



T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE RENAL
PARANKİM VOLÜM ÖLÇÜMÜ İLE STATİK
RENAL SİNTİGRAFI SONUÇLARI
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ**

Dr. Özgen YILMAZ

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. İsmail Okan YILDIRIM

MALATYA
2017

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
SİMGE VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLO VE GRAFİK DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Böbreklerin Yapısı	3
2.2. Böbreğin Fizyolojisi.....	5
2.3. Böbrek Patolojileri	10
2.4. Böbrek Görüntülemesi Amacıyla Kullanılan Radyofarmasötikler	14
2.5. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
4. BULGULAR	27
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ	35
KAYNAKLAR.....	36

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince, eğitimime yaptıkları büyük katkılarından, esirgemedikleri ilgi ve desteklerinden dolayı başta Anabilim Dalı Başkanım Prof. Dr. Kaya Saraç olmak üzere Radyoloji ABD Öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Ahmet Sığırcı, Prof. Dr. Ramazan Kutlu, Doç. Dr. Metin Doğan, Yrd. Doç. Dr. Zeynep Özdemir, Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Sağır Kahraman, Yrd. Doç. Dr. Ayşe Cemile Görmeli, Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih Erbay ve Yrd. Doç. Dr. Leyla Karaca'ya ve Nükleer Tıp ABD öğretim üyeleri Yrd. Doç. Dr. Ersoy Kekilli ve Uzm. Dr. Aylin Çolak'a ,

Tezimin hazırlanmasında bana yol gösteren, bilgi ve becerilerinden yararlanmamı sağlayan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. İsmail Okan Yıldırım'a

Tezimin hazırlanmasında bana yardımcı olan Dr. Semih Sağlık'a,

Aynı çalışma ortamını paylaştığım ve kendileriyle çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum değerli asistan arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte dostça ve uyum içinde çalıştığım teknisyen, sekreter ve hemşire arkadaşlarıma,

Eğitim hayatım boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmayarak bana her konuda destek olan, kendilerinden sonsuz güç ve sevgi aldığım, her zaman yanımda olan annem Ayşe Yılmaz ve Filiz İçel, babam Abdullah Yılmaz ve Bayram İçel, abim Serhat Yılmaz ve kardeşim Tuba Yılmaz'a,

Her zaman yanımda olan ve desteklerini hiç esirgemeyen, sevgili eşim Handan Yılmaz'a

En içten saygı ve sevgilerimi sunar, teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Bilgisayarlı Tomografide renal parankim volüm ölçümü ile Statik Renal Sintigrafi sonuçları arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza Ocak 2011 - Haziran 2016 tarihinde İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesinde Statik Renal Sintigrafisi ve Renal BT'si çekilen 202 hasta dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen hastalar hidronefroz, taş ve donör olmak üzere üç gruba ayrıldı. Hastaların Renal BT'leri iş istasyonuna (Mac Workstation) transfer edilip özel bir yazılım olan Osirix MD programında renal yağlı hilus, pelvikaliksiyel sistem, vasküler yapılar, kist-kitle gibi parankim haricindeki lezyonlar parankim volümüne dahil edilmeden, sadece parankimleri dahil olacak şekilde her kesitlerdeki böbrek parankimi ayrı ayrı hassas bir şekilde manuel çizilip volümleri otomatik olarak hesaplandı. Hasta ve kontrol gruplarına, Tc-99m DMSA kullanılarak statik böbrek sintigrafisi çekildi. Hastaya kg başına 0.04–0.05 mci radyoaktif madde intravenöz (iv.) enjeksiyonu yapıldı. Enjeksiyondan ortalama 3 saat sonra anterior, posterior, sağ ve sol posterior oblik pozisyonlarda statik görüntüler alındı. SYNGOP workstation'da prosesleri yapıldı. Posterior pozisyonlardaki görüntülerden kantitatif sağ ve sol böbrek oranları % olarak belirlendi.

Bulgular: Grup 1(Hidronefroz), Grup 2(Hidronefrozsuz taş) ve Grup 3(donör) hastalarında renal BT parankim volüm değerleri ile sintigrafi değerleri arasında ilişki istatiksel olarak hesaplandı ve her üç grupta da renal BT parankim volüm değerleri ile sintigrafi değerleri arasında güçlü pozitif korelasyon saptandı.

Sonuç: Donör, taş ve hidronefroz hastalarında renal CT'de ölçülen parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında güçlü bir korelasyon bulunmuş ve böbrek fonksiyonunun değerlendirilmesinde renal CT parankim volüm değerlerinin bir marker olarak kullanılabileceği öngörülmüştür. Bununla beraber

renal CT'nin böbreğin anatomisi, patolojilerinde ve fonksiyonu hakkında bilgiler sağlaması, bu yönemin sintigrafik yöntemleri tamamlayıcı veya alternatif bir yöntem olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Statik Renal Sintigrafi, Renal BT Parankim Volüm, Donör



SİMGE VE KISALTMALAR

ATN	: Akut Tübüler Nekroz
CTA	: Bilgisayarlı Tomografi Anjio
ÇDBT	: Çok Dedektörlü Bilgisayarlı Tomografi
DBS	: Dinamik Böbrek Sintigrafisi
DMSA	: 2, 3-Dimerkaptosüksinik Asid
DTPA	: Dietilentriaminpentasetik Asid
EC	: Etilendisistein
GFR	: Glomerüler Filtrasyon Hızı
IVÜ	: İntravenöz Ürografi
MAG	: Merkaptoasetiltriglisin
OIH	: Orthiodohippurat
PAH	: Paraaminohippürik asit
SPECT	: Tek Foton Emisyon Bilgisayarlı Tomografi
USG	: Ultrasonografi
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Üriner sistem elamanları.....	3
Şekil 1.2. Böbreklerin genel görünüşü.....	4
Şekil 1.3. Böbrek kesiti	5
Şekil 1.4. Nefronun yapısı.....	7
Şekil 1.5. Glomerülün Yapısı.....	8
Şekil 2.1. Sağ böbrekte skar ile uyumlu defekt izlenen 30 yaşındaki hastanın statik sintigrafi görüntüleri.....	18
Şekil 2.2. At nalı böbrek anamolisi olan 6 yaşındaki hastanın statik sintigrafi görüntüsü.....	19
Şekil 3.1. BT cihazının bölümleri	21
Şekil 3.2. Helikal spiral BT'nin yapısı.....	23
Şekil 4.1. BT parankim volüm hesaplama	25
Şekil 4.2. Statik böbrek sintigrafi örneği	25

TABLO VE GRAFİK DİZİNİ

Tablo 1. Hastaların istatistiksel değerlerinin tablosu	27
Grafik 1.1. Grup 1 Sağ BT parankim volüm değerleri ile sağ sintigrafik değerler arasında ilişki	28
Grafik 1.2. Grup 1 sol BT parankim volüm değerleri ile sol sintigrafik değerler arasında ilişki	29
Grafik 2.1. Grup 2 sağ BT parankim volüm değerleri ile sağ sintigrafik değerler arasında ilişki	29
Grafik 2.2. Grup 2 sol BT parankim volümleri ile sintigrafik değerleri arasında ilişki	30
Grafik 3.1. Grup 3 sağ BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında ilişki	30
Grafik 3.2. Grup 3 sol BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında ilişki	31
Grafik 4.1. Grup bağımsız sağ ve sol CT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında ilişki	31

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Nükleer tıp teknikleri böbrek hastalıklarının tanı ve takibinde önemli rol oynamaktadır. Bu yöntemler, yüksek duyarlılıkla böbrekte radyolojik olarak görülebilir lezyon oluşmadan önce doku hasarını gösterebilmektedir. Nükleer tıp teknikleri göreceli olarak düşük radyasyon maruziyetiyle hem fonksiyonel hem de anatomik bilgi sağlayabilen tek tanı aracıdır. Radyonüklid yöntemler, çocuk hasta veya böbrek yetmezliği olan hastalar gibi özel gruplarda bile güvenle kullanılabilir. DMSA böbrek sintigrafisi, çocuk ve yetişkinlerde böbrek parankiminin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan referans bir yöntemdir. Böbreklerin fonksiyonel olarak değerlendirilmesinin en iyi şekilde yapıldığı tanı yöntemi Teknesyum 99m-(Tc99m) dimerkaptosüksinik asid (DMSA) böbrek sintigrafisidir (57, 58).

Böbrek sitigrafisinde DMSA'nın böbrek parankiminde diffüz tutulması korteksinde defekt bulunan hastalarının yüksek sensitivitede tanınmasına olanak sağlar. DMSA böbrek sintigrafisinin en önemli endikasyonu, üst üriner sistem enfeksiyonlarına bağlı oluşan nedbe dokusunun tespiti (59).

Bununla beraber bilgisayarlı tomografi bir x ışını yöntemidir ve kesitsel görüntü almamızı sağlar. Multi dedektörlü tomografilerin ileri teknolojisi hastalıkların tanısında tomografiyi daha da önemli hale getirmiş olup üriner sistem taş hastalığında da daha çok klinik kullanım alanı bulmuştur. Üriner sistem taş hastalıklarında bilgisayarlı tomografi kontrastsız kullanılmakta olup çok kısa saniyelerde (yaklaşık 2 sn) tek bir nefes tutulumu ile böbrekleri görüntüleme imkanı vermektedir. Böylece özellikle yaşlı hastalarda problem olan nefes tutma sıkıntısı ve buna bağlı hareket artefaktları minimize edilmiştir. Ayrıca çok kısa sürelerde olan çekim hem hastanın konforunu artırmış hemde zamandan büyük tasarruf meydana getirmiştir. Günümüz bilgisayarlı tomografi teknolojisi yüksek kontrast ve geometrik çözünürlüğü,

kesitleri belirgin incelmesi, tüm organlarda tanı yöntemi olarak kullanımını arttırmıştır ve günümüzün temel radyolojik görüntülemelerinden biri olmuştur. Bilgisayarlı tomografi; acil hastalıkların tanısında hızlı ve problem çözücü olmakta, diğer hastalıkların ayırıcı tanısında ise çok önemli bir kullanım alanına sahip olup hastalıkların tedavi planlamasında, klinik takibinde çok önemlidir. Günümüzde önemi giderek artmakta olan minimal girişimsel radyolojik işlemlerde örneğin akciğer kitlesinden iğne biyopsi alınmasında, tomografi girişimsel kılavuz görevi göstermektedir ve giderek de kullanımı artmaktadır.

Üriner sistem taş hastalıklarında, akut yan ağrısında problem çözmede kontrastsız bilgisayarlı tomografi ultrasonografi yönteminden sonra ilk tercih edilecek yöntemlerdendir. Ayrıca özellikle milimetrik taşları saptamada ultra sonografiye belirgin üstünlük göstermektedir. Diğer radyolojik tetkiklere göre taşı saptamada belirgin yüksek sensitivite ve özgüllüğe sahip bir yöntemdir.

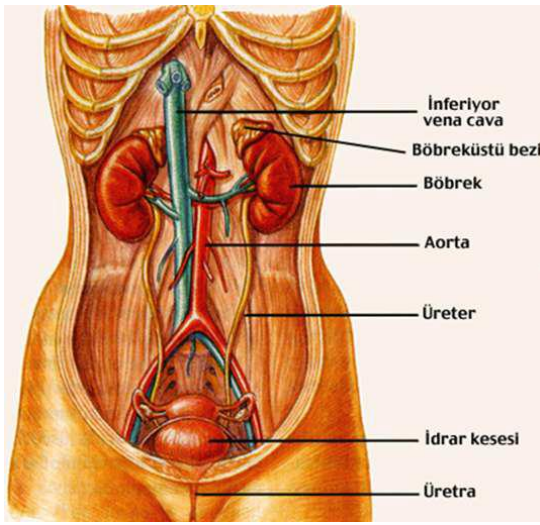
Bilgisayarlı tomografi günümüzde üriner sistem hastalıklarının tanısında çok yaygın kullanılmaktadır. Anatomik bilgi vermesi, lezyonların tanısında ve takibinde sintigrafik tetkiklerden daha efektif ve kolay bir yöntemdir. Fakat böbrek fonksiyon göstermesi açısından sintigrafiye üstün değildir. Sintigrafik tetkikler her ilde kolayca bulunmayan özel şartlarda kullanılan bir yöntemdir.

Biz çalışmamazda günlük pratikte sıkça kullanılan ve kolay elde edilebilir yöntem olan bilgisayarlı tomografiyi kullanarak, renal CT paran kim volüm değerlerinin sintigrafi değerleri ile arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi ve renal CT volüm değerlerinin sintigrafik yöntemle tamamlayıcı ya da alternatif bir yöntem olup olmadığını değerlendirmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Böbreklerin Yapısı

Üriner sistem böbrek, üreter, mesane ve üretradan oluşmakta olup kan böbreklerdeki glomerüllerde süzülme ve toksik maddeler böbrek renal pelvisinden üreterler aracılığıyla mesaneye gelmekte ve belli bir süre depolamakta ve üretra aracılığıyla vücuttan atılmaktadır.

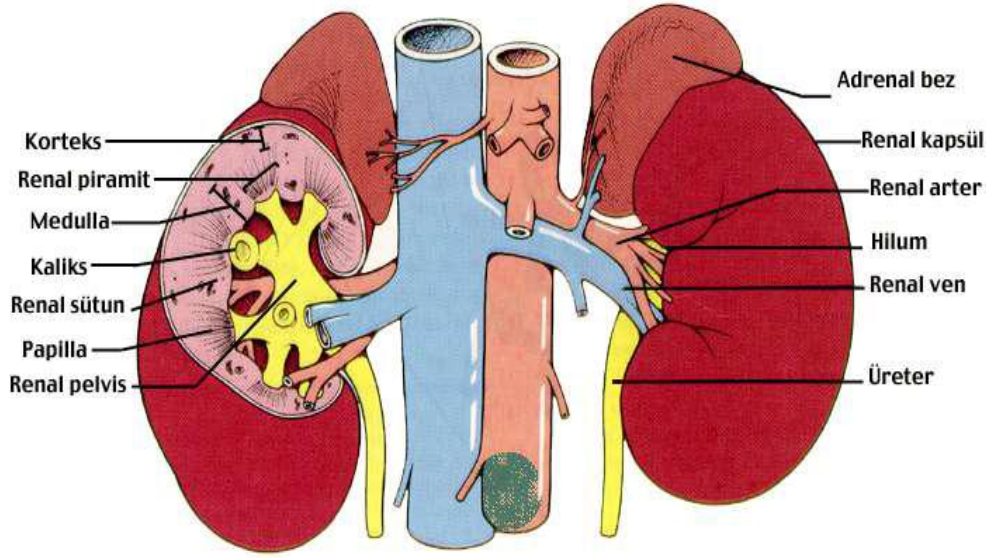


Şekil 1.1. Üriner sistem elamanları

Böbrekler

Böbrekler retroperitoneal alanda vertebral kolonun her iki tarafında yaklaşık T12-L3 seviyesinde yer almaktadır. Şekli fasulyeye benzemektedir.

Böbrekler ortalama 10-12,5 cm boyutlarında, 5-7,5 cm eninde ve 3-4 cm derinliğinde olup ortalama 110-250 gr ağırlıktadır. Sağ böbreğin süperior komşuluğunda karaciğer olması sebebiyle sağ böbrek sola göre hafif aşağı yerleşimlidir. Böbreklerin etrafında perirenal fasya ve yağ dokusu bulunmakta olup bu yağ doku böbreği olası travmalar karşı korumakta ve önemli bir bariyer görmektedir ayrıca böbreğin enfeksiyon ve abse gibi durumlarında etraf doku ya yayılımını kısıtlamaktadır.



Şekil 1.2. Böbreklerin genel görünüşü

Böbreğin yapısı

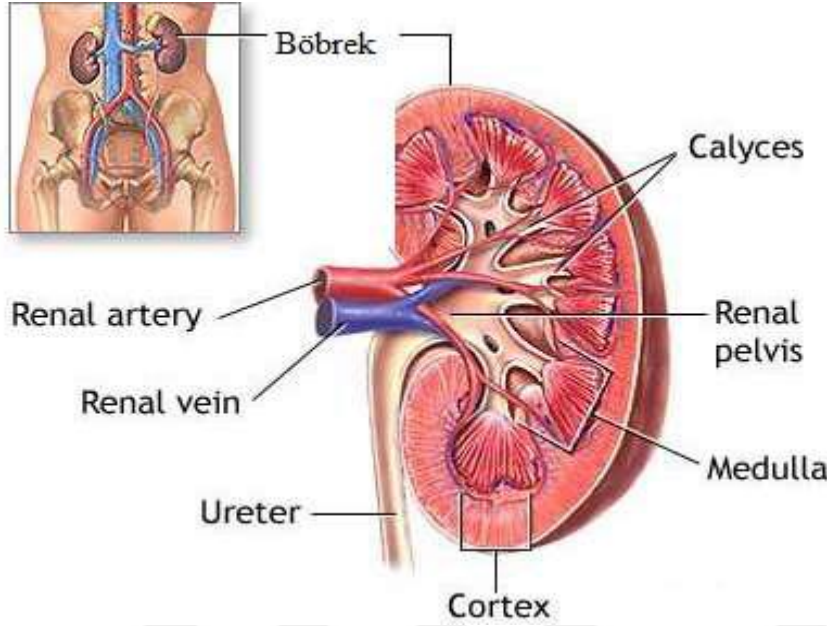
Üriner sistemin temel organı böbreklerdir. Böbreğin etrafında ince fibröz bir kapsül bulunur. Kapsül dışında kısım büyük oranda yağ doku ile sarılmıştır.

Böbrek korteks, medulla ve sinüs olmak üzere üç bölümden oluşur.

Kortex renalis: Böbrek korteksi renal korpüskül, kortikal labirent ve ferrein piramitlerinden oluşur. Korteks böbreğin asıl süzme fonksiyonunu yerine getiren milyonlarca nefrondan meydana gelir. Korteksten medullaya doğru piramit şeklinde uzanım gösteren renal columnalar vardır. Böbreğin korteks kesiminde glomerül, bowman kapsülü, proksimal ve distal tübüller yer alır.

Medulla renalis: Korteksin komşuluğunda böbreğin daha medial ve iç kesimlerinde yer alır. Lineer ışınşal dizilim gösteren renal papilla adı verilen piramit şeklinde yapılardır. Oluşan idrar buradaki kanallar vasıtasıyla renal pelvise drene olur. Böbreğin medüller kesiminde henle kulpu ve kolektör duktuslar yer alır.

Sinüs renalis: Böbreğin ortasında yer alan boşluk olup renal papillalar kaliks ile bu alana uzanım gösterir. Minör kaliksler birleşerek major kaliksleri ve bunlarda renal pelvis denilen yapıyı oluşturur. Renal pelvis idrar için geçici rezervuar görevi yapar.



Şekil 1.3. Böbrek kesiti

2.2. Böbreğin Fizyolojisi

Vücudumuzda metabolizma sonucu oluşan atık maddeler kan aracılığıyla böbreklere gelir. Böbrekler kanı korteks ve medulladaki yapılar ile süzülüp vücuttan atılması gereken toksik yapılar kaliksler ile renal pelvise idrar olarak atılır. Vücutta oluşan bu toksik maddelerin atılması zorunludur.

İnsan vücudunun %75'i su olup böbrekler ile atılan bu miktarın yerine konulması önemlidir. Vücut idrar ile kaybettiği su miktarını yerine koymak zorundadır. Kanın böbreklerde süzülmesi sonucunda temel olarak üre oluşur bu ürede vücuttan minimal derecede su ile atılmak zorundadır.

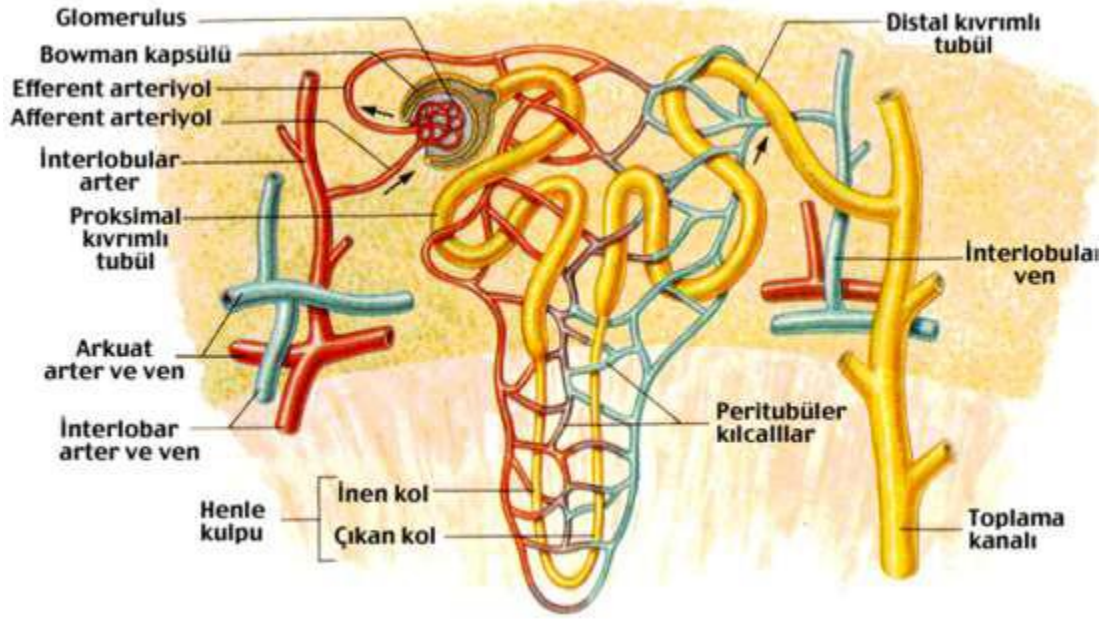
Böbreklerin görevleri

Plazma ozmolaritesi yaklaşık 300 mOsm/l olup bunun dengede tutulmasında böbrekler ana görev yapmaktadır. İdrar oluşurken üre, ürik asit, toksin ve metabolitler gibi yapılar vücuttan uzaklaştırılırken plazma ozmolaritesinde bir denge içinde tutulmak zorundadır. Kanın H⁺ iyon konsantrasyonu ve elektrolit dengeside böbrekler aracılığıyla olmaktadır. İntraselüler ve ekstraselüler kompartmanın elektrolit dengesini, sıvı hacmini böbrekler dengede tutmaktadır. Kan basıncının dengede tutulmasında vücuttaki bazı vitaminlerin (örneğin D vit.) aktive edilmesinde, interleukin, prostaglandin gibi yapıların üretilmesinde böbrek temel görev üstlenir. Peptitlerin yıkılıp amino asitlerin üretilip yeniden metabolizma için kullanılmasında çok önemli görevi vardır.

Nefronun Yapı ve Fonksiyonları

Böbrek nefron denilen en küçük işlevsel yapılardan meydana gelir. Böbrekler ortalama 2-2,5 milyon nefrondan meydana gelir. Nefron Bowman kapsülü, afferent ve efferent vasküler yumaklar ve tübülüsler tarafından oluşturulur.

Tübülüsler proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp ve kollektör kanallardan meydana gelir. Bowman kapsülü proksimal tübülün değişik fonksiyon haline gelmiş şeklindedir. Proksimal tübülün yassı epitelyum ile döşeli yarım ay şeklindeki kesimine Bowman kapsülü denir. Afferent ve efferent vasküler yumak yapısı yarım ay şeklindeki Bowman kapsülü ile birlikte glomerülüs denilen yapıyı oluşturur. Malpighi cisimcikleri denilen glomerül ve Bowman kapsülü asıl olarak kanın süzülme işi yapan kesimdir.



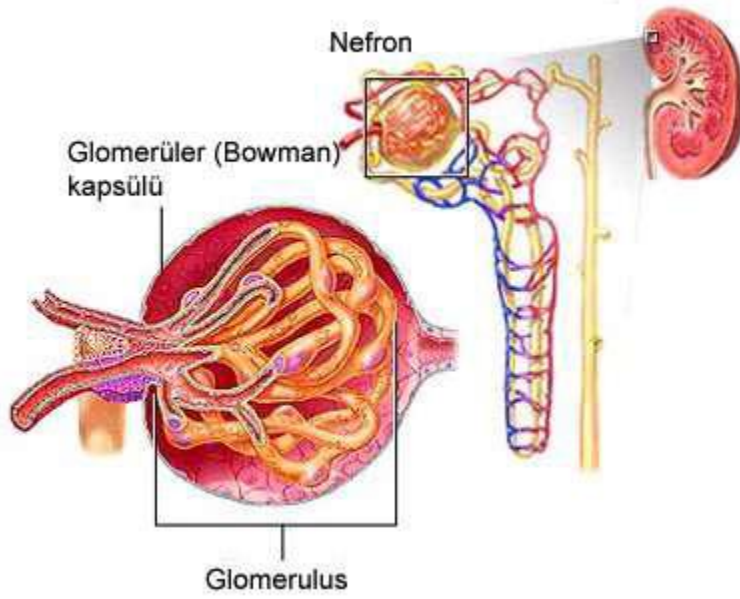
Şekil 1.4. Nefronun yapısı

Glomerulus (Glomerul)

Renal arteler abdominal aortadan yaklaşık L1-2 seviyesinden süperior mesenterik arterin aortadan çıkış gösterdiği yerin hafif inferiorunda çıkış göstermektedir. Çeşitli varyasyonları olabilir. Renal hilus seviyesinde birkaç tane segmenter dala ayrılıp daha sonrada interlobar arter olarak devam ederler. Drenaj ise renal venler aracılığıyla olup sol renal ven sağ renal venden biraz daha uzun seyir göstermekte ve vena cava inferiora drene olmaktadır. İnter lobar arterler daha distal kesimlerde renal korteks seviyesinde ince afferent ve efferent arteriol yapılarına dönmekte ve bu iki yapı adeta bir yumak gibi şekil almaktadır. İşte bu yapıya glomerülüs denir. Glomerülüsler normal kılcal yapılarından çok farklı ve özellişmiş özellikte kapiller yapılardır. Bu özel yapıları sayesinde kan süzülmemektedir (1).

Normalde kılcal yapıların bir tarafında arteriol bir tarafında venül yapıları yer almakta olup kılcal yapılar bu iki vasıta arasında aracılık göstermektedir. Glomerül kılcal yapıları ise bundan çok farklı olup bir tarafında afferent arteriol bir tarafında ise efferent arteriol yapılarından oluşmaktadır. Yani her iki

tarafında da arteriol yapıları yer alır. Normal kılcal yapıların arteriol tarafında yüksek basınç venül tarafında ise düşük basınç vardır. Glomerül yapılarında ise hem venül yapısı olmayıp her iki tarafında eşit kan basıncı bulunan afferent ve efferent arteriol yapıları vardır. Ayrıca glomerülün afferent ve efferent arteriol tarafındaki kan basıncı kılcal yapılardaki arteriol taraftaki kan basıncından daha yüksektir. Bu glomerül yumağının epiteli çift katman halinde ve yüksek basınca dayanıklı bir şekilde organize olmuştur. Normal kılcal yapılarına göre geçirgenliği çok daha fazla olup normalde kılcal damarlardan geçemeyen aminoasitler, elektrolitler ve birçok ürün bu çift katmanlı glomerül yapısından geçebilir. Glomerül kılcalarındaki bu geçirgenlik normal kılcallara göre yaklaşık 100 kat daha fazladır.



Şekil 1.5. Glomerülün Yapısı

Bowman kapsülü

Böbreğin korteks kesiminde yer alan bowman kapsülü proksimal tübülüs yapısının daha organize olmuş bir şeklidir. Yarım ay şeklindeki bu yapı iki epitelyum tabakasından ve arasındaki boşluktan meydana gelmiştir. Bu iki epitelyum arasındaki boşluğa bowman kapsül mesafesi adı verilir. Afferent arteriol ile basınçlı bir şekilde gelen kan içindeki elektrolitler, aminoasitler,

glukoz, üre, ürik asit gibi yapılar bowman kapsülü mesafesinden süzülüp bowman kapsülünün devamı olan proksimal tübülüslere geçerler. Bowman kapsülü mesafesinde dakikada pompalana kanın yaklaşık dörtte biri geçer. Bu şekilde 1-2 litre kan süzülür. Kanı süzmek için gerekli olan basınç sistemik basınç ile birlikte renin denilen böbreğin ürettiği hormon ile gerçekleşir. Bu renin hormonu afferent ve efferent arteriol yapılarındaki düz kasların kasılma sını ve böylece bu yapılardaki basıncın artmasını sağlar. Basıncı yüksek olan arteriollerden kan böylece bowman kapsül aralığına süzülür.

Proksimal tübülüs

Bowman kapsülünün devamı şeklindeki epitel yapılardan oluşan duktusa proksimal tübülüs denir. Kıvrıntılı ve düz olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir. Bowman kapsül aralığında süzülen yapılar bu tübülüslere gelip burada ATP gerektiren çeşitli işlemler ile bazı maddelerin geri Emilimi bazı maddelerin ise sekresyonu yapılır. Bu açıdan proksimal tübülüsler çok önemli bir işleve sahiptir.

Henle kulpu

Böbreğin medüller kesiminde yer alan bu U şeklindeki tübülüs yapısı proksimal kesimde proksimal tübülüsün düz kısmı ile distalde distal tübülüsün düz kesiminin birleşmesinden oluşur.

Distal tübülüs ve kollektör kanallar

Henle kulpunun devamındaki böbrek korteks kesiminde yer alan yapıya distal tübülüsler denir. Henle kulpunun çıkan kesimi distal tübülüslerin devamlılığıdır. Henle kulpunun inen kısmının devamlılığı ise proksimal tübülüslerden oluşur. Distal tübülüsler büyük oranda korteks yerleşimli olup devamında kollektör kanalları meydana getirir. Kollektör tübülüsler hem korteks hemde medüllada yer alıp distalde minör kalıkslere uzanır.

2.3. Böbrek Patolojileri

Doğumsal Anomaliler

Böbrekler oluşumu embriolojik evrede üretral tomurcuğun süperiora göçü ile olur. Bu göç sırasındaki patolojiler çeşitli anomaliler ile sonuçlanır. Örneğin bu göçün tek taraflı olmaması bir tarafta böbreğin olmaması demek yani agenizik böbrek oluşumu demektir. Bu migrasyon problemi bilateral olursa iki taraf böbrek agenizik olup bu anomaliye birlikte yüz anomalileri de eşlik edebilir. Böyle durumdaki sendroma ise Potter sendromu denilir. Çok şükür ki böbreğin bilateral agenezisi tek taraflı olana göre çok daha seyrekir.

Böbreğin değişik şekilde füzyon anomalileri görülebilir bunun en sık örneği at nalı böbrek anomalisidir. Bu anomalide sıklıkla böbreklerin alt poli poli aortanın anterior kesiminde birleşiktir. Bu şekildeki böbreklerde vasküler yapılarda darlık pelvikaliksiyel sistemde obstrüksiyon ve taş oluşumu normale göre biraz daha fazla görülmektedir. Ayrıca ektopik yerleşim ve rotasyon anomalileri de sıkça görülür. Bütün bu anomalilerde genetik geçiş izlenmezken polikistik böbrek hastalığında genetik geçiş görülür. Polikistik böbrek otozomal resesif ve otozomal dominat olarak iki genetik geçiş gösterir. Pediatrik hastalarda özellikle otozomal resesif geçiş gösteren polikistik böbrek hastalığı görülür. Bu hastalıkta her iki böbrek boyutları artmış olup milimetrik kistler görülür. Bu hastalar ilerde kronik böbrek yetmezliği adaydırlar. Diğer doğumsal böbrek hastalıkları arasında displastik böbrek, medüller sünger böbrek ve herediter nefropati sayılabilir. Bilateral displastik böbrek yaşam ile bağdaşmaz. Bu hastalarda renal arterlerin yokluğu önemlidir. Medüller sünger böbrekte ise tübülüslerdeki bazı defektlere bağlı özellikle medulla kesiminde kalsiyum birikimleri izlenir. Bu görünüm ultrason görüntülerinde rahatlıkla tanınabilir.

Primer Böbrek Hastalıkları

Böbrek hastalıklarının tanısında ve ayırıcı tanısında, klinik özelliklerinde farklılıklar olup bunlar çeşitli sendromlara ayrılabilir. Bu ayırım hastalığın ayırıcı tanısını azaltmada önemlidir. Bu sendromlar Nefrotik sendrom, nefritik sendrom ve üremik sendrom olarak üçe ayrılabilir. Üremik sendromda ön planda olan kandaki azotemidir. Bunun temelinde böbrek glomerüllerinde süzülümde problemdir. Buna bağlı olarak kan üre nitrojeninde belirgin artış görülür. Nefrotik sendromda böbreklerde günlük 3 gramı geçen ağır bir protein atılımı söz konusudur. Böbreklerden atılan protein özellikle albümindir. Normalde albümin büyük oranda emilir. Nefrotik sendromda emilemeyen bu albumin idrarla atılır kandaki albümin karaciğerde üretilmesine karşın belirgin şekilde böbreklerden atılan albümini dengeleyemez. Sonuçta kanda hipoalbuminemi oluşur. Albümin kandaki osmolariteyi sağlayan ana proteinlerden olup kandaki seviyesi azalınca kanın içindeki su tutulamayıp büyük oranda dokular arasından ekstraselüler alana geçer. Bu durum kendini klinikte şiddetli ödem ile gösterir. Karaciğer bu albumin eksikliğini kompanse etmeye çalışırken aynı zamanda lipid ürünlerini de meydana getirir. Bu durum kendini hiperlipidemi şeklinde gösterir ayrıca fazla lipid idrarla atılmaya çalışılırki buda hiperlipidüri ile karşımıza çıkar. Bu hastalarda tansiyon yüksekliğinin ve azoteminin fazla gözükmemesi nefritik sendrom ile üremik sendromdan ayırıcı tanısının yapılmasını kolaylaştırır.

Nefritik sendromda ise nefrotik sendromdaki gibi ağır proteinüri olmayıp günde 2 gramdan daha az oranda protein atılımı gözüktür. Nefrotik sendromda beklemediğimiz makroskopik veya mikroskopik hematurü gözüktür. Ayrıca nefrotik sendromda beklemediğimiz hipertansiyon bulguları sıktır. Böbrekten idrar atılımı azaldığı için oligüri ve azotemi eşlik eder. Tabiki her zaman bu ayrımlar keskin olmayıp sendromlar arasında geçişlerde sıkça görülür. Böbrek hastalıkları başlıca şu şekilde sınıflanabilir:

Glomerülonefritler: Primer glomerül hastalıkların patogenezi net olmamakla birlikte immün sistemin bu hastalıkların oluşumunda çok önemli mekanizmalar üstlendiği kesindir. Bu hastaların çok büyük kesiminde glomerüllerde immün sisteme ait immunglobulinler ve komplemenlar çeşitli şekilde birikirler. Bu birikimin neden olduğu, niçin her hastadan hastaya değiştiği açıklanması gereken konulardan biridir. Örneğin ÜSYE sonrasındaki çeşitli bakterilerin duvar yapısına karşı üretilen antikorlar böbrek yapısındaki bazı protein yapılarına benzediği için bakteri için üretilen antikorlar böbreğin yapısındaki proteinlere immün reaksiyon gösterir. Buna akut poststreptokokal glomerülonefrit denilir. Bunlardan başka fokal segmental skleroz, berger hastalığı, membranoproliferatif glomerülonefrit, minimal değişim hastalığı (lipoid nefroz), membranöz glomerülonefrit, kresentik glomerülonefrit sayılabilir. Bu hastalıkların ayırıcı tanısı ve oluşum mekanizmaları benzetmekle birlikte patolojik olarak biriken immün maddeler ve yerlerine göre farklılıklar vardır. Bunların ayrıntısı konumuz dışında olduğu için burada bahsedilmemiştir.

Enfeksiyonlar: Renal pelvisin enfeksiyonuna piyelit denir. Nefrit ise böbrek parankiminin enfeksiyonudur. Bu enfeksiyon etkenleri sıklıkla bakteriyel olmakla birlikte bir çok mikroorganizmaya bağlı da görülebilir. Piyelonefrit ise hem böbrek parankimini hemde renal pelvisin etkilendiği sıklıkla bakteriyel organizmaların sıklıkla alt üriner sistemden yani mesaneden ureterler aracılığıyla desendan enfeksiyonudur. Sıklıkla bayan hastalarda gözükmekle birlikte hastanede uzun süre yatan ve mesane kateterizasyonu yapılan hastalarda da gözükebilir. İV parenteral antibiyotik ile uzun süre tedavi gerekmektedir. Daha nadir olmakla birlikte piyelonefrit hematojen yolla da oluşabilir. Bu yayılım özellikle immün yetmezlikte kemoterapi alan hastalarda sık görülür.

Prostat hiperplazisi olan ve mesaneden idrar çıkışında obstrüksiyon olan hastalarda idrar mesanede uzun süre kaldığı için bakteriyel üreme sık olur. Bu

mesanedeki enfeksiyonun üreterler aracılığıyla böbreğe yayılımı yaşlı, multipl hastalığı olan hastalarda piyelonefrite sebep olabilir.

Piyelonefrit iyi tedavi edilmezse sık sık geçirilen piyelonefrit atakları zamanla kronik piyelonefrite dönüşebilir. Bu sık sık geçirilen ve tam tedavi edilmeyen idrar yolu enfeksiyonlarına bağlı olup zamanla böbrekte skar oluşumu, böbrek parankiminde azalma, kortikal defektler ve en sonunda kronik böbrek yetmezliği ile sonuçlanabilir. Kronik böbrek yetmezliğinin yaklaşık %20 sinin sebebini kronik piyelonefrit oluşturmakta olup bu önemli bir diyaliz veya böbrek nakli gereksinimi oluşturmaktadır. Özellikle çocuklarda kronik piyelonefrit sebebi arasında VUR sıklıkla sorumlu olup bu hastaların yakın takibi ve antibiyotik profilaksisi önemlidir. Yaşlı hastalarda ise kronik tıkanmaya yol açan prostat hiperplazisi veya tümörler sayılabilir.

Akut tübüler nekroz (ATN): Akut tübüler nekroz böbrek tübülüslerindeki epiteliumların özellikle iskemik veya toksik nedenlere bağlı olarak hızlı bir şekilde yıkılıp akut olarak tübülüslerde obstrüksiyon oluşturmaları ile oluşan bir tübül hastalığıdır. Akut böbrek yetmezliğinin en sık sebeplerinden birtanesi de ATN'dir. ATN'ye sebep olan birçok etyoloji vardır. ATN sıklıkla bir sekel oluşturmada iyileşir.

Arteriyolar nefroskleroz: Bu hastalarda sıklıkla sistemik hipertansiyon vardır. Böbrekler uzun süre benin veya malin hipertansiyona maruz kalmıştır. Uzun vadede glomerüllerde fibrozis ve atrofi meydana gelip bilateral renal atrofi ve kronik böbrek yetmezliği ile sonuçlanır. Patolojik olarak soğan zarı şeklinde glomerüllerde fibrosis tipiktir.

Böbrek taşları: İdrarının belirli bir derişimi vardır. Bu derişimde su ve çeşitli iyonların dengesi önemlidir. İdrarda bu maddelerin derişimi bir şekilde artarsa suyun azlığı veya bu maddelerin fazlalığına bağlı olarak bu yapılar kristalleşir. Bu kristaller zamanla daha da artıp küçük kum yapılarını oluşturur. Olay daha da ilerlerse taş meydana gelir. Böbrek taşı sıklıkla kalsiyum ile okzalat yapılarının birleşmesinden meydana gelir. Ayrıca kalsiyum fosfat, urat,

magnezyum fosfat gibi çeşitli kristallerden de oluşabilir. Taş oluşumunda birçok sebep olsada bunların çoğunun ana sebebi bilinmemekte ve niye bazı hastalarda daha sık görüldüğü hala çözülememiştir. Bu taş oluşumu sıklıkla böbrek kalikslerinde, pelvikaliksiyel sistemde hatta renal medüllada bile gözükebilir. Zamanla pelvikaliksiyel sistemdeki taşlar renal plevise, üretere düşüp akut obstrüksiyon oluşturabilir. Bu durum akut olarak böbreklerde hidronefroz oluşturup acile en sık gelen akut yan ağrısı hasta profilini oluşturur. Kronik böbrek atrofisini en sık sebeplerinden biri olan taş hastalığı kronik böbrek yetmezliği yapabilir. Taşın oluşturduğu obstrüksiyon kronik olarak devam ederse basınç yükselmesi gerisin geriye glomerüllere yansır ve zamanla glomerüllerde fibrosis ve atrofi ile sonuçlanabilir.

Tümörler: Boşaltım sisteminin çok sayıda benin ve malin neoplazileri mevcuttur. Pediatrik hastalarda Wilms tümörü, Mesoblastik nefroma ve nefroblastom sıklıkla gözükrken yetişkin hastalarda renal hücreli karsinom onkositom, anjiomyolipom, lenfoma ve metastaz sık görülmektedir. Renal hücreli karsinom yetişkinlerde böbrek malin tümörlerinin en sık görüleni olup çok çeşitli alt patolojik tipleri mevcuttur. Sıklıkla böbrek tübül epitelinden kaynaklanıp böbreğin malin tümörlerinin yaklaşık %90'nını oluşturur. Wilms tümörü pediatrik hastalarda özellikle 1-10 yaşında en sık görülen malin böbrek tümörüdür. 11.kromozomundaki bazı genetik anomaliler bu kanseri tetikle mektedir.

Ayrıca böbreğin kistleri en sık benin lezyonlarını oluşturmaktadır. Böbrek kistleri Bosniak sınıflamasına göre derecelendirilip evre 4 en kötü tipidir.

2.4. Böbrek Görüntülemesi Amacıyla Kullanılan Radyofarmasötikler

Radyofarmasötik nükleer tıp alanında tanı veya tedavi amacıyla kullanılan radyoaktif işaretli bileşiklerdir. Böbrek nükleer görüntülemede kullanılan radyofarmasötikler böbrekte yoğunlaşıp böbreğin fonksiyonu

hakkında bilgi verebildiği gibi böbrekten atılıp renal pelvis, üreter ve mesane gibi atılım yollarında da detekte edilip bize bu yapılar hakkında bilgi verebilir. Radyofarmasötikler iki gruba ayrılabilir. İlki böbrekten ivedilikle atılan ve böbrek fonksiyonu ve idrarın akışı hakkında bilgi veren radyofarmasötikler. Bunlar Tc-99m DTPA, Tc-99m EC, I-123, Tc-99m MAG3 ve I-131 OIH olarak sayılabilir. Bu ajanlar dinamik nükleer görüntülemeye kullanılır. Statik görüntülemeye böbrek parankiminde uzun süre kalmadıkları için kullanımı uygun değildir. Böbreğin fonksiyonu hakkında bilgi verirler. İkincisi böbreğin parankiminde, korteksinde yoğun bir şekilde birikip böbrek parankimine yayılan hızlıca böbreklerden atılıma uğramayan böylece böbreğin parankiminin bölgesel değerlendirilmesine olanak sağlayan radyofarmasötiklerdir. Bu grupta özellikle Tc-99m glukohptonat ve Tc-99m DMSA adlı radyofarmasötikler sayılabilir. Tc-99m glukohptonatın bir miktarı böbrek parankiminde kalıp bir miktarı idrar yolu ile atıldığı için iki grup özelliğine de sahiptir. Verilen miktarın yaklaşık %60'ı 5 saat içinde idrarla atılıp %15'i böbrek parankiminde tutunur.

Tc-99m DTPA (Dietilentriaminpentasetik Asid)

Tc-99m DTPA intravenöz enjeksiyonundan sonra ekstrasellüler alana dağılır ve vücuttan başlıca glomerüler filtrasyon ile atılır. Bu nedenle hem böbrek sintigrafisi hem de GFR hesaplanması amacıyla kullanılan bir radyo farmasötiktir. %5-10 oranında plazma proteinlerine bağlanır. Plazma klirensi hızlıdır ve yarı ömrü yaklaşık 70 dakikadır. Verilen dozun %90'ı 24 saatte idrarla atılır (7,8).

Tc-99m DMSA

DMSA açılımı dimerkaptosüksinikasittir. DMSA kiti böbreğin statik nükleer görüntülenmesinde kullanılan asidik pH 'da Tc-99m perktenat ile işaretlenip +3 değerlik kazanıp alkali pH da +5 değerlikli hale geçen bir radyofarmasötiktir.

Tc-99m DMSA, günümüzde renal parankimin planar sintigrafi veya SPECT ile değerlendirilmesinde kullanılan bir radyofarmasötiktir. DMSA büyük oranda yaklaşık %95 plazmadaki protein yapılarına tutunan ve büyük oranda tübülüslerdeki absorpsiyon ile temizlenen radyofarmasötiktir. Çok küçük oranda kırmızı kan hücrelerine bağlanabilir.

İV verilen DMSA'nın yarısı bir saat içerisinde, üçte dördü 24 saat içerisinde böbrekler ile tutulur.

DMSA'nın böbrek parankiminde kortekste ki oranı yaklaşık 22 birim iken medülladaki bu oran yaklaşık 1 birimdir. DMSA'nın büyük oranda böbrek proksimal duktuslarında yoğunlaştığı bilinir. Böbrek korteksindeki bu birikimi böbreğin parankim defektlerini göstermekte çok iyidir.

DMSA sintigrafisinin başlıca endikasyonları şu şekilde sıralanabilir: Bölgesel böbrek parankim anomalilerinin saptanması, akut piyelonefritin ve akut enfeksiyondan 6 ay sonra böbrek nedbe dokusunun saptanması, anormal dupleks böbrek, küçük böbrek ve displastik dokunun gösterilmesi, ektopik böbreğin saptanması, multistik böbrek tanısının doğrulanması (13,14).

Tc-99m DMSA BÖBREK SİNTİGRAFİSİ

DMSA böbreğin statik nükleer görüntülemesinde kullanılan bir radyo farmasötiktir. DMSA İV verildikten sonra geç alınan görüntüler ile oluşur. En iyi görüntü elde etmek için İV verildikten yaklaşık 3 saat sonra inceleme yapılmalıdır. DMSA'nın ortalama dozu son guidline'lere göre 0.05 mCi/kg dır. Pediatrik hastalarda en düşük doz 15 MBq, maksimum doz 110 MBq olmalıdır.

DMSA nükleer görüntülemede hasta supin pozisyonda yani sırt üstü yatarken görüntüler alınır. Planar görüntülemede hastadan anterior, sağ ve sol posterior oblik pozisyonda ve posterior pozisyonda görüntüler alınır. Bu görüntüleme işlemi yaklaşık 128x128 matrisde yapılır. Yaklaşık 300000 sayım yapılır. Özellikle anterior pozisyonda ektopik böbrek araştırılıyorsa hastanın mesanesinin boş olmasına dikkat edilmelidir.

Tc-99m DMSA Endikasyonları

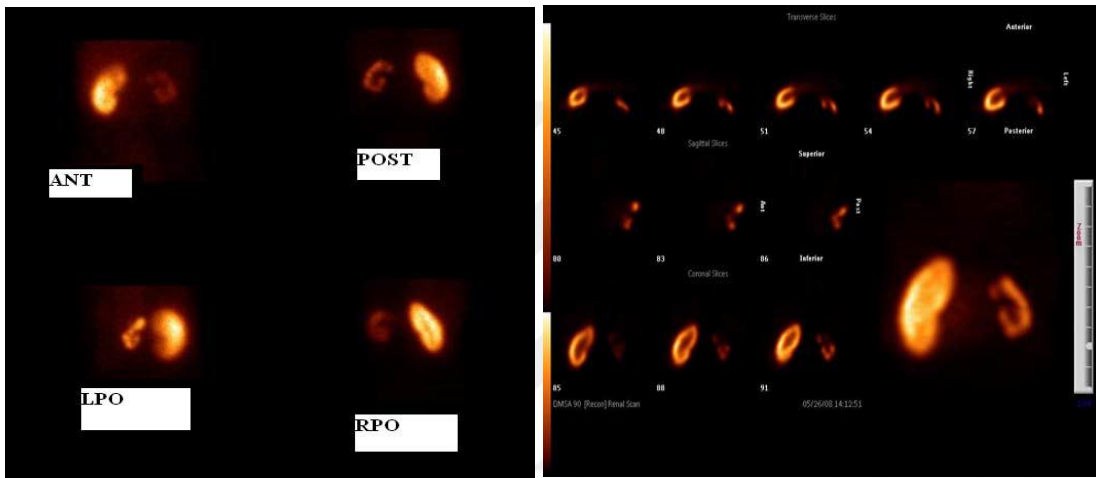
Akut PN:

Tc-99m DMSA böbrek korteksinde 22 birim tutulum gösterirken medüllasında 1 birim tutulum göstermektedir. DMSA'nın büyük kısmı böbrek proksimal tübülüslerinde tutulum göstermektedir. Akut piyelonefritte tübülüslerin fonksiyonu bozulduğu için DMSA proksimal tübülüslerde tutulum gösteremez ve bu böbrek parankiminde defektler şeklinde görülür. İV verilen DMSA'nın yarısı bir saat içerisinde, üçte dördü 24 saat içerisinde böbrekler ile tutulur. Bu açıdan DMSA böbrek parankim defektleri göstermede mükemmel bir yöntemdir.

Böbrekteki fibrozisin saptanması:

Sık görülen idrar yolu enfeksiyonları iyi tedavi edilmez ve sürekli tekrarlırsa zamanla asendan yol ile böbreğe ulaşabilmekte ve böbrek parankiminde kronik dönemde skar ve fibrozis ile oluşum gösterebilmektedir. Bildiğimiz üzere fibrozis irreversibl bir olay olup parankimde hasarlanan glomerül hücrelerin yerine bir daha yenisinin gelme imkânı yoktur. Tekrarlayan İYE'ler zamanla skar dokunun daha da artmasına ve ileri derecede kronik böbrek yetmezliği ile sonuçlanabilmektedir. Özellikle diyabet ve hipertansiyon gibi komorbid faktörler durumu daha da ağırlaştırabilmektedir. Pediatrik hastalarda VUR önemli bir böbrek skar doku sebeplerindendir. VUR'a bağlı olarak sık görülen İYE'ler iyi tedavi edilmezse böbrekte skar oluşumu ile sonuçlanabilmekte kronik dönemde ise kronik böbrek yetmezliğine ilerleyebilmektedir. Ayrıca posterior üretral valv ve spastik paraliziye bağlı nörojenik mesane gibi durumlarda da böbrekte fibrozis sıklıkla gelişebilmektedir. Akut PN sonrasında fibrozis oluşma ihtimali % 20'lere kadar çıkabilmektedir. Bu yüzden İYE'lerin küçümsenmemesi özellikle yaşlı, immünsüpresifi, kalp yetmezliği, diyabetik hastalarda daha önemsenmelidir. İyi bir İV veya oral antibiyotik tedavisi ile birçok İYE tedavi edilebilmekte ve böbrekte skar oluşumu ile sonuçlanabilecek bir olay en başından önlenabilmektedir. Sonuç olarak böbrek parankiminde enflamasyon veya immün

sistemin tetiklediği inflamatuvar olaylar önlenemezse glomerüllerin yapısı bozulmakta ve fibrozis ile kollajen üretimi görülmektedir. Bunun sonucunda nefronlar yok olmakta ve fibrozis nihayetinde hacim ve fonksiyon kaybı ile kendini gösterebilmektedir. Nükleer tıp görüntüleme ile hem dokuda hacim kaybı hemde fonksiyon kaybı saptanabilmektedir. Özellikle parankimde enfarktta görüldüğü gibi kama tarzında tutulum defektleri, incelmeler ve düzleşmeler meydana gelmektedir. **Şekil 2.1**'de sağ böbrekte hacim azalması (atrofi) ile birlikte olan kortikal defektler fibrozis şeklinde görülmektedir.

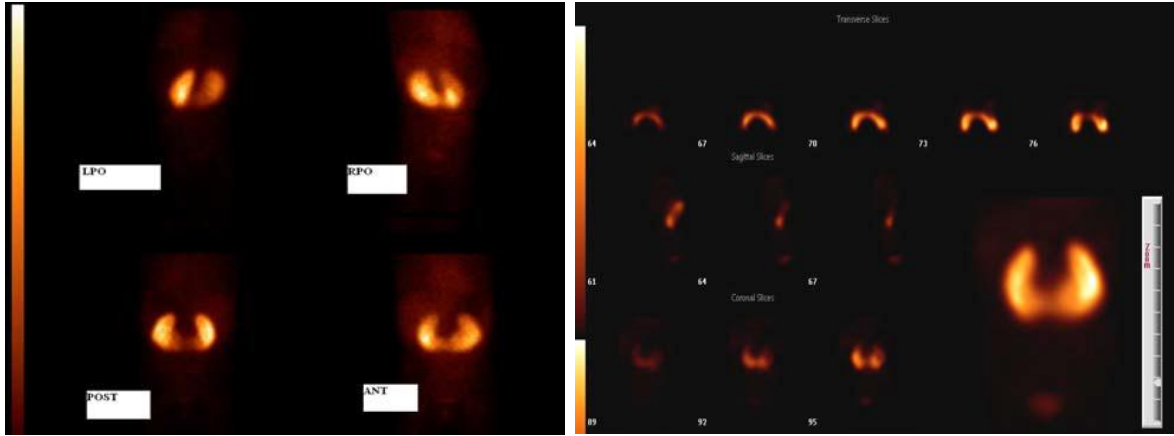


Şekil 2.1. Sağ böbrekte skar ile uyumlu defekt izlenen 30 yaşındaki hastanın statik sintigrafi görüntüleri

Akut PN yaklaşık %20 civarında fibrozis ile iyileşebilmektedir. Bu yüzden bu hastaların klinik olarak yakın takibi gerekmektedir. Ultrasonografi skar dokusunu gösterebilmekle birlikte skar doku gelişimini göstermede en iyi yöntem nükleer görüntüleme olup kortikal defektleri göstermede çok sensitif bir yöntemdir. Ayrıca hastaların tanısını koymada ve sonrasında takip edilmesinde çok iyi bir yöntemdir. Klinik olarak akut piyelonefrit tanısı konulan hastaların çok büyük kısmında bu oran %90'lara ulaşmakta, DMSA'da tutulum defektleri ve fibrozis saptanmaktadır. Akut dönemde izlenen bu tutulum defektlerinin 3-6 ay gibi devam edebildiği ifade edilmektedir. Akut piyelonefritte DMSA görüntülemenin %90'lara varan duyarlılığı ve %100'lere varan özgüllüğü vardır (33). Skarın saptanmasında ise bu oranlar düşmekte

olup yaklaşık %75 duyarlılığa ve %95 özgüllüğe sahiptir (34). Böbrek parankiminde enflamasyon veya infla masyon sonucu oluşan fibroziste normal glomerül yapısı bozulduğu için radyofarmasötik tutulumu gözükmemekte ve bu görüntülemelerde parankimde hacim kaybı ve defekt ile kendini göstermektedir. Bu defekt görüntülemelerde o alandaki glomerül olmaması sebebiyle olup buna neden olabilecek böbrekteki kist, abse, kitle gibi patolojiler de defekt ile kendini gösterir. Bu durumlarda ultrasonografi veya bilgisayarlı tomografi gibi yardımcı görüntülemeler ile ayırıcı tanı yapılabilir. Ultrasonografide belirgin anormallik yoksa bu defektin daha rahatlıkla akut PN sekeline bağlı defekt olduğunu söyleyebilmek daha kolaydır.

Konjenital malformasyonlar: Statik görüntüleme ile konjenital malformasyonların tanısı konabilmekle birlikte at nalı böbrek, multistik böbrek ve hidronefroz tanısı koymak için özellikle nükleer görüntülemeye yer yoktur. Ultrasonografi gibi radyasyon etkisi olmayan ve kolay ulaşılabilir bu yöntem özellikle pediatrik hasta grubunda daha sıklıkla tercih edilmelidir (29). Hidronefroz tanısını koymada ultrasonografi, DMSA görüntülemeye üstündür. **Şekil 2.2'**de at nalı böbrek anomalisi olan hasta örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.2. At nalı böbrek anamolisi olan 6 yaşındaki hastanın statik sintigrafi görüntüsü

Göreceli böbrek fonksiyonlarının belirlenmesi: Göreceli böbrek fonksiyonlarının göstergesi olarak diferansiye değerler kullanılmakta olup her iki böbreğin toplamı 100 olarak kabul edilir. Normal böbrekler %45-55 arasında

değerlerde değişim gösterebilmektedir. Fakat bu yöntemde bazı patolojiler yanlış sonuçlara sebep olabilmektedir. Örneğin hidronefroz olan tarafta pelvisteki birikim yalancı sonuçlara sebep olabilmektedir. Ayrıca bilateral hipoplazik ve atrofik böbreklerde değerler normal sonuçlar gibi gösterilebilmektedir. Bu yüzden bu göreceli diferansiye değerlerini değerlendirirken muhakkak yardımcı bir radyoloji görüntülemeye tomografi veya ultrason gibi faydalanmak gerekmektedir (31).

2.5. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Günümüzde hastalıkların tanısında en sık ve en tercih edilen radyolojik görüntülemelerden biri bilgisayarlı tomografidir. Bilgisayarlı tomografinin dozu onu kısıtlayan etmenlerinden biri olsada ilerleyen teknoloji ile belirgin doz azaltılmasına gidilecek gibi görünmektedir. Görüntüleri ince kesitte ve saniyeler gibi çok kısa zaman içerisinde alması bu görüntülerden çeşitli yazılımlar ile iki ve üç boyutlu görüntüler alması avantajlarından biridir. Ayrıca yüksek kontrast ve geometrik rezolüsyonu hastalıkların tanısını daha da artırmıştır. Acil şartlarında hızlı ve problem çözücü olması, saniyeler içerisinde tüm vücudu görüntüleme olanağı, kemik yapıları hakkındaki yüksek geometrik rezolüsyonu özellikle acildeki yaşlı ve travma hastalarında BT'yi vazgeçilmez yapmaktadır. Kontrast verip dinamik incelemelere olanak vermesi özellikle iç organların hastalıklarında ayırıcı tanıda kullanım alanını artırmıştır. Girişimsel radyolojide özellikle toraks biyopsilerinde doz azaltım yöntemi kullanılarak biyopsi yapmada rehberlik etmektedir. Ayrıca günümüzde artan ve artacak olan onkolojik hastalıkların metastazlarını saptamada ve bunların takip ve izlenimini değerlendirmede kolay, hızlı ulaşılabilir olması kullanımını daha da artırmaktadır.

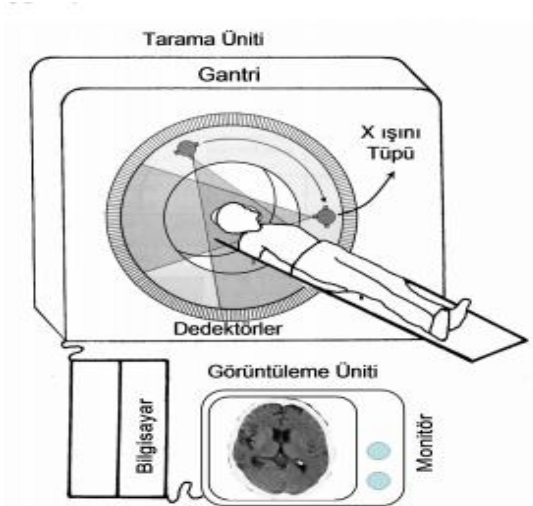
BT' nin kullanım alanlarında renal kolik hastaları, karın ağrısı nedeninin araştırılması, bilinen veya kuşkuyla abdominal kitle, sıvı koleksiyonu, primer veya metastatik malin hastalıklar ve abdominal akut olayların araştırılması

rılması, abdominal damarların bilinen veya kuşku edilen doğumsal veya edinsel hastalıklarının değerlendirilmesi, abdominal travmanın değerlendirilmesi abdo mene yönelik yapılmış başka tetkiklerde saptanan bulguların veya laboratuvar bozukluklarının aydınlatılması, tanısal ve/veya tedavi amaçlı girişimsel işlemlere rehberlik etmede kullanılır.

BT Cihazı

BT cihazı tarama, bilgisayar ve görüntüleme olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. (Şekil 3.1.)

1. Tarama bölümü: Bu bölümde gantri denilen X ışını tüpü, dedektör ve bunlara voltaj sağlayan jeneratör bölümlerinden oluşur. Gantrinin içerisinde geniş bir hastanın masa ile birlikte uzanım gösterdiği bir açıklık vardır. Gantrideki tüp ile karşısında yerleşim gösteren dedektör çekim sırasında hastanın etrafında döner. Yeni teknoloji cihazlarda slip-ring teknolojisi ile kablolar olmadan tüp ve dedektör 360 derece istenildiği gibi dönüş yapabilir. Tüpten çıkan X ışını hastaya gönderilip hastadan geçen X ışınları tam karşısında yer alan dedektör ile algılanır ve bu sinyaller yüksek teknoloji cihazlar ile dijitalize edilip görüntü haline getirilir.



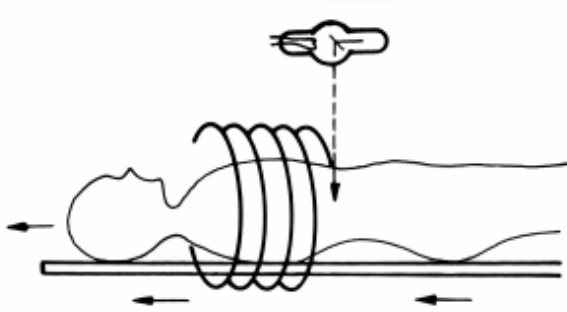
Şekil 3.1. BT cihazının bölümleri

2. Bilgisayar sistemi: Hastadan penetre olup dedektöre gelen X ışınları solid-state dedektörlerdeki sintilasyon kristalleri ile X ışınlarından sinyali ölçüsünde ışık üretilir. Bu ışıklardan elektronlar vasıtasıyla elektrik sinyali üretilir. İşte bu elektrik sinyalleri piksellerden gelen sinyale göre yüksek çözümleme gücüne sahip bilgisayarlar ile görüntü haline getirilir. Bu görüntü işlemi yapılırken dijitalizasyon dediğimiz bir nevi X ışın sinyallerinin gücüne göre rakamsallaştırmak ya da sayısal veriler haline getirme işlemi kullanılır. Bu sayısal verilerde çeşitli gri tonlamalar ile görüntü haline getirilir.

3. Görüntüleme bölümü: X ışını dedektörler ile saptandıktan sonra dijitalize edilir. Bu işlem sırasında veriler yüksek çözünürlüklü bilgisayar ekranlarına aktarılır. Günümüzde PACS sistemi denilen verileri arşivleyip işlemeye, internet üzerinden veri aktarımına imkan veren ağ sistemleri kullanılmaktadır. İş istasyonu da denilen bu güçlü monitör ve bilgisayarlar ile görüntüler hızlı bir şekilde, ayrıca çeşitli işlemlerin yapılabilirdiği bir ortam oluşturulmuş olur.

Bilgisayarlı tomografinin ilk çıktığı yıllarda bir beyin BT yaklaşık 20 sn ve 4 kesitten oluşurken günümüz sistemlerinde tüm vücut saniyeler içerisinde görüntülenebilmektedir. Özellikle helikal BT'lerin çıkması tomografinin klinik kullanımı çok artırmıştır. Helikal tomografide slip-ring teknolojisi ile tüp devamlı hasta etrafında 360 derece dönerken hastanın hareketi ile çok hızlı taramalar yapılabilir öyleki hareket eden kalp gibi organlar bile tek bir kesit ile tamamen taranabilmekte yüksek çözünürlükte veriler elde edilebilmektedir. Daha ileri bir teknoloji olan multi slice BT'de çekim sürelerini saliselere indirilmiştir (**Şekil 3.2.**). Multi slice BT'de helikal BT'de tek olan dedektörlerin z aksındaki sayıları artırılmıştır. Bu şekilde taranan hacim artırılmış ve çekim süreleri inanılmaz azaltılmıştır. Ayrıca böylece X ışınından faydalanma maksimum seviye çıkartılıp, hastanın aldığı doz azaltılmıştır. Günümüzdeki teknolojiler ile neredeyse bir akciğer grafisinde çekilen miktar doz ile toraks BT çekme imkânlarına ulaşılmıştır. Bunda softwarelerin tomografideki

artefaktları azaltması ve doz azalması çok önemlidir. Multi slice BT'ler ile iki ve üç boyutları görüntüler artefakt miktarı minimize edilerek yüksek kalitede elde edilebilmektedir.



Şekil 3.2. Helikal spiral BT'nin yapısı

3D görüntüleme ile sanal kolonoskopi, endoskopi yapılabilmektedir. Tüm bu ileri teknoloji görüntüleme yöntemleri klinikte çok sayıda tomografi çekilmesi sonucunu doğurmaktadır. Buda çekimler sırasında hasta dozunu minimize etme çabalarını artırmaktadır.

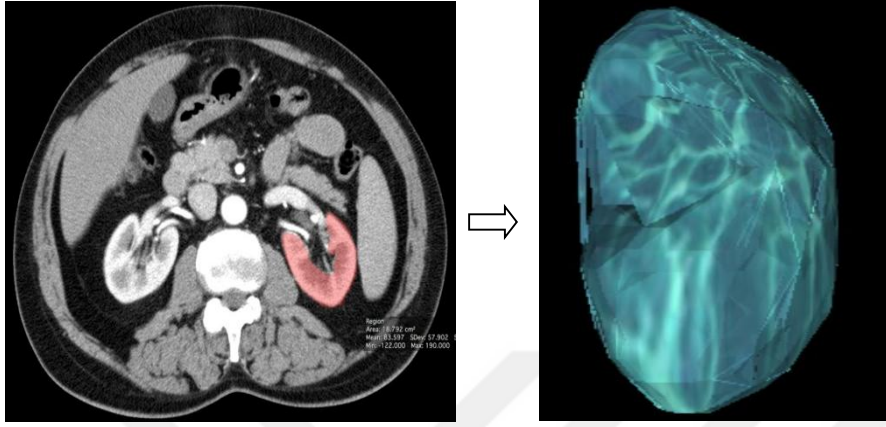
3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 21.03.2017 tarihli, 2017/7-2 karar no'lu izni ile gerçekleştirilmiştir.

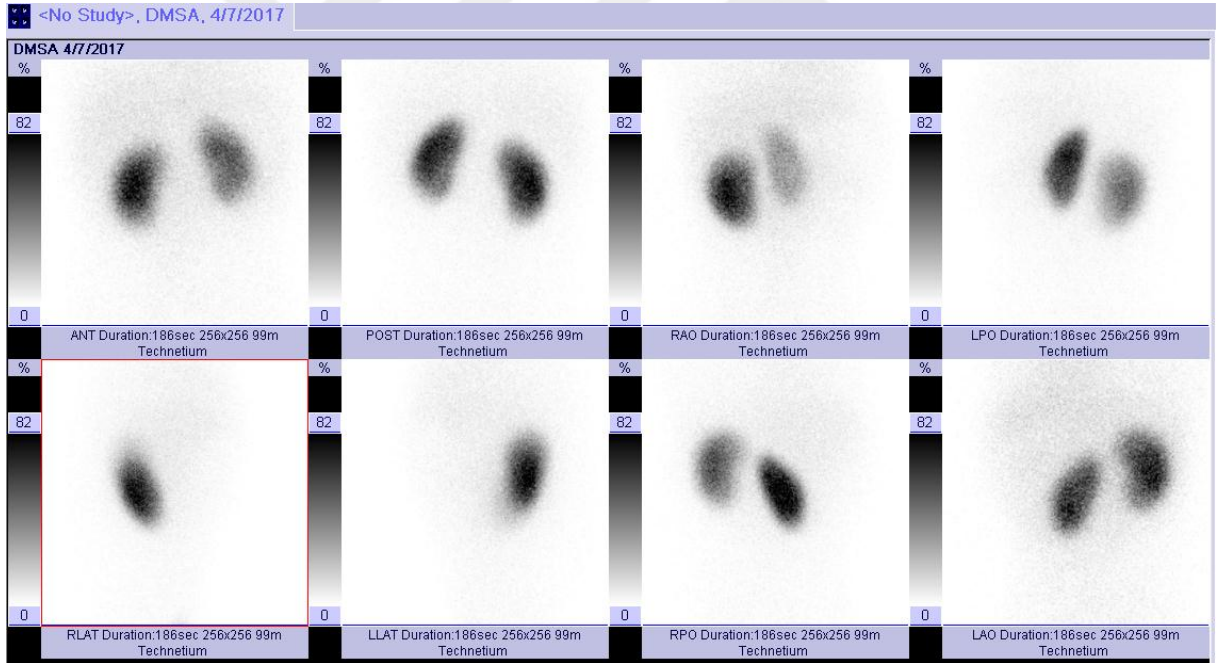
Çalışmamıza Ocak 2011-Haziran 2016 tarihinde İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesinde Statik Renal Sintigrafisi ve Renal BT'si çekilen 202 hasta dahil edildi. Hastaların Renal BT'leri iş istasyonuna (Mac Workstation) transfer edilip özel bir yazılım olan Osirix MD programında, renal yağlı hilüs, pelvikaliksiyel sistem, vasküler yapılar, kist-kitle gibi parankim haricindeki lezyonlar parankim volümüne dahil edilmeden, sadece parankimleri dahil olacak şekilde her kesitlerdeki böbrek parankimi ayrı ayrı hassas bir şekilde manuel çizilip, her iki böbrek volümleri otomatik olarak hesaplandı. **Şekil 4.1'** de gösterildiği gibi BT kesitlerindeki her bir kesitdeki böbrek parankimi manuel olarak hassas bir şekilde brush ile boyanıp sağ ve sol böbreklerin ayrı ayrı total böbrek volümleri Osirix MD özel programı ile otomatik hesaplandı.

Hasta ve kontrol gruplarına, Tc-99m DMSA kullanılarak statik böbrek sintigrafisi çekildi. Mo-99/Tc-99m jeneratöründen sağım yapılarak Tc-99m perteknetat elde edildi. Tc-99m DMSA kiti ile bağlandı. Hastaya kg başına 0.04–0.05 mci radyoaktif madde intravenöz (iv.) enjeksiyonu yapıldı. Enjeksiyondan ortalama 3 saat sonra anterior, posterior, sağ ve sol posterior oblik pozisyonlarda statik görüntüler alındı. Çalışmada düşük enerjili, yüksek rezolüsyonlu, paralel delikli kolimatör seçilerek çift başlı gama kamera Siemens Symbia S (Siemens medical solutions USA, Inc. Hoffman Estates, IL 60192) kullanıldı. Enerji seviyesi 140 keV ve pencere aralığı %20 olarak belirlendi. 256x256 matris olacak şekilde her biri anterior – posterior pozisyonlarda 500 Kct, sağ ve sol posterior oblik pozisyonlarda 350 Kct olacak şekilde görüntüler elde edildi. Siemens Medical solutions, Inc. And Toshiba Medical systems corporation kaynaklı Syngo MI applications, SYNGOP work

station'da prosesleri yapıldı. Posterior pozisyonlardaki görüntülerden kantitatif sağ ve sol böbrek oranları hesaplanmıştır. Oranlar % olarak belirtilmiştir. **Şekil 4.2**'de normal bir statik böbrek sintigrafisi örneği gösterilmiştir.



Şekil 4.1. BT parankim volüm hesaplama



Şekil 4.2. Statik böbrek sintigrafisi örneği

İstatiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme SPSS 15 (Statistical Package for Social Scienses) programı ile yapılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanında nicel verilerin değerlendirilmesinde Student-t testi, ikiden fazla grubun kıyaslanmasında tek yönlü anaova ardından gruplar arası farklılıkta TUKEY testi kullanılmıştır. Tüm niceliklerin birbiriyle ilişkisi Pearson korelasyon katsayısı ile irdelenmiştir. Sonuçlar %95’lik güven aralığında, anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışma grubumuzda yaşları 3-83 arasında değişen 113'ü (%56) erkek, 89'u (%44) kadın toplam 202 hasta vardı.

Çalışmaya dahil edilen hastalar hidronefroz, taş ve donör olmak üzere üç gruba ayrıldı. Grup 1'e üreteropelvik darlık, vezikoüretal darlık, taşa bağlı hidro nefrozlu hastalar dahil edildi. Grup 2'ye hidronefroz oluşturmeyan taş hastaları dahil edildi. Grup 3'e donör hastaları dahil edildi. Grup 1'de 47, Grup 2'de 60 ve Grup 3'de 33 hasta vardı. Grupların BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri istatistiksel olarak kıyaslandı. Elde edilen istatistiksel değerler **Tablo 1**'de sunulmuştur.

Tablo 1. Hastaların istatistiksel değerlerinin tablosu

	Grup 1	Grup2	Grup3
Yaş ortalaması	28,95±17,69	37,05±19,11	39,48±20,16
Sağ böbrek bt parankim volüm	101,46 ± 59,25	106,37±63,21	121,81±34,94
Sağ böbrek sintigrafı	47,21 ± 22,81	48,09 ±23,90	41,30 ±9,02
Sol böbrek bt parankim volüm	108,35 ± 64,68	102,80± 59,66	128,04 ± 40,29
Sol böbrek sintigrafı	52,78 ± 22,81	51,23 ±24,15	41,57 ±8,97

Grup 2 yaş ortalamaları Grup 1'den yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0,05$).

Grup 3 yaş ortalamaları Grup 1'den yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0,05$).

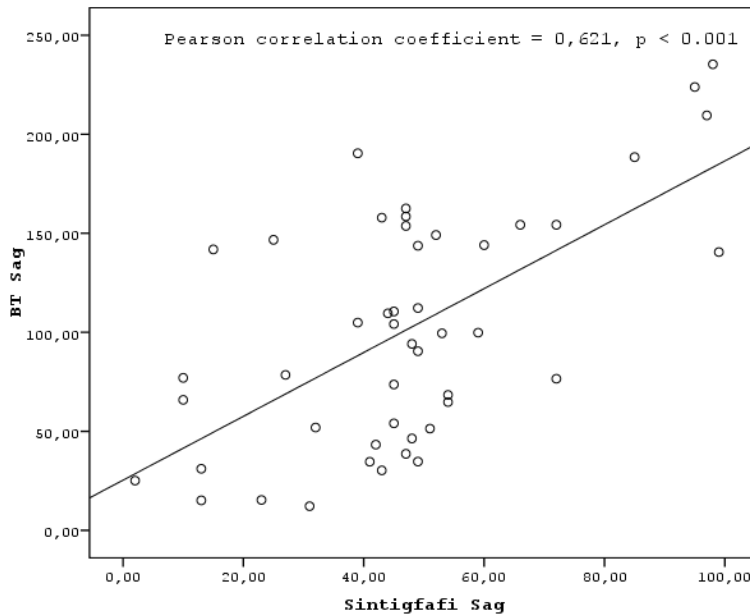
Grup 2 ile Grup 3 yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,383$).

Sağ böbrek BT parankim volüm değerlerinde Grup 1, 2 ve 3 arasında hem grup hemde subgrup olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,269$).

Sağ böbrek sintigrafik değerlerde Grup 1, 2 ve 3 arasında hem grup hemde subgrup olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,304$).

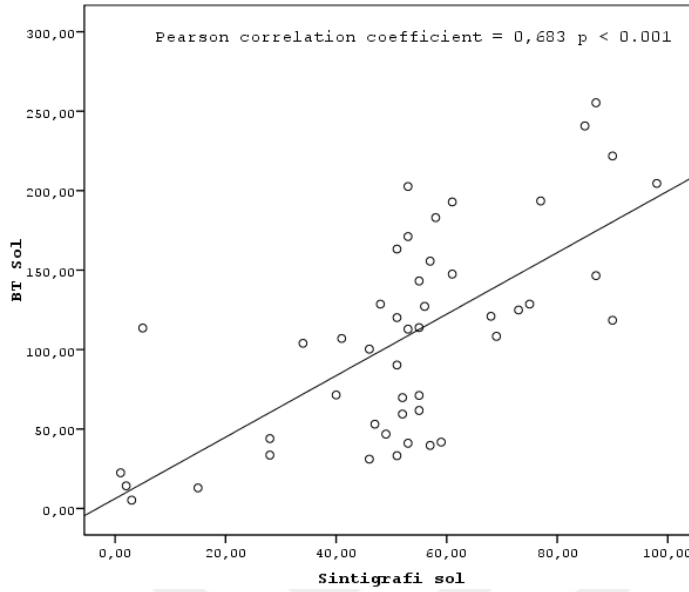
Sol böbrek BT parankim volüm değerlerinde Grup 1, 2 ve 3 arasında hem grup hemde subgrup olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,127$).

Sol böbrek sintigrafik değerlerde Grup 1, 2 ve 3 arasında hem grup hemde subgrup olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,58$).



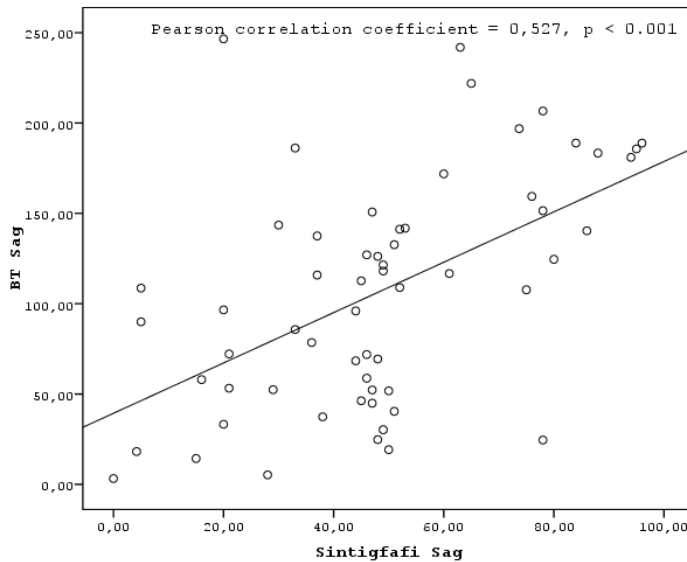
Grafik 1.1. Grup 1 Sağ BT parankim volüm değerleri ile sağ sintigrafik değerler arasında ilişki

Grup 1(Hidronefroz) hastalarında sağ BT parankim volüm değerleri ile sağ sintigrafik değerler arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi ($p<0,001$).



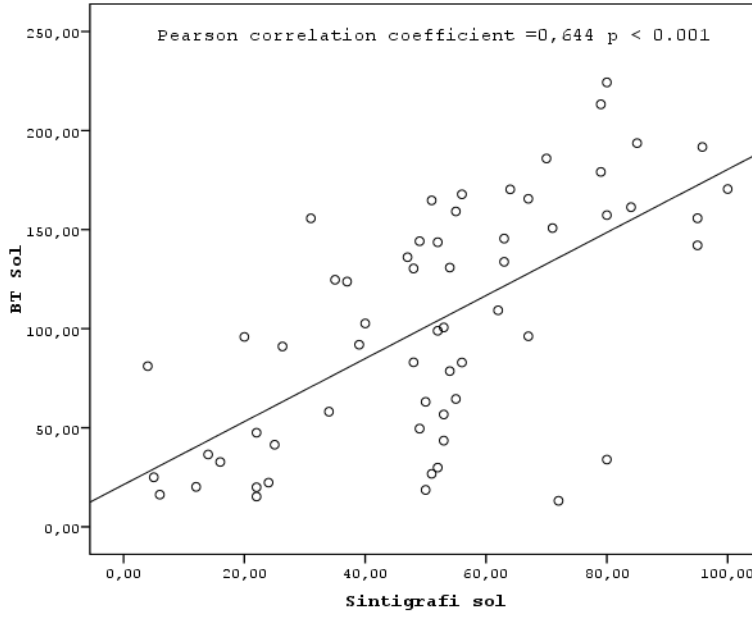
Grafik 1.2. Grup 1 sol BT parankim volüm değerleri ile sol sintigrafik değerler arasında ilişki

Grup 1(Hidronefroz) hastalarında sol BT parankim volüm değerleri ile sol sintigrafik değerler arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi ($p<0,001$).



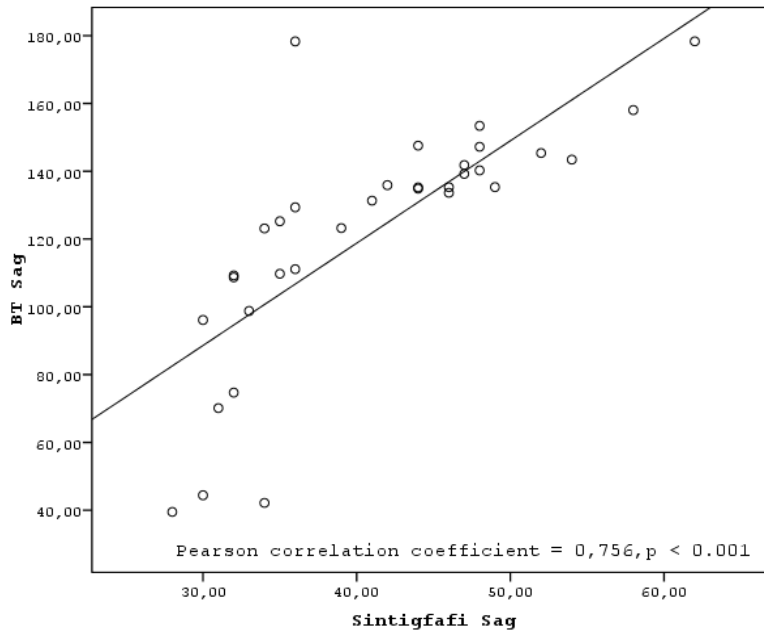
Grafik 2.1. Grup 2 sağ BT parankim volüm değerleri ile sağ sintigrafik değerler arasında ilişki

Grup 2(taş) hastalarında sağ BT parankim volüm değerleri ile sağ sintigrafik değerler arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi ($p<0,001$).



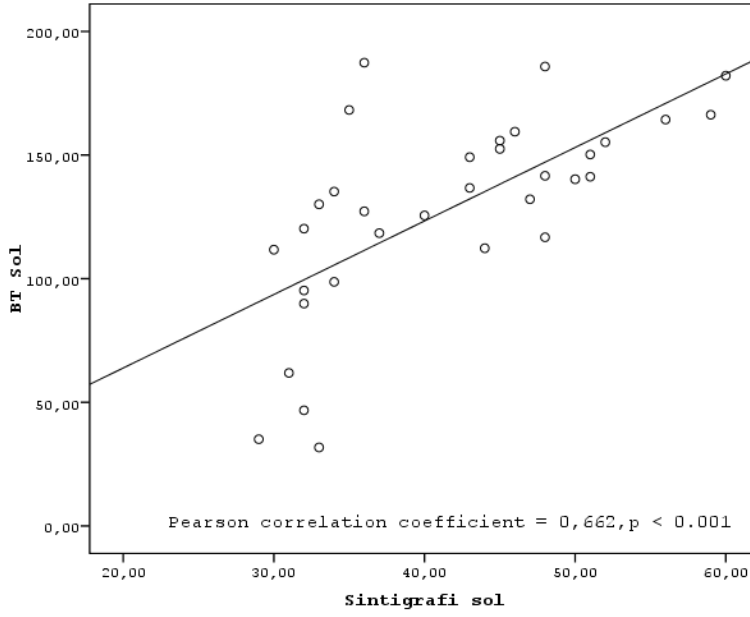
Grafik 2.2. Grup 2 sol BT parankim volumleri ile sintigrafik değerleri arasında ilişki

Grup 2(taş) hastalarında sol BT parankim volümleri ile sintigrafik değerleri arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi ($p < 0,001$).



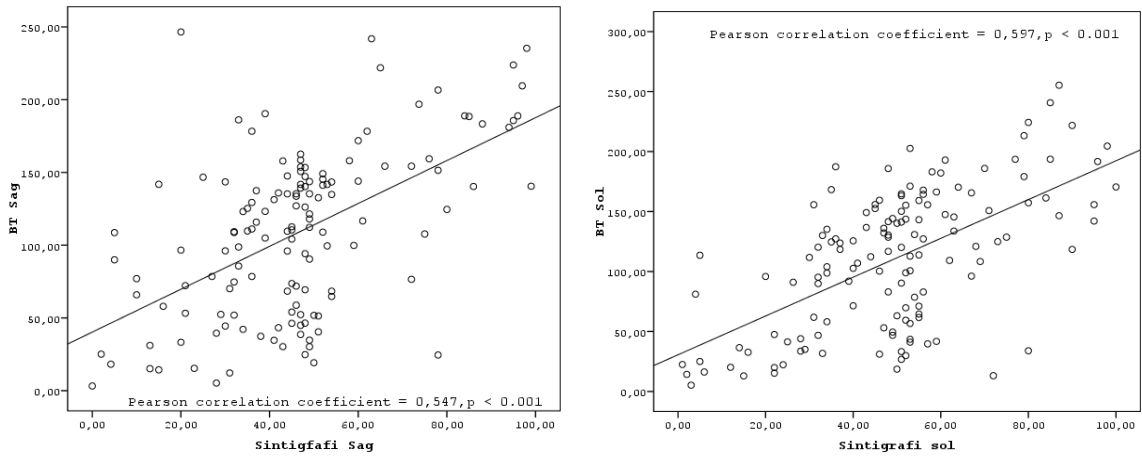
Grafik 3.1. Grup 3 sağ BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında ilişki

Grup 3(donör) hastalarında sağ BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi ($p < 0,001$).



Grafik 3.2. Grup 3 sol BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında ilişki

Grup 3(donör) hastalarında sol BT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi ($p < 0,001$).



Grafik 4.1. Grup bağımsız sağ ve sol CT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında ilişki

Ayrıca hidronefroz, taş, VUR, UP darlık, atrofi, agenezi, sistit gibi çeşitli etyolojiler ile çekilen 202 hastanın sağ ve sol renal CT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında güçlü pozitif korelasyon tespit edildi. (Grafik 4.1.)

5. TARTIŞMA

Nükleer tıp teknikleri böbrek hastalıklarının tanı ve takibinde önemli rol oynamaktadır. Bu yöntemler, yüksek duyarlılıkla böbrekte radyolojik olarak görülebilir lezyon oluşmadan önce doku hasarını gösterebilmektedir. Nükleer tıp teknikleri göreceli olarak düşük radyasyon maruziyetiyle hem fonksiyonel hem de anatomik bilgi sağlayabilen tanı aracıdır. Radyonüklid yöntemler, çocuk hasta veya böbrek yetmezliği olan hastalar gibi özel gruplarda bile güvenle kullanılabilir. DMSA böbrek sintigrafisi, çocuk ve yetişkinler de böbrek parankiminin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan referans bir yöntemdir (57,58). DMSA'nın böbrek korteksinde özgün tutulumu kortikal defektlerin yüksek hassasiyetle saptanmasını sağlar. DMSA böbrek sintigrafisi nin en önemli endikasyonu, üst üriner sistem enfeksiyonlarına bağlı oluşan nedbe dokusunun tespiti (59).

Bununla beraber anatomik detayı ve vasküler yapıları görüntülemeye, renal kist-solid lezyon ayırıcı tanısında, pelvikaliksiyel sistem değerlendirilmesinde, cerrahi açıdan aksesuar vasküler yapıların görüntülenmesinde, vasküler yapıların uzunlukların hesaplanmasında, cerrahi yaklaşım değerlendirilmesi açısından bilgisayarlı tomografi sintigrafiye üstündür.

Potansiyel canlı böbrek donörlerde preoperatif ayrıntılı anatomik bilgi için görüntüleme yöntemleri gerekmektedir. Bu yöntemlerden de CT Anjio en iyi anatomik bilgiyi vermektedir. Gelişmiş bilgisayar sistemleri ve yazılım programları ile CT Anjio görüntülerden, 3D reformat görüntüler elde etmek mümkündür. CTA yüksek spesifite ve duyarlılıkta böbrek anatomisi hakkında bilgi vermektedir (50). CT tabanlı volüm ölçümleri, nükleer görüntüleme yöntemlerine göre böbrek pozisyonu, renal volüm ölçümü ve anatomik bilgi açısından cerraha daha ayrıntılı bilgi vermektedir (51).

Çalışmamızda renal CT parankim volümü ile sintigrafik değerler arasında korelasyon olup olmadığını ve renal CT parankim volümünün böbrek fonksiyon göstergesi olarak renal sintigrafiye tamamlayıcı ya da alternatif bir yöntem olup olamayacağını araştırdık.

Diez ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 3D CT tabanlı volüm değerleri ile renal nükleer görüntüleme değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. 3D CT tabanlı volüm değerleri ve böbrek boyutları ile hastaların antropometrik (boy, ağırlık, VKİ) değerleri arasında korelasyon bulunmuş. Bu çalışma sonucunda sağlıklı canlı donörlerde böbrek CT parankim volümünün, böbrek fonksiyonunun yerine geçebilecek bir marker olabileceği ifade edilmiş ve böbrek CT parankim volüm ölçümünün bir fonksiyonel görüntüleme aracı olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır (52).

Brenner ve ark. yaptığı çalışmada böbrek başına düşen glomerül sayısı ve ortalama glomerül hacmi, böbrek ağırlığı ile yakından ilişkili bulunmuş ve renal parankim volüm değerlerinin fizyolojik olarak böbrek fonksiyonuyla orantılı olduğu vurgulanmış (53).

Başka bir çalışmada Kato ve ark. hasta sayısının azlığı, klinik bilgilerin yeter sızlığı, sadece tek böbrek volüm değerlerinin çalışmaya dahil edilmesi gibi dezavantajlar bulunmasına rağmen, renal CT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında korelasyon bulmuşlardır (54).

W.Liu ve ark.larının yaptığı çalışmada operasyon öncesinde ve sonrasında otomatik ve semiotomatik programlar ile renal volüm, renal kortikal volüm ve renal parankimal volüm ölçümleri hesaplanıp operasyon öncesi ve sonrası nükleer görüntüleme değerleri ile kıyaslanmış ve bu değerler arasında korelasyon bulunmuştur. Sonuç olarak renal parankim volümünün postoperatif hastalarda böbrek fonksiyonlarını değerlendirmede kolay ve efektif bir yöntem olduğunu ifade etmişler (55).

Funahashi ve ark.larının yaptığı çalışmada unilateral nefrektomili hastalarında postoperatif GFR değerleri ile renal CT parankim volümleri

kıyaslanmış ve bu hastalarda postoperatif sintigrafiye gerek kalmaksızın böbrek fonksiyonu hakkındaki bilgiyi GFR ve renal parankim volüm değerlerin verebileceği ifade edilmiş ve böbrek fonksiyonel göstergesi olarak renal CT parankim volümünün de kullanılabileceği vurgulanmıştır (56).

Bizim bilgilerimize göre literatürde böbrek taşı, hidronefroz hastalarında böbrek volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasındaki ilişkiyi gösteren çalışma bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda 140 hasta donör, taş, hidronefroz olmak üzere üç gruba bölünmüş ve renal CT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında güçlü korelasyon bulunmuştur. Ayrıca grup bağımsız olarak taş, hidronefroz, VUR, UP darlık, agenezi gibi çeşitli klinik tanıları olan 202 hastanın renal CT parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerleri arasında da güçlü korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar ışığında böbreğin fonksiyonel birimi olan glomerüllerin, ortalama volümü, böbrek ağırlığı ve volümü ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Renal CT’de parankim volümünün hesaplanması dolaylı olarak bize böbrek fonksiyonu hakkında bilgi vereceğini düşünmekteyiz. Renal CT incelemede sintigrafik yöntemlere göre anatomik detay, ve böbrek patolojileri hakkında ilave bilgiler sağlama ve ayrıca böbreğin fonksiyonel olarak değerlendirilmesinde sintigrafi ile korele bilgiler sağlama özellikle renal transplantasyon öncesi böbrek değerlendirilmesinde alınacak böbrek seçiminde, böbreğin fonksiyonel durumuyla beraber renal anatomik varyasyonların bilinmesi açısından önemlidir. Bu açıdan Renal CT’nin böbreğin anatomisi, patolojilerinde ve bunun yanında fonksiyonu hakkında bilgiler sağlama bu yönemin sintigrafik yöntemleri tamamlayıcı veya alternatif bir yöntem olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızda ATN gibi akut böbrek yetmezliği yapan ve böylece akut olarak böbrek fonksiyonlarını bozup, böbrek glomerülü sayısında ve hacminde akut dönemde anlamlı değişiklik yapmayan hastalar, hasta sayısı yetersiz olduğu için dahil edilmemiştir.

6. SONUÇ

Donör, taş ve hidronefroz hastalarında renal CT’de ölçülen parankim volüm değerleri ile sintigrafik değerler arasında güçlü bir korelasyon bulunmuş ve böbrek fonksiyonunun değerlendirilmesinde renal CT parankim volüm değerlerinin bir marker olarak kullanılabileceği öngörülmüştür. Özellikle renal transplantasyon öncesi böbrek değerlendirilmesinde alınacak böbrek seçiminde böbreğin fonksiyonel durumuyla beraber renal anatomik varyasyonlar etkili olmaktadır. Bu açıdan Renal CT’nin böbreğin anatomisi, patolojilerinde ve bunun yanında fonksiyonu hakkında bilgiler sağlaması bu yönemin sintigrafik yöntemleri tamamlayıcı veya alternatif bir yöntem olabileceğini düşünürmektedir.

KAYNAKLAR

1. Solomon Eldra Pearl, İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş, Çeviren: L. Ertuğrul, Akademi Basın ve Yayıncılık, İstanbul,2008
2. Vural Ferudun, Kaya Özkuş, Salih Murat Akın, A.Derya Ertem, Ercan Tanyeli, E. Zeynep Vural, Anatomi Atlası, Birol Aş, İstanbul,2001.
3. Bollet AJ. Basic Siences Pathology. Fleschner Publishing Co;1991. p.340 43.
4. Kumar V, Cotran RS, 22 SL (Çeviri: U. Çevikbaş). Temel Patoloji. İstanbul Nobel Kitabevi; 1995.s.438-58.
5. Treves ST. Pediatric Nuclear Medicine. 2nd ed. Springer-Verlag New York Inc; 1995.p.339-42.
6. Sandler MP, Coleman RE, Patton JA, Th. Wackers FJ, Gottschalk A, . Diagnostic Nuclear Medicine. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; 2003.p.851-57.
7. Saha GP. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. 4th ed. Springer-Verlag New York Inc; 1998.p.270-79.
8. Sharp PF, Gemmell HG, Smith FW. Practical Nuclear Medicine. 2nd ed. Oxford University Pres Inc., New York;1998.p.213-16
9. Ell PJ, Gambhir SS. Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment. 3rd ed. Churchill Livingstone, London; 2004. p.1509-11.
10. Kabasakal L. Technetium-99m ethylene dicysteine: a new renal tubular function agent. Eur J Nucl Med. 2000;27(3):351-57.
11. Saha GP. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. 4th ed. Springer-Verlag New York Inc; 1998.p.125.
12. Moorin R. 99mTc-DMSA absolute uptake: normal pediatric values at 2-4 hours. J Nucl Med Technol. 2001;29(1):22-29.
13. Piepsz A, Colarinha P, Gordon I, Hahn K, Olivier P, Roca I et al. Paediatric
14. Committee of the European Association of Nuclear Medicine. Guidelines for 99mTc-DMSA scintigraphy in children. Eur J Nucl Med.2001;28(3):BP37-41.
15. Kıratlı P, Gökçora N, Alan N, Dirlik A, Erbaş B, Ergün E ve ark. Çocuklarda kortikal sintigrafi kılavuzu. Turk J Nucl Med.2001; 10(4):167-70.
16. Demir M. Nükleer Tıp Fiziği. İstanbul Üniversitesi Rektörlük Yayını, İstanbul;2000.s.74-83.

17. Saha GP. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. 4th ed. Springer-Verlag New York Inc; 1998.p.34-44.
18. Chandra R. Nuclear Medicine 32 The Basics. 5th ed. Williams & Wilkins, Baltimore;1998.p.99-103.
19. Sharp PF, Gemmell HG, Smith FW. Practical Nuclear Medicine. 2nd ed. Oxford University Press Inc., New York; 1998.p.40-44.
20. Durand E, Prigent A. The basics of renal imaging and function studies. Q J Nucl Med. 2002;46(4):249-67.
21. Vandenberghe S, D'Asseler Y, Van de Walle R, Kauppinen T, Koole M, Bouwens L et al. Iterative reconstruction algorithms in nuclear medicine. Comput Med Imaging Graph.2001;25(2):105-11.
22. Groch MW, Erwin WD. SPECT in the year 2000: basic principles. J Nucl Med Technol. 2000;28(4):233-44.
23. Knesaurek K, King MA, Glick SJ, Penney BC. Investigation of causes of geometric distortion in 180 degrees and 360 degrees angular sampling in SPECT. J Nucl Med.198;30(10):1666-75.
24. Vandenberghe S, D'Asseler Y, Van de Walle R, Kauppinen T, Koole M, Bouwens L et al. Iterative reconstruction algorithms in nuclear medicine. Comput Med Imaging Graph. 2001;25(2):105-11.
25. Conway JJ. The role of scintigraphy in urinary tract infection. Semin Nucl Med. 1988;18:308-19.
26. Ell PJ, Gambhir SS. Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment. 3rd ed. Churchill Livingstone. London; 2004.p.1529-31.
27. Pieps A, Blafox MD, Gordon I, Granerus G, Majd M, O'Reilly P, et al. Consensus on renal cortical scintigraphy in children with urinary tract infection. Scientific committee of radionuclides in nephrourology. Semin Nucl Med 1999;29(2):160-74.
28. Yen TC, Chen WP, Chang SL, Liu RS, Yen SH, Lin CY. Technetium-99m-DMSA renal SPECT in diagnosing and monitoring pediatric acute pyelonephriti. J Nucl Med 1996;37(8):1349-53.
29. Tarkington MA, Fildes RD, Levin K, Ziessman H, Harkness B, Gibbons MD. High resolution single photon emission computerized tomography (SPECT) 99mtechnetium-dimercapto-succinid acid renal imaging: a state of the art technique. J Urol 1990;144(2 Pt 2):598-600; discussion 606.
30. MacKenzie JR. A review of renal scarring in children. Nucl Med Commun 1996;17: 176-90.
31. Patel K, Charron M, Hoberman A, Brown ML, Rogers KD. Intra-and interobserver variability in interpretation of DMSA scan using a set of standardized criteria. Pediatr Radiol 1993;23:506-9.

32. Pieps A, Blafox MD, Gordon I, Granerus G, Majd M, O'Reilly P, et al. Consensus on renal cortical scintigraphy in children with urinary tract infection. Scientific committee of radionuclides in nephrourology. *Semin Nucl Med* 1999;29(2):160-74.
33. Mandell GA, Eggli DF, Gilday DL, Heyman s, Leonard JC, Miller JH, et al. Procedure Guideline for Renal Cortical Scintigraphy in Children. *J Nucl Med* 1997;38(10):1644-6.
34. Özcan Z. Pediyatrik Nefrolojide Tc-99m DMSA Sintigrafisi. *Tur J Nucl Med* 1999;8(4):217-26.
35. Rossleigh MA, Farnsworth RH, Leighton DM, Young JL, Rose M, Christian CL. Technetium 99m Dimercaptosuccinic Acid Studies of Renal Cortical Scarring and Renal Length. *J Nucl Med* 1998;39(7):1280-5.
36. Pieps A, Colarinha P, Gordon I, Hahn K, Oliver P, Roca I, et al. Guidelines for 99m DMSA scintigraphy in children. *Eur J Nucl Med* 2001;28(3):37-41.
37. Piepsz A. Cortical scintigraphy and urinary tract infection in children. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:560-2.
38. Conway JJ, Cohn RA. Evolving role of nuclear medicine for the diagnosis and management of urinary tract infection. *J Pediat* 1994;124: 87-90.
39. Risdon RA, Godley ML, Parkhouse HF, Gordon I, Ransley PG. Renal Pathology and the 99mTc-DMSA Image During the evolution of the Early Pyelonephritic Scar: An Experimental Study. *J Urol* 1994;151(3):767-73.
40. Semirgin SU, Yapıcı O, Özormancık Z, Sever A, Başoğlu T. Miksiyon sonrası görüntülerin eklenmesi ile elde edilen yeni renogram eğri paterninin obstrüktif böbrek patolojisi tanısına katkısı. *OMÜ Tıp Dergisi*. 2008;25:5-15.
41. Nimmon CC, Sámal M, Britton KE. Elimination of the influence of total renal function on renal output efficiency and normalized residual activity. *J Nucl Med*. 2004;45:587-93.
42. Dacher J. Pediatric uro radiology. Berlin: Springer; 2008.p.1-16.
43. Dacher J. Pediatric uro radiology. Berlin: Springer; 2008.p.37-53.
44. Becker AM. Postnatal evaluation of infants with an abnormal antenatal renal sonogram. *Curr Opin Pediatr*. 2009;21:207-13.
45. Kocaoğlu M, Ilica AT, Bulakbaşı N, Ergin A, Ustünsöz B, Sanal T, et al. Üriner sistem dilatasyonuna sebep olan pediyatrik üropatilerde MR ürografi. *Diagn Interv Radiol* 2005;11: 225-32.

46. Erdoğan B, Bozkurt M, Bakır Z. Üriner sistem obstrüksiyonlarında HASTE tekniğinin ve ekskretuar MR ürografinin tanı değeri. Tanısal Ve Girişimsel Radyoloji. 2004;10:309-15.
47. Borthne A, Nordshus T, Reiser T, Geitung JT, Gjesdal KI, Babovic A, et al. MR urography: the future gold standard in paediatric urogenital imaging *Pediatr Radiol*. 1999;29:694-701.
48. Perazella MA. Renal vulnerability to drug toxicity. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2009;4:1275-83.
49. Neşe Torun, Funda Üstün, Gülay Durmuş-Altun, The use of scintigraphy in urology *Türk Urol Sem* 2011;2:96-103
50. Raynaud C. A technique for the quantitative measurement of the function of each kidney. *Semin Nucl Med*. 1974;4:51-60.
51. Rastogni N, Sahani DV, Blake MA, Ko DC, Mueller PR. Evaluation of living renal donors: accuracy of three-dimensional 16-section CT. *Radiology* 2006;240:136.
52. Jones TB, Riddick LR, Harpen MD, Dubuisson RL, Samuels D. Ultrasonographic determination of renal mass and renal volume. *J Ultrasound Med* 1983;2:151.
53. Diez A, Powelson J, Sundaram CP, Taber TE, Mujtaba MA, Yaqub MS, Mishler DP, Goggins WC, Sharfuddin AA. Correlation between CT-based measured renal volumes and nuclear-renalography-based split renal function in living kidney donors. Clinical diagnostic utility and practice patterns.
54. Brenner BM, Cohen RA, Milford EL. In renal transplantation, one size may not fit all. *J Am Soc Nephrol* 1992;3:162.
55. Tan JC, Paik J, Chertow GM et al. Validity of surrogate measures for functional nephron mass. *Transplantation* 2011;92:1335.
56. W. Liu, Y. Zhu, X. Zhu, G. Yang, Y. Xu, L. Tang CT-based renal volume measurements: correlation with renal function in patients with renal tumours, *Clinical Radiology* 70 (2015) 1445-1450
57. Funahashi Y, Hattori R, Yamamoto T, et al. Relationship between renal parenchymal volume and single kidney glomerular filtration rate before and after unilateral nephrectomy. *Urology* 2011;77:1404-8
58. Treves ST. *Pediatric Nuclear Medicine*. 2nd ed. Springer-Verlag New York Inc; 1995.p.339-42.

59. Sandler MP, Coleman RE, Patton JA, Th. Wackers FJ, Gottschalk A, Diagnostic Nuclear Medicine. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; 2003. p.1082-91.
60. Stokland E, Hellstrom M, Jakobsson B, Sixt R. Imaging of renal scarring. Acta Paediatr Suppl. 1999;88(431):13-21.

