-induced renal calculi: Epidemiology, prevention and management. *Drugs*. 2004;64:245–275.
- Davenport, Kim, Anthony G. Timoney, and Frank X. Keeley. Conventional and alternative methods for providing analgesia in renal colic. *BJU international*. 2005;95(3):297-300
- Davidson S. Passmore R, Brock JF. *Human Nutrition and Dietics*. Edinburg: Churchill Livingstone; 1972. p. 3.
- De Cecco CN, Buffa V, Fedeli S, et al. Dual energy CT (DECT) of the liver: conventional versus virtual unenhanced images. *Eur Radiol*. 2010;20:2870-2875.
- Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutr J*. 2008;7:26-32.
- Demerath, E. W., S. S. Sun, N. Rogers, M. Lee, D. Reed, A. C. Choh, W. Couch, S. A. Czerwinski, W. C. Chumlea and R. M. Siervogel. Anatomical patterning of visceral adipose tissue: race, sex, and age variation. *Obesity*. 2010;15(12): 2984-2993.
- Denstedt JD. Complications of ureteroscopy, Minimally invasive therapy in Urology. Precongress Meeting, Atlanta, 2000.
- Dere F. Dere. *Anatomi Atlası ve Ders Kitabı*. Ankara: Akademisyen Kitapevi; 2010.
- Desai MR, Patel SB, Desai MM, Kukreja R, Sabnis RB, Desai RM, Patel SH. The Dretler stone cone: a device to prevent ureteral stone migration: the initial clinical experience. *J Urol* 2002;167:1985-8.
- Devuyst O, Pirson Y: Genetics of hypercalciuric stone forming diseases. *Kidney Int* 2007; 72:1065-1072.
- Dretler SP. Calculus breakability: fragility and durability. *J Endourol* 1994;8(1):1-3.
- Dunnick RN, Sandler CM, Newhouse JH, Amis ES, Jr. Nephrocalcinosis and nephrolithiasis In: *Textbook of urology*, 3rd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams &Wilkins; 2001. p. 178-194.
- Erol A. Adipobiology-based pharmacology. *Biomed Rev* 2006;17:73-87.
- Ekeuro WO, Tan YH, Young MD et al: Metabolik ris factors and impact of medical therapy on the management of nefrolithiasis in obese patients. *J Urol*. 2004;172: 159.
- Eisenberger F, Miller K, Rassweiller J. *Stone therapy in urology*. New York: Thieme Medical Publishers Inc;1991. p. 29-82.
- Elbadawi A. Functional anatomy of the organs of micturition. *Urol Clin North Am*. 1996; 23:177-210.
- Eliahou R, Azraq Y, Carmi R, Mahgerefteh SY, Sosna J. Dual-energy based spectral electronic cleansing in non-cathartic computed tomography colonography: an emerging novel technique. *Semin Ultrasound CT MR* 2010;31:309–314.
- Elhan A. *Temel Klinik Anatomi, Üçüncü baskı*. Ankara: Günes Kitabevi; 2006, p. 180-1.
- Emeil A, Tanagho Jak W, Mc Aninch. *Urinary stone disease*. Smith's General Urology, Seventeenth Edition. 2009. p. 246-277.
- Fernström I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol*. 1976;10:257-259.

- Ferroni P Et al. Endothelial dysfunction and oxidative stress in arterial hypertension. *Nut Met.& cardiovascular diseases*. 2006;16:222-233.
- Ford TF, Wickham EA. Transurethral ureteroscopic stone extraction *British Journal of Surgery*. 1984;71(10):777-8.
- Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, Vasan RS, Murabito JM, Meigs JB, Cupples LA, D'Agostino RB Sr, O'Donnell CJ: Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2007;116: 39–48.
- Rydberg J, Liang Y ve Teague, SD. Fundamentals of Multichannel CT. *Radiol Clin North Am*. 2003; 41(3):475-91.
- Gambaro G, Fabris A, Puliatta D. Lithiasis in cystic kidney disease and malformations of the urinary tract. *Urol Res*. 2006;34:102-7.
- Gettman MT, Segura JW. Struvite Stones: Diagnosis and Current Treatment Concepts. *J Endourol*. 1999;13:653.
- Gimble J.M. Adipose Tissue-derived Therapeutics: Expert Opin. *Biol. Ther*. 2003;3(5):705-713.
- Güner, E. and K. G. Şeker. Their Distribution by Gender. *Journal of Urological Surgery*. 2020;7(1):33-36.
- Görar S., et al. Visfatin: Relationship of Obesity and Metabolic Syndrome. *Turk Jem*. 2010; 14:35-8.
- Grayson, P. C., Kim, S. Y., LaValley, M. & Choi, H. K. Hyperuricemia and incident hypertension: a systematic review and metaanalysis. *Arthritis. Care Res*. (Hoboken). 2011;63:102–110.
- Graser A, Becker CR, Staehler M, et al. Single-phase dual-energy CT allows for characterization of renal masses as benign or malignant. *Invest Radiol*. 2010; 45:399–405.
- Harmon WJ, Sershon ML, Blute DE, Patterson DE, Segura JW. Ureteroscopy: current Practice and long term complications. *J Urol*. 1997;157:28-32.
- Heller HJ, et al: Effect of Dietary Calcium on Stone Forming Propensity. *J Urol*. 2003; 169:470
- Hirooka M, Kumagi T, Kurose K, et al. A technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography. *Intern Med*. 2005;44:794-9
- Holmes RP, Goodman HO, Assimos DG. Contribution of dietary oxalate to urinary oxalate excretion. *Kidney Int*. 2001;59:270–276.
- Honeck P, Wendt-Nordahl G, Krombach P, et al. Does open stone surgery still play a role in the treatment of urolithiasis: Data of a primary urolithiasis center. *J Endourol*. 2009;23:1209-1212.
- Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning tomography. Part I. Description of system. *Br J Radiol*. 1973;46:1016-1022.
- Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology*. 2000;215:55-62.

- Ishizaka, N. et al. Changes in waist circumference and body mass index in relation to changes in serum uric acid in Japanese individuals. *J. Rheumatol.* 2010;37:410–416.
- Jensen MD, Kanaley JA, Reed JE, Sheedy PF. Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr.* 1995;61:274-8
- Jeong AK, Chang JC, Keun SY. Cut-off values of visceral fat area and waist circumference: Diagnostic criteria for abdominal obesity in a Korean population. *J Korean Med Sci.* 2006;21:1048-53.
- Kabalin JN. Surgical anatomy of the retroperitoneum, kidneys and ureters. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ, eds. *Campbell's Urology*, 7th ed. Philadelphia: Saunders Company, 1998. p. 49-88.
- Kamel KS, Dhadli SC, Shafiee MA, et al. Recurrent uric acid stones. *QJM.* 2005;98:57-68.
- Kayal H, Satiroglu G, Tasyurek M. İnsan Embriyolojisi, 7. Baskı. Alfa Basın Yayınevi; 1992. p. 196-207.
- Kawasaki S, Aoki K, Hasegawa O, et al. Sonographic evaluation of visceral fat by measuring para- and perirenal fat. *J Clin Ultrasound.* 2008;36:129-33.
- KaulP, SidhuH, SharmaSK, NathR. Calculogenic potential of galactose and fructose in relation to urinary excretion of lithogenic substances in vitamin B6 deficient and control rats. *J Am Coll Nutr.* 1996;15:295–302.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W. *Color Atlas and Textbook of Human Anatomy: Internal organs.* Newyork: Georg Thieme Verlag; 2004. p. 253-265.
- Kabala J, Whittlestone T, Grier D, Robinson PJA. The urogenital tract: anatomy and investigations. In: Sutton D (Ed.). *Textbook of radiology and imaging*, 7th ed. London: Churchill Livingstone; 2003. p.890-4.
- Kalender WA. X-ray computed tomography. *Phys Med Biol.* 2006;51:29-43.
- Kar S. Obez kadın hastalarda vücut yağ miktarı ve yağ dağılım tipinin hemoreolojik parametreler üzerine etkisi (uzmanlık tezi). İstanbul: İstanbul Tıp Fakültesi; 1997
- Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul: Güneş ve Nobel tıp kitabevleri, 1.Baskı. Güneş ve Nobel tıp kitabevleri; 1997. p. 292.
- Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. *Medical Review.* 1999;68:1-8.
- Karabacak, O. R., A. Dilli, H. Saltaş, F. Yalçınkaya, A. Yörükoğlu and M. N. Sertçelik. Stone compositions in Turkey: an analysis according to gender and region. *Urology.* 2013;82(3):532-538.
- Karcaaltincaba M, Karaosmanoglu D, Akata D, Sentürk S, Ozmen M, Alibek S. Dual energy virtual CT colonoscopy with dual source computed tomography: initial experience. 2009 ;181(9):859-62.
- Kachel TA, Vijan SR, Dretler SP: Endourological experience with cystine calculi and treatment algorithm. *J Urol.* 1991;145: 25.
- Kamel KS, Dhadli SC, Shafiee MA, et al. Recurrent uric acid stones. *QJM.* 2005;98:57-68.

- Kaza RK, Platt JF, Cohan RH, Caoili EM, Al-Hawary MM, Wasnik A. Dual-energy CT with single- and dual-source scanners: Current Applications in evaluating the genitourinary tract. *RadioGraphics*. 2012;32:353-369.
- Kılıçözülü İ. Üriner Sistem Radyolojisi. In: Gökmen E, eds. *Temel Radyoloji-2*, 2.baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1993. p. 1-27
- Kim KS, Lee JM, Kim SH, et al. Image fusion in dual energy computed tomography for detection of hypervascular liver hepatocellular carcinoma: phantom and preliminary studies. *Invest Radiol*. 2010;45:149–157.
- Kim JH, Doo SW, Cho KS et al. Which anthropometric measurements including visceral fat, subcutaneous fat, body mass index, and waist circumference could predict the urinary stone composition most. *BMC Urol*. 2015;15:17.
- Kim, S. Y. et al. Hyperuricemia and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis. Rheum*. 2009;61:885–892.
- Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, et al. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America’s Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *AmJ Clin Nutr* 2007;85:1197–202
- Klein S, Fontana L, Young VL et al. Absence of an effect of liposuction on insulin action and risk factors for coronary heart disease. *N Engl J Med*. 2004;350:2549-2557.
- Kleber, M. E. et al. Uric Acid and Cardiovascular Events: A Mendelian Randomization Study. *J. Am. Soc. Nephrol*. 2015;26:2831–2838 (2015).
- Kuwahara M, Kageyama S, Kurosu S, Orikasa S. Computed tomography and composition of renal calculi. *Urol Res*. 1984;12(2):11-3.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004; 23: 122643.
- Krambeck, A. E., J. C. Lieske, X. Li, E. J. Bergstralh, L. J. Melton III and A. D. Rule Effect of age on the clinical presentation of incident symptomatic urolithiasis in the general population. *The Journal of urology*. 2013;189(1):158-164.
- Laclaustra, M., D. Corella, and J.M. Ordovas. Metabolic syndrome pathophysiology: the role of adipose tissue. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2007;17(2):125-39.
- Laminski NA, Meyers AM, Kruger M, et al. Hyperoxaluria in patients with recurrent calcium oxalate calculi: dietary and other risk factors. *J Urol*. 1991;68:454-458.
- Lashley DB, Fuchs EF. Urologist-acquired renal access for percutaneous renal surgery. *Urology*. 1998;51: 927.
- Lewis GF, Carpenter A, Adeli K, Giacca A. Disordered fat storage and mobilization in the pathogenesis of insulin resistance and type 2 diabetes. *Endocr Rev*. 2002;23:201-229.
- Lewis G.F., et al. Disordered Fat Storage and Mobilization in the Pathogenesis of Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. *Endocrine Reviews*. April 2002;23(2):201–229.
- Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2008;11:566-72.

- Lemann J: Calcium and phosphate metabolism: an overview in health and in calcium stone formers. *Kidney stones: Medical and surgical management*, edited by Coe FL, Favus MJ, Pak CYC, Preminger GM. Lippincott- Raven publishers, 1996, 11. Bölüm
- Leschka S, Stolzmann P, Baumüller S, et al. Performance of dual-energy CT with tin filter technology for the discrimination of renal cysts and enhancing masses. *Acad Radiol.* 2010;17:526–534.
- Levine JA, Neitlicht J, Verga M, Dalrymple N, Smith RC. Ureteral calculi in patients with flank pain: correlation of plain radiography with unenhanced helical CT. *Radiology.* 1997;204:27-31.
- Li B, Yadava G, Hsieh J. Quantification of head and body CTDI(VOL) of dual-energy x-ray CT with fast-kVp switching. *Med Phys.* 2011 May;38:2595-601
- Li, M., Hou, W., Zhang, X., Hu, L. & Tang, Z. Hyperuricemia and risk of stroke: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Atherosclerosis.* 2014; 232:265–270.
- Li XH, Zhao R, Liu B, Yu YQ. Determination of urinary stone composition using dual-energy spectral CT: initial in vitro analysis. *Clin Radiol.* 2013 Jul;68(7):370-7.
- Lieske, J. C., A. D. Rule, A. E. Krambeck, J. C. Williams, E. J. Bergstralh, R. A. Mehta and T. P. Moyer. Stone composition as a function of age and sex. *Clinical journal of the American Society of Nephrology.* 2014;9(12):2141-2146.
- Limberg T., OsiriX as a resource. *Biomedical Visualization.* University of illinois at Chicago. 2008;1-23
- Libby P et al: Inflammation in Atherosclerosis: From Vascular Biology to Biomarker Discovery and Risk Prediction *Clinical Chemistry* 2008;54:2438.
- Liatsikos EN, Katsakiori PF, Assimakopoulos K, et al. Doxazosin for the management of distal-ureteral stones. *J Endourol.* 2007 May;21(5):538-41.
- Lingeman JE, Lifshitz DA, Evan AP. Surgical management of urinary lithiasis. *Campbell's Urology*, 8th ed. WB Saunders. 2000:3361-3451.
- Lindberg J, Zobitz MM, Poindexter JR, Pak CY. Magnesium bioavailability from magnesium citrate and magnesium oxide. *J Am Coll Nutr.* 1990; 9:48-55.
- Lopez M, Hoppe B. History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis. *Pediatr Nephrol.* 2010;25:49-59.
- Lukaski HC. Methods for the assesment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr.* 1987;46:537-56
- Lv, Q. et al. High serum uric acid and increased risk of type 2 diabetes: a systemic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *PLoS One.* 2013;8:56864.
- Mandel NS, Mandel GS. Urinary tract stone disease in the United States veteran population. Geographical variation in composition. *J Urol.* 1989;142:1516-1521
- Matsuura, F. et al. Effect of visceral fat accumulation on uric acid metabolism in male obese subjects: Visceral fat obesity is linked more closely to overproduction of uric acid than subcutaneous fat obesity. *Metabolism.* 1998;47:929–933.
- Madaan S, Joyce AD. Limitations of Extracorporeal shock wave lithotripsy. *Curr Opin Urol.* 2007:109-13.

- Matlaga BR, Assimos DG. Changing indications of open stone surgery. *Urology*. 2002;59:490-493.
- Matsuzawa Y. Pathophysiology and molecular mechanisms of visceral fat syndrome: The Japanese experience. *Diab Metab Rev*. 1997;13:3-13.
- Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *RadioGraphics*. 2002;22:949-962
- Maurovich-Horvat P, Massaro J, Fox CS, et al. Comparison of anthropometric, area- and volume-based assessment of abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue volumes using multi-detector computed tomography. *Int J Obes* 2007;31:500-6.
- Mahan LK, Arlin M. Krause's food, nutrition and diet therapy, 9th Edition, WB Saunders Company, Philadelphia, 1996
- Meng K, Lee CH and Sermi F: Metabolic syndrome and ectopic fat deposition: what can CT and MR provide. *Acad Radiol*. 2010;17:1302
- Menon M, Mahle JC. Oxalate metabolism and renal calculi. *J Urol*. 1982;127:148-151.
- Menon M, Resnick MI. Urinary lithiasis: Etiology, diagnosis and medical management in *Campbell's Urology*. Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ. (ed.) Saunders. 2002:3229 – 3305.
- Mehmet Y, Pelvis ve Perine. In: *Topografik Anatomi*, 1. baskı. İstanbul: Alemdar Ofset, 2000. p. 289-340.
- Mettler Fred. A. *Essentials of Radiology*, Elsevier Saunders Çev. Güney S., 1. Baskı İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2008. p. 213.
- Miller OF, Rineer SK, Reicherd SR, et al. Prospective comparison of unenhanced spiral computed tomography and intravenous urography in the evaluation of acute flank pain. *Urology*. 1998;52:982-987.
- Michel MS, Trojan L, Rassweiler JJ. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol*. 2007;51:899-906.
- Moe OW. Kidney stones: pathophysiology and medical management. *Lancet* 2006;367:333-344.
- Moore K, Agur A. *Temel Klinik Anatomi*, 2.baskı. Ankara: Güneş; 2006. p. 180-232.
- Mostafavi MR, Ernst RD, Saltzman B. Accurate determination of chemical composition of urinary calculi by spiral computerized tomography. *J Urol*. 1998;159:673-675.
- Motley G, Dalrymple N, Keesling C, Fischer J, Harmon W. Hounsfield unit density in the determination of urinary stone composition. *Urology*. 2001;58:170-173.
- Murray CJ, Lopez AD. Mortality by cause for eight regions of the world: Global burden of Disease Study. *Lancet*. 1997;349:1269-1276.
- Mut Ş, Bedük Y, Soygür T, Bilgiç S, Türkyılmaz R, Sağlam R, Adsan Ö. Endoüroloji ve girişimsel üroradyoloji. *Temel üroloji (Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N)*, Birinci baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 1998. p. 206-68.
- Nakada SY, Hoff DG, Attai S, Heisey D, Blankenbaker D, Pozniak M. Determination of stone composition by non-contrast spiral computed tomography in the clinical setting. *Urology*. 2000;55:816-9

- Napoli C, Glass CK, Witztum JL, Deutsch R, Palinski W. Influence of maternal hypercholesterolaemia during pregnancy on progression of early atherosclerotic lesions in childhood: Fate of Early Lesions in Children (FELIC) study. *Lancet*. 1999;354:1234-124
- Nishida C, Ko GT, Kumanyika S. Body fat distribution and noncommunicable diseases in populations: overview of the 2008 WHO Expert Consultation on Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64:2-5
- Nicolaou S, Yong-Hing CJ, Galea-Soler S, Hou DJ, Louis L, Munk P. Dualenergy CT as a potential new diagnostic tool in the management of gout in the acute setting. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194:1072-1078.
- Ogle GD, Allen JR, Hurnphries IR, et al. Body-composition assessment by dual-energy x-ray absorptiometry in subjects aged 4-26 y. *Am J Clin Nutr*. 1995;61:746-53
- Oto A, Değer A, Koçer I, et al. Kolorektal poliplerin ve kitlelerin saptanmasında spiral BT kolonografinin tanısal etkinliği. *Tanı Girişim Radiol*. 2001;4:541-552.
- Olsson RA, Bunge R, Spaan JAE. Coronary circulation. In: Fozzard HA, Haber E, Jennings RB, Katz AM, Morgan HE (Eds.). *The Heart and Cardiovascular system*, 2nd ed. New York: Raven Press; 1991: 1993.
- Oyar O, Gülsoy U.K. *Tıbbi Görüntüleme Fiziği*, 1. Baskı. Isparta: SDÜ Tıp Fakültesi; 2003. p. 235-276.
- Ouzaid I, Al-qahtani S, Dominique S, Hupertan V, Fernandez P, Hermieu JF, Delmas V, Ravery V. A 970 Hounsfield units (HU) threshold of kidney stone density on non-contrast computed tomography (NCCT) improves patients' selection for extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL): evidence from a prospective study. *BJU Int*. 2012;110(11 Pt B):438-42.
- Onat A., Şurdu Avcı, G., Şenocak, M., Örnek, E., Özcan, R., Türkiye’de Erişkinlerde Kalp Hastalığı ve Risk Faktörleri Sıklığı Taraması, *Türk kardiyol Dern. Arş*. 1991; 19:9-15
- Öncel G, Ad R, Ad R. Çift Kaynak Çift Enerji Bilgisayarlı Tomografi Teknik ve Klinik Uygulamaları. 2014;7(2):1-11.
- Ödev K. *Üriner Sistem Radyolojisi*, 1. baskı. Konya: Atlas Tıp Kitabevi; 1992. p. 78- 359.
- Öner S. *Üriner Sistem Taş Hastalığı*. Tekgül S.(ed). *Üroloji Masaüstü Başvuru Kitabı*, Birinci Basım. Ankara: İris Yayıncılık; 2013. s. 231-274
- Özkeçeli R, Satar N. *Üriner sistem taş hastalığı* in: Anafarta K, Arıkan N, Bedük Y. *Temel Üroloji*, 3. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2007. s. 621 – 645.
- Özkeçeli K, Satar N, Doran S ve ark. (Üriner sistem taş hastalığı. Anafarta K, Goğuş O, Bedük Y, Arıkan N (eds.) *Temel Üroloji*, 1. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 1998. s. 561-60
- Özkeçeli R, Satar N. *Üriner sistem taş hastalığı*. In: Arıkan N, Bedük Y Anafarta K. *Temel Üroloji*. İstanbul: Güneş Tıp Kitabevi; 2007. s. 621-47
- Özkeçeli R Satar N, Doran Ş, Arıdoğan İA, Bayazıt Y, Zeren S, Anafarta K, Yaman Ö. *Üriner Sistem Taş Hastalığı*. In: Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N, eds. *Temel Üroloji*. 2.baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 1998. s. 559-654.

- Özgür GK, Özyavuz R. Ürogenital sistem embriyolojisi. In: Anafarta K, eds. Temel Üroloji. 2.baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 1998. s. 29-36.
- Pak CY. Kidney stones. *Lancet*. 1998;351:1797–1801.
- Parienty RA, Ducellier R, Pradel J, Lubrano J-M, Coquille F, Richard F. Diagnostic value of CT numbers in pelvocalyceal filling defects. *Radiology*. 1982; 145:743-747
- Pak CYC, Sakhaee K, Fuller C. Successful management of uric acid nephrolithiasis with potassium citrate. *Kidney Int*. 1986;30: 422-428.
- Paik ML, Resnick MI. Is there a role for open stone surgery? *Urol Clin North Am*. 2000; 27: 323-331.
- Papanicolaou N. Urinary tract imaging and intervention: basic principles. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED Jr, Wein AJ, eds. *Campbell's Urology*. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co, 1998; 170-260.
- Pak CYC, Resnick MI: Medical therapy and new approaches to management of urolithiasis. *Urol Clin North Am*. 2000;27:243-252
- Patrick C. Walsh, Alan B. Retik, E. Darrakott Vaughan, Alan J. Wein. *Campbell's Urology*, 7th Edition. 1998;69-88.
- Peng, T. et al. Relationship between hyperuricemia and lipid profiles in US adults. *BioMed. Res. Int*. 2015;127-596.
- Persaud, M. Klinik Yönleri İle İnsan Embriyolojisi. 6.Baskı. Nobel Matbaacılık; 2002:305-315.
- Percutaneous Approaches to the Upper Urinary Tract Collecting System. *Campbell's Urology*, Editor-in-chief: J. Stuart Wolf, Jr., MD, FACS. 10. Baskı, 47. Bölüm; 2012.
- Pi-Funyer FX. The relation of adipose tissue to cardiometabolic risk. *Clin Cornerstone*. 2006;8(Suppl):14-23.
- Pichler R, Fritsch H, Skardski V, et al. Diagnosis and management of pediatric urethral injuries. *Urol Int*. 2012; 89:136-42.
- Pietrow PK, et al. Durability of The Medical Management of Cystinuria. *J Urol*. 2003;169: 68.
- Prien EL, Frondel C: Studies in urolithiasis. Composition of urinary calculi. *J Urol*. 1947; 57: 949-994
- Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG et al. Guideline for the management of ureteral calculi. *Eur Urol*. 2007;52:1610–1631
- Preminger GM, Baker S, Peterson R. Hypomagnesiuric hypocitraturia: An apparent new entity for calcium nephrolithiasis. *J Lith Stone Dis*. 1989;1:22-25.
- Petersilka M, Bruder H, Krauss B, Stierstorfer K, Flohr TG. Technical principles of dual source CT. *Eur J Radiol* 2008;68:362–368.
- Pouliot MC, Despre's JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, Lupien PJ. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol*. 1994;73:460–468.

- Poulsen P, Levin K, Petersen I, Christensen K, Beck-Nielsen H, Vaag A. Heritability of insulin secretion, peripheral and hepatic insulin action, and intracellular glucose partitioning in young and old Danish twins. *Diabetes*. 2005;54:275-83.
- Puddu, P., Puddu, G. M., Cravero, E., Vizioli, L. & Muscari, A. The relationships among hyperuricemia, endothelial dysfunction, and cardiovascular diseases: molecular mechanisms and clinical implications. *J. Cardiol*. 2012;59:235–242.
- Primak AN, Ramirez Giraldo JC, Liu X, Yu L, McCollough CH. Improved dualenergy material discrimination for dualsource CT by means of additional spectral filtration. *Med Phys*. 2009;36:1359–1369.
- Rassweiler JJ, Renner C, Eisenberger FI. Management of staghorn calculi: Critical analysis after 250 cases. *Braz J Urol*. 2000;26:463–78.
- Rassweiler JJ, Renner C, Chaussy C, Thüroff S. Treatment of renal stones by extracorporeal shockwave lithotripsy: an update. *Eur Urol*. 2001;39:187-199.
- Resnick M, Pridgen DB, Goodman HO. Genetic predisposition to formation of calcium oxalate renal calculi. *N Eng J Med*. 1968;278:1313-1318.
- Renner C, Rassweiler J. Treatment of renal stones by extracorporeal shock wave lithotripsy. *Nephron*. 1999;81(suppl 1):71-81.
- Reimer KA, Lowe JE, Rasmussen MM. et al: The wave-front phenomenon of ischemic celi death: L Myocardial infarct size vs. Duration of coronary occlusion in dogs. *Circulation*. 1977; 56: 786-794
- Rydberg J, Liang Y, Teague SD. Fundamentals of Multichannel CT. *Radiol Clin North Am*. 2003;41:765-775.
- Ryo M, Maeda K, Onda T, et al. A New simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care*. 2005;28:451-3
- Sarıca K. Üriner Sistem Taş Hastalığı. Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli A. (ed.); 2007:9 – 18.
- Sampaio FJ, Aragao AH. Anatomical relationship between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. *the journal of urology*. 1990 Apr;143(4): 679-81.
- Saigal CS, Joyce G, Timilsina AR. Direct and indirect costs of nephrolithiasis in an employed population: Opportunity for disease management *Kidney Int*. 2005;68: 1808–1814
- Saldana TM, Basso O, Darden R, Sandler DP. Carbonated beverages and chronic kidney disease. *Epidemiology*. 2007;18:501–506.
- SADLER. T.W. LANGMAN'S MEDICAL EMBRİYOLOJİ. 7. Baskı. Williams Wilkins company/ Palme yayıncılık;1996. p. 246-254.
- Sancak, B. Cumhuriyet, M. Fonksiyonel Anatomi Baş-Boyun ve İç Organlar. 3. Baskı. Ankara: ODTÜ Yayıncılık; 2004.
- Sangwaiya MJ, Kalra MK, Sharma A, Halpern EF, Shepard JA, Digumarthy SR. Dual-energy computed tomographic pulmonary angiography: a pilot study to assess the effect on image quality and diagnostic confidence. *J Comput Assist Tomogr*. 2010; 34:46-51.

- Sanders RC, Winter T. *Clinical Sonography A Practical Guide*. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins; 2007. p. 40-4.
- Sarıca K. Üriner Sistem Taş Hastalığı. Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli A. (ed.). 2007; s. 9 – 18.
- Seitz C, Liatsikos E, Porpiglia F, et al. Medical Therapy to Facilitate the Passage of Stones: What Is the Evidence? *Eur Urol*. 2009 Sep;56(3):455-71.
- Seidell JC, Deurenberg P, Hautuast JGAJ. Obesity and fat distribution in relation to health. Current insights and recommendations. *World Rev Nutr Diet*. 1987;50:57-91.
- Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, et al. Nephrolithiasis Clinical Guidelines Panel summary report on the management of staghorn calculi. *J Urol*. 1994;151:1648-1651.
- Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN. Ureteral stones clinical guidelines panel summary report on the management of ureteral calculi. *J Urol*. 1997;158:1915-21.
- Spettel, Sara; d;. Stones Using Hounsfield Unit Measurement and Urine Parameters to Predict Uric Acid. *Urology*. 2013;82(1):22-26
- Stoller ML, Bolton DM: *Urinary Stone Disease*. Smith's General Urology, Tanagho EA, Mc Aninch JW, Seventeenth Edition, Mc Graw-Hill Company. 2004; 246-77.
- Stoller LM, Bolton DM, Üriner Taş Hastalığı: Tanagho EA, McAninch JW, Smith. Genel Üroloji, İstanbul. 1999;15:277-04.
- So, A. & Thorens, B. Uric acid transport and disease. *J. Clin. Invest*. 2010;120:1791–1799.
- Sluijs, I. et al. Plasma uric acid is associated with increased risk of type 2 diabetes independent of diet and metabolic risk factors. *J. Nutr*. 2013;143:80–85.
- Stoller ML, Bolton DM: *Urinary Stone Disease*. Smith's General Urology, Tanagho EA, Mc Aninch JW, Seventeenth Edition, Mc Graw-Hill Company. 2004;246-77.
- Snell S. Richard. *Klinik Anatomi*. 6. baskı. İstanbul: Nobel; 2004. s. 232-238.
- Sinescu I, Manu R, Manu UA, Burchiu E, Chiriac-Babei G, Arion C. Late follow up of 268 Children with ESWL: Another conformation of its efficiency. *Eur Urol Suppl*. 2009; 8(4):234.
- Silva SF, Silva SL, Daher EF, Silva Junior GB, Mota RM, Bruno da Silva CA. Determination of urinary stone composition based on stone morphology: a prospective study of 325 consecutive patients in an emerging country. *Clin Chem Lab Med*. 2009;47:561-564
- Schenzle JC, Sommer WH, Neumaier K, et al. Dual energy CT of the chest: how about the dose? *Invest Radiol*. 2010;45:347–353.
- Shier D, Jackie L B, Ricki L. *Hole's Human Anatomy and Physiology*. 10/e. 2003
- Su LM, Sosa RE. Ureterscopy and retrograde ureteral access. *Campbell's Urology*. 8th ed. WB Saunders; 2000: 3306-3319
- Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology*. 1995;194:789-794.
- Smith RC. Ureteral calculi in patients with flank pain: correlation of plain radiography with unenhanced helical CT. *Radiology*. 1997;204:27-31.

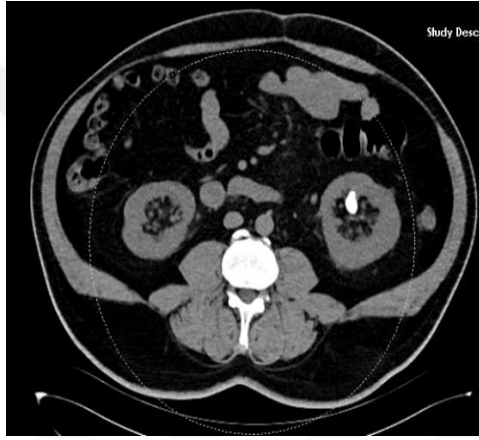
- Smith RC, Coll DM. Helical computed tomography in the diagnosis of ureteric colic. *BJU Int.* 2000;86(suppl 1):33-41.
- Sommer FG, Jeffrey RBJ, Rubin GD, et al. Detection of ureteral calculi in patients with suspected renal colic: value of reformatted noncontrast helical CT. *AJR.* 1995;165: 509-513.
- Straub M, Hautmann RE, Developments in Stone prevention. *Curr Opin Urology.* 2005; 15:119 – 126.
- Stolk RP, Wink O, Zelissen PM, et al. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001; 25:1346-51
- Scales CD, Smith AC, Hanley JM et al: Prevalence of kidney stones in the United States. *Eur Urol.* 2012;62:160.
- Sakhaee K and Maalouf NM: Metabolic syndrome and uric acid nephrolithiasis. *Semin Nephrol.* 2008;28:174
- Stolk RP, Meijer R, Mali WP, Grobbee DE, van der Graaf Y. Ultrasound measurements of intraabdominal fat estimate the metabolic syndrome better than do measurements of waist circumference. *Am J Clin Nutr.* 2003;77:857-60
- Sommer CM, Schwarzwaelder CB, Stiller W, et al. Dual-energy computed tomography cholangiography in potential donors for living-related liver transplantation: initial experience. *Invest Radiol.* 2010;45:406–412.
- Sutor DJ, Wooley SE, Illingworth JJ. Some aspects of the adult urinary stone problem in Great Britain and Northern Ireland. *Br J Urol.* 1974;46:275-288.
- Şafak M, Bedük Y, Soygör T, Bilgiç S, Türkyılmaz R, Sağlam R, Adsan Ö, Endüroloji ve Girişimsel Üroradyoloji in: Anafarta K, Gögüş O, Arıkan N, Bedük Y. *Temel Üroloji.* Ankara: Güneş Kitabevi; 1998: 561 – 603.
- Şeftalioğlu A. Genel ve Özel İnsan Embriyolojisi. 3. Baskı. Ankara Üniversitesi Basım evi. s. 124-131.
- Takahashi N, Hartman RP, Vrtiska TJ, et al. Dual-energy CT iodine subtraction virtual unenhanced technique to detect urinary stones in an iodine-filled collecting system: a phantom study. *AJR Am J Roentgenol* 2008;190:1169–1173.
- Tanagho E, McAninch J. *Smith Genel Üroloji.* 17.baskı. İstanbul: Nobel;2009. s. 1- 254.
- Tanrıber G. *Konisit indeksinin abdominal obezite tanısındaki yeri (yüksek lisans tezi).* İstanbul: İstanbul Tıp Fakültesi; 1995.
- Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones. *JAMA* 2005;293:455-62.
- Tanagho EA. *Anatomy of the Genito Urinary Tract.* In: Tanagho EA, McAninch JW, eds. *Smith's General Urology.* 14th ed. San Francisco: McGraw-Hill Companies; 1995. p. 1-17.
- Tailly G. Experience with the Dornier HM4 and MPL 9000 lithotriptors in urinary stone treatment *J Urol.* 1990;144:622-7.
- Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weightgain, and the risk of kidney Stones. *JAMA* 2005;293(4):455 – 462.

- Tanagho EA M, (ed.) AJ. Urinary Stone Disease. In Smith's General Urology Nobel Kitabevi Türkçe çevirisi (Lange Medical Books); 2004. p. 246 – 54.
- Tanagho E, McAninch J. Smith Genel Üroloji. 17.baskı. İstanbul: Nobel; 2009: 1- 254.
- Tekgül, Serdar vd. ed. "Üriner Sistem Taş Hastalığı". Üroloji Masaüstü Başvuru Kitabı. Ankara: Ürolojik Cerrahi Derneği; 2016. s. 345-406.
- Tiselius HG, Alken P, Buck C, Galluci M, Knoll T, Sarıca K, et al. Guidelines on Urolithiasis European Association of Urology. 2010.
- Trinchieri A, Coppi F, Montanari E, et al. Increase in the prevalence of symptomatic upper urinary tract Stones during the last ten years. Eser Urol. 2000;37:23-25.
- To K, Yiu M. Metabolic Aspects and Medical Treatment for Urinary Tract Stones. Medical Bulletin. 2009;10:30-3.
- Tokunaga K. Matsuzawa Y. Ishikawa K et al: A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. Int J Obes. 1983;7:437
- Turna B, Nazlı O. Beden dışı şok dalga ile taş kırma. Türk Üroloji Dergisi. 2005;31:229 – 235.
- Turk C, Knoll T, Petrik A, et al. Guidelines on Urolithiasis. European Association of Urology Update. March 2016.
- Tsushima, Y. et al. Uric acid secretion from adipose tissue and its increase in obesity. J. Biol. Chem. 2013;288:27138–27149.
- Thomas EL, Saeed N, Hajnal JV, et al. Magnetic resonance imaging of total body fat. J Appl Physiol. 1998;85:1778-85
- Unger RH. Lipotoxic diseases. Annu Rev Med. 2002;53:319 – 336.
- Van der Kooy K, Seidell JC. Techniques for the measurement of visceral fat: a practical guide. Int J Obes Relat Metab Disord. 1993;17:187-96
- Von Lueder, T. G. et al. High-Risk Myocardial Infarction Database Initiative Investigators. Serum uric acid is associated with mortality and heart failure hospitalizations in patients with complicated myocardial infarction: findings from the High-Risk Myocardial Infarction Database Initiative. Eur. J. Heart Fail. 2015;17:1144–1151
- Vrtiska TJ, Takahashi N, Fletcher JG, Hartman RP, Yu L, Kawashima A. Genitourinary applications of dualenergy CT. AJR Am J Roentgenol. 2010;194:1434–1442.
- Wang, S., Y. Zhang, X. Zhang, Y. Tang and J. Li. Upper urinary tract stone compositions: the role of age and gender. International braz j urol. 2020;46(1):70-80.
- Wickham JEA, et al. Extracorporeal shock wave treatment for kidney stones. Br J Urol. 1985;290:188-89.
- Wong WW, Hergenroeder AC, Stuff JE, et al. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy Xray absorptiometry. Am J Clin Nutr. 2002;76:384-9
- Yamanaka O, Hobbs RE. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. Cathet Cardiovasc. Diagn. 1990;21;28

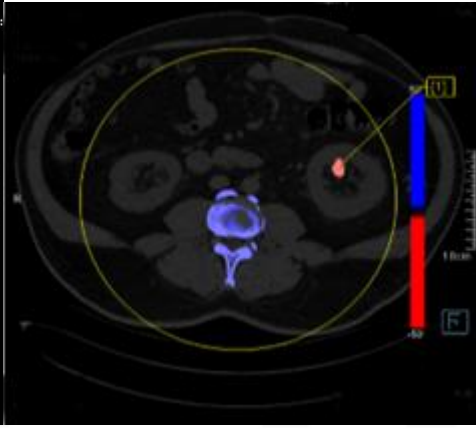
- Yang GR, Yuan SY, Fu HJ, et al. Neck circumference positively related with central obesity, overweight, and metabolic syndrome in Chinese subjects with type 2 diabetes: Beijing Community Diabetes Study 4. *Diabetes Care* 2010; 33:2465-7
- Yeh BM, Shepherd JA, Wang ZJ, Teh HS, Hartman RP, Prevrhal S. Dualenergy and low-kVp CT in the abdomen. *AJR Am J Roentgenol* 2009;193:47– 54.
- Yildirim M. *Topografik Anatomi*. 2. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2004. s. 258-262.
- Yilmaz S, Sindel T, Arslan G, et al. Renal colic: comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. *Eur Radiol*. 1998; 8:212-217.
- Yılören T. Semptomların tanımı ve genel yaklaşım prensipleri Tekgül S.(ed). *Üroloji Masaüstü Başvuru Kitabı*. Birinci Basım. Ankara: İris Yayıncılık; 2013. s. 3- 16
- Yoshida O, Okada Y. Epidemiology of urolithiasis in Japan: a chronological and geographical study. *Urol Int*. 1990;41:104 – 111.
- Zagoria RJ, Khatod EG, Chen MYM. Abdominal radiography after CT reveals urinary calculi: a method to predict usefulness of abdominal radiography on the basis of size and CT attenuation of calculi. *AJR*. 2001;176:1117-1122.
- Zhang, Q. et al. A longitudinal cohort–based association study between uric acid level and metabolic syndrome in Chinese Han urban male population. *BMC Public Health*. 2012;12:419.
- Zelenko N, Coll D, Rosenfeld A, Smith R. Normal ureter size on unenhanced helical CT. *AJR*. 2004;182:1039- 1041.
- Zamboni M, Turcato E, Armellini F, et al. Sagittal abdominal diameter as a practical predictor of visceral fat. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998;22:655-60.
- Zimmet P, Alberti KG, Shaw J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature*. 2001;414:782–87
- Zilberman DE, Yong D, Albala DM. The impact of societal changes on patterns of urolithiasis. *Curr Opin Urol*. 2010;20:148-153.
- Zhang LJ, Peng J, Wu SY, et al. Liver virtual non-enhanced CT with dualsource, dual-energy CT: a preliminary study. *Eur Radiol*. 2010;20:2257–2264.

OLGU 2

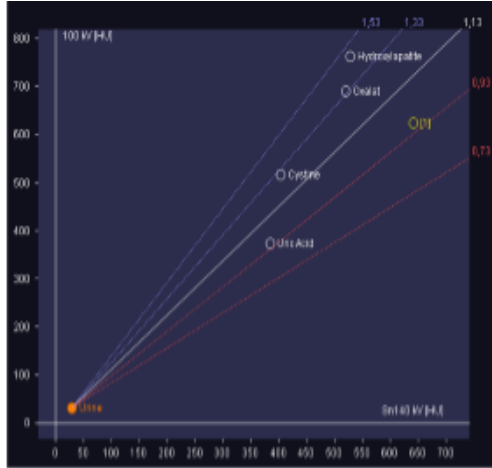
62 yaşındaki erkek hastanın kontrastsız aksiyal BT görüntüsünde (a) sol böbrekte taş (ok) görülüyor. İş istasyonunda düşük ve yüksek kVp değerlerinde elde edilen atenüasyon değerlerinin analizi sonucu elde olunan aksiyal (b) görüntüde taş, ürik asit taşı ile uyumlu pembe renkle kodlanıyor. Taşın atenüasyon oranı 0,97 olarak hesaplanmış olup, grafik (c) üzerinde konumlandırıldığında ürik asit taşı ile uyumlu olduğu görülüyor. Aksiyal kontrastsız BT görüntüden elde edilen AVYV 46,2 cm³ (yeşil alan) ve ASYV 22,92 cm³ olduğu izleniyor (d).



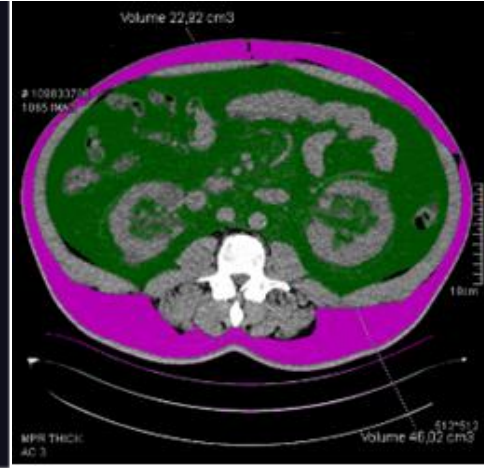
a



b



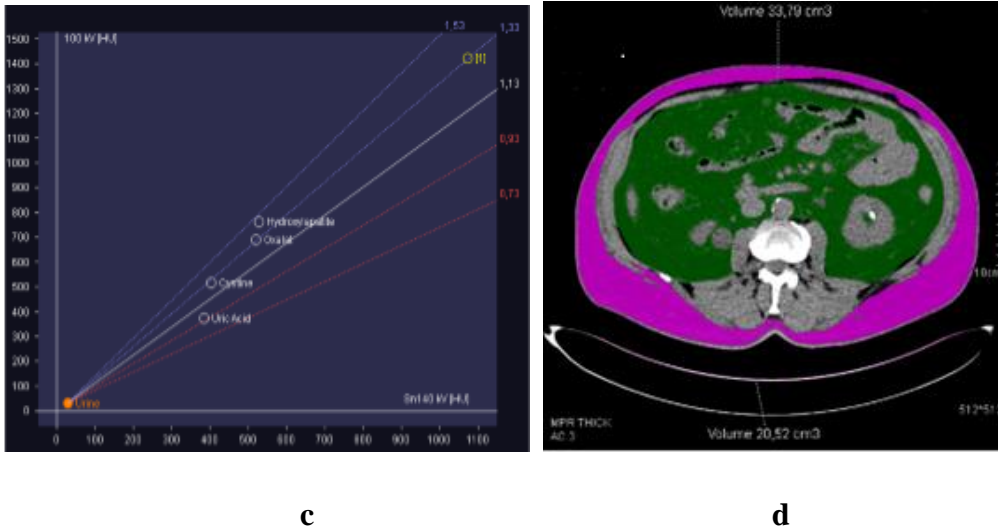
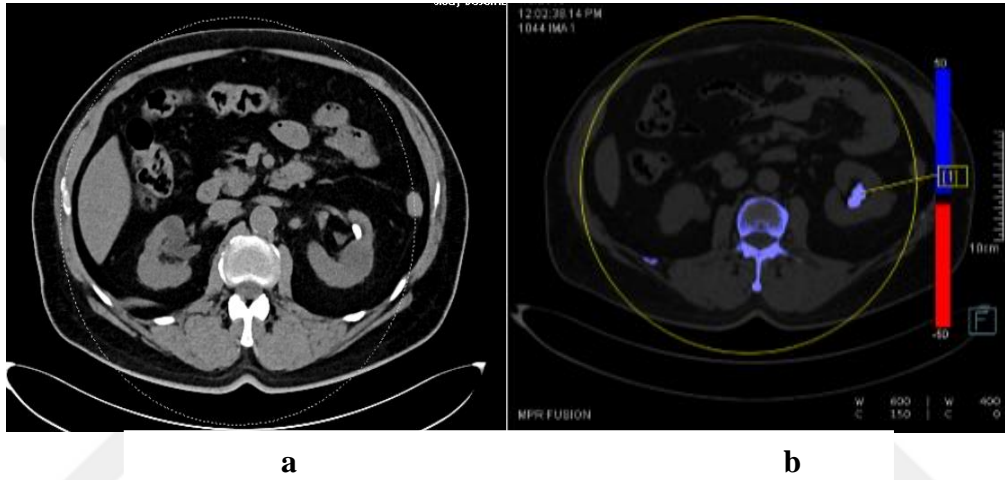
c



d

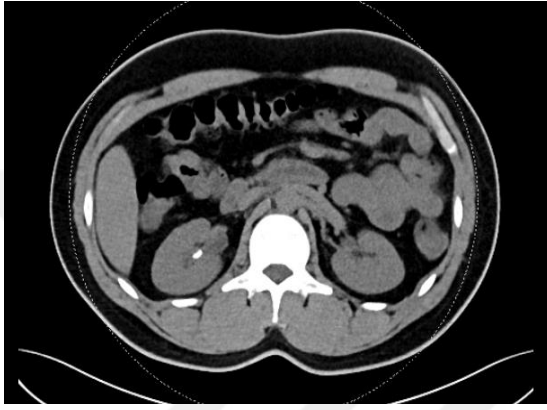
OLGU 3

64 yaşındaki erkek hastada, kontrastsız aksiyal BT görüntüde (a) ve DEBT analizinde elde edilen aksiyal görüntüde (b) sol böbrekte taş (sarı oklar) izleniyor. Taşın atenüasyon oranı 1.33 olarak hesaplanmış olup, cut-off değerlerinin gösterildiği grafik üzerindeki (c) konumuna bakıldığında okzalit taşı ile uyumlu olduğu görülüyor. Aksiyal kontrastsız BT görüntüden elde olunan AVYV 33,79 cm³ (yeşil alan) ve ASYV 20,52 cm³ olduğu izleniyor (d).

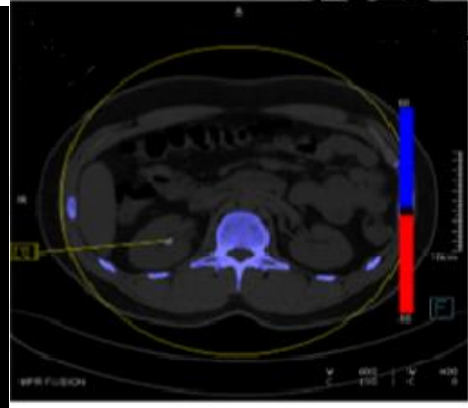


OLGU 4

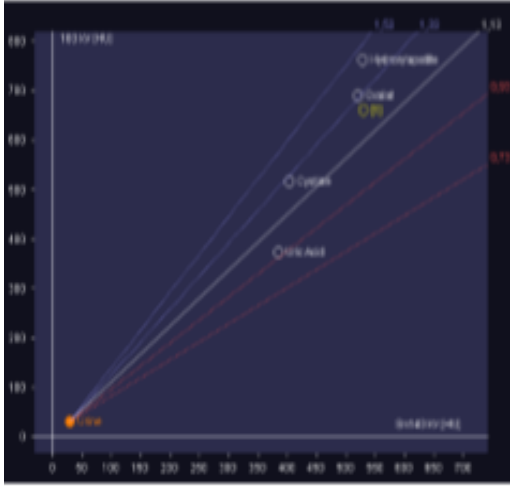
27 yaşındaki erkek hastada, kontrastsız aksiyal BT görüntüde (a) ve DE (dual enerji) analizi ile elde edilen aksiyel görüntüde (b), sağ böbrek kaliks yerleşimli taş (ok) izleniyor. Taşın atenüasyon oranı (c) 1.26 olup grafik üzerindeki (c) konumlandırıldığında sistin taşı ile uyumlu olduğu saptandı. Aksiyal kontrastsız BT görüntü üzerinden elde olunan AVYV 26,10 cm³ (yeşil alan) ve ASYV 11,97 cm³ olduğu izleniyor (d).



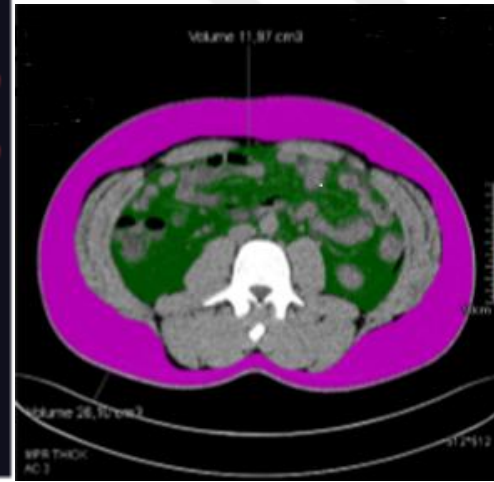
a



b



c



d