

T.C  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ MERAM TIP FAKÜLTESİ  
NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Güngör TAŞTEKİN  
Anabilim Dalı Başkanı

**ÜRETEROPELVİK OBSTRÜKSİYON ŞÜPHESİ BULUNAN  
ÇOCUKLARDA PELVİKALİSİYEL STAZ İLE BÖBREK  
FONKSİYONLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>  
SİNTİGRAFİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ  
Dr. Zeki DOSTBİL

Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Güngör TAŞTEKİN

KONYA-2006

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

I. KISALTMALAR.....	iii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Böbrek anatomisi.....	3
2.1.1. Arteryel sistem.....	3
2.1.2. Venöz sistem.....	4
2.1.3. Sinirleri ve lenfatikleri.....	4
2.1.4. Böbrek pelvisi.....	4
2.1.5. Üreterler.....	6
2.2. Böbrek embriyolojisi.....	6
2.2.1. Pronefroz.....	6
2.2.2. Mezonefroz.....	6
2.2.3. Metanefroz.....	6
2.2.4. Üreter ve pelvis embriyolojisi.....	7
2.3. Böbrek fizyolojisi.....	7
2.3.1. Böbreklerin bazı önemli fonksiyonları.....	7
2.3.2. Glomerüler filtrasyon.....	8
2.3.2.1. Glomerüler filtrasyon hızı.....	9
2.3.2.2. GFR ve böbrek kan akımını etkileyen faktörler.....	10
2.3.3. Tübüler reabsorbsiyon ve sekresyon.....	11
2.3.4. Renal klirens.....	12
2.3.4.1. Glomerüler filtrasyon hızı ölçümü.....	12
2.3.4.2. Efektif renal plazma akımı.....	13
2.4. Üriner sistemin obstrüktif hastalıkları.....	14
2.5. Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu.....	15
2.6. Dinamik böbrek sintigrafisi.....	21
2.6.1. Dinamik böbrek sintigrafisinde kullanılan radyofarmasötikler.....	22
2.6.2. Diüretikli böbrek sintigrafisi.....	25
2.6.3. Dinamik böbrek sintigrafisinin uygulama tekniği.....	25
2.6.3.1. Hasta hazırlığı.....	25
2.6.3.2. Radyofarmasötik seçimi ve doz.....	26
2.6.3.3. Kayıt.....	27

2.6.3.4. Verilerin işlenmesi, analiz ve yorumlama.....	27
2.6.3.5. Diüretikli böbrek sintigrafisinde yorumlamayı etkileyen faktörler.....	30
2.6.3.6. Renogram eğrisi üzerine diüretik etkisinin analizi.....	30
3. MATERYAL VE METOD.....	32
3.1. Hasta grubu.....	32
3.2. Klinik değerlendirmede kullanılan yöntemler.....	32
3.3. Çalışma dışı bırakılma kriterleri.....	33
3.4. Hasta hazırlama.....	33
3.5. Hasta pozisyonu.....	33
3.6. Radyofarmasötik ve dozu.....	33
3.7. Dinamik böbrek sintigrafisi protokolü.....	34
3.8. Diüretik uygulaması.....	34
3.9. Görüntülerin değerlendirilmesi.....	34
3.10. Dinamik görüntülerin işlenmesi.....	35
3.11. İstatistiksel analiz.....	35
4. BULGULAR.....	36
5. TARTIŞMA.....	51
6. ÖZET.....	58
7. SUMMARY.....	60
8. KAYNAKLAR.....	62
9. TEŞEKKÜR.....	66

## KISALTMALAR

GFR	: Glomerüler filtrasyon hızı
BKA	: Böbrek kan akımı
ERPF	: Efektif renal plazma akımı
PAH	: Paraaminohippürük asit
OIH	: Ortoiyodohippürat
MAG <sub>3</sub>	: Merkaptoasetiltriglisin
DTPA	: Dietilentriaminpentaasetik asit
EDTA	: Etilendiamintetraasetat
EC	: Etilendisistein
DMSA	: Dimerkaptosüksinik asit
Tc	: Teknesyum
I	: İyot
Cr	: Krom
UP	: Üreteropelvik
UV	: Üreterovezikal
VUR	: Vezikoüreteral reflü
VSÜG	: Voiding sistoüretrografi
İVP	: İntravenöz pyelografi
USG	: Ultrasonografi
T <sub>1/2</sub>	: Yarılanma zamanı
T <sub>max</sub>	: Maksimuma ulaşma zamanı
İ.V.	: İntravenöz
mCi	: Milicurie
MBq	: Megabecquerel
Mg	: Miligram
RDC	: Böbrek derinlik farkı düzeltmesi
ROI	: İlgi alanı

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Üriner sistem obstrüksiyonu, idrar akımının bir nedenle engellenmesi sonucu ortaya çıkar. Obstrüksiyon bölgesinin proksimalinde idrar stazı ve basınç yükselmesi sonucu zamanla böbrek fonksiyonlarında gerileme ve hidronefroz gelişir. Yol açabileceği ciddi renal fonksiyon kayıpları nedeniyle üriner sistemin herhangi bir yerinde ortaya çıkan obstrüksiyonun iyi takibi ve doğru zamanda tedavisi büyük önem taşımaktadır.

Çocukluk döneminde üriner sistem obstrüksiyonunun en yaygın sebebi üreteropelvik bileşke darlığıdır. Yenidoğan döneminde saptanan hidronefrozun en sık sebebidir. Ultrasonografinin 1980'den sonra yaygınlaşması nedeniyle vakaların çoğu çocukluk, hatta intrauterin dönemde tanı almaktadır (1). Hastaların çoğunda çeşitli belirtiler ortaya çıkarken erişkin döneme kadar semptom vermeyen vakalara da rastlanmaktadır. Eğer üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu çok şiddetli ise çocuk, renal fonksiyonlarını tamamen kaybetmiş olarak doğabilir.

Böbrek pelvikalisiyel sistemdeki her dilatasyon ve staz obstrüksiyona bağlı olmayabilir. Eğer obstrüksiyon yoksa böbrek toplayıcı sistemlerindeki idrar stazının renal fonksiyonlara anlamlı derecede olumsuz etkisi olmaz. Pelvikalisiyel sistemde şiddetli obstrüksiyon varsa böbrekler zarar görebileceğinden yakından takip edilmelidir. Bu yüzden renal fonksiyonları geriletecek derecedeki obstrüksiyonun teşhisi sayesinde böbreklerin korunması için gecikmeden cerrahi tedavi yapılabilir. Bunun için obstrüksiyon varlığının ve derecesinin doğru ve güvenilir olarak belirlenmesi cerrahi tedavi kararı için gereklidir. Her ne kadar ultrasonografi ve diğer anatomik görüntüleme yöntemleri ile böbreğin yapısal durumu detaylı olarak değerlendirilebilse de, obstrüksiyonun renal fonksiyonlar üzerine etkisi ayrıntılı olarak tespit edilememektedir.

Diüretikli renografi, 1970'li yılların sonlarında obstrüktif üropatili hastaların tanı ve takibinde noninvaziv metod olarak kullanılmaya başlanmıştır (2). Günümüzde genel olarak yazarlar diüretikli dinamik böbrek sintigrafisini obstrüksiyon varlığının ortaya konmasında primer noninvaziv yöntem olarak önermektedirler (3). Diüretikli renal sintigrafi, hem renal fonksiyonların hem de böbreklerin ürodinamisinin tek çalışmada vizüel ve kantitatif olarak değerlendirilebilmesine imkan sağlamaktadır.

Tübüler fonksiyon ajanı olması nedeniyle özellikle immatür böbrek ve özellikle çocukluk çağında obstrüktif tip renal fonksiyon bozukluğu olan durumlarda <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>

(merkaptoasetiltriglisin) radyofarmasötik ajan olarak kullanılmaktadır. Diüretik olarak genellikle furosemid tercih edilmektedir.

Diüretikli renografi; dilate üriner sistemin incelenmesinde, obstrüksiyon varlığı ve şiddetinin değerlendirilmesinde ve takibinde yaygın olarak kabul görmüş bir yöntem olmakla birlikte çalışmanın uygulama tekniği ve yorumlanmasında merkezler arasında büyük farklılıklar vardır. Bu çalışmada, üreteropelvik darlığı olan 0-7 yaş hasta grubunda  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  renal sintigrafi kullanılarak pelvikalisiyel sistemdeki obstrüksiyon derecesi ile renal fonksiyon parametrelerindeki (kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon) gerileme arasındaki ilişkinin vizüel ve kantitatif olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  renal çalışmaları ile pelvikalisiyel obstrüksiyon şiddetinin tespitinin doğru ve zamanında yapılması, geri dönüşümsüz renal fonksiyon bozuklukları oluşmadan, hastaya doğru zamanda cerrahi tedavi uygulanmasına imkan sağlayacağı düşüncesindeyiz.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. BÖBREK ANATOMİSİ

Böbrekler çift organ olup karın boşluğunun üst ve arka tarafında, retroperitoneal aralıkta, vertebral kolonun iki yanında, torakal 12. ve lomber 3. vertebraların arasında yer alır. Ortalama olarak erişkin erkeklerde 150 gr, kadınlarda ise 135 gr ağırlığındadır. Normal bir böbrek yaklaşık olarak 10-12 cm vertikal uzunluğa, 5-7 cm transvers ene ve 3 cm anteroposterior kalınlığa sahiptir. Karın boşluğunun sağ üst kısmında karaciğerin bulunması nedeniyle sağ böbrek sola göre biraz daha aşağıdadır. Sol böbrek, sağ böbreğe göre daha uzun ve dardır. Böbreklerin parankimi güçlü fibroelastik bir kapsülle çevrilmiştir. Böbreklerin medial kesimindeki boş olan kısma renal hilum denir. Renal hilum renal sinüse açılır. Burada; idrar toplayıcı sistemi, damarlar ve sinirler bulunur (4) (Resim 1).

Böbrek parankimi, korteks ve medulla olmak üzere iki kısımdan oluşur. Medulla renalis böbreğin iç kısmında bulunur ve fonksiyonel olarak idrarın içeriğinde bir değişiklik yapmayan, sadece idrarı ileten tübüller, toplayıcı kanallar ve vaza rekta adı verilen özel bir kapiller ağ'dan meydana gelir. Bu yapılar, sayıları genellikle 8-10 arasında değişen koni şeklindeki piramid adı verilen yapıları oluşturur. Basis pyramidis denilen taban kısımları böbreğin dış kısmına, papilla renalis denilen tepe kısımları ise minör kaliks'lere bakar. Korteks renalis, fonksiyonel olarak idrar yapan oluşumları içerir ve papilla'lar hariç piramid'lerin her tarafını saran böbrek dokusudur. Kortikal cevherin piramid'ler arasında kalan bölümüne kolumna renalis denir. Böbreğin temel yapısal ve fonksiyonel ünitesi, nefron adı verilen küçük yapılardır (Resim 2). Nefron, sıvıların filtre edildiği renal korpüskül (malpighi cismi) ve filtre edilen sıvıların sekresyon ve absorpsiyon ile idrara dönüştürüp böbrek pelvisine taşıyan tübül sisteminden oluşur. Korpüskül, Bowman kapsülü içine yerleşmiş glomerül yumağı olup nefron'un başlangıç kısmını teşkil eder (5,6).

#### 2.1.1. Arteriyel sistem

Renal arterler lomber 1-2. vertebra seviyesinde abdominal aorta'dan ayrılır. Sağ renal arter, abdominal aorta'dan sol renal artere göre daha yukarıdan çıkar. Sağ renal arter, inferior vena cava'nın arkasından geçer ve böbreklere kadar sola göre daha uzun bir mesafe kateder. Renal arterler, böbreğin hem besleyici hem de fonksiyonel damarlarıdır. Renal damarlar böbreğin hacmine göre kalın damarlardır; böylece kısa zamanda

böbreklerden fazla miktarda kanın geçmesi sağlanır. Renal arterler renal hilum'a gelince 5 segmental dala ayrılır. Segmental renal arterler renal sinüsde tekrar dallara ayrılarak interlober arterleri yapar ve columna renalis'e girerler. İnterlober arterler kortikomedüller birleşim yerine kadar ilerler ve yan tarafa kıvrılarak arkuat arter'i yapar. Arkuat arter'ler birbirleri ile anostomoz yapmazlar. Arkuat arterlerden dik olarak kortikal cevher içine ayrılan dallara interlobular arter denir. Buradan çıkan dalcıklar afferent arteriol adını alır ve glomerüldeki kapiller yumağı meydana getirirler (4).

### **2.1.2. Venöz sistem**

Glomerüldeki kapiller yumak birleşerek efferent arteriolleri oluşturur. Efferent arterioller kortikal cevherdeki idrar kanalcıkları arasında peritübüler kapiller pleksusu yapar. Bu pleksus ile Bowman kapsülünden süzülen suyun büyük kısmı ve diğer bir takım maddeler tekrar emilerek kan dolaşımına geri dönerler. Bu kapiller pleksusdan itibaren venöz dönüş başlar. İlk önce interlobüler venler oluşur. Sonra sırasıyla arkuat ven, interlober ven, segmental ven ve sonuçta renal ven olarak inferior vena cava'ya açılırlar (4,7).

Böbrekte arteriovenöz anostomozlar vardır. Bu tür anostomozlar renal kaliksler civarında interlobular arter ve venler arasında, kortikal cevherin ince damarları arasında yer alır. Bu anostomozlar sayesinde, herhangi bir nedenle glomerülden geçemeyen kanın bir kısmı veya tamamı süzülmezsizin doğrudan venöz sisteme geçebilir (4).

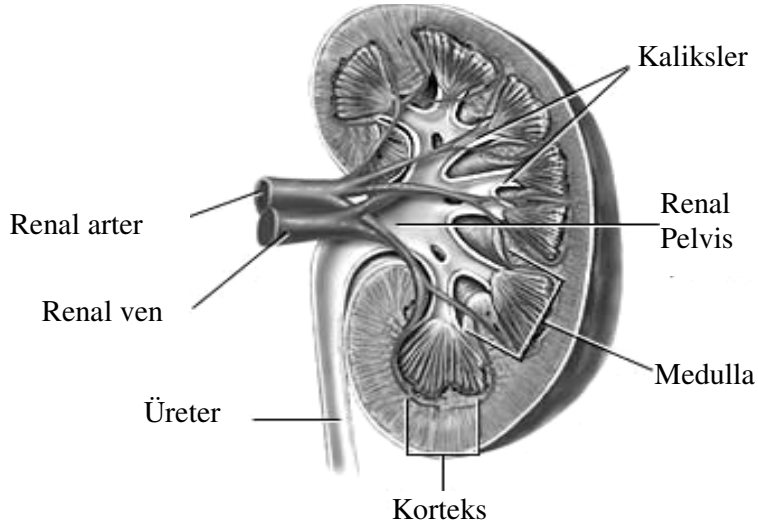
### **2.1.3. Sinirleri ve lenfatikleri**

Böbreğin lenf damarları, venleri takip ederek lomber lenf nodlarına açılır. Böbrek sinirleri renal pleksustan geçip böbrek damarlarını takip ederek parankime kadar ilerler. Sempatik liflerini nervus splanchnicus minor ve nervus splanchnicus minimus'dan, parasempatiklerini ise nervus vagus'dan alırlar. Sinirsel innervasyonun glomerüler dolaşıma, dolayısıyla böbrek fonksiyonlarına etki etmeksizin korteks ve medulla arasındaki kan akım otoregülasyonunu sağladığı düşünülmektedir (4,8).

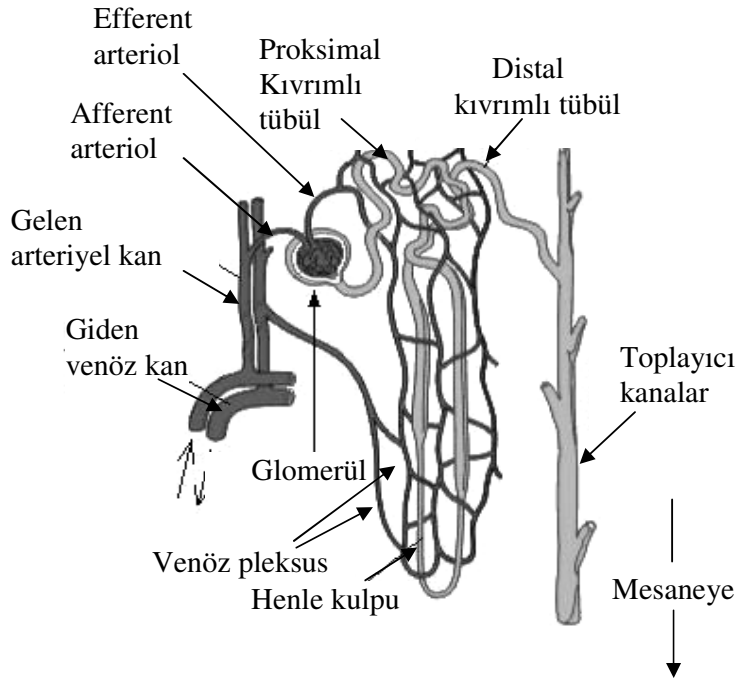
### **2.1.4. Böbrek pelvisi**

Böbreklerin içindeki boşluğa renal sinüs denir. Burada major ve minör kaliks'lerle birlikte renal pelvis, renal arter ve renal venin dalları bulunur. Böbrekte 5-20 adet trompet şeklinde minör kaliks bulunur ve tek bir veya nadiren 2-4 papilla tarafından çevrelenir. Birkaç minör kaliks komşu kalikslerle birleşerek 2-4 adet majör kaliksi meydana getirirler, daha sonra bunlarda kendi aralarında birleşerek konik yapıda tek bir renal pelvisi oluşturur.

Pelvis bazen tümüyle böbrek sinüsünün içindedir (intrarenal), bazen de kalikslerin uzun olması sonucu böbrek dışındadır (ekstrarenal). Bu yapı renal hilus'a doğru gittikçe incilir ve üreter ile devam eder (4).



**Resim 1:** Böbreğin yapısı (5).



**Resim 2:** Nefronun yapısı (5).

### **2.1.5. Üreterler**

Renal pelvis renal sinüsten çıktıktan sonra daralır ve aşağıya doğru üreter olarak devam eder. Üreter, erişkinlerde yaklaşık 25-30 cm uzunlukta, düz kaslar tarafından çevrelenmiş bir kanaldır. Üreterler böbreklerde üretilen idrarı mesaneye taşımakla görevlidir. Üreterdeki rölatif darlık bölgeleri (7):

- Üreteropelvik bileşke
- Üreterlerin iliak damarları çaprazladığı bölge
- Üreterlerin mesaneye girdiği yerler.

## **2.2. BÖBREK EMBRİYOLOJİSİ**

Ürogenital sistem, fonksiyonel olarak üriner sistem ve genital sistem olmak üzere iki bölümde incelenebilir. Embriyolojik gelişimde, bu sistemler birbirleriyle çok yakından ilişkilidirler. Ürogenital sistem, embriyonun dorsal vücut duvarı boyunca yerleşen, intermediyer mezoderm'den gelişir. Embriyoda üç tip böbrek sistemi gelişmektedir:

### **2.2.1. Pronefroz**

İlk olarak ortaya çıkan böbrek sistemidir. Bu geçici, fonksiyonel olmayan yapılar insan embriyosunda ilk olarak dördüncü haftanın başında ortaya çıkar. Rudimenter olan pronefrozlara ait yapılar, kısa bir süre içinde dejenerasyona uğrar. Ancak pronefrik duktusların çoğu, belirli bir süre kalır ve bir sonraki böbrek sisteminde bunlardan yararlanılır (9).

### **2.2.2. Mezonefroz**

Oldukça gelişmiş boşaltıcı organlar olan mezonefrozlar, dördüncü haftanın sonuna doğru, pronefrik sistemin yok olmaya başladığı dönemde gelişmeye başlar ve kalıcı böbrekler oluşuncaya kadar ara böbrekler olarak embriyoda fonksiyon görürler (9).

### **2.2.3. Metanefroz**

Metanefrozlar veya kalıcı böbrekler, intrauterin 5. haftanın başında gelişmeye başlar ve yaklaşık 9. haftada fonksiyonel hale gelirler. İdrar oluşumu fetal yaşam boyunca devam eder. Oluşan idrar, amnion sıvısı içine verilir. Olgun fetus günde birkaç yüz mililitre amnion sıvısı yutar ve bu sıvı barsaklardan emilir. Metabolik yıkım ürünleri, atılmak amacıyla plasenta yoluyla anne kanına transfer edilir. Doğumdan sonra böbreklerde özellikle interstisyel doku artışı ve proksimal kıvrımlı tübüllerin uzaması sonucu, hacim oldukça artar. Doğum zamanında, prematür infantlar hariç, nefron oluşumunun

tamamlandığına inanılmaktadır. Böbreklerin fonksiyonel olgunlaşması ise doğumdan sonra gerçekleşmektedir (9).

#### **2.2.4. Üreter ve pelvis embriyolojisi**

Metanefrik divertikül veya üreterik tomurcuk; üreter, renal pelvis, kaliksler ve toplayıcı duktusların primordiyumudur (ilkel şeklidir). Metanefrik divertikülün sap kısmı üretere farklılaşır ve genişleyen kranial uç kısmı renal pelvisi oluşturur. Düz toplayıcı tübüller, tekrar tekrar dallanarak toplayıcı tübüllerin bütün tiplerini meydana getirir. İlk dört toplayıcı tübül jenerasyonları birleşerek majör kaliksleri yapar; ikinci oluşan dört jenerasyon birleşir ve minör kaliksleri oluştur; geri kalan tübül nesilleri de toplayıcı tübüllerini meydana getirir (9).

### **2.3. BÖBREK FİZYOLOJİSİ**

Böbrekler ekskretuar ve regülatuar organlardır. Vücuttaki fazla suyu ve artık ürünleri idrar şeklinde uzaklaştırırlar. Böbrekler; kardiovasküler, endokrin ve sinir sistemi ile koordineli çalışarak vücut sıvılarının içeriklerini, vücuda fazla miktarda su ve gıda maddeleri alınsa bile, çok dar bir aralıkta tutmayı başarırlar. Böbreklerin homeostatik rolü sayesinde vücuttaki dokular ve hücreler nispeten sabit bir hemodinamik ortamda fonksiyon görürler (10).

İstirahat halindeki bir insanda böbrekler, kardiyak output'un yaklaşık %20-25'ini almaktadır. Böbreğin temel süzme fonksiyonları nefronlar tarafından sağlanır. Her böbrekte yaklaşık 1.000.000-1.250.000 arasında nefron bulunur. Kanın plazma kısmı glomerüllerde süzülerek ultrafiltratı meydana getirir. Bu ultrafiltratın içerisinde kanın hücresel bileşenleri ve proteinler yer almaz. Glomerüler ultrafiltrat nefronun tübül sisteminde ilerlerken suyun %99'dan fazlası ve bazı ihtiyaç duyulan moleküller çeşitli miktarlarda geri emilime uğrarken bazı moleküller ise sekrete edilirler. Sonuçta ultrafiltratta reabsorbe edilmeyen maddeler ve su, idrarı meydana getirir ve vücuttan uzaklaştırılır.

#### **2.3.1. Böbreklerin bazı önemli fonksiyonları**

**Vücuttaki sıvı ve elektrolit dengesinin düzenlenmesi:** Vücut sıvısındaki elektrolitlerin kontrolü, dokulardaki normal hücre völümünün korunması için gereklidir. Vücuttaki sıvı miktarının kontrolü ise kardiovasküler sistemin normal fonksiyon görmesi için gereklidir. Böbrekler ayrıca sodyum, potasyum, klor, bikarbonat, hidrojen, kalsiyum ve fosfat gibi

bazı inorganik iyonların miktarlarının düzenlenmesi rolünü de üstlenirler. Bu maddelerin vücutta birikmemeleri için idrarla atılmaları şarttır (10).

**Asit-baz dengesi:** Vücuttaki pek çok metabolik olay pH'ya oldukça duyarlıdır. Bu nedenle pH değerinin çok dar bir aralıkta tutulması gerekir. pH; böbrek, akciğerler ve karaciğerin koordine çalışması ve vücut sıvılarındaki tamponlarla dengede tutulmaya çalışılır (10).

**Metabolik artık ürünlerin ve yabancı maddelerin atılması:** Üre, ürik asit, kreatinin, hemoglobinin metabolizmasının son ürünleri ve hormonların metabolitleri böbrekler vasıtasıyla vücuttan atılır. Böbrekler aynı zamanda, ilaçlar, pestisitler ve diğer kimyasal maddeleri de vücuttan uzaklaştırırlar (10).

**Endokrin fonksiyon:** Böbrekler; renin, kalsitriol, eritropoetin üreten önemli endokrin organlardır. Renin,  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  dengesini ve kan basıncını düzenlemeye yardımcı olan renin-angiotensin-aldosteron sistemini aktive eder. Kalsitriol[1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>], kalsiyumun gastrointestinal sistemden emilmesi ve kemiklere yerleşmesi için gereklidir. Eritropoietin, kemik iliğinde eritrosit yapımını uyarır (10).

### 2.3.2. Glomerüler filtrasyon

Glomerüler ultrafiltrat (Bowman aralığındaki sıvı) normalde hücre içermez, fakat proteinler dışındaki tüm maddeleri plazmayla hemen hemen aynı konsantrasyonda ihtiva eder. Çünkü glomerüler filtrasyon suyun ve tüm düşük moleküler ağırlıklı maddelerin birlikte hareket ederek plazmadan Bowman aralığına geçtiği bir işlemdir. Çapı 4 nm'den küçük olan nötral moleküller serbestçe süzülürken, çapı 8 nm'den büyük olan nötral moleküller ultrafiltrata hiç geçemez. Plazma proteinlerinin büyük çoğunluğu (albümin ve globülinler) hemen hemen tamamıyla glomerüler filtratın dışında bırakılırlar. Birinci neden, renal korpuskül'ün yüksek molekül ağırlıklı maddeleri engellemesi; ikinci neden ise glomerüldeki yarı geçirgen zardaki filtrasyon yolunun negatif yüklü olmasıdır. Plazma proteinlerinin çoğu negatif yüklü oldukları için membranı geçemezler. Yine de düşük molekül ağırlıklı plazma molekülleri değişen oranlarda filtre olurlar; ancak bu, ihmal edilebilecek kadar düşük düzeydedir. Bazı maddeler plazma proteinlerine bağlanmaktadır. Mesela plazma kalsiyumunun yarısı ve plazmadaki serbest yağ asitlerinin hemen hemen tamamı plazma proteinlerine bağlandığı için filtre olmazlar (10).

Glomerüldeki kan basıncı (hidrostatik basınç [ $P_{GC}$ ]) filtrasyonu artırıcı etki gösterirken, Bowman kapsülündeki sıvının hidrostatik basıncı( $P_{BS}$ ) filtrasyonu azaltıcı etki gösterir. Glomerüler kapillerde bulunan proteinden kaynaklanan osmotik basınç ( $\pi_{GC}$ ), filtrasyonu azaltan diğer bir faktördür. Net glomerüler filtrasyon basıncı üç faktörün toplamıdır:

**Net glomerüler filtrasyon basıncı =  $P_{GC} - P_{BS} - \pi_{GC}$**  (Glomerüler hidrostatik basınç–Bowman kapsülündeki hidrostatik basınç–Glomerüler osmotik basınç)

Normalde net filtrasyon basıncı daima pozitifdir. Bu net basınç, plazmanın proteinsiz filtratının glomerülden Bowman aralığına geçmesini sağlayarak idrar yapımını başlatır (10,11).

### **2.3.2.1. Glomerüler filtrasyon hızı (GFR)**

Glomerülden Bowman aralığına birim zamanda filtre olan sıvı miktarına glomerüler filtrasyon hızı (GFR) denir. GFR, böbrek fonksiyonunun bir göstergesidir. GFR değerindeki düşme böbrek hastalığının ilerlediğini, yükselme ise hastalığın düzelmekte olduğunu gösterir. Bu nedenle GFR değerinin bilinmesi böbrek hastalığının evre ve şiddetinin değerlendirilmesi için gereklidir. GFR sadece net filtrasyon basıncı tarafından belirlenmez, glomerüler membranın geçirgenliği ve filtrasyon yüzey alanı da etkili faktörlerdir (10). Glomerüllerdeki kapiller geçirgenlik; kas, deri gibi diğer organlardaki kapiller geçirgenlikten çok daha fazladır. Bu nedenle net glomerüler basınç masif filtrasyona neden olur. 70 kg ağırlığındaki bir kişide GFR yaklaşık 180 lt/gün (125 ml/dk) olmaktadır. Kardiyovasküler sistemdeki plazma hacminin erişkinlerde yaklaşık 3 litre kadar olduğu düşünülecek olursa kandaki tüm plazmanın günde 60 kez böbreklerden filtre olduğu anlaşılır. Glomerüler filtratın %99'undan fazlası tübüler sistemde reabsorbe edilir. GFR sabit bir değer olmayıp bazı nöral ve hormonal faktörler, afferent ve efferent arteriollerini etkileyerek net glomerüler filtrasyon basıncını değiştirebilir. Bunun yanında glomerüldeki kapiller damarları çevreleyen mezengial hücrelerin kasılması yüzey alanını küçülterek GFR değerini azaltır (11).

Fetal yaşamda GFR değeri düşüktür ve gestasyonel yaş arttıkça artar. Fakat fetal homeostazda temel bir rolü yoktur. Fetal su ve elektrolit dengesi, temel olarak plasenta tarafından düzenlenir. Yeni doğanlarda vücut yüzeyine veya ağırlığına göre düzeltilmiş GFR değeri düşüktür. Doğumdan sonra GFR değerinde ani bir yükseliş başlar ve 2 haftada

iki katına ulaşır. Vücut yüzeyine göre düzeltilmiş GFR değeri, böbrek kan akımında olduğu gibi erişkin seviyesine 1-2 yaşlarda ulaşır (17). Her nefron için GFR değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır (12):

$$\text{GFR} = K_F[(P_{GC}-P_T)-(\pi_{GC}-\pi_T)]$$

$K_F$ : Glomerüler ultrafiltrasyon katsayısı

$P_{GC}$ : Glomerül kapillerdeki ortalama hidrostatik basınç

$P_T$ : Tübüldeki ortalama hidrostatik basınç

$\pi_{GC}$ : Glomerül kapillerdeki plazmanın ozmotik basıncı

$\pi_T$ : Tübüldeki filtratın ozmotik basıncı.

### 2.3.2.2. GFR ve böbrek kan akımı (BKA)'nı etkileyen faktörler

**Sempatik sinirler:** Afferent ve efferent sinirler sempatik sinirler tarafından innerve edilirler. Dehidratasyon ve korku, acı gibi şiddetli emosyonel uyarılar sempatik sinirleri aktive ederek GFR ve BKA'nı azaltırlar.

**Anjiotensin II:** Efferent arteriollerin kasılmasına neden olarak GFR'nin azalmasını önler.

**Prostaglandinler:** İstirahat halindeki sağlıklı bireylerde GFR ve BKA değerlerini etkilemezler. Hemoraji gibi patolojik durumlarda prostaglandinler böbreklerde lokal olarak üretilir ve GFR değerini etkilemeksizin BKA'nı arttırlar. Böylece zararlı olabilecek şiddetli vazokonstriksiyon ve renal iskemi engellenmiş olur.

**Endotelin:** Anjiotensin II, bradikinin, epinefrin ve endotel kesilmesine cevap olarak böbrek damarlarının endotel hücreleri, mezengial ve tübüler hücreler tarafından salgılanan vazokonstriktör bir madde olup GFR ve BKA değerini azaltır.

**Bradikinin:** GFR ve BKA değerini artırır.

**Adenozin:** Böbreklerde üretilir ve afferent arteriollerin kasılmasına sebep olarak GFR ve BKA'nı azaltır.

**Atrial natriüretik peptid:** GFR ve BKA'nı hafifçe artırır.

**ATP:** GFR ve BKA değerini arttırıcı ve azaltıcı etkileri vardır.

**Glukokortikoidler:** Terapatik dozda uygulanan glukokortikoidler GFR ve BKA'nı arttırlar.

**Histamin:** GFR değerini arttırmaksızın BKA'nı arttırlar.

**Dopamin:** BKA değerini arttırıp böbreklerden renin salınımını azaltır (10).

### **2.3.3. Tübüler reabsorbsiyon ve sekresyon**

İdrar oluşumunda üç temel işlev vardır:

- 1-Glomerülde plazmanın ultrafiltrasyonu
- 2-Ultrafiltrat içerisindeki su ve solütlerin reabsorbsiyonu
- 3-Bazı solütlerin tübüler sıvıya sekresyonu.

Renal tübüller, reabsorbsiyon ve sekresyonla, idrarın hacmini ve içeriğini, ekstraselüler ve intraselüler sıvının hacmini, osmolalitesini, içeriğini ve pH'sını çok hassas bir şekilde ayarlarlar (10).

Tübüler reabsorbsiyon, çeşitli maddelerin kolaylaştırılmış transport mekanizması ve difüzyonla hareket etmesidir. Geri emilim aktif ve pasif taşınım ile olur. Glukoz, tübüler geri emilimin aktif olanına iyi bir örnektir. Üre ise tübüllerden pasif taşınımına iyi bir örnek teşkil eder. Tübüllerin aşağı kısımlarına doğru tübül sıvısından su geri emildikçe bunun sonucu üre iyice konsantre olur ve tübüllerden pasif taşınım ile tekrar dolaşıma katılır. Glomerüler filtrata süzülen ürenin %40-60'ı bu şekilde geri emilir. Üre gibi su ve elektrolitlerin büyük bir kısmı tübüllerden geri emildiği için idrarla atılan kısmı çok azdır. Glukoz ve aminoasitler gibi maddeler tübüllerden tamamıyla kana geri emildiklerinden dolayı idrarda bulunmazlar. Hücre zarlarını serbestçe geçebilmenin ön şartı lipidde çözünürlülüktür. İlaçların çoğu ve çevre kirleticiler lipidde çözünürler. Bu özellikleri nedeniyle geri emilimleri kolay olduğundan böbreklerle atılımları zordur. Küçük proteinler ve bazı peptid hormonlar proksimal tübülden endositozla reabsorbe edilirler (13).

Tübüler sekresyon, kılcal damarlardan maddenin tübül lümenine taşınmasıdır. Tübüler reabsorbsiyon gibi tübüler sekresyon da aktif ya da pasif olabilir. Dışarı atılan hidrojen iyonu ve potasyumun büyük bir kısmı filtrasyondan çok tübüler sekresyonla çıkarılmaktadır. Vücuda giren pek çok yabancı kimyasallar tübül lümenine sekresyonla verilir (13).

Toplayıcı kanallara giren sıvı hemen hemen plazma ile izootmotiktir. Toplayıcı kanallardan aşağı medullaya doğru aktıkça toplayıcı kanallar içerisindeki sıvı gittikçe konsantre olur. ADH etkisi altında toplayıcı kanallar, suya oldukça geçirgendir ve ozmotik farklılık nedeniyle su, toplayıcı kanallardan kanal dışına difüzyonla geçer (13).

#### 2.3.4. Renal klirens

Böbrek fonksiyonları klirensle değerlendirilebilir. Plazmanın herhangi bir maddeden arındırılması işlevidir. Herhangi bir maddenin renal klirensi, birim zamanda böbrekler tarafından o maddeden temizlenen plazma miktarıdır. Her maddenin kendine özgü bir renal klirens değeri vardır. Renal klirens (11):

$$P_{kl}=(V_i \cdot K_i) /K_{pl}$$

$P_{kl}$ : Birim zamanda bir maddeden temizlenen kan miktarı (o maddenin renal klirensi) (ml/dk)

$V_i$ : Birim zamanda oluşan idrar miktarı (ml/dk)

$K_i$ : Klirensi ölçülen maddenin idrar konsantrasyonu (mg/ml)

$K_{pl}$ : Klirensi ölçülen maddenin plazma konsantrasyonu (mg/ml)

##### 2.3.4.1. Glomerüler filtrasyon hızı ölçümü

GFR ölçümünde kullanılacak maddede olması gereken özellikler (14):

- Glomerüllerden serbestçe filtre olmalı
- Tübüllerde reabsorpsiyona ve sekresyona uğramamalı
- Metabolize olmamalı
- Plazmada ve idrarda kolaylıkla ölçülebilmeli
- Toksik olmamalıdır.

Bowman kapsülündeki plazma akım miktarını direkt ölçen bir yöntem yoktur. Küçük moleküllerin, kapiller duvarı su gibi kolaylıkla geçtiği farzedilirse küçük molekül ağırlıklı bir madde kullanılarak GFR değeri hesaplanabilir. İnülin, plazma ve idrarda hassas bir şekilde ölçülebilen şeker yapısında bir maddedir. İnülin klirensi, GFR ölçümünde altın standart olarak kullanılmaktadır. Bu ölçüm için inülinin sabit infüzyonu gereklidir. İnülin'den temizlenen plazma hacminin GFR olduğu kabul edilir. Bu değer klasik olarak

erişkinlerin ortalama vücut yüzey alanı olan 1.73 m<sup>2</sup>'ye göre verilir ve 3 yaş üstünde kullanılabilir (14).

İnülin klirensi GFR ölçümü için altın standart teknik olmasına rağmen sabit plazma konsantrasyonunu sağlamak için sürekli infüzyon ve idrar biriktirmeyi gerektirdiği için pratikte kullanılmaz. Kreatinin klirensi, GFR'yi tespit etmek için klinik pratikte en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Kreatinin, kas hücrelerindeki kreatin molekülünün metabolik son ürünüdür. Vücutta nispeten sabit bir hızda ve kas kitlesi ile doğru orantılı miktarda üretilir. Ancak, proksimal tübüllerden az miktarda sekrete edildiği için GFR ölçümü için ideal bir madde değildir. Plazmada ve 24 saatlik idrarda kreatinin miktarının ölçümü gerekir. Küçük çocuklarda idrar biriktirme zorluğu vardır. Kreatinin klirens metodu, GFR değerini gerçekte olduğundan yaklaşık %10 daha fazla gösterir. Böbrek yetmezliğinde daha yüksek hata oranları bildirilmektedir (10,14). <sup>99m</sup>Tc-DTPA ve <sup>51</sup>Cr-EDTA gibi radyonüklidler kullanılarak GFR değeri endojen kreatinin klirensine göre daha doğru bir şekilde ölçülebilmektedir (14).

#### **2.3.4.2. Efektif renal plazma akımı (ERPF)**

Teorik olarak, eğer bir madde tamamen kandan uzaklaştırılıyorsa o maddenin uzaklaştırılma hızı (klirens hızı) total böbrek plazma akımına eşit olmalıdır. Bir başka deyişle, böbreğe kan ile gelen madde miktarı idrarla atılan miktara eşit olacaktır. GFR, toplam plazma akımının sadece %20'si olduğundan plazmadan tamamen uzaklaştırılan bir madde glomerüler filtrasyona ilaveten tübüllerden de salgılanmalıdır. Glomerüllerden tamamen uzaklaştırıldığı bilinen bir madde yoktur. Ancak para-aminohippurik asit (PAH) glomerüllerden serbestçe filtre olur, aynı zamanda peritübüler kapiller kandan tübül lümeni içine salgılanır. PAH'in böbrek yolu ile atılımı; %20 GFR, %80 tübüler sekresyonla olmaktadır. Bu nedenle böbrek plazma akımının yaklaşık ölçümünde PAH klirensi kullanılabilir. Daha doğru değer elde etmek için böbreklerle atılana ek olarak kanda kalan PAH yüzdesi de ölçülebilir. Kandan uzaklaştırılan PAH yüzdesine PAH ekstraksiyon oranı denir ve normal böbreklerde %90 kadardır. Böbrek bozukluklarında, hasarlı tübüllerin tübül sıvısı içine yeterli PAH salgılayamayışları nedeniyle bu oran azalır. PAH klirensi tam olmadığından total böbrek kan akımına eşit değildir. Bu nedenle PAH klirensi ERPF olarak adlandırılmıştır (15).

$$\text{PAH klirensi (ERPF)} = (\text{İdrar PAH kons.} \times \text{idrar hacmi}) / \text{plazma PAH kons.}$$

$$E_{PAH} = P_{PAH} - V_{PAH} / P_{PAH}$$

$E_{PAH}$ : PAH ekstraksiyon oranı

$P_{PAH}$ : Böbrek arter PAH konsantrasyonu

$V_{PAH}$ : Böbrek venöz PAH konsantrasyonu

Total Böbrek Plazma akımı = PAH klirensi / PAH ekstraksiyonu

PAH klirensi 585 ml/dk olarak hesaplanır. Eğer PAH ekstraksiyon oranı %90 ise gerçek böbrek plazma akımı 650 ml/dk olarak bulunur (16). PAH ile benzer özelliklere sahip maddeler olan  $^{131}\text{I}$  ile işaretli hippuran, orthoiodohippürat (OIH) ve  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  ile işaretli  $\text{MAG}_3$  kullanılarak da ERPF tayini yapılabilmektedir.

PAH klirensi kullanılarak infantlarda ERPF ölçümünde en büyük problem, PAH'in ekstraksiyonunun erişkinlere oranla oldukça az olmasıdır. 3 aya kadar olan infantlarda erişkin değerinin yaklaşık %65'i kadardır, normal erişkin seviyesine ancak 5. ayda ulaşır (17, 63).

#### 2.4. ÜRİNER SİSTEMİN OBSTRÜKTİF HASTALIKLARI

Obstrüksiyon, tedavi edilmediği takdirde böbreğe zarar veren idrar akımındaki kısıtlanma olarak tarif edilebilir (18,26). Obstrüksiyon; obstrüktif üropati (kaliks ve pelvisin dilatasyonu), obstrüktif nefropati (obstrüktif üropatinin neden olduğu renal fonksiyon kaybı) ve hidronefroza (toplayıcı sistemin parankim aleyhine genişlemesi) neden olabilir (19). Üriner sistemin obstrüktif hastalıkları üretral meatusdan kalikslere kadar olan tüm seviyelerde olabilir. Böbrek pelvisi ve üreterdeki obstrüksiyon için "üst üriner sistem obstrüksiyonu" terimi kullanılır. Obstrüksiyon konjenital olabileceği gibi travma, neoplazi, taş, inflamasyon ve cerrahi nedeniyle de gelişebilir. Patolojik etkiler obstrüksiyon seviyesine, şiddetine, başlama yaşına ve akut veya kronik olmasına bağlıdır. Çocukluk çağında obstrüktif lezyonların çoğu konjenitaldir ve fetal yaşamda da mevcuttur (14).

Obstrüktif üropati, basınç artışı nedeniyle böbreğin tübulointerstisyel bölgesinde ciddi değişikliklere neden olur. Uzun süren obstrüksiyonlarda genellikle interstisyel fibrozis meydana gelir (18). Fetal yaşamın erken dönemlerinde başlayan şiddetli üreter obstrüksiyonu, polikistik böbrekten renal displaziye kadar değişen derecelerde bozukluklara yol açar. Bu duruma genellikle üreteral veya pelvik atrezi neden olur. Daha az şiddetli tıkanıklıklarda değişen derecelerde renal kortikal displazi görülür. Fetal yaşamın

geç dönemlerinde veya doğumdan sonra gelişen kronik üreteral obstrüksiyon; üreter, renal pelvis ve kaliks'lerin genişlemesine ve minimal tübüler değişikliklerden Bowman aralığının genişlemesi, glomerüler fibrozis, interstisyel fibrozise kadar değişen parankimal değişikliklere neden olur. Enfeksiyon sıklıkla obstrüksiyonu komplike eder ve renal hasarı artırır (14).

Üriner sistemdeki obstrüksiyon şiddetli ise hidronefroza neden olur. Hidronefroz erken dönemlerde asemptomatiktir. UP darlık ve üreterovezikal bileşke darlığı (UV darlık) sebebiyle tıkanmış böbrek, üst batın veya yan ağrısına neden olabilir; idrar akımındaki staz nedeniyle pyelonefrit meydana gelebilir. Nadir de olsa taş oluştuğunda karın veya yan ağrısı ve hematüri ortaya çıkar (14).

Obstrüktif renal yetmezlik; kendini hastalarda gelişme geriliği, bulantı, ishal ve diğer nonspesifik semptomlarla da gösterebilir. Akut üreter obstrüksiyonu, karın veya yan ağrısına neden olur; bulantı ve kusma da olabilir. Kronik üreter obstrüksiyonu; sessiz veya fazla sıvı alındığı zamanlarda abdominal bölgede belli belirsiz ağrılara neden olabilir (14).

## **2.5. ÜRETEROPELVİK BİLEŞKE OBSTRÜKSİYONU**

UP darlık idrarın pelvisden üretere geçişinin anatomik veya fonksiyonel sebeplerle engellenmesidir. UP darlık, çocukluk çağındaki hidronefrozun en sık sebebidir. Yaklaşık 1250 doğumda bir görülür (20). Genellikle ultrasonografi ve diüretikli renografi ile tanı konulur (21,27). Vakaların %25'i hayatın ilk yılında, %50'si ilk 5 yıl içerisinde tanınmaktadır. Erkek cinsiyette (erkek/kadın oranı 3:1), neonatal dönemde ve sol tarafta daha sık görülür. Hastaların %10-40'ında bilateral darlık olmaktadır (22). İnfantlarda genellikle hidronefroz bulgusu olarak abdominal kitle ve üriner enfeksiyon araştırmasında ortaya çıkar (23,64,66).

### **2.5.1. UP obstrüksiyonun patofizyolojisi**

UP bileşke obstrüksiyonunda, anatomik lezyonlar bası yaparak; fonksiyonel bozukluklar peristaltizmi etkileyerek idrar akımına direnç oluştururlar. UP bileşkede tam obstrüksiyon varsa renal hasar kısa zamanda ortaya çıkar. Ancak vakaların çoğunda kısmi obstrüksiyon vardır ve hidronefroz darlığın derecesine göre daha uzun dönemlerde ortaya çıkabilir. Bazı vakalarda UP obstrüksiyon hafif olduğundan intrapelvik basınç artışı belli bir noktada dengeye ulaşır. Böyle vakalarda böbrek fonksiyonlarında hayat boyu bir gerileme görülmez. Bazı fizyolojik faktörler böbreğin bu denge durumundan hidronefroza

doğru ilerlemesinde etkilidir. Bu faktörleri: (a) diürez durumunda idrar miktarı ve akım hızı, (b) UP bileşkenin anatomisi ve fonksiyonu, (c) glomerüler ve tübüler fonksiyon (d) pelvik komplians oluşturur (22,73,65).

### **2.5.2. UP obstrüksiyonun etiyojisi**

#### ***Intrinsik stenoz, valv, polipler***

Üreter lümeninin intrinsik bir nedenle idrar akışını engelleyecek şekilde daralması üreter boyunca herhangi bir yerde olsa bile, klinik olarak bu duruma daha çok UP bileşkede rastlanır. UP bileşkedeki lümenin dar olması, en sık görülen tip UP bileşke darlığıdır ve tüm vakaların %75'ini meydana getirir. UP bileşkedeki sorun, anatomik veya fiziksel bir yapı bozukluğundan kaynaklandığı ölçüde fonksiyoneldir. Etkili bir peristaltik hareket olmadığından, UP bileşkede idrar bolusuna uyum sağlayacak bir dilatasyon meydana gelmez. Buradaki asıl sorun anormal mürküler aktivite nedeniyle peristaltik dalgaların iletilmemesinden kaynaklanmaktadır (24,1).

Intrinsik lezyonların çok nadir bir nedeni de valv ve poliplerdir. Bunlar fetal üreter kıvrımlarının kalıntılarıdır (3).

#### ***Üreterin pelvise yukarıdan giriş yapması (insersiyon anomalisi)***

İdrarın daha geniş bir boşluk olan böbrek pelvisinden daha dar bir yapı olan üretere rahatça boşalabilmesi için bir huni yapısında olması gerekir. Bu nedenle, üreter normalde pelvise en alt noktadan bağlanır. UP bileşke obstrüksiyonlarının bir kısmında, üreterin pelvise daha yukarıdan ve sıklıkla da oblik bir giriş yapmış olduğu görülür. Üreterin böbrek pelvisine yüksek giriş yapması başlangıçta obstrüksiyona neden olmayabilir. Renal pelvis özellikle diürez dönemlerinde bir depo görevi yapar. Nedeni ne olursa olsun üreterde bir tıkanıklık olduğunda böbrek tübüllerini yüksek basıncın etkisinden koruyabilmek amacıyla pelvis genişler. Böyle bir dilatasyonun ortaya çıkmasıyla pelvise yüksek giriş yapmış üreter, UP bileşke obstrüksiyonu nedeni olabilir. İnsersiyon anomalilerine bağlı UP bileşke obstrüksiyonları vakaların %7'sini meydana getirir (3,20).

#### ***Fibröz bantlar ve yapışıklıklar***

Tekrarlayan idrar yolu enfeksiyonu, cerrahi girişimler ve radyasyon uygulaması renal pelvisi ve üreteri tıkanıklık yapacak ölçüde sıkıştırıcı periüreteral fibrozise neden olabilir. Fibröz bant veya retroperitoneal yapışıklıklara bağlı UP bileşke obstrüksiyonu vakaların yaklaşık %3'ünü oluşturur (3,20).

### ***Aberran damarlar***

Böbreğin alt kutbunu besleyen segmental arterler ana renal arterin herhangi bir yerinden, doğrudan aortadan veya iliak arterden gelebilir. Bu tür vasküler anomalilere daha çok sol böbrekte rastlanır. Bu aberran damarların üretere bası yaptığı durumlarda, özellikle idrar çıkışının artmasıyla obstrüksiyon oluşabilir. Bu tür tıkanıklıklar vakaların yaklaşık %11'ini meydana getirir (20,24).

### **2.5.3. UP obstrüksiyonun klinik bulguları**

İnfantlar ya abdomende ele gelen asemptomatik kitle veya idrar yolu enfeksiyonu ile gelirken; daha büyük çocuklarda daha nadir de olsa böyle bir kitlenin varlığı yanında tekrarlayan üriner enfeksiyon, ateş, gelişme geriliği, iştahsızlık, bulantı, kusma, yan ağrısı ve hematüri gibi semptom ve bulgular ön plandadır. Ağrı, özellikle ara ara oluyor ve bulantı eşlik ediyorsa gastrointestinal hastalıkları taklit edebilir. Hafif bir travmadan sonra oluşan hematüri dilate olmuş böbreğin hasara ne kadar yatkın olduğunu gösterir. Aralıklı yan ağrısı, aşırı sıvı alındığı zamanlarda diürece bağlı olarak böbrek pelvisinin ani gerilmesi sonucu oluşur. Hidronefrozun geç farkedilmesi halinde; üriner enfeksiyon, ateş, gelişme geriliği, iştahsızlık ve yan ağrısının eşlik ettiği tablo kronik bir durumdur. UP bileşke obstrüksiyonu olan hastalarda, sıklıkla konjenital ürogenital ve diğer organ anomalilerine de rastlanabilir (1,20,22).

### **2.5.4. UP obstrüksiyonun tanı yöntemleri**

Perinatal hidronefroz vakalarının çoğu semptomatik değildir ve öncelikle ultrasonografi (USG) ile tanı konulur. Renal pelvisin genişlediği ve üreterin normal görünümde olduğu durumlarda UP bileşke obstrüksiyonu tanısı akla gelmelidir. Perinatal dönemde obstrüksiyon ile benzer şekilde pelvik ve kalisiyel genişlemeye sebep olan VUR'den ayırt etmek için voiding sistoüretrografi yapılması gerekir. Daha ileri yaşlarda hidronefroz tanısı için ilk başvuru yöntemi sıklıkla intravenöz pyelografi (İVP)'dir. UP bileşke obstrüksiyonunda karakteristik bir radyografik görünüm vardır: Pelvikalisiyel sistemde genişleme, kontrast maddenin UP bileşkede kesintiye uğraması ve üreterin görülebilmesi veya normal görünümde olması. UP bileşke obstrüksiyonu tanısında şüphede kalındığı durumlarda diüretikli renografi ve basınç-akım çalışmaları yapılır. Cerrahi girişimden önce üreterin tıkalı olmadığı ve normal yapıda olduğu gösterilmelidir (1,22). Tanıda kullanılan yöntemler:

### ***Ultrasonografi (USG)***

Günümüzde USG yaygın kullanım alanı olan noninvaziv bir yöntemdir. UP bileşke obstrüksiyonu tanı ve değerlendirmesinde ilk başvuru olan yöntemdir. Takipte en yaygın olarak yine USG kullanılmaktadır. USG ile böbreğin boyutu, parankim kalınlığı, pelvikalisijel sistemde genişleme, üreter ve mesanenin durumu gibi parametreler rahatlıkla değerlendirilebilir; ancak pelvikalisijel sistemdeki genişlemenin gerçek bir obstrüksiyon mu yoksa zararsız bir fizyolojik durum mu olduğu ayırt edilemez. Rutin prenatal USG gebeliğin 16-20. haftaları arasında yapılır. Obstrüksiyonun şiddetine göre değişen derecelerde hidronefroz ile üreter ve mesanenin normal olduğu tespit edilebilir. Prenatal dönemde tespit edilen hidronefrozun yaklaşık %20'si postnatal USG'de normal bulunur. UP bileşke tıkanıklığı şüphesi olan infantlara doğumdan sonra 2-3. günlerde ultrasonografi tekrarlanarak pelvikalisijel sistemdeki genişleme ve kortikal incelme tekrar değerlendirilir (1,24,25).

Doppler USG, böbreklerin UP bileşke tıkanıklığı yönünden değerlendirilmesinde kullanılan başka bir tanısal yöntemdir. Dupleks doppler USG ile böbrek içi damarların rezistiv indeksi değerlendirilebilir. Obstrüktif böbreklerin rezistiv indeksi normale oranla artmış bulunur. Diüretik kullanımı tanıyı kolaylaştırır. Normal böbrekte diüretik, renal vasküler rezistansta ölçülebilir bir etki göstermezken tıkalı böbreklerde vasküler rezistansı artırır (24).

### ***İntravenöz pyelografi (İVP)***

İVP, hidronefrozun değerlendirilmesinde kullanılan en eski yöntemdir. İVP; renal pelvis, üreter ve tıkanıklığın olduğu bölge hakkında hem anatomik detaylar verir hem de bazı fizyolojik bilgiler sağlar. İVP'de böbreklerin ve toplayıcı sistemin görülebilmesi renal fonksiyona bağımlı olduğu için yenidoğanlarda kullanımı sınırlıdır. Böbreklerin fizyolojik açıdan henüz tam gelişmemiş olması ve yoğun intestinal gaz nedeniyle 2-4 haftalık infantlarda ve böbrek fonksiyonları azalmış vakalarda, İVP'de böbrekler net olarak görüntülenemez. Böyle durumlarda geç görüntülerin alınması değerlendirmeye yardımcı olabilir (1,24). İVP ileri yaşlarda UP obstrüksiyonun değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.

### ***Retrograd pyelografi***

Bu testde kontrast madde yüksek dozda direkt olarak pelvise verilebildiği için toplayıcı sistemin anatomisini en iyi gösteren planar görüntüleme yöntemidir. Üst üreter ve pelvisin

değerlendirilmesinde kullanılır. Bu işlem genel anestezi gerektirdiği için genellikle operasyon esnasında uygulanır (24).

#### ***Voiding sistoüretrografi (VSÜG)***

Bu tetkik veziköüretal reflü (VUR) ve alt üriner sistem anormalliklerinde kullanılır. Toplayıcı sistemdeki genişleme tıkanıklığa bağlı olabileceği gibi reflüye de bağlı olabilir. Buna ilaveten, UP bileşke tıkanıklığı olan vakaların yaklaşık %10'unda VUR de görülmektedir. Yüksek dereceli reflüsü olanlarda megaüreterin kıvrılıp bükülmesi sonucu UP bileşkede sekonder tıkanıklık da oluşabilir. Tüm bu sebeplerden dolayı VSÜG, UP bileşke tıkanıklığı şüphesi olan tüm çocuklara tanı konmadan önce yapılmalıdır (1).

#### ***Bilgisayarlı tomografi (BT)***

Böbreklerin yüksek kalitede detaylı anatomik görüntülemesini sağlar. BT ürografi anatomik görüntülemenin yanında UP bileşkedeki idrar akımının durumu hakkında da bilgi verir. Küçük çocuklarda sedasyon gerekir. Bu görüntüleme yöntemi ile çocukların maruz kalacakları radyasyon dozu standart IVP'deki ile benzer düzeyde olmaktadır. (28).

#### ***Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)***

Hastayı radyasyona maruz bırakmadan ve nefrotoksik kontrast madde kullanmadan kaliteli anatomik görüntüleme sağlar. Çocuklarda hareketi önlemek için sedasyon gerekir. Renal yetmezlik ve kontrast madde allerjisi olanlarda İVP yerine MR ürografi yapılarak hidronefrozun şiddeti değerlendirilebilir. Nispeten pahalı oluşu ve işlem esnasında gürültü oranının yüksek olması çocuklarda rutin kullanımını sınırlamaktadır (24,29).

#### ***Whitaker basınç-akım çalışması***

Bu test, diğer tanı yöntemleri ile UP bileşke tıkanıklığı tanısının kesin olarak konulamadığı ancak yüksek klinik şüphe olan vakalarda uygulanmaktadır. Tıkanıklığın tanısında altın standart olarak kabul edilir. İnvaziv bir test olduğundan çocuklarda genel anestezi gerekebilir. Mesaneye üretral, renal pelvise perkütan yoldan kateter yerleştirilir. Pelvise sabit hızda (10 ml/dk) mayi infüzyonu yapılarak pelvis ve mesanedeki basınçlar ölçülüp kaydedilir. Eğer pelvisdeki basınç ile mesane basıncı arasındaki fark 12-15 cm H<sub>2</sub>O'dan daha düşük ise mesane ile pelvis arasında tıkanıklık olmadığına karar verilir. Basınç farkı 20-22 cm H<sub>2</sub>O'dan yüksek ise tıkanıklık tanısı konur. Basınç farkının 15-20 cm H<sub>2</sub>O olduğu durumlar şüpheli kabul edilir (28,30).

### ***Dinamik böbrek sintigrafisi***

Bu test obstrüksiyonun yanı sıra böbrek fonksiyonlarına ait bilgi de verdiği için, UP bileşke obstrüksiyonunu göstermek amacıyla tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Dinamik böbrek sintigrafisi için en sık  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  ve  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  kullanılmaktadır.  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  daha düşük dozda uygulandığı için radyasyon maruziyeti daha az olmaktadır ve görüntü kalitesinin daha iyi olması daha sık tercih edilmesine neden olur. Radyofarmasötik uygulamasından 10-20 dk sonra intravenöz diüretik uygulanır. Obstrüksiyon olan hastalarda radyofarmasötik böbrek pelvisinde birikir, aktivitenin yarılanma süresi ( $T_{1/2}$ ) 20 dakikayı geçer. Eğer böbreklerde fonksiyonel gerileme varsa bu da kantitatif olarak hesaplanabilir. Tek taraflı UP darlıklarda, obstrüksiyon olan tarafta, o böbreğin toplam renal fonksiyona katkısının %40'ın altına düşmesi anormal kabul edilir. Yapılan takiplerde bu oranın giderek düşme eğilimi göstermesi durumunda renal fonksiyonlardaki gerilemenin ilerleyici olduğu düşünülmelidir.

### **2.5.5. UP obstrüksiyonun ayırıcı tanısı**

Ayırıcı tanıda üriner sistemde dilatasyona sebep olan diğer nedenler göz önünde bulundurulmalıdır (32). Bunlar:

- UV tıkanıklık
- Ektopik üreter
- Duplike toplayıcı sistem
- Posterior üretral valv
- Üretral atrezi
- Fizyolojik pelvikalisiyel dilatasyon
- VUR
- Prune Belly sendromu
- Megakalikozis

### **2.5.6. UP obstrüksiyonun tedavisi**

Antenatal hidronefroz tanısı almış yenidoğanlarda bebek doğduktan sonraki hedef, postnatal çalışmalarla gerçek bir anatomik tıkanıklığın olup olmadığının ortaya konulması ve varsa cerrahi tedaviyle giderilmesi veya hangi hastaların güvenle izlenebileceğine karar verilmesidir. Yenidoğanlarda obstrüktif üropatilerin değerlendirilmesi ve ne yapılacağına karar verilmesi güçtür. Obstrüksiyonun yansıması olarak kabul edilen hidronefroz ve böbrek fonksiyonlarının azalması gibi endikatörler de, bir çok yenidoğan hidronefrozu

kendiliğinden düzeldiğinden geçerli olmamaktadır. Obsrüksiyonun derecesi zamanla azalabileceği gibi giderek ilerleyebilmekte veya intermitten özellik gösterebilmektedir. Cerrahi girişim yapılmış olsun ya da olmasın, hidronefroz düzelene kadar tüm hastalara antibiyotik profilaksisi önerilmektedir. Hastalar takiplerde diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi, İVP ve renal USG gibi yöntemlerle böbrek boyutu, renal parankim kalınlığı, pelvis çapı ve diüretiğe verilen cevap yönünden değerlendirilir. İnfantlardaki UP bileşke obstrüksiyonunun takibinde farklılıklar vardır. Bazı merkezlerde karşılaştırmalı (bazal ve son yapılan) değerlendirmelerde diferansiye böbrek fonksiyonlarında bir gerileme ve diüretiğe verilen yanıtta bir kötüleşme tespit edildiğinde, cerrahi tedavi düşünülürken diğer bazılarında böbrek fonksiyonlarında gerileme ortaya çıkmadan cerrahi tedavi tercih edilmektedir (33,34,35,36,37,38).

UP bileşke obstrüksiyonunun cerrahi tedavisinde, dar olan segmentin çıkarılıp üreterle pelvisin yeniden anastomoz edildiği pyeloplasti tekniği uygulanır. Pyeloplastinin başarı oranı %91-98 arasında değişmektedir. Endoürolojik ve laparoskopik tamir gibi daha yeni teknikler, yetişkinlerde araştırılmakla birlikte henüz çocuklarda yaygın kullanım alanı bulmamıştır (39,72). Küçük yaşlarda pyeloplasti yapılan bebeklerde diferansiye böbrek fonksiyonlarının normale dönme kapasitesi, daha büyük yaştaki çocuklara (okul öncesi ve okul çağında) nazaran daha yüksektir. Etkilenen böbrekte çok az parankim kaldı ise veya renogramda diferansiye fonksiyonu %10'dan az ise tedavide nefrektomi de düşünülebilir (20,23).

### **2.5.7. UP obstrüksiyonun prognozu**

Hastalık çoğunlukla tek taraflı olduğundan ve bilateral olgularda da hemen hemen daima ağırlıklı olarak tek taraf etkilendiğinden prognoz genellikle iyidir. Bazı çalışmalarda, başarılı olmayan pyeloplastiden sonra tekrar ameliyat edilme oranının %2-4 olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte olguların çoğunda böbreğin yeterli drenajına karşın, önemli derecede yapısal değişiklikler sebat eder (29). Hidronefroz, zamanında tanı ve tedavi edilmediği takdirde, %2-5 vakada ürolityazis, kronik üriner enfeksiyon, pyonefroz, rüptür ve hipertansiyon gibi sekonder komplikasyonlara yol açabilir. Bilateral olgularda kronik böbrek yetmezliğiyle sonuçlanabilir (20).

### **2.6. DİNAMİK BÖBREK SİNTİGRAFİSİ**

Böbreklerin büyüklük, morfoloji, lokalizasyonu ve fonksiyonları vizüel ve kantitatif olarak dinamik böbrek sintigrafisi ile değerlendirilmektedir. Kullanılan radyofarmasötik

maddenin intravenöz yoldan enjeksiyonundan sonra, böbrek parankimi tarafından tutulup mesaneye atılması süreci, tetkik süresince seri görüntüler alınarak kaydedilir. Bu görüntüler kullanılarak, radyofarmasötüğün kandan böbreklere, oradan da mesaneye doğru olan hareketinin zaman-aktivite eğrisi (renogram) oluşturulur. Renogram eğrisi üzerinde, toplam renal ve her bir böbrek için diferansiye renal fonksiyonlar ayrı ayrı hesaplanır. Bu veriler (renogram eğrisi ve kantitatif renal fonksiyon parametreleri) obstrüktif üropati ve diğer renal bozuklukların tanı ve prognozu hakkında çok önemli bilgiler sağlar (40,41). Dinamik böbrek sintigrafisinin endikasyonları:

1-Tüm prerenal, renal ve postrenal üropatiler. İlk tanı döneminde böbrek fonksiyonlarının belirlenmesi ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde.

2-Üreteropelvik darlık, üreterovezikal darlık gibi üriner sistemin tıkaçıcı hastalıklarında ve veziköüreteral reflüde böbrek fonksiyonlarının ve drenajın değerlendirilmesi.

3-Böbreklerin GFR, ERPF, diferansiye fonksiyon gibi kantitatif parametrelerinin belirlenmesinde.

4-Konjenital veya akkiz böbrek anormalliklerinin belirlenmesi.

5-İVP ile görüntülenemeyen böbreklerin fonksiyonunun saptanması.

6-Cerrahi veya girişimsel tedavi yöntemleri sonrasında etkinliğin değerlendirilmesi ve izlemi.

7-Transplante böbreklerin fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve takibi ile akut, subakut ve kronik rejeksiyonun izlenmesi.

8-Transplantasyon öncesi, canlı vericilerin böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesi.

9-Böbrek patolojilerinde ve böbrek fonksiyonlarının etkilenebildiği sistemik hastalıklarda (diyabetes mellitus, sistemik lupus eritematozis, kemoterapi, zehirlenmeler vb.) böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve takibi.

### **2.6.1. Dinamik böbrek sintigrafisinde kullanılan radyofarmasötikler**

#### ***<sup>99m</sup>Tc-DTPA (Dietilentriaminpentaasetik asit)***

Böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesinde, hâlâ yaygın olarak kullanılan glomerüler bir ajandır. Tamamına yakını inülin'e benzer şekilde glomerüler filtrasyon ile süzülür. Ancak renal ekstraksiyon oranının düşük (%20) olması, böbrek/geri plan aktivite oranının, <sup>131</sup>I-OIH, <sup>123</sup>I-OIH ve <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub>'e göre daha düşük olmasına neden olur. <sup>99m</sup>Tc-DTPA'nın eritrositlere belirgin difüzyonu yoktur. Enjekte edildikten sonra yaklaşık %3-5'inin zayıfça plazma proteinlerine bağlanması, filtrasyonunu yavaşlatır; bu nedenle ölçülen GFR değeri gerçek değerinden yaklaşık %10 daha düşük hesaplanır. Kanda ve

böbreklerde metabolize olmaz. Enjekte edilen dozun yaklaşık %90'ı 4 saat içinde idrara atılır. <sup>99m</sup>Tc-DTPA'nın klirensi, inülin ve iothalamate ile iyi korelasyon gösterir ve tübüler sekresyonu ve reabsorpsiyonu yoktur. Ekstraksiyon oranı düşük olduğundan immatür böbreği olan infantlarda ve fonksiyonu azalmış böbreklerde, kaliteli bir görüntüleme sağlanamaz (infantlarda böbreklerin küçük, gama kameranın spatial rezolüsyonunun düşük olması, hareket ve İV enjeksiyon problemleri gibi nedenlerden dolayı). Ticari kitlerde işaretleme etkinliği %95'in üzerindedir (19).

#### **<sup>51</sup>Cr-EDTA (Etilendiamintetraasetat)**

Glomerüllerden enerji gerektirmeden pasif şekilde süzülür, tübüllerden sekrete edilmez. Ekstrarenal atılımı önemsiz derecede azdır. Plazma proteinlerine çok az oranda bağlanır. İnülin klirensi ile çok iyi korelasyon gösterir. Çıkardığı düşük enerjili ışın nedeniyle gama kamera ile görüntüleme için uygun değildir.

#### **<sup>131</sup>I ve <sup>123</sup>I-OIH (Ortoiyodohippürat)**

OIH'in %80'i proksimal tübüllerden sekrete edilir, %20'si glomerüllerden filtre olur. Böbreklerde ekstraksiyon oranı yaklaşık %65'dir. Bu nedenle böbrek/zemin aktivite oranı yüksektir. Klirensi PAH klirensinden düşüktür, normal bireylerde 500-600 ml/dk olarak hesaplanır. OIH klirensi ile ölçülen ERPF değeri, PAH ile ölçülen ERPF değeriyle yüksek oranda korelasyon gösterir. Plazma proteinlerine yaklaşık %60-70'i bağlanır. Enjekte edilen dozun yaklaşık %70'i 30 dakika içinde idrara atılır. Ekstraksiyon oranının yüksek olması nedeniyle, renal yetmezliği olan hastalarda DTPA'ya oranla daha iyi görüntüleme sağlar. <sup>131</sup>I-OIH uzun yarı ömrü, beta ışınması, 364 keV'lik yüksek enerji düzeyi ile böbreklere verdiği yüksek radyasyon dozu ve suboptimal görüntüleme özelliği nedeniyle rutin uygulamalarda kullanılmamaktadır. <sup>123</sup>I-OIH, böbreklere düşük radyasyon dozu vermesi, 159 keV'lik enerji düzeyi ve gama kameraya uygun görüntüleme özelliği ile ideal bir renal radyofarmasötiktir; ancak yarı ömrünün kısa (13 saat) olması ve siklotron ürünü olması nedeniyle sınırlı sayıda, gelişmiş merkezlerde üretilebilmesi kullanımını kısıtlamaktadır (19).

#### **<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> (Merkaptoasetiltriglisin)**

<sup>99m</sup>Tc ile işaretlenebilmesi ve OIH klirensi ile yüksek korelasyon göstermesi nedeniyle tübüler bir radyofarmasötik olan MAG<sub>3</sub>'ün kullanımı yaygınlaşmıştır. MAG<sub>3</sub>'ün yaklaşık %2'si glomerüler filtrasyonla, %98'i proksimal tübüllerden sekresyonla, çok az oranda da

karaciğer yolu ile atılır (58). Böbrek fonksiyonları bozulmuş hastalarda karaciğer ve safra kesesi aktivitesi biraz daha belirgin hale gelir. Tübüler reabsorbsiyonu yoktur. %90'ı plazma proteinlerine bağlanır. Eritrositlere %5.1 oranında geçer. Ekstraksiyon oranı %40-50 arasında olup DTPA'nın iki katından fazladır; bu yüzden özellikle sınırdaki renal yetmezlik ve kompanse rezerv varlığı ile obstrüksiyon şüphesi olan hastalarda tercih edilir. Enjekte edilen dozun yaklaşık %70'i 30 dakika içinde vücuttan atılır (42,43).

Normal erişkinlerde OIH ile ölçülen ERPF değeri yaklaşık 600 ml/dk iken  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 'ün klirensi 340-400 ml/dk/1.73m<sup>2</sup> bulunur. Bu değer normal GFR değerinden ( $\approx 125$  ml/dk) çok daha fazladır. Bu yüzden görüntü kalitesi DTPA'ya oranla daha iyidir. Doğumda böbreklerin glomerüler ve tübüler fonksiyonları henüz tam gelişmediğinden ölçülen  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  klirensi oldukça düşüktür. Birinci yılın sonunda böbreğin gelişimi tamamlanır ve vücut yüzeyine göre düzeltilmiş değeri normal erişkin seviyesine ulaşır (19,44,45,46).

#### ***$^{99m}\text{Tc-EC}$ (Etilendisistein)***

Farmakokinetiği  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 'den ziyade OIH'e daha çok benzer.  $^{99m}\text{Tc-EC}$ , normal bireylerde ve renal yetmezliği olanlarda OIH ile benzer klirens değeri göstermekte olup sağlıklı bireylerde  $473 \pm 22$  ml/dk/1.73 m<sup>2</sup> olarak hesaplanır. Tübüler ajanlar içinde ERPF hesabı için ideale en yakın olanıdır. Plazma klirensi, yüksek ekstraksiyon oranı nedeniyle  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 'ünkünden yaklaşık %30 daha fazladır. Glomerüllerden  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 'e nazaran daha fazla miktarda filtre olur, tübüler reabsorbsiyonu yoktur.  $^{99m}\text{Tc-EC}$ , plazma proteinlerine  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  (%90) ve OIH'den (%60-70) daha düşük oranda bağlanır (%30). Eritrositlere OIH'a oranla (%5.7) daha düşük miktarda geçer. Ekstrarenal klirensi yaklaşık %6'dır. Renal ekskresyon paterni OIH ile hemen hemen aynıdır.  $^{99m}\text{Tc-EC}$ 'in enjekte edilen dozunun yaklaşık %70'i 1 saat içinde idrara atılır. Anürik hastalarda önemli derecede safra kesesi ve barsak aktivitesi görülmezken çok az miktarda karaciğer aktivitesi görülür. Görüntü kalitesi, düşük karaciğer ve zemin aktivitesi nedeniyle  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ 'ünkilerden daha iyidir.  $^{99m}\text{Tc-EC}$  yüksek görüntü kalitesi, düşük radyasyon dozu, işaretleme işleminin kolaylığı, radyokimyasal saflığının yüksekliği ve hazırlandıktan sonra uzun süre stabil kalması nedeniyle renal görüntüleme için çok uygun bir radyofarmasötik ajan olmasına rağmen, maliyetinin pahalı olması kullanımını kısıtlamaktadır (47-49).

## 2.6.2. Diüretikli böbrek sintigrafisi

Diüretikli renografi, renal fonksiyonların ve ürodinaminin birlikte değerlendirilebildiği tek testdir. Hidronefroz; obstrüktif üropati sonucu geliştiği gibi VUR, enfeksiyon, konjenital malformasyonlar ve daha pekçok nedenden dolayı da gelişebilir. Tıkanıklık tanısında Whitaker testi standart olarak kabul edilir, ancak rutinde kullanılmayacak kadar invazivdir. Bu yüzden obstrüktif üropatide dinamik böbrek sintigrafisi ile diüretik yanıtının kantitatif değerlendirmesi ve varsa tıkanıklığın şiddetinin ortaya konması rutin olarak uygulanmaktadır (19)

## 2.6.3. Dinamik böbrek sintigrafisinin uygulama tekniği

### 2.6.3.1. Hasta hazırlığı

**Hasta bilgilendirme:** Yapılacak tüm işlemler hasta ve hasta yakınlarına açıklanmalı, diüretik enjeksiyonundan sonra bazı hastalarda pelvikalisijel sistemdeki gerilmeye bağlı olarak ani ağrı olabileceği, çekim boyunca hareket etmemenin önemi anlatılmalıdır. Hidrasyon konusunda hasta önceden bilgilendirilmelidir. Radyasyon dozunun azaltılması için hastaya sintigrafiden hemen sonra mesanenin boşaltılması söylenmelidir. Kontrastlı film çekilmesi düşünülüyorsa önce sintigrafi yapılmalı, infant ve küçük çocuklarda sedasyon gerekebileceği izah edilmelidir.

**Hidrasyon:** Eğer hastaya intravenöz hidrasyon yapılmayacak ise çekime gelmeden önce de yeterli sıvı almaları teşvik edilir. Tübüler fonksiyonlar hidrasyondan etkilendiğinden dolayı, renal hemodinamiği bazal seviyenin üzerinde tutmak için her hastada optimal hidrasyon gereklidir. Dehidratasyon durumunda zaman-aktivite eğrisinde ekskresyon fazı uzar. Dehidratasyonu önlemek için 24 saat öncesinden diüretiklerin kesilmesi faydalı olabilir. Oral hidrasyon çoğu vakada yeterlidir, ancak üriner sistem tıkanıklığı olan hastalarda intravenöz hidrasyon çok daha güvenilirdir. Özellikle küçük çocuklarda oral sıvı alımının teşvik edilmesi yanında asıl olarak intravenöz hidrasyon tercih edilmelidir. Hastalara diüretik uygulamasından 30 dakika önce hidrasyona başlanır ve çalışma boyunca devam edilir. Eğer idrar akımı beklenenden düşük miktarda ise hidrasyon artırılır (maksimum 40 ml/kg). Büyük çocuklarda ve erişkinlerde uygun hidrasyonu sağlamak için radyofarmasötik enjeksiyonundan 30-60 dakika önce 5-10 ml/kg oral sıvı almaları yeterlidir (19,40,50).

**Mesane kateterizasyonu:** Mesane kateterizasyonu her vakada uygulanmaz. Hastalardan, çalışmadan hemen önce mesanelerini tamamen boşaltmaları istenir. Bazı vakalarda,

obstrüksiyon tanısı için mesane kateterizasyonu daha güvenilir sonuçlar verir (51). Hidroüreter, veziköüreteral reflü, nörojenik mesane, küçük mesane hacmi, posterior üretral valv gibi durumlarda mesane kateterizasyonu gereklidir. İdrar akım miktarına bakılarak diüretik etkisini değerlendirme avantajı vardır (50).

### **2.6.3.2. Radyofarmasötik seçimi ve doz**

$^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, GFR ölçümünde en uygun radyofarmasötik olmasına rağmen, ileri derecede bilateral renal yetmezliği olan hastalarda ve küçük çocuklarda, böbrek/geri plan aktivite oranının düşük olması değerlendirmeyi güçleştirir ve şüpheli yorumlara neden olabilir.  $^{131}\text{I}$ -OIH,  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> ve  $^{99m}\text{Tc}$ -EC ile yüksek ekstraksiyon oranlarından dolayı kaliteli görüntüler elde edilir. Yenidoğan bebeklerde, tübüler matürasyon doğumda büyük oranda gelişmiş olduğundan  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> ile yeterli kalitede görüntüler elde edilebilir. Proteinlere yüksek oranda bağlandığı için büyük oranda intravasküler alanda kalması, yüksek ekstraksiyon oranı, hızlı ekskresyonu ve düşük radyasyon dozu nedeniyle  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>, infantlarda ve küçük çocuklarda, özellikle diüretikli böbrek sintigrafisinde en yaygın olarak kullanılan radyofarmasötik ajandır (50-53).

İyi bir dinamik çalışma için radyofarmasötik, intravenöz yoldan bolus tarzında enjekte edilmeli ve ardından damar yolu serum fizyolojik ile yıkanmalıdır. Radyofarmasötüğün damar dışına kaçması durumunda klirens ölçümü düşer ve renogram eğrisi sağa kayar.  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA'nın çocuklardaki dozu 0.1 mCi/kg, minimum dozu 20 MBq (0.5 mCi), maksimum dozu ise 375-750 MBq (10-20 mCi)'dir.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub>'ün minimum dozu 37 MBq (1 mCi), Çocuklarda 50 µCi/kg ; yetişkin dozu 185-375 MBq (5-10 mCi)'dir (51,55,71).

### ***Diüretik***

Renografi için önerilen diüretik furosemid'dir. Furosemid kıvrım grubu diüretiklerden olup esas olarak henle kulpunun çıkan koluna etki eder, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>'un geri emilimini azaltarak diürete neden olur. Böbrek fonksiyonları bozuk olan ve diğer diüretiklere cevap vermeyen hastalarda bile etkilidir. Etkileri enjeksiyondan sonra 1-2 dakika içinde başlar ve 15. dakikada maksimum seviyeye ulaşır. İnfantlarda 1 mg/kg, erişkinlerde maksimum 40 mg dozunda uygulanır. 1 yaşından büyük çocuklarda doz 0.5 mg/kg'a azaltılabilir. Diüretik enjeksiyonunun damar dışına yapılması halinde yanlışlıkla obstrüksiyon tanısı konabilir (54,55). Genellikle tetkik süresinin ortasında yapılmakla birlikte, diüretikli renogafide

diüretiğin ne zaman yapılacağı konusunda tam bir fikir birliği yoktur. Şimdiye kadar farklı diüretik protokoleri tanımlanmıştır. F-15 protokolünde, diüretik radyofarmasötik enjeksiyonundan 15 dakika önce; F+0 protokolünde radyofarmasötik ile aynı anda; F+20 protokolünde ise diüretik enjeksiyonu radyofarmasötik enjeksiyonundan 20 dakika sonra yapılmaktadır (32,51,56).

Geniş ekstra renal pelvisi olanlarda ve pyeloplasti ameliyatı geçirenlerde, o an için herhangi bir tıkanıklık olmamasına rağmen pelvikalisiyel sistemde bir miktar staz görülebilir. Çekim bittikten sonra hasta biraz dolaştırılırsa yer çekimi etkisiyle yeterli drenaj sağlanabilir.

### **2.6.3.3. Kayıt**

Hasta, supin pozisyonda sırtı dedektöre bakacak şekilde yatar. Oturur pozisyonda görüntüleme hasta hareketine neden olduğu için genellikle tercih edilmez. Rutinde geniş görüş alanlı gama kamera ve düşük enerjili, genel amaçlı kollimatör kullanılır. Enerji düzeyi, eğer <sup>99m</sup>Tc ile işaretli radyofarmasötik kullanılıyorsa 140 keV; enerji pencere aralığı %20 seçilir. Görüntüler 64×64 veya 128×128 matriksde kaydedilir. İlk 1-2 dakika her biri 0,5-1 saniyelik, ardından 20-30 dakika her biri 15-30 saniyelik dinamik görüntüler alınır. Sonrasında geç statik ve/veya voiding sonrası statik görüntüler alınır (50).

### **2.6.3.4. Verilerin işlenmesi, analiz ve yorumlama**

#### ***Böbrek derinlik farkının düzeltilmesi (RDC)***

Böbreklerin kameraya olan uzaklıklarındaki farklılık, her bir böbreğin diferansiye fonksiyonunun yanlış hesaplanmasına neden olabilir. Hastalar supin pozisyonda yatırılıp posteriordan görüntü alındığında, çoğu vakada RDC'a gerek kalmaz. Böbreklerde asimetric boyut ve lokalizasyon olması durumunda RDC gerekebilir. 1 cm'den fazla olmayan derinlik farkı rölatif fonksiyon hesabında önemli hatalara yol açmaz (57). Böbrekler arası derinlik farkının tespiti için ultrasonografi kullanılabilir, ancak bilgisayarlı tomografi daha doğru sonuçlar verir. Böbreklerin derinlik farkının bu yöntemlerle tespiti pratik değildir.

#### ***Böbrek ilgi alanı (ROI) çizimi***

Dinamik görüntüler "cine" modunda izlenerek, varsa hasta hareketi tesbit edilip hareket düzeltme programı ile düzeltilmeye çalışılmalıdır. Böbrek ilgi alanı toplatılmış görüntülerden çizilmelidir. Normal uptake gösteren böbrekler için ilk 1-2 dakikalık

görüntülerin toplatılması yeterlidir. Böbrek fonksiyonları kötü olan hastalarda ileri dönem görüntülerin toplatılması yararlı olabilir. İlgili alanı çiziminde tüm böbreğin ilgili alanı içerisine girmesine dikkat edilmelidir. Böbreğin pelvis dahil tümünü kaplayan ilgili alanı çizimi ve böbreklerde solunuma bağlı hareket varsa ilgili alanının üst ve alt kısımlarının daha geniş olması önerilmektedir. Pelvikalisiyel staz görülen durumlarda, staz bölgesinin ilgili alanı dışında tutulması veya sadece staz bölgesinin etrafında ilgili alanı çizimi gibi farklı uygulamalar vardır (52,58).

### ***Geri plan aktivite ilgili alanı çizimi***

Bunun için en ideal seçim perirenal ilgili alanıdır. Böylece hem infrarenal (renal fossa) hem de suprarenal (vasküler geri plan) yapılar dahil edilmiş olur (52). Yenidoğanlarda perirenal alanın küçük olmasından dolayı, geri plan ilgili alanı seçiminde güçlük çekilmektedir.

### ***Zaman aktivite eğrisi***

Radyofarmasötik maddenin bolus tarzındaki enjeksiyonundan sonra seri görüntüler alınır. Dinamik renal çalışma yapıldıktan sonra, her iki böbrek çevresinde ilgili alanları ve geri plan ilgili alanları ayrı ayrı çizilerek renogram eğrileri oluşturulur. Renogram eğrisi; perfüzyon, konsantrasyon ve ekskresyon fazı olarak üç kısımdan meydana gelir. Böbrekler kardiyak output'un yaklaşık %20'sini aldıkları için eğrinin ilk kısmı böbreğin kanlanmasını yansıtır. Bu faz, enjeksiyondan yaklaşık 15-20 saniye sonra başlar ve 20-40 saniye içinde tepe noktasına ulaşır. Normalde, aktivitenin abdominal aortada görülmesini takiben 3-5 saniye içinde böbreklerde izlenmesi gerekir. Böbreklerin prerrenal hasarı bu fazı etkiler. Eğrinin ikinci kısmı olan konsantrasyon fazında ilgili alanı içerisindeki aktivite daha yavaş yükselerek 3-5 dakika içinde tepe noktasına ulaşır. Bu faz, verilen radyofarmasötik böbrekler tarafından ekstraksiyonunu yansıtır. GFR ve ERPF gibi renal kantitatif analizler konsantrasyon fazından hesaplanır. Glomerülonefrit gibi böbrek hastalıkları bu fazı etkiler. Üçüncü faz olan ekskresyon fazında böbreklerdeki aktivite 3-5 dakika içinde toplayıcı sistemler aracılığı ile mesanede birikmeye başlar. Bu fazda renogram eğrisi hızla düşmeye başlar. Tıkanıklık gibi postrenal hastalıklar eğrinin bu fazını azaltır ve geciktirir (19).

### ***Perfüzyon indeksi***

Böbreklerin kanlanma durumunu kantitatif olarak yansıtır. Böbrekler ve abdominal aortaya (transplant böbrekler için iliak artere) ilgili alanları çizilir. Radyofarmasötik

intravenöz enjeksiyonunu takiben ilk dakikada alınan seri görüntülerde, ilgi alanları içerisindeki aktivite seviyeleri kaydedilerek bunlardan, bir zaman-aktivite eğrisi oluşturulur. Renal eğriler abdominal aorta eğrisine oranlanarak perfüzyon indeksi hesaplanır. % 60-115 arasındaki değerler normal kabul edilir (59).

***Böbreklerin renal fonksiyona katkı yüzdesi (split fonksiyon)***

Böbreklere veya böbreklerin herhangi bir segmentine ilgi alanı çizilerek her bir böbreğin veya segmentin toplam renal fonksiyona katkısı hesaplanabilir. Kullanılan radyofarmasötüğün toplayıcı sistemde henüz izlenmediği görüntüler kullanılır (59).

***Maksimum aktiviteye ulaşma zamanı ( $T_{max}$ )***

Normalde böbreklerde radyofarmasötik enjeksiyonundan sonra ilk 5 dakika içinde maksimum aktiviteye ulaşılmalıdır.

***Aktivitenin yarılanma zamanı ( $T_{1/2}$ )***

Pelvikalisiyel sistemdeki aktivitenin yarılanması için geçen süredir. Diüretiğe verilen cevabın değerlendirilmesinde kullanılır. Dilate pelvikalisiyel sistem etrafında ilgi alanı çizilerek hesaplanır.  $T_{1/2}$  değerleri kullanılan radyofarmasötiğe, hesaplama yöntemine, hastanın hidrasyon düzeyine, renal pelvisin kapasitesi ve esnekliğine, diüretik enjeksiyon zamanına ve dozuna, mesanenin durumuna bağlı olarak değişebilir. Genel olarak renogram eğrilerinin elde edilmiş şekilleri, böbrek ilgi alanlarının seçimi, diüretik verilmiş zamanı ve kullanılan yazılım, her merkezde farklı olabileceği için önerilen kesin bir rakam yoktur. Ancak  $T_{1/2}$  değeri 10 dakikanın altında ise normal, 10-20 dakika arasında ise cevap sınırdan veya belirsiz, 20 dakikanın üzerinde ise obstrüksiyon lehine değerlendirilir (50,57).

***20-30 dakika/maksimum veya 20-30 dakika/3 dakika aktivite oranları***

Renal fonksiyonlar bozulunca renogram eğrisinin ekskresyon fazında çoğu kez anormal uzama görülür. Genellikle 20-30 dakikalar arası geri plan aktivitesi düzeltilmiş böbrek ilgi alanlarından elde edilen aktivite sayımının,  $T_{max}$  sırasında geri plan aktivitesi düzeltilmiş böbrek ilgi alanlarından elde edilen aktivite sayımına oranlanması ile hesaplanır. Radyofarmasötüğün pelvikalikseal retansiyonları bu oranları bozacağı için, doğru kantifikasyon için kortikal böbrek ilgi alanlarının kullanılması daha güvenilirdir. 20-30 dakika/maksimum radyoaktivite oranları, normal fonksiyon gösteren böbreklerde  $0.18 \pm 0.06$  olarak bulunmuş, 0.36'nın üzeri anormal olarak değerlendirilmiştir. 20-30 dakika/3

dakika aktivite oranının, normalde 0.3'ün altında olması beklenir, 0.15 düzeyinde artış anlamlı olarak kabul edilir. Bu oranların hesaplanmasında değişik merkezler arasında farklılıklar bulunmaktadır (60).

#### **$T_{max} + T_{1/2}$ değeri ( $T_{max+1/2}$ )**

Böbreğin  $T_{max} + T_{1/2}$  değeri toplamı, ilave proses yapmaksızın kabaca parankimal transit zamanı hakkında fikir vermektedir (76).

#### **2.6.3.5. Diüretikli böbrek sintigrafisinde yorumlamayı etkileyen faktörler (32)**

- Tıkanıklığın şiddeti
- Renal fonksiyon düzeyi
- Pelvis, üreter, mesane volüm kapasitesi
- Hidrasyon durumu
- Mesane doluluğu
- Hasta pozisyonu
- Seçilen radyofarmasötik ajanın özellikleri
- Hasta hareketi
- Diüretik dozu
- Diüretik zamanlaması
- Enjeksiyonun başarısı.

#### **2.6.3.6. Renogram eğrisi üzerine diüretik etkisinin analizi**

Normal bir renogram eğrisinde, böbrekteki aktivite tepe değerine ulaştıktan sonra ekskresyonun etkisi ile eğride kararlı bir düşme izlenir. Pelvikalisiyel sistemde aktivite stazı görüldüğü durumlarda, tıkanıklığı değerlendirmek için, diüretik enjeksiyonu yapıp cevabı izlemek gerekir (Resim 3).

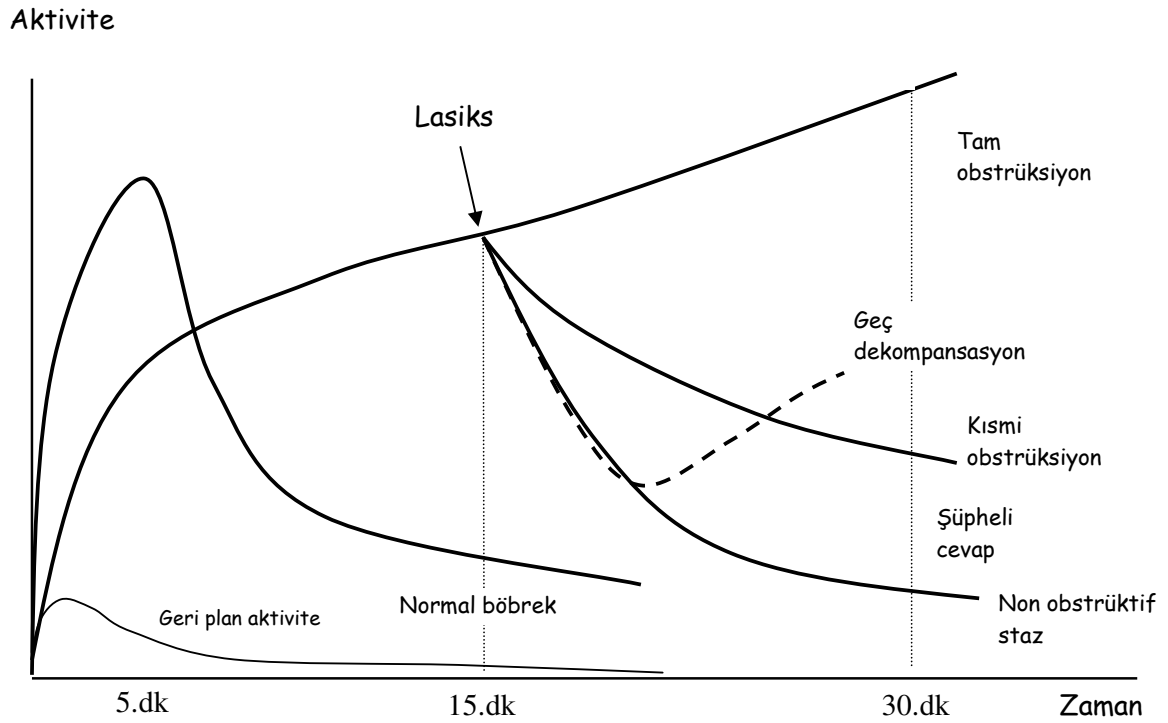
**Normal cevap:** Diüretik sonrasında hemen drenaj sağlanıyorsa çalışma normal olarak değerlendirilmelidir. Görülen staz tıkanıklıktan çok dilatasyonun sonucudur.

**Obstrüktif cevap:** Yükselen renogram eğrisinin diüretiğe rağmen yükselmeye devam etmesi tıkanıklığı düşündürür. Klinisyen bunu kesin obstrüktif cevap olarak kabul etmeden önce, yanlış pozitif sonuca sebep olabilecek nedenleri göz önünde bulundurmalıdır (dehidratasyon, bozulmuş renal fonksiyon, masif dilatasyon). Tek bir böbreğin GFR değeri >16 ml/dk ise, yanlış pozitif sonuç nedenleri ekarte edilebiliyorsa, tıkanıklık tanısı güvenle kabul edilebilir. Tek böbrek GFR değeri <16 ml/dk olduğu durumlarda neden gerçek

tıkanıklık olabileceği gibi, radyofarmasötik atılımı için akımdaki artış yetersizliği de bu duruma neden olabilir. Böbrek fonksiyon bozukluğunda böbreğin diüretiğe yetersiz cevabı yanıltıcı obstrüktif cevaba yol açabilir.

**Şüpheli cevap:** Başlangıçta obstrüktif tipte yükselen eğride, diüretik enjeksiyonu ile ne belirgin ekskresyon olur, ne de yükselme devam eder. Bu cevap kısmi tıkanıklığı gösterir.

**Gecikmiş dekompanasyon:** Bu durumda çift pik paterni görülür. Bazal çalışmada ve diüretikten hemen sonraki dönemde, akım üreteropelvik bileşkedeki iletilir. Diüretik etkisine bağlı idrar akım hızının artması ile dekompanasyon gelişerek dilatasyon ve obstrüksiyon artabilir. Buna bağlı olarak eğride tekrar yükselme görülür. Bu görüntüye kolda kalan radyofarmasötüğün kol hareketi ile tekrar dolaşıma katılması, veziköüreteral reflü gibi durumlar da neden olabilir (32).



**Resim 3:** Diüretikli renogram eğrisi (19).

### 3. MATERYAL VE METOD

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Ana Bilim Dalına üreteropelvik bileşke darlığı ön tanısı ile gönderilen 0-7 yaş grubundaki bebek ve çocuk hastalara, UP bileşke obstrüksiyon şiddeti ve böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesi amacıyla  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG<sub>3</sub> diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi protokolü uygulandı.

#### 3.1. Hasta grubu

Çalışmaya dahil edilen toplam 42 hastanın 10'u kız, 32'si erkekti. Yaş dağılımı 1 ay ile 7 yaş arasında olup ortalama yaş ( $13.8 \pm 20.4$  ay) idi. Bebek hastalarda prematüre doğum hikayesi bulunmamaktaydı. Hastalar UP darlık tanısıyla Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Pediatrik Nefroloji Bilim Dalında ve Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalında klinik izlem altındaydı. Hastaların 22'sinde sol, 17'sinde sağ, 3'ünde ise bilateral UP darlık ön tanısı vardı. Klinik ve USG değerlendirmelerinde, UP bileşke obstrüksiyon ön tanısı almış hastalar çalışmaya dahil edildi. 10 hastaya daha önceden  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA dinamik böbrek sintigrafisi yapılarak UP bileşkede kısmi obstrüksiyon tanısı konmuştu. 20 hastaya intrauterin dönemde yapılan ultrasonografi ile UP darlık ön tanısı konmuş ve postnatal dönemde yapılan ultrasonografilerde bu tanı teyid edilmişti. VUR şüphesi olan hastalara voiding sistoüretrografi, UV darlık şüphesi olanlara ise İVP yapılarak bu tanıları kesinleşen hastalar çalışma dışı bırakıldı. Tüm hastalar üriner enfeksiyon yönünden detaylı olarak sorgulandı. Hiçbir hastada çalışma döneminde bilinen üriner enfeksiyon yoktu. Geçirilmiş üriner sistem enfeksiyon hikayesi olan 7 vakaya  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA böbrek sintigrafisi yapılarak renal kortikal hasar değerlendirildi. Tüm hastaların üre ve kreatinin değerleri normal sınırlar dahilinde bulunmaktaydı.

#### 3.2. Klinik değerlendirmede kullanılan yöntemler

- Detaylı anamnez
- Böbrek fonksiyon testleri
- Gerektiğinde tam idrar tahlili ve idrar kültürü
- Direkt üriner sistem grafisi ve İVP
- Böbrek ultrasonografisi
- Gereken hastalarda DMSA böbrek sintigrafisi
- Gereken hastalarda voiding sistoüretrografi.

### 3.3. Çalışma dışı bırakılma kriterleri

- UP bileşke obstrüksiyonu nedeniyle daha önceden cerrahi tedavi uygulanmış olması,
- Konjenital UP bileşke darlığı dışındaki obstrüksiyon nedenleri (ürolitiazis, dışardan bası yapan tümör ve kitleler v.b.)
- Akut ve kronik böbrek yetmezliği, nefrokalsinozis, glomerüler hastalıklar, polikistik böbrek hastalığı
- Diğer üriner sistem anomalileri (hipoplazik ve atrofik böbrek, UV darlık, VUR).

### 3.4. Hasta hazırlama

Tüm çocukların yakınlarına önce testin amacı ve nasıl uygulanacağı anlatıldı. Hastaların  $MAG_3$  çalışma öncesi hidrasyonu klinikte parenteral yolla gerçekleştirildi. Önce tüm çocukların koluna intravenöz kanül takıldı. 30 dakika öncesinden test başlangıcına kadar, 15 ml/kg miktarında %0.9 NaCl solüsyonu ile hidrasyon yapıldı.  $MAG_3$  çalışmasından hemen önce büyük çocuklara idrar yaptırılarak mesanelerinin boş olması sağlandı. Hiçbir hastaya sedasyon uygulanmadı. Hareketi önlemek için hasta, vücudunun iki bölgesinden masaya kumaş kuşakla bağlandı ve çocukların hareketine mani olmak ve anksiyeteye girmemeleri için yardımcı olmaları amacıyla yakınlarının çalışma süresince çocukların yanında kalmaları sağlandı.

### 3.5. Hasta pozisyonu

Hastalar sırt üstü yatar pozisyonda genellikle daha rahat ederler ve hareket etme olasılıkları daha azdır. Bu pozisyonda böbreklerin derinlik farkları en az olmakta ve her bir böbreğin diferansiye fonksiyonları daha doğru hesaplanabilmektedir. Bu nedenle hasta supin pozisyonda, kamera dedektörü; hasta masasına mümkün olduğunca yaklaştırılarak böbrekler, ureterler ve mesane görüş alanına girecek şekilde posteriordan görüntü alacak konuma getirildi.

### 3.6. Radyofarmasötik ve dozu

$^{99m}Tc-MAG_3$ , 50  $\mu Ci/kg$  (1.85 MBq/kg), minimum 1 mCi (37) dozunda İ.V. yolla tüm hastalara bolus tarzında uygulandı.

### 3.7. Dinamik böbrek sintigrafi protokolü

Görüntüleme, düşük enerjili yüksek rezolüsyonlu paralel kollimatör takılı tek dedektörlü bir gama kamera sistemi (Picker, PRISM XP 1500 model) kullanılarak yapıldı. Enerji seviyesi 140 keV'a ve pencere aralığı %15'e ayarlandı. Sırt üstü yatar pozisyondaki çocuğun kolundaki damar yolundan bolus tarzında  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  enjeksiyonu yapılarak hemen ardından damar yolu serum fizyolojik ile yıkandı ve eş zamanlı olarak dinamik görüntü toplama işlemi başlatıldı. Dinamik görüntüleme Nükleer tıp software dinamik  $\text{MAG}_3$  protokolü kullanılarak 64×64 matriksde, 1.33 büyütme ile yapıldı. Görüntüleme protokolü:

-Enjeksiyon öncesi enjektör aktivite sayımı: 30 saniye 128×128 matriksde statik görüntü,

-Dinamik böbrek görüntüleri: 60 saniyelik 64×64 matriksde 60 görüntü, takiben

15 saniyelik 64×64 matriksde 120 görüntü

-Enjeksiyon sonrası enjektör aktivite sayımı: 60 saniyelik 128×128 matriksde statik görüntü,

-Çekim bittikten sonra pelvikalisiyel sistemde aktivite stazı izlenenlerde, 60. dakikada miksiyon sonrası 120 saniyelik 256×256 matriksde geç statik görüntü.

### 3.8. Diüretik

Furosemid her hastada 15. dakikada 1mg/kg, maksimum 20 mg dozunda İ.V. yoldan uygulandı.

### 3.9. Görüntülerin değerlendirilmesi (vizüel değerlendirme)

Tüm böbreklerin dinamik ve statik görüntüleri görsel olarak büyüklük, rotasyon anomalisi, fonksiyonlar, staz derecesi, diüretiğe verilen cevap açısından değerlendirildi.  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  böbrek sintigrafisinde 30. dakika görüntülerinde pelvikalisiyel sistemde diüretiğe kısmen dirençli radyoaktivite stazları izlenen hastalar incomplete obstrüksiyon ile uyumlu olarak değerlendirildi. Çoğunluğu oluşturan hafif derecede incomplete obstrüksiyon ile uyumlu hastalar obstrüktif gruba dahil edildi. Tek taraflı UP bileşke obstrüksiyonu görülen vakalarda, normal olan böbrek ile etkilenen karşı taraf böbrek birbirleri ile karşılaştırıldı. Staz derecesi ile renal fonksiyonların düzeyi birlikte değerlendirildi.

### **3.10. Dinamik görüntülerin işlenmesi (Kantitatif değerlendirme)**

Çalışma bittikten sonra kaydedilen görüntülerin, nükleer tıp klinik uygulamaları için geliştirilmiş Odyssey software programı kullanılarak analizi yapıldı. Böbrek ilgi alanı, parankim ve pelvisi içine alacak şekilde böbreklerin etrafında ve geri plan aktivite ilgi alanı böbreklerin inferolateralinde veya lateralinde, tüm geri plan aktiviteyi en iyi temsil eden bölgede çizildi. Her böbrek için zaman/aktivite (renogram) eğrisi oluşturuldu. Renogram eğrisi üzerinden perfüzyon indeksi, ERPF, diferansiye fonksiyon,  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  ( $T_{max} + T_{1/2}$ ) ayrı ayrı hesaplandı. Çalışma 30 dakika sürdüğünden böbrek ilgi alanındaki maksimum aktivitenin yarılanmadığı birkaç hastada renogram eğrisinin benzer şekilde devam ettiği varsayılarak,  $T_{1/2}$  değerleri oransal olarak hesaplandı. Tüm hastaların ERPF değerleri software programı kullanılarak boy ve kilo'ya göre hesaplanan vücut yüzey alanına göre normalize edildi. Normal erişkin vücut yüzey alanı  $1.73 \text{ m}^2$  olarak kabul edildi.

### **3.11. İstatistiksel analiz**

“SPSS for windows 13.0” istatistik programı kullanıldı. Obstrüktif ve normal olarak değerlendirilen böbreklerin kantitatif parametreleri birbirleri ile karşılaştırıldı. Varsayımları yerine getirenlerde parametrik test olan “bağımsız gruplarda T testi”, varsayımları yerine getirmeyenlerde ise non-parametrik test olan “Mann-Whitney U testi” kullanıldı.  $P < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

UP darlık klinik ön tanısı bulunan 42 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların 10'u (% 24) kız, 32'si (% 76) erkek idi. Hastaların tümü 1 ay-7 yaş aralığında ve ay olarak yaş ortalamaları  $13,8 \pm 20,4$  (1-84 ay) olarak bulundu. Hastaların 22'sinde (% 52,3) sol unilateral; 17'sinde (% 40,4) sağ unilateral; 3'ünde (% 7,3) ise bilateral olmak üzere toplam 42 böbrekte, ultrasonografik olarak UP darlık ön tanısı bulunmaktaydı (Tablo 1). Tüm hastalara 30 dakikalık  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  dinamik böbrek sintigrafisi uygulandı. Dinamik çalışma görüntüleri görsel olarak UP bileşke obstrüksiyonu açısından değerlendirildi. Her bir böbrek için ayrı ayrı renogram eğrileri oluşturuldu. Oluşturulan renogram eğrileri kullanılarak perfüzyon indeksi (PI), efektif renal plazma akımı (ERPF), total fonksiyona katılım oranı (split), maksimum aktiviteye ulaşma zamanı ( $T_{\max}$ ), aktivitenin yarılanma zamanı ( $T_{1/2}$ ) ve  $T_{\max+1/2}$  hesaplandı. Çalışmamızda, tüm böbreklerin görsel değerlendirme bulguları Tablo 2 ve 3'de; kantitatif değerlendirme bulguları Tablo 4'de görülmektedir.

$^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  dinamik böbrek sintigrafilerinin görsel incelemesinde böbrekler; büyüklük, atrofi, hidronefroz, perfüzyon, konsantrasyon, pelvikalisijel sistemde staz, bu stazın 15. dakikada yapılan diüretik enjeksiyonuna verdiği yanıt ve 60. dakikada alınan geç görüntülerde stazın durumu değerlendirildi. Çalışmamızda vizüel değerlendirmede ileri derecede fonksiyon kaybı ve atrofisi izlenen 5 (%6) böbrek kantitatif değerlendirme dışında tutuldu.  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasının 15. dakikasında yapılan diüretik enjeksiyonundan sonra 30. dakikaya kadar çözülen stazlar pelvikalisijel sistemde fonksiyonel staz olarak kabul edildi. Kantitatif değerlendirmeye alınan 79 böbreğin 40'ında (%47.6) fonksiyonel staz tesbit edildi. Fonksiyonel stazı olan böbrekler normal fonksiyona sahipti ve çalışmamızda normal böbrek olarak tanımlandı. 30. dakikadaki görüntülerde, bir miktar azalmış olsa bile, devam eden stazlar, pelvikalisijel sistemde incomplete obstrüksiyon ile uyumlu kabul edildi. Incomplete obstrüksiyonların çoğunluğunu hafif derecedeki incomplete obstrüksiyonlu hastalar oluşturmaktaydı. Lasiks enjeksiyonuna rağmen 30. dakikada pelvikalisijel radyoaktivite stazı izlenen bazı hastalarda 60. dakikada alınan geç görüntülerde bu stazların kısmen boşaldığı izlendi. Çalışmaya alınan 84 böbreğin 39'unda (%46,4) incomplete obstrüksiyon tespit edildi (Tablo 2).

42 hastanın 16'sında (% 38) sol unilateral obstrüksiyon, 10'unda (%24) sağ unilateral incomplete obstrüksiyon, 5'inde (% 12) bilateral incomplete obstrüksiyon, 6'sında (%14)

bilateral fonksiyonel staz vardı; 5 (%12) hastada ise ileri derecede fonksiyon kaybı içeren tek taraflı atrofi izlendi (Tablo 3). Unilateral renal atrofisi olan 5 hastada, atrofik olmayan diğer böbreklerinden 3'ünde sol unilateral incomplete obstrüksiyon izlendi.

Tüm böbreklerin PI, ERPF, Split fonksiyon,  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  'den oluşan kantitatif analiz değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Vizüel değerlendirmede sağda ya da solda olmasına bakılmaksızın obstrüktif bulunan 39 böbrek ile normal bulunan 40 böbreğin kantitatif renal fonksiyon parametreleri Tablo 5'de görülmektedir. Atrofik bulunan böbrekler dahil edilmedi.

Obstrüktif grupta incelenen 39 böbreğin ortalama perfüzyon indeksi:  $1.11 \pm 0.29$ , ERPF:  $200.8 \pm 96.38$  ml/dk/1.73 m<sup>2</sup>, split:  $\%51.49 \pm 11.49$ ,  $T_{max}$ :  $12.9 \pm 5.7$  dk,  $T_{1/2}$ :  $14.15 \pm 8.43$  dk ve  $T_{max+1/2}$ :  $26.91 \pm 11.11$  dk olarak bulundu.

Normal grupta incelenen 40 böbreğin ortalama perfüzyon indeksi:  $1.2 \pm 0.22$ , ERPF:  $215.6 \pm 78.97$  ml/dk/1.73 m<sup>2</sup>, split:  $\%51.39 \pm 11.45$ ,  $T_{max}$ :  $8.11 \pm 6.2$  dk,  $T_{1/2}$ :  $7.82 \pm 6$  dk ve  $T_{max+1/2}$ :  $15.94 \pm 10.85$  dk olarak bulundu.

Obstrüktif ve normal grup böbreklerin kantitatif fonksiyon parametrelerinin ortalama değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel analizde böbrekler birbirinden bağımsız kabul edildi. Parametrelerin dağılımı normallik koşulunu sağlamadığı için non-parametrik test olan "Mann-Whitney U testi" uygulandı. İstatistiksel analiz sonuçları Tablo 7'de görülmektedir. Obstrüktif ve normal grubun kantitatif fonksiyon parametreleri istatistiksel olarak analiz edildiğinde, obstrüktif grupta  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  değerleri anlamlı derecede yüksek bulundu ( $p < 0.001$ ); PI, ERPF ve split fonksiyon değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p > 0.05$ ).

Bir tarafı obstrüktif diğer tarafı normal olarak değerlendirilen unilateral obstrüksiyona sahip 26 hastanın kantitatif parametreleri Tablo 6'da verilmiştir. Obstrüktif böbrek grubunun ortalama PI değeri:  $1.1 \pm 0.3$ , ERPF:  $200.1 \pm 82.75$  ml/dk/1.73 m<sup>2</sup>, Split:  $\%47.59 \pm 8.62$ ,  $T_{max}$ :  $13.86 \pm 5.63$  dk,  $T_{1/2}$ :  $15.52 \pm 9.11$  dk ve  $T_{max+1/2}$ :  $29.02 \pm 11.82$  dk idi. Normal böbrek grubunun ortalama PI:  $1.2 \pm 0.22$ , ERPF:  $215.6 \pm 79.86$  ml/dk/1.73 m<sup>2</sup>, Split:  $\%52.41 \pm 8.62$ ,  $T_{max}$ :  $8.28 \pm 4.99$  dk,  $T_{1/2}$ :  $6.41 \pm 3.98$  dk,  $T_{max+1/2}$ :  $14.7 \pm 7.14$  dk olarak bulundu. İstatistiksel değerlendirmede obstrüktif ve normal grup birbirlerinden bağımsız kabul edildi.  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  varsayımları karşılamadığından istatistiksel analizde non-parametrik test olan Mann-Whitney U testi kullanıldı (Tablo 8). Normal ve obstrüktif böbrek gruplarının ortalama  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  değerleri istatistiksel olarak obstrüktif grup

lehine anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p < 0.001$ ). PI, ERPF, Split ve  $T_{max}$  değerleri varsayımları yerine getirdiği için “bağımsız gruplarda T testi” ile karşılaştırıldı (Tablo 8). Her iki grubun PI ve ERPF değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p > 0.05$ ).  $T_{max}$  değeri istatistiksel olarak obstrüktif grup lehine anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.001$ ), split fonksiyon ise anlamlı derecede düşük bulundu ( $p < 0.05$ ). Hastalardan 4’ünde (%15) obstrüktif böbreğin diferansiye fonksiyonu %55’in üzerinde bulundu. Vizüel değerlendirmede hiçbir hastada dilate ve kıvrımlı üreter izlenmedi.

Çalışma bulgularımızı özetlersek: Obstrüktif böbrek grubunda  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  değerlerinde anlamlı derecede artış bulundu. PI ve ERPF değerlerinde obstrüktif ve normal grup böbrekleri arasında farklılık bulunmadı. Split fonksiyon değerlerinde unilateral obstrüktif grup böbreklerde normal böbrek grubuna göre anlamlı derecede azalma olduğu tespit edildi.

Tablo 1: <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> çalışmasına alınan tüm hastaların yaş, cinsiyet, boy, ağırlık ve klinik tanı (USG) bilgileri

Hasta No	Yaş (ay)	Cinsiyet	Boy (cm)	Ağırlık (kg)	Klinik Tanı (USG'ye göre)
1	5	E	65	8	Sol UP darlık
2	5	K	62	7	Sağ UP darlık
3	77	K	115	21	Sol UP darlık
4	4	K	60	8	Sol UP darlık
5	20	E	76	11	Sağ UP darlık
6	4	E	62	7	Sağ UP darlık
7	4	K	58	7	Sağ UP darlık
8	1.5	E	55	6	Sol UP darlık
9	1	E	51	3	Bilateral UP darlık
10	3.5	E	57	5	Sol UP darlık
11	1.5	K	52	5	Sol UP darlık
12	1	E	55	3	Sol UP darlık
13	4	K	55	5	Bilateral UP darlık
14	3	E	58	8	Sol UP darlık
15	10	E	67	6	Sol UP darlık
16	1	K	55	3	Sol UP darlık, sol hidronefroz
17	2	E	58	5	Sağ UP darlık
18	6	E	65	8	Sol UP darlık
19	2	E	55	8	Sağ UP darlık
20	1	E	54	4	Sağ UP darlık
21	14	E	80	10	Sağ UP darlık
22	53	E	110	19	Sol UP darlık
23	29	E	75	13	Sağ UP darlık
24	7	K	73	10	Sol UP darlık
25	11	E	67	10	Sağ UP darlık
26	3	E	61	10	Sol UP darlık
27	8	E	72	7	Sol UP darlık
28	2.5	E	56	4	Sağ UP darlık
29	84	K	131	25	Sol UP darlık
30	4	E	60	7	Sol UP darlık
31	2	E	56	5	Sol UP darlık
32	34	E	101	16	Bilateral UP darlık
33	14	E	75	9	Sağ UP darlık
34	11	E	85	11	Sağ UP darlık
35	1	K	50	5	Sağ UP darlık
36	7	E	70	7	Sol UP darlık
37	1.5	E	53	5	Sağ UP darlık
38	31	E	95	13	Sol UP darlık
39	58	E	117	22	Sol UP darlık
40	2	E	51	5	Sağ UP darlık
41	45	E	99	14	Sol UP darlık
42	2	E	58	6	Sağ UP darlık

E: Erkek  
K: Kadın

Tablo 2: <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> çalışmasında görsel değerlendirme sonucunda obstrüktif stazlı ve normal böbrekler

Hasta No	Böbrek No	Obstrüktif stazlı böbrekler	Normal böbrekler (fonksiyonel staz)	Atrofik böbrek (kantitatif değerlendirmeye alınmadı)
1	1,2	1	2	
2	3,4	4	3	
3	5,6	5	6	
4	7,8		8	7
5	9,10		9,10	
6	11,12	12	11	
7	13,14	13,14		
8	15,16	15	16	
9	17,18	17,18		
10	19,20	20	19	
11	21,22	21	22	
12	23,24	23	24	
13	25,26	25,26		
14	27,28	27	28	
15	29,30	29	30	
16	31,32	31		32
17	33,34	34	33	
18	35,36	35,36		
19	37,38	37,38		
20	39,40	40	39	
21	41,42	42	41	
22	43,44	43	44	
23	45,46	46	45	
24	47,48	47	48	
25	49,50	49		50
26	51,52		51,52	
27	53,54	53		54
28	55,56	55	56	
29	57,58	57	58	
30	59,60		59,60	
31	61,62	61	62	
32	63,64		63,64	
33	65,66	66	65	
34	67,68		67,68	
35	69,70		70	69
36	71,72	71	72	
37	73,74	73	74	
38	75,76		75,76	
39	77,78	77	78	
40	79,80	80	79	
41	81,82	81	82	
42	83,84	84	83	
TOPLAM	84	39	40	5

\* Tek numaralar sol böbreği, çift numaralar ise sağ böbreği göstermektedir

Tablo 3: Hastaların görsel değerlendirme sonuçları (hasta sayısı n= 42)

Sol unilateral incomplete obstrüksiyon ile uyumlu	16 (%38)
Sağ unilateral incomplete obstrüksiyon ile uyumlu	10 (%24)
Bilateral incomplete obstrüksiyon ile uyumlu	5 (%12)
Bilateral normal fonksiyonel staz ile uyumlu	6 (%14)
Bir tarafı değerlendirmeye alınmayan (Renal atrofi nedeniyle)	5 (%12)
TOPLAM	42

Tablo 4:  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışması uygulanan hastaların yaş (ay) ile PI, ERPF, Split,  $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{\max+1/2}$  'den oluşan kantitatif analiz değerleri

Hasta No	Yaş (Ay)	SOL BÖBREK						SAĞ BÖBREK					
		PI	ERPF (ml/dk/1.73m <sup>2</sup> )	Split (%)	$T_{\max}$ (dk)	$T_{1/2}$ (dk)	$T_{\max+1/2}$ (dk)	PI	ERPF (ml/dk/1.73m <sup>2</sup> )	Split (%)	$T_{\max}$ (dk)	$T_{1/2}$ (dk)	$T_{\max+1/2}$ (dk)
1	5	1,29	114	49,7	15,5	17,2	32,2	1,01	115,2	50,3	3	4,8	7,8
2	5	1,43	193,1	55,4	4,2	8,2	12,4	0,89	155,7	44,6	14,8	11,7	26,5
3	77	1,43	307,9	52,9	10,2	5	15,2	1,34	273,6	47,1	7,2	2,9	10,1
4	4	0,18	10,3	3,6	1,5	4,4	5,9	1,35	279,5	96,4	4	6,2	10,2
5	20	1,34	244	49,1	5,8	3,8	9,6	1,25	253,4	50,9	7,8	1,9	9,7
6	4	1,24	253,6	56,5	15,5	2,4	17,9	0,88	195,4	43,5	17,5	6,3	23,8
7	4	1,41	204,1	55,4	19,8	10,9	30,7	0,81	164,3	44,6	18,3	30	48,3
8	1,5	1,18	156	47,3	13,3	11,2	24,5	1,29	174	52,7	6,2	8,2	14,4
9	1	0,89	138,4	53,8	9,5	25	34,5	0,62	118,8	46,2	3,5	16,2	19,7
10	3,5	0,73	92,5	42,1	2,8	3,7	6,5	1,05	127,3	57,9	5,2	24,5	29,7
11	1,5	1,19	147	61,4	9	17,9	18,8	1,49	92,6	38,6	2,2	4,6	6,8
12	1	0,74	69,6	32,9	14	30+	57,3	1,15	141,9	67,1	10,5	8,2	18,7
13	4	0,91	147,5	49,1	16,3	9,6	25,9	1,20	153,1	50,9	20	13,7	33,7
14	3	1,45	231,9	54,6	16	9,8	25,8	1,28	192,5	45,4	6,2	9,8	16
15	10	0,55	233,7	41,6	18,3	7,2	25,5	0,94	328	58,4	8,5	9,7	18,2
16	1	0,63	43,3	69,1	15,3	9,3	24,6	0,83	19,4	30,9	1,5	11,7	13,2
17	2	1,25	148,3	76,1	6	6	12	0,46	46,5	23,9	18,3	21,6	39,9
18	6	1,40	237,4	54,7	4	7,6	11,6	1,30	196,3	45,3	3,5	9,1	12,6
19	2	1,43	147,1	57,7	12,5	8,5	21	1,08	108	42,3	15,8	7,3	23,1
20	1	1,13	183,2	50,9	18,8	20	38,8	0,98	176,8	49,1	17,5	30+	47,5
21	14	1,16	302,8	47,7	13,8	11,3	25,1	1,30	331,6	52,3	17	30+	47
22	53	1,35	333,6	55,1	19,5	6,5	26	1,43	271,5	44,9	4,8	3,5	8,3
23	29	1,37	354,4	51,5	15	4,5	19,5	1,43	334,2	48,5	14	18,8	32,8
24	7	1,40	192,2	35,6	7,2	10	17,2	1,57	347,5	64,4	11,5	3,8	15,3
25	11	1,22	539,8	90,2	5	4,2	9,2	0,53	58,7	9,8	4	5,2	9,2
26	3	1,10	237,8	57,5	4,8	10,9	15,7	1,33	175,7	42,5	3,2	15,7	18,9
27	8	1,65	354,6	79	15,5	9,8	25,3	0,42	94,1	21	12,8	6,1	18,9
28	2,5	0,68	143,9	45,1	27,3	30+	57,3	1,10	174,9	54,9	15,8	4	19,8
29	84	1,60	283,6	51,5	8,8	10,6	19,4	1,34	266,9	48,5	4	5,4	9,4
30	4	1,47	171,3	53	2,5	4,6	7,1	1,08	152,1	47	2,8	3,5	6,3
31	2	1,39	149,9	57,7	4	11,2	15,2	1,31	110	42,3	3,2	6	9,2
32	34	1,23	312,2	55,9	3,8	7,4	11,2	1,05	246,2	44,1	3,2	8,1	11,3
33	14	1,45	266	54,3	4	3,5	7,5	1,09	224,1	45,7	9,8	8,4	18,2
34	11	1,65	297,2	54,6	4,2	7,5	11,7	1,25	247,4	45,4	10,2	10,3	20,5
35	1	0,77	23,2	23,5	29,8	30+	59,8	0,86	75,4	76,5	19,8	3,2	23
36	7	1,00	247,4	54,6	17,3	5	22,3	0,85	205,7	45,4	3,8	6,9	10,7
37	1,5	0,97	159,6	65	9,5	12,2	21,7	0,67	85,7	35	21,8	25	46,8
38	31	1,29	211,7	46,8	12	11,4	23,4	1,21	240,8	53,2	2,8	12,1	14,9
39	58	1,10	299	47,4	13	27,2	40,2	0,79	331,4	52,6	7,5	8,3	15,8
40	2	1,28	237,2	56,9	11,5	0,9	12,4	0,95	179,7	43,1	11,5	7,9	19,4
41	45	1,36	264,1	52,2	3,2	17,8	21	1,01	242	47,8	3,8	4,6	8,4
42	2	1,29	147,2	46,1	16	3,5	19,5	1,28	172,1	53,9	16,3	2,7	19
Ortalama	13,8	1,18	210,27	52,26	11,33	11,14	22,23	1,07	187,61	47,73	9,4	8,07	19,83
S.sapma	20,4	0,31	100,66	13,73	6,73	9,16	13,09	0,28	84,8	13,73	6,19	5,68	11,82

PI: Perfüzyon indeksi, Split: Diferansiye fonksiyon

Tablo 5:  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasında obstrüktif ve normal grup böbreklerin PI, ERPF, Split,  $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{\max+1/2}$  kantitatif fonksiyon değerleri

OBSTRÜKTİF BÖBREK GRUBU (n:39)								NORMAL BÖBREK GRUBU (n:40)							
No	Böbrek No	PI	ERPF (ml/dk/1.73m <sup>2</sup> )	Split (%)	Tmax (ml/dk)	T1/2 (ml/dk)	T <sub>max</sub> +1/2 (dk)	Böbrek No	PI	ERPF (ml/dk/1.73m <sup>2</sup> )	Split (%)	Tmax (ml/dk)	T1/2 (ml/dk)	T <sub>max</sub> +1/2 (dk)	
1	1	1,29	114	49,7	15,5	17,2	32,2	2	1,01	115,2	50,3	3	4,8	7,8	
2	4	0,89	155,7	44,6	14,8	11,7	26,5	3	1,43	193,1	55,4	4,2	8,2	12,4	
3	5	1,43	307,9	52,9	10,2	5	15,2	6	1,34	273,6	47,1	7,2	2,9	10,1	
4	12	0,88	195,4	43,5	17,5	6,3	23,8	8	1,35	279,5	96,4	4	6,2	10,2	
5	13	1,41	204,1	55,4	19,8	10,9	30,7	9	1,34	244	49,1	5,8	3,8	9,6	
6	14	0,81	164,3	44,6	18,3	30	48,3	10	1,25	253,4	50,9	7,8	1,9	9,7	
7	15	1,18	156	47,3	13,3	11,2	24,5	11	1,24	253,6	56,5	15,5	2,4	17,9	
8	17	0,89	138,4	53,8	9,5	25	34,5	16	1,29	174	52,7	6,2	8,2	14,4	
9	18	0,69	118,8	46,2	3,5	16,2	19,2	19	0,73	92,5	42,1	2,8	3,7	6,5	
10	20	1,05	127,3	57,9	5,2	24,5	29,2	22	1,49	92,6	38,6	2,2	4,6	6,8	
11	21	1,19	147	61,4	9	17,9	18,8	24	1,25	141,9	67,1	10,5	8,2	18,7	
12	23	0,74	69,6	32,9	14	30	44	28	1,28	192,5	45,4	6,2	9,8	16	
13	25	0,91	147,5	49,1	16,3	9,6	25,9	30	0,94	328	61,4	8,5	9,7	18,2	
14	26	1,2	153,1	50,9	20	13,7	33,7	33	1,25	148,3	76,1	6	6	12	
15	27	1,45	231,9	54,6	16	9,8	25,8	39	1,13	183,2	50,9	18,8	20	38,8	
16	29	0,55	233,7	43,8	18,3	7,2	25,5	41	1,16	302,8	47,7	13,8	11,3	25,1	
17	31	0,63	43,3	69,1	15,3	9,3	24,6	44	1,43	271,5	44,9	4,8	3,5	8,3	
18	34	0,46	46,5	23,9	18,3	21,6	39,9	45	1,37	354,4	51,5	15	4,5	19,5	
19	35	1,4	237,4	54,7	4	7,6	11,6	48	1,57	347,5	64,4	11,5	3,8	15,3	
20	36	1,3	196,3	45,3	3,5	9,1	12,6	51	1,1	237,8	57,5	4,8	10,9	15,7	
21	37	1,43	147,1	57,7	12,5	8,5	21	52	1,33	175,7	42,5	3,2	15,7	18,9	
22	38	1,08	108	42,3	15,3	7,3	23,1	56	1,1	174,9	54,9	15,8	4	19,8	
23	40	0,98	176,8	49,1	17,5	30	47,5	58	1,34	266,9	48,5	4	5,4	9,4	
24	42	1,3	331,6	52,3	17	30	47	59	1,47	171,3	53	2,5	4,6	7,1	
25	43	1,35	333,6	55,1	19,5	6,5	26	60	1,08	152,1	47	2,8	3,5	6,3	
26	46	1,43	334,2	48,5	14	18,8	32,8	62	1,31	110	42,3	3,2	6	9,2	
27	47	1,4	192,2	35,6	7,2	10	17,2	63	1,23	312,2	55,9	3,8	7,4	11,2	
28	49	1,22	539,8	90,8	5	4,2	9,2	64	1,05	246,2	44,1	3,2	8,1	11,3	
29	53	1,65	354,6	79	15,5	9,8	25,3	65	1,45	266	54,3	4	3,5	7,5	
30	55	0,68	143,9	45,1	27,3	30	57,3	67	1,65	297,2	54,6	4,2	7,5	11,7	
31	57	1,6	283,6	51,5	8,8	10,6	19,4	68	1,25	247,4	45,4	10,2	10,3	20,5	
32	61	1,39	149,9	57,7	4	11,2	15,2	70	0,86	75,4	76,5	19,8	3,2	23	
33	66	1,09	224,1	45,7	9,8	8,4	18,2	72	0,85	205,7	45,4	3,8	6,9	10,7	
34	71	1	247,4	54,6	17,3	5	22,3	74	0,67	85,7	35	21,8	25	46,8	
35	73	0,97	159,6	65	9,5	12,2	21,7	75	1,29	211,7	46,8	12	11,4	23,4	
36	77	1,1	299,2	47,4	13	27,2	40,2	76	1,21	240,8	53,2	2,8	12,1	14,9	
37	80	0,95	179,7	43,1	11,5	7,9	19,4	78	0,79	331,4	52,6	7,5	8,3	15,8	
38	81	1,36	264,1	52,2	3,2	17,8	21	79	1,28	238,4	56,7	11,5	0,9	12,4	
39	84	1,28	172,1	53,9	16,3	2,7	19	82	1,01	242	47,8	3,8	4,6	8,4	
40								83	1,29	147,2	46,1	16	3,5	19,5	
Ortalama		1,11	200,8	51,49	12,9	14,15	26,91	Ortalama	1,20	215,6	51,39	8,11	7,82	15,94	
S.sapma		0,29	96,38	11,49	5,70	8,436	11,11	S.sapma	0,22	78,97	11,45	6,20	6,00	10,85	

Tablo 6:  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasında tek taraflı obstrüksiyon izlenen hastalarda obstrüktif ve normal böbreklerin yaş (ay) ile PI, ERPF, Split,  $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{\max+1/2}$  kantitatif fonksiyon değerleri

No	Hasta No	Yaş (ay)	OBSTRÜKTİF						NORMAL					
			PI	ERPF (ml/dk/1.73m <sup>2</sup> )	SPLIT (%)	Tmax (dk)	T1/2 (dk)	T <sub>max+</sub> 1/2 (dk)	PI	ERPF (ml/dk/1.73m <sup>2</sup> )	SPLIT (%)	Tmax (dk)	T1/2 (dk)	T <sub>max+</sub> 1/2 (dk)
1	1	5	1,29	114	49,78	15,5	17,2	32,2	1,02	115,2	50,26	3	4,8	7,8
2	2	5	0,89	155,7	44,64	14,8	11,7	26,5	1,43	193,1	55,36	4,2	8,2	12,4
3	3	77	1,43	307,9	52,95	10,2	5	15,2	1,34	273,6	47,05	7,2	2,9	10,1
4	6	4	0,88	195,4	43,52	17,5	6,3	23,8	1,24	253,6	56,48	15,5	2,4	17,9
5	8	1,5	1,18	156	47,27	13,3	11,2	24,5	1,29	174	52,73	6,2	8,2	14,4
6	10	3,5	1,05	127,3	57,92	5,2	24,5	29,7	0,73	92,5	42,08	2,8	3,7	6,5
7	11	1,5	1,19	147	61,35	9	17,9	18,8	1,49	92,6	38,65	2,2	4,6	6,8
8	12	1	0,74	69,6	32,91	14	30	44	1,15	141,9	67,09	10,5	8,2	18,7
9	14	3	1,45	231,9	54,64	16	9,8	25,8	1,28	192,5	45,36	6,2	9,8	16
10	15	10	0,55	233,7	41,61	18,3	7,2	25,5	0,94	328	58,4	8,5	9,7	18,2
11	17	2	0,46	46,5	23,87	18,3	21,6	39,9	1,25	148,3	76,13	6	6	12
12	20	1	0,98	176,8	49,11	17,5	30	47,5	1,13	183,2	50,89	18,8	20	38,8
13	21	2	1,3	331,6	52,27	17	30	47	1,16	302,8	47,73	13,8	11,3	25,1
14	22	53	1,35	333,6	55,13	19,5	6,5	26	1,43	271,5	44,87	4,8	3,5	8,3
15	23	29	1,43	334,2	48,53	14	18,8	32,2	1,37	354,4	51,47	15	4,5	19,5
16	24	7	1,4	192,2	35,61	7,2	10	17,2	1,57	347,5	64,39	11,5	3,8	15,3
17	28	2,5	0,68	143,9	45,14	27,3	30	57,3	1,1	174,9	54,86	15,8	4	19,8
18	29	84	1,6	283,6	51,52	8,8	10,6	19,4	1,34	266,9	48,48	4	5,4	9,4
19	31	2	1,39	149,9	57,68	4	11,2	15,2	1,31	110	42,32	3,2	6	9,2
20	33	14	1,09	224,1	45,73	9,8	8,4	18,2	1,45	266	54,28	4	3,5	7,5
21	36	7	1	247,4	54,6	17,3	5	22,3	0,85	205,7	45,4	3,8	6,9	10,7
22	37	1,5	0,67	85,7	34,94	21,8	25	46,8	0,97	159,6	65,06	9,5	12,2	21,7
23	39	58	1,1	299	47,43	13	27,2	40,2	0,79	331,4	52,57	7,5	8,3	15,8
24	40	2	0,95	179,7	43,1	11,5	7,9	19,4	1,28	237,2	56,9	11,5	0,9	12,4
25	41	45	1,36	264,1	52,18	3,2	17,8	21	1,01	242	47,82	3,8	4,6	8,4
26	42	2	1,28	172,1	53,9	16,3	2,7	19	1,29	147,2	46,1	16	3,5	19,5
Ortalama	16,2	1,103	200,1	47,59	13,86	15,52	29,02	1,2	215,6	52,41	8,28	6,41	14,7	
S.sapma	24,5	0,307	82,75	8,628	5,633	9,113	11,82	0,221	79,86	8,628	4,99	3,98	7,14	

Tablo 7: İstatistiksel analiz sonuçları

## Npar Tests

### Mann-Whitney Test

#### Test Statistics a

	PI	ERPF	Split	Tmax	T1/2	T <sub>max+1/2</sub>
Mann-Whitney U	658	648,5	768,5	399	366,5	261
Wilcoxon W	1438	1428,5	1588,5	1219	1186,5	1081
Z	-1,197	-1,289	-0,113	-3,737	-4,056	-5,089
Asymp.Sig. (2-tailed)	0,231	0,197	0,910	0,000	0,000	0,000

\*p<0.05 anlamlı kabul edildi

Tablo 8: İstatistik analiz sonuçları

### İndepended Samples Test

	t-test for Equality of Means	
	t	Sig. (2-tailed)
PI	1,305	0,198
ERPF	0,688	0,495
SPLIT	2,028	0,048
TMAX	-3,777	0.000

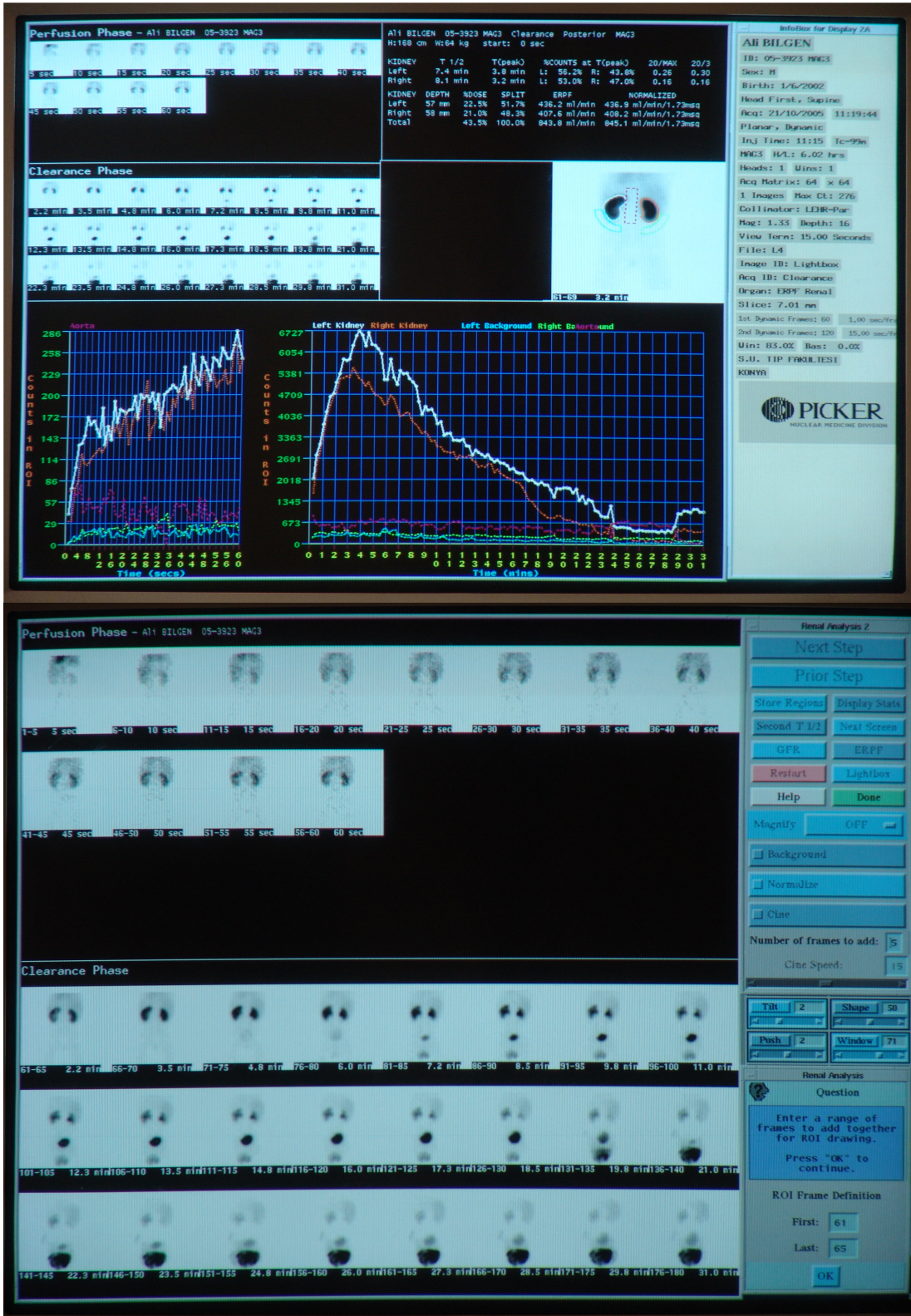
İstatistiksel analizde  $p < 0.05$  anlamlı kabul edildi

### Mann-Whitney Test

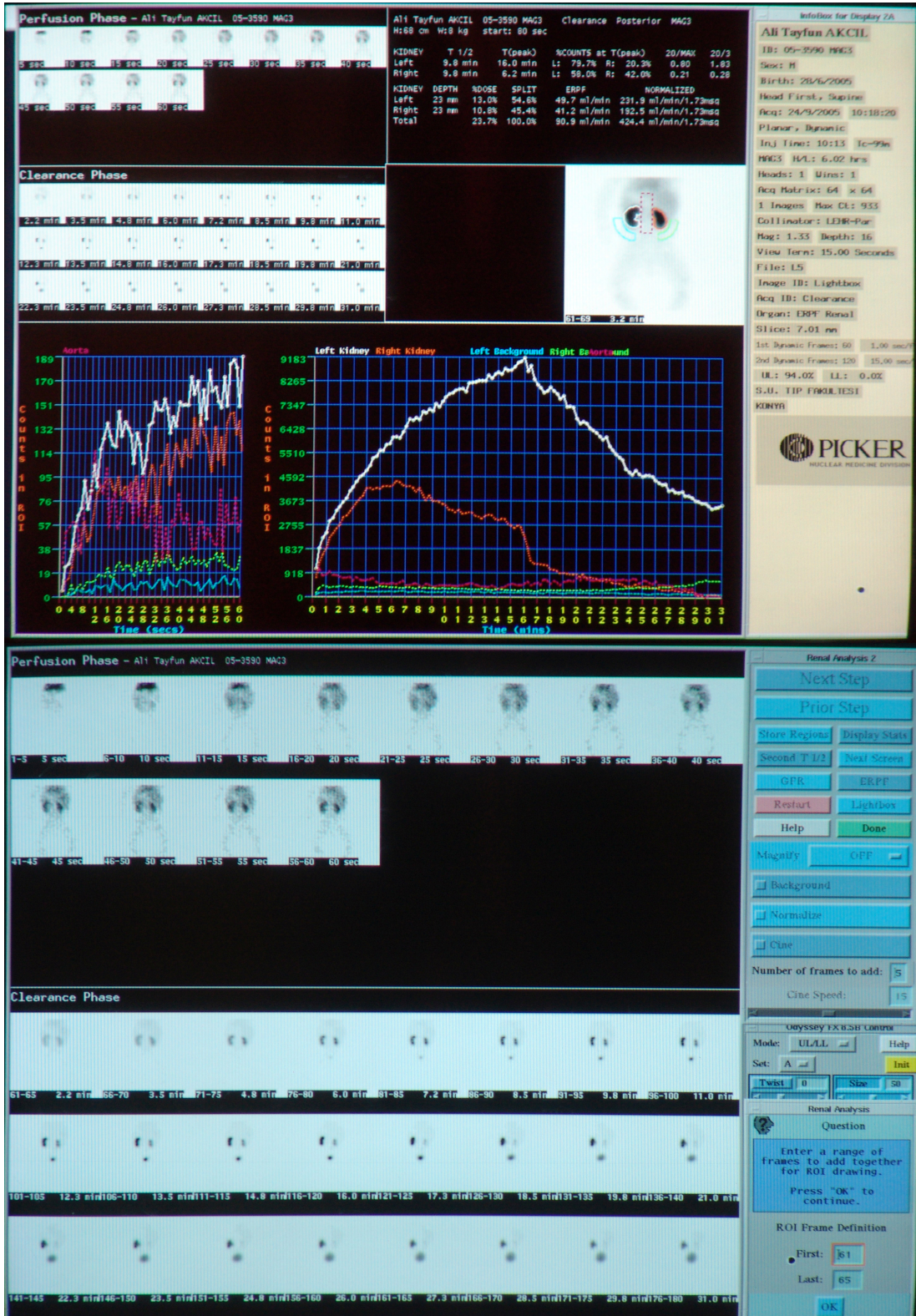
Test Statistics a

	T <sub>1/2</sub>	T <sub>max+1/2</sub>
Mann-Whitney U	114,5	80,5
Wilcoxon W	465,5	431,5
Z	-4,092	-4,713
Asymp.Sig.(2-tailed)	0.000	0.000

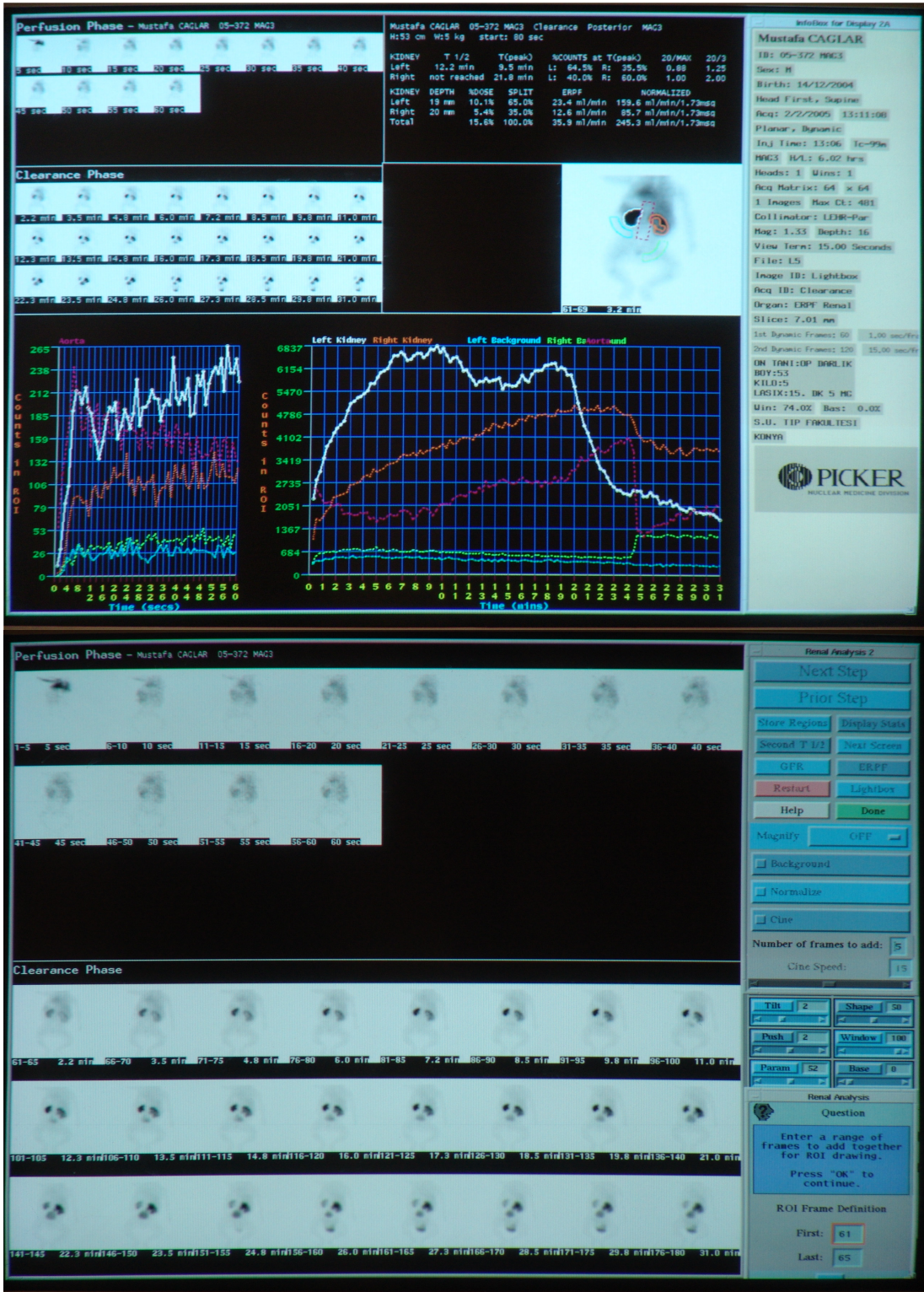
İstatistiksel analizde  $p < 0.05$  anlamlı kabul edildi



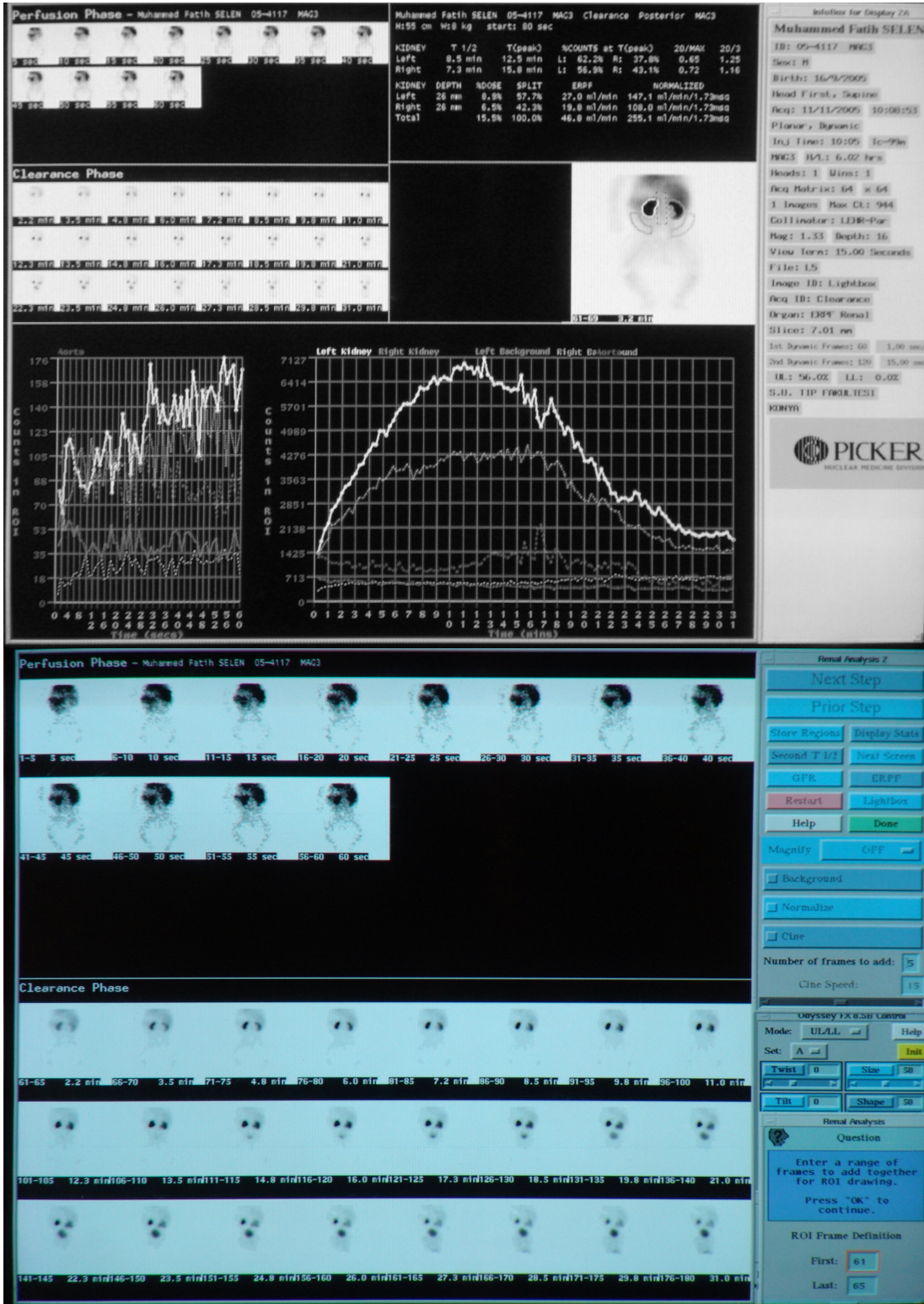
**Resim 4:** Kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon fonksiyonları normal sınırlarda, pelvikalisiyel sistemlerde bilateral fonksiyonel stazı olan 3 yaşındaki erkek hastanın 30 dakikalık  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  dinamik renal çalışmasında renogram eğrisi ve vizüel görüntüleri (Hasta no: 32).



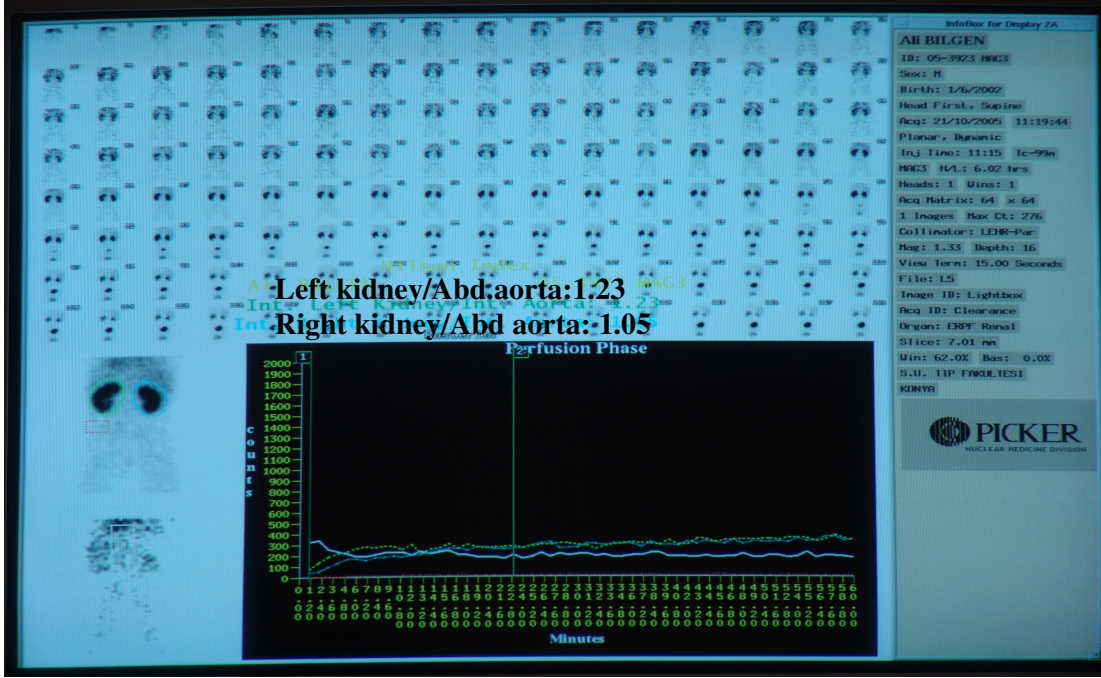
**Resim 5:** Kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon fonksiyonları normal sınırlarda, pelvikalisijel sistemde incomplete obstrüksiyon (UP darlığı sekonder) izlenen sol böbreğe sahip 3 aylık erkek hastanın  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasının renogram eğrisi ve vizüel görüntüleri (Hasta no: 14).



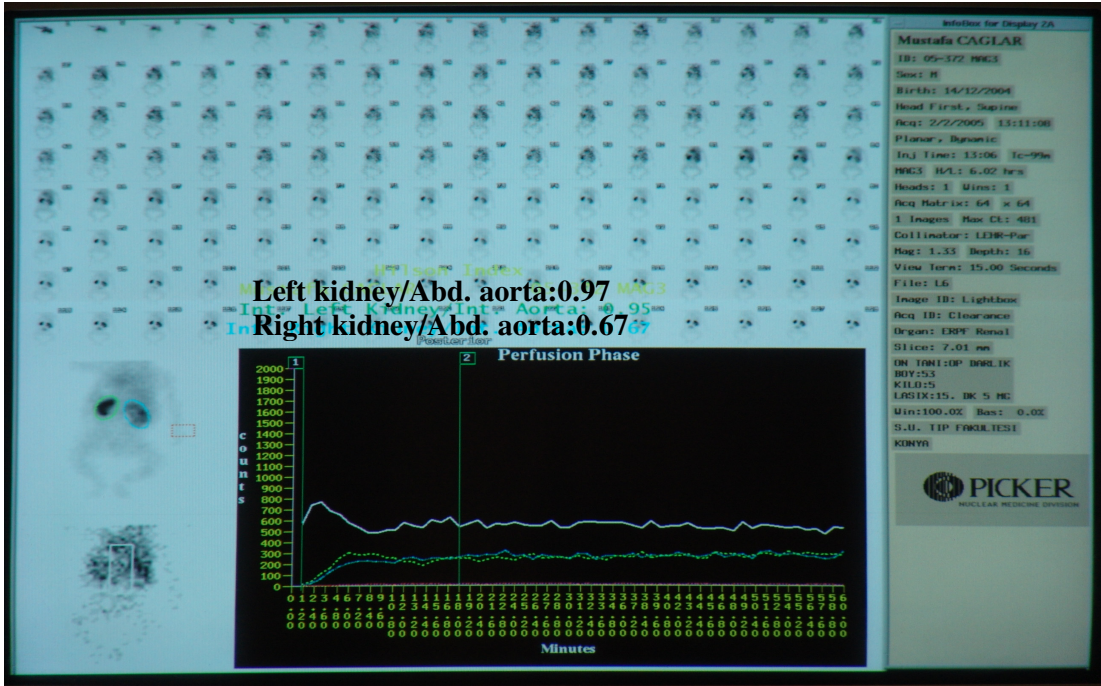
**Resim 6:** Kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon fonksiyonları orta derecede gerilemiş, incomplete obstrüksiyon ile uyumlu hidronefrotik değişiklikler izlenen normalden büyük sağ böbrek; her üç fonksiyonu minimal derecede gerilemiş normal büyüklükte sol böbreği bulunan 2 aylık erkek hastanın  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasında renogram eğrisi ve vizüel görüntüleri (Hasta no: 37).



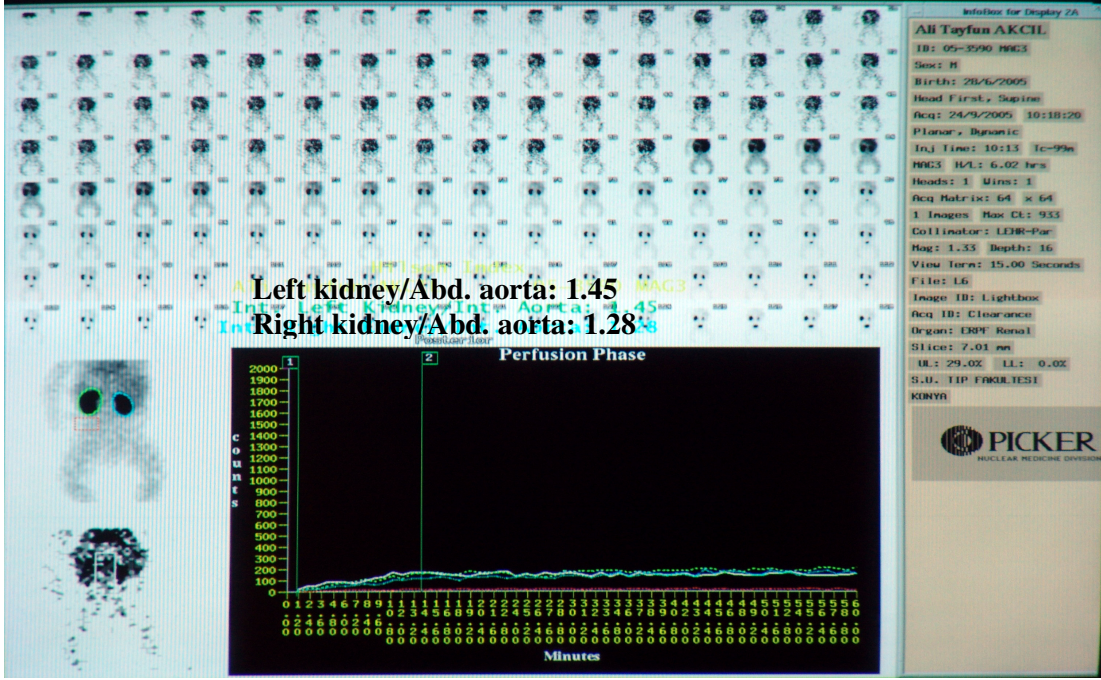
**Resim 7:** Kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon fonksiyonları normal sınırlarda, hafif derecede incomplete obstrüksiyon ile uyumlu normal büyüklükte sol böbrek; Kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon fonksiyonları minimal-orta derecede gerilemiş, incomplete obstrüksiyon ile uyumlu normale oranla minimal derecede büyük sağ böbreği bulunan 2 aylık erkek hastanın <sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> çalışmasının renogram eğrisi ve vizüel görüntüleri (Hasta no: 19).



**Resim 8:** Her iki böbreğinde fonksiyonel pelvikalisiyel stazlar izlenen 3 yaşındaki erkek hastada böbreklerin perfüzyon indeksleri izlenmektedir (Hasta no: 32).



**Resim 9:** Kanlanma, konsantrasyon ve ekskresyon fonksiyonları orta derecede gerilemiş, incomplete obstrüksiyon ile uyumlu, hidronefrotik değişiklikler gösteren sağ böbrek ve her üç fonksiyonu minimal derecede gerilemiş sol böbreği olan 1.5 aylık erkek hastanın  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasının perfüzyon indeks değerleri görülmektedir (Hasta no: 37).



**Resim 10:** Sol böbrek pelvialisiyel sistemde incomplete obstrüksiyonu olan 3 aylık erkek hastanın  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasında perfüzyon indeks değerleri görülmektedir (Hasta no: 14).



**Resim 11:** Sol UP darlığı olan 7 aylık erkek hastanın  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasında 60. dakika geç statik görüntüsünde sol pelvialisiyel sistemde radyoaktif madde stazı izlenmektedir (Hasta no: 36).

## 5. TARTIŞMA

UP darlık, yenidoğanlarda görülen renal fonksiyon kayıplarının en önemli nedenlerinden biri olup 1250 canlı doğumda 1 sıklıkta görülür ve E/K oranı 3-4/1'dir (20). UP darlığın irreverzibl böbrek fonksiyon bozukluğuna yol açmaması için erken tanı, takip ve gerekirse zamanında cerrahi tedavisinin yapılması gerekmektedir. UP darlık tanısında USG, İVP ve VSÜG gibi radyolojik yöntemlerin yanında diüretikli dinamik böbrek sintigrafileri de ( $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ ,  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$ ) kullanılmaktadır. Parankim hasarı ve hidronefroz geliştiğinde buna yönelik DMSA ile kortikal böbrek sintigrafisi de faydalı olabilir. Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi çalışmalarının renal fonksiyonların değerlendirilmesinde radyolojik metodlara oranla daha üstün olduğu bilinmektedir. Diüretikli dinamik böbrek sintigrafileri UP bileşke obstrüksiyon şiddetini doğru olarak tespit etmesi, renal fonksiyon kayıp düzeyini belirleyebilmesi sayesinde kalıcı böbrek hasarı oluşmadan, cerrahi müdahale yapılmasını sağlayabilir.

UP darlığa yol açan anatomik ve/veya fonksiyonel bozukluklar pelvik lümen içerisinde idrar akımının engellenmesine neden olur. Bunların bir kısmı progresif seyir gösterebileceği gibi, bazı vakalar zamanla kendiliğinden de gerileyebilir. Temel bozukluk idrar akımının UP bileşkede engellenmesidir. Obstrüksiyon şiddeti, lokalizasyonu ve süresi yanında etiyojisi renal fonksiyonların etkilenme düzeyini belirleyen faktörlerdir.

Radyolojik veya radyonüklid görüntülemelerde böbrek pelvikalisiel sistemlerinde izlenen dilatasyon ve stazlar farklı etiyojilere bağlı gelişmiş olabilir. Pelvik dilatasyon ve staz durumunda önemli olan obstrüksiyonun olup olmadığının belirlenmesidir. Klinikte UP darlık tanısıyla takip edilen vakaların çoğunluğunda kısmi obstrüksiyon ile karşılaşmaktadır. Eğer obstrüksiyon hafif derecede ise artan pelvis içi basınç belli bir noktada dengeye ulaşır ve bazen herhangi bir fonksiyon kaybına yol açmaksızın bu şekilde ömür boyu devam edebilir. Obstrüksiyonun daha şiddetli olduğu durumlarda ise kaçınılmaz olarak pelvikalisiel sistemlerde artmış basınç sonucu oluşan dilatasyonlar renal parankimde incelme ve fonksiyon kaybına yol açabilir. Nadir olarak UP bileşkede tam veya tama yakın obstrüksiyon görülmektedir. Tam veya tama yakın obstrüksiyon durumunda kısa zamanda renal fonksiyonlar irreverzibl olarak hasar görür. Bu süreçte fonksiyon kaybını belirleyen en önemli etkenler obstrüksiyonun şiddeti, lokalizasyonu ve geçen süredir.

UP darlık tanısı ve takibinde kullanılan radyolojik yöntemlerle (USG, İVP, BT, MR vb.) pelvikalisiyel sistemdeki dilatasyonlar ve anatomik parametreler detaylı izlenirken, renal fonksiyonların değerlendirilmesi sınırlıdır. Bu yüzden bazen kısmi obstrüksiyon tanısı kesin olarak belirlenemeyebilir (19). Prenatal dönemde yapılan USG’de pelvikalisiyel dilatasyon görülen vakaların yaklaşık %20-50’sinde postnatal dönemde bu dilatasyonların spontan olarak kaybolduğu bildirilmiştir (61). Prenatal dönemde USG ile tespit edilen pelvikalisiyel dilatasyonların muhtemelen %32-50’si UP darlığına bağlı olduğu gösterilmiştir (61). UP bileşke obstrüksiyon tanısında gold standart metod pelvik basıncın direkt olarak ölçüldüğü Whitaker testidir (20,65,27). Ancak Whitaker testinin uygulama zorluğu, invaziv olması, vakaların bir kısmında şüpheli sonuçlar vermesi ve renal fonksiyonları değerlendirememesi nedeniyle rutinde pratik olarak kullanılmamaktadır (31). Günümüzde, diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi obstrüksiyon varlığının değerlendirilmesinde ve takibinde en sık tercih edilen noninvaziv yöntemdir.  $MAG_3$  tübüler sekresyonla atıldığından ekstraksiyon oranı DTPA’ya oranla daha yüksektir. Bu nedenle son yıllarda çocukluk çağındaki obstrüktif böbreklerin fonksiyonel incelemesinde pek çok merkezde  $^{99m}Tc-MAG_3$  tercih edilmektedir.

Çalışmamızda, UP darlık ön tanısı olan 1 ay-7 yaş arası 42 hastada  $^{99m}Tc-MAG_3$  diüretikli böbrek çalışmaları ile pelvikalisiyel obstrüksiyon, vizüel ve kantitatif olarak renal fonksiyonların değerlendirilmesi, fonksiyon düzeyi ve obstrüksiyon şiddeti gözönüne alınarak cerrahi tedavi ihtiyacının doğru şekilde belirlenmesi amaçlanmıştır.

İnfantlar, glomerüller ve tübüler matürasyonları henüz tamamlanmamış olarak doğarlar ve doğumdan sonraki ilk 3 haftada tübüler fonksiyonlar büyük oranda immatürdür (47). Vücut yüzeyine göre normalize edilmiş  $^{99m}Tc-MAG_3$  klirensi 3. haftadan sonra sürekli artış göstererek 2. ayda normalize erişkin değerinin %68’ine ve 1. yılın sonunda normal erişkin değerinin %99.9’una ulaşmaktadır (63). Çalışmaya aldığımız hastaların %73’ü 1 yaş altında olduğundan tübüler fonksiyonlarının matürasyonunu kısmen tamamlamadığı kabul edilebilir. Bununla birlikte 1 yaş altı hastaların büyük çoğunluğunun yaşı 2 ayın üzerindeydi. Bu nedenle hastaların  $^{99m}Tc-MAG_3$  klirensi ile hesaplanan ERPF değerlerinden software programı ile normalize edilmiş ERPF değerleri oluşturuldu.

Literatürde yenidoğan ve çocukluk çağı obstrüktif böbrek hastalıklarında radyonüklid çalışmalarla ilgili farklı yayınlar bulunmaktadır (45,49,70,23). Çalışmamıza UP darlık ön tanısı ile dahil edilen 42 hastanın 32’si (%76) erkek, 10’u (%24) kız idi.  $^{99m}Tc-MAG_3$  çalışmasında obstrüksiyon ile uyumlu kabul edilen hastaların 16’sı (%56) sol unilateral,

10'u (%29) sağ unilateral, ve 5'i (%15) bilateral pelvikalisiyel incomplete obstrüksiyon ile uyumlu idi. Hastaların %73'ü 1 yaş altında olup hepsinde de perinatal dönemde yapılan USG ile UP darlık şüphesi ortaya konulmuştu. Bu konuda değişik yüzdeler verilmekle birlikte bu değerler literatürde verilen oranlarla paralellik göstermektedir (20,66).

Bu çalışmada, görsel değerlendirmede 30. dakikada stazı olanlar incomplete obstrüksiyon ile uyumlu kabul edildi ve obstrüksiyonun böbrek fonksiyonları üzerine etkisi incelendi. Obstrüktif grup 39 böbrek, normal grup 40 böbrek içermektedir. Obstrüktif grup ve normal grup olarak değerlendirilen böbreklerin kantitatif parametreleri karşılaştırıldığında ortalama  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  değerleri obstrüktif böbrek grubunda anlamlı derecede yüksek bulunurken ( $p<0.001$ ); PI, split fonksiyon ve ERPF ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte obstrüktif grupta ERPF değeri rölatif düşük bulundu. Unilateral obstrüktif böbreği bulunan 26 hastanın, obstrüktif ve normal böbrekleri karşılaştırıldığında ortalama  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  değerleri obstrüktif böbreklerde anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.001$ ). PI ve ERPF ortalamaları karşılaştırıldığında obstrüktif tarafta normale oranla rölatif düzeyde azalma bulunmakla beraber istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0.05$ ). Unilateral obstrüktif grubun ortalama split fonksiyonu normal grup ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük bulundu ( $p<0.05$ ). Unilateral obstrüktif grupta split fonksiyon değerlerinin düşük bulunması, obstrüktif böbreklerde tübüler fonksiyonlarda gerilemenin başladığını göstermektedir. Hastalarımızın %73'ü 1 yaş altında olduğundan süre açısından obstrüktif böbrek hastalığının erken döneminde olduğu kabul edilebilir. 1 yaş altındaki obstrüktif hastalar cerrahi girişim yapılmaksızın takip edildiklerinde bir süre sonra bazı hastalarda obstrüktif böbreklerin ERPF, split fonksiyon ve PI'leri azalmaya devam edebilir.

Çalışmamızda 26 unilateral UP bileşke obstrüksiyonlu hastanın 4'ünde (%15) obstrüktif tarafın split fonksiyonu %55'in üzerinde bulundu. İlk defa 1994 yılında unilateral hidronefrozu bazı böbreklerde diferansiye fonksiyonunun %55'in üzerinde olduğu bildirilmiş ve bu durum supranormal fonksiyon olarak tanımlanmıştır (67,68). Literatürde, bu durumun UP bileşke obstrüksiyonlu böbreklerde fonksiyon kaybına karşı devreye giren kompensatuar mekanizmaların bir sonucu olduğunu belirten çalışmalar olduğu gibi; yaş, asimetric böbrek boyutu, ilgi alanı çizim farklılıkları gibi sebeplere bağlı olduğunu ileri süren çalışmalar da mevcuttur (69,70). Günümüzde, henüz supranormal diferansiye fonksiyonun gerçek nedeni tam olarak açıklanamamaktadır.

Diüretikli böbrek sintigrafisi; kullanılan radyofarmasötik, hastanın hidrasyon durumu, diüretik zamanlaması ve dozu, mesane doluluğu ve böbrek fonksiyonları gibi parametrelerden etkilenmektedir. Yeterli hidrasyonun yapılmadığı durumlarda  $T_{max}$  ve  $T_{1/2}$ 'de uzama olabilir ve yanlışlıkla obstrüksiyon tanısı konabilir (19). Furosemid enjeksiyonundan sonra etki 1-2 dakika içinde başlar ve 15. dakikada maksimum diüretik etkiye ulaşılır. Diüretik enjeksiyonundan sonra idrar akımı artacağı için obstrüksiyon yoksa stazın zamanla kaybolduğu görülür. İncoplete obstrüksiyon varlığında ise stazda bir miktar azalma olsa bile geç görüntülerde bir miktar devam ettiği izlenir. Ancak böbreğin diüretiğe verdiği cevap, fonksiyonu ile yakından ilişkilidir. Renal fonksiyonların gerilediği böbreklerde normal fonksiyone böbreklere oranla diüretiğe verilen cevap düşüktür ve yeterli diürez sağlanmadığı için pelvikalisiyel stazın devam ettiği gözlenip yanlışlıkla obstrüksiyon tanısı konabilir. Bu nedenle fonksiyonları gerilemiş böbreklerde diüretik etkisinin değerlendirilmesinde, mutlaka renal fonksiyon düzeyi göz önünde bulundurulmalıdır.

Diüretiğin ne zaman yapılması gerektiği halen tartışmalı bir konudur. Literatürde şimdiye kadar değişik protokoller tanımlanmıştır (3,32,51). Dinamik renal sintigrafi öncesi, sintigrafi başlangıcında ve sintigrafi esnasında diüretik uygulamaları yapılmaktadır. F-15, F+0, F+20 gibi protokoller mevcuttur. Herbirinin farklı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Klinikte çoğunlukla sintigrafi esnasında diüretik kullanılması tercih edilmektedir. Çalışmamızda, diüretik 15. dakikada uygulandı, sonraki 15 dakikadaki dinamik görüntülerde diüretik etkisini izledik. Pelvikalisiyel stazı 30 dakika sonunda devam eden az sayıdaki hastada ilave olarak 60. dakikada geç statik görüntü olarak stazın durumunu gözlemledik. Ancak diüretik etkisini daha uzun süre değerlendirmek amacıyla diüretiğin birkaç dakika daha erken yapılmasının daha uygun olabileceğini düşünüyoruz.

Bir başka tartışmalı konu da böbrek ve geri plan ilgi alanı çizimidir. Literatürde çok çeşitli ilgi alanı çizim teknikleri bildirilmektedir (52). Örneğin, bazıları  $T_{1/2}$  hesabı için tüm pelvikalisiyel sistemi de içine alacak şekilde ilgi alanı çizerken diğer bazıları da sadece pelvikalisiyel sistem etrafında çizim yapmaktadır. Çizimin böbrek sınırlarının ne kadar dışında olması gerektiği de tartışmanın ayrı bir yönüdür. Bu konuda standardizasyon sağlamak amacıyla semi-otomatik çizim yöntemleri öneren çalışmalar bulunmaktadır (58).

Genel olarak, literatürde diüretikli dinamik renal sintigrafilerde  $T_{1/2}$ 'nin 10 dakikanın altında olması normal, 10-20 dakika arası şüpheli obstrüksiyon ve 20 dakikanın üstünde obstrüktif olarak kabul eden çalışmalar yayımlanmıştır (21,73). Çalışmamızda  $T_{1/2}$

değerleri  $14.15 \pm 8.43$  hesaplandı. Bize göre tek başına bu kriterlerin standart olarak kabul edilmesi yeterli değildir. Çünkü merkezler arasında diüretikli renografi protokolleri ve kantitatif analiz teknikleri arasında pekçok farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, aynı obstrüksiyon derecesinde değişik merkezlerde hesaplanan  $T_{1/2}$  değerleri doğal olarak farklı farklı olmaktadır. Ayrıca obstrüktif böbreklerde  $T_{max}$  normale oranla uzamış bulunabilmektedir. Çalışmamızda obstrüktif böbrek grubunda  $T_{max}$  değerleri, normal böbrek grubuna oranla anlamlı derecede uzamış bulundu. Bu nedenle, sintigrafik olarak obstrüksiyon tanısının, tüm parametreler gözönünde bulundurularak, kantitatif parametrelerin yanında, görüntülerin vizüel değerlendirilmesi ile birlikte yapılması gerektiğini düşünüyoruz.

Çocuklarda üreteropelvik bileşke obstrüksiyonlarının en etkili cerrahi tedavi yöntemi olarak pyeloplasti kullanılmaktadır. Ancak cerrahi uygulamanın zamanlaması konusunda tam bir görüş birliği sağlanabilmiş değildir. Bu konuda temelde iki yaklaşım vardır. Birinci yaklaşımda: hasta, durumuna göre belli aralıklarla takip edilmekte; pelvis çapında genişleme, parankimde incelleme ve tek taraflı vakalarda split fonksiyonda azalma görüldüğünde cerrahi kararı alınmaktadır (37). Bu yaklaşımda etkilenen böbrekte bir miktar fonksiyon kaybına bilerek izin verilmiş olur. Hasta takiplerinin aksatılması durumunda ise fonksiyonlardaki gerileme daha fazla olacaktır. Sang Won ve ark, UP bileşke obstrüksiyonlu 42 çocukta dinamik  $^{99m}Tc-MAG_3$  radyonüklid çalışma ile birlikte renal biyopsi ile histopatolojik değişiklikleri incelemişler. Elde ettikleri bulgulara dayanarak split fonksiyonu %40'ın üstünde olan vakalara cerrahi tedavinin gerekli olmadığı sonucunu elde etmişlerdir (37). Ancak takiplerde split fonksiyonda bir önceki  $^{99m}Tc-MAG_3$  çalışmasına göre anlamlı bir azalma görülmesi durumunda cerrahi uygulamanın gecikmeden yapılmasını önermektedirler. İkinci yaklaşımda ise, renal fonksiyonlarda gerileme olması beklenmeden obstrüksiyon tanısı konduğu zaman erken cerrahi girişim yapılması önerilmektedir. Bunun dezavantajı da ihtiyaç duyulmayan bazı hastalara gereksiz yere cerrahi tedavi uygulamasıdır. Tan ve ark, UP darlık tanısıyla yapılan 400 pyelotomi hastasının ameliyat sonuçlarını retrospektif incelemişler. Cerrahi tedavi etkinliğinin, hastalardaki preoperatif dönemdeki hidronefrozun derecesine ve renal fonksiyon kayıplarının düzeyine bağlı olduğunu, hafif fonksiyon bozukluklarında önemli derecede düzelleme; böbrek fonksiyonları ileri derecede bozulmuş olan vakalarda ise cerrahi tedavi uygulansa bile yüksek oranda tedavinin başarısız olduğunu bildirmişlerdir (38). McAleer ve ark, yaptıkları  $^{99m}Tc-MAG_3$  çalışmasında unilateral UP bileşke obstrüksiyonu

olan ve pyeloplasti ameliyatı uygulanan yaşları 2 hafta ile 18 yıl arasında değişen 79 hastanın ameliyat öncesi ve sonrası renal fonksiyon değerlerini karşılaştırmışlar (74). Obstrüktif böbreklerin fonksiyonlarında postoperatif dönemde önemli oranda değişiklik olmadığını, gerilemiş renal fonksiyonları bulunan hastalarda, renal fonksiyonların anlamlı derecede düzelmediğini gözlemlemişlerdir. Çalışma verileri doğrultusunda USG ve diüretikli renografi ile pelvikalsiyel obstrüksiyon tanısı alan hastalarda, mümkün olan en kısa zamanda cerrahi tedavi uygulaması yapılmasını önermektedirler (74).

Çalışmamızda, obstrüktif böbreklerde ekskresyon fonksiyon parametreleri olan  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{max+1/2}$  'nin ortalama değerleri yüksek bulundu. Bulgularımız, pelvikalsiyel stazda ekskresyon fonksiyonunun uzamış ve azalmış olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte prenatal unilateral renal pelvik dilatasyon tanısı alan çocuklarda Kuyvenhoven ve arkadaşlarının yaptıkları diüretikli renografi çalışmasında uzamış  $T_{1/2}$  ve pelvik staz gözlemlemiştir (75). Bu nedenle pelvik retansiyonun çocuklarda her zaman obstrüksiyon işareti olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışmamızda ortalama ERPF, split fonksiyon ve PI değerleri ise etkilenmemiştir. Yalnız unilateral obstrüktif böbrek grubunda split fonksiyon değerleri anlamlı olarak düşük bulundu. Azalmış split fonksiyon tübüler fonksiyonun etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca kantitatif parametrelerimizi incelediğimizde 39 obstrüktif böbreğin sadece 3'ünde split fonksiyon %40'ın altında, 9'unda ise %40-45 arasında olduğu bulundu. Bulgular böbreklerde obstrüksiyona bağlı fonksiyonel etkilenmenin hafif düzeyde olabileceğini desteklemektedir. Çalışmamızda 5 hastada atrofik böbrek izlendi. Atrofik böbrekli 5 hastanın 3'ünün yaşı 6 ayın altında diğer 2'sinin yaşı 6-11 ay arasındaydı. Bu hastalardan 3'ünde aynı zamanda karşı böbreğinde incomplete obstrüksiyon mevcuttu. Atrofik böbreklerin etiyojisi kesin bilinmemekle birlikte hastalarımız seçilmiş grup olduğundan, bunlardan en azından bir veya birkaçının obstrüksiyon kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz. Hastaların yaş ortalamasının düşük olması bunu destekleyebilir. Diüretikli  $^{99m}Tc-MAG_3$  sintigrafi çalışmalarında obstrüktif grupta sadece 3 böbrekte hidronefrotik değişiklikler izlendi. Bunlardan 1 tanesi orta-ileri (borderline) derecede, diğer 2'si hafif derecede hidronefrotik değişiklikler göstermekteydi.

Çalışmamızda obstrüktif ve normal böbrek grubunun  $^{99m}Tc-MAG_3$  sintigrafilerinin vizüel ve kantitatif renal fonksiyon parametre sonuçlarını incelediğimizde, sadece ekskresyon fonksiyonunun azalmış olması nedeniyle obstrüktif grubun hastalığın (UP darlık) erken döneminde olduğu, tübüler renal fonksiyonun çok hafif düzeyde etkilenmekle

birlikte anlamlı düzeyde etkilenmediği görülmüştür. Kanlanmayı gösteren PI'nin etkilenmemesi de obstrüktif hadisenin erken dönemini desteklemektedir.

Sonuç olarak, çalışmada incomplete obstrüksiyonu olanlarda  $T_{\max+1/2}$  'nin uzadığı, split fonksiyonun rölatif düzeyde azaldığı, PI'nin ise etkilenmediği görülmüştür. Literatürde çocukluk çağında obstrüktif böbrek hastalarına yapılan diüretikli böbrek sintigrafi çalışma sonuçları ile bu çalışmanın vizüel ve kantitatif bulgularını ve uygulama tecrübelerimizi gözden geçirdiğimizde; UP bileşke obstrüksiyonu olan böbreğin  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  çalışmasında split fonksiyonu %40'ın altında olduğunda fonksiyonun anlamlı derecede etkilendiğini ve cerrahi tedavinin vakit geçirilmeden yapılması gerektiğini söyleyebiliriz. Split fonksiyonu %40'ın üzerinde olan normal fonksiyone obstrüktif böbreklerde, fonksiyon etkilenmesi sınırlı düzeyde veya hiç olmamasına rağmen, obstrüksiyonun şiddeti mutlaka gözönüne alınmalıdır. Lasikse çok az cevap verilmesi ve büyük miktarda radyoaktif madde stazları izlenmesi şiddetli obstrüksiyonu; lasikse kısmi cevap ve küçük miktarda radyoaktif madde stazları obstrüksiyonun hafif şiddetde olduğunu akla getirmelidir. Hafif derecede incomplete obstrüksiyonu bulunan hastalar yakın takip edilmeli, şiddetli obstrüksiyonu olanlar ve takiplerde split fonksiyonun %10 azalması durumunda ise cerrahi tedavi yapılmasının uygun olduğunu düşünüyoruz. Yenidoğan döneminde ve hayatın ilk yıllarında UP bileşke darlığının renal fonksiyon düzeyini olumsuz etkileme ihtimali yüksektir. Bu hastaların aksatmadan yakın takipleri renal fonksiyon kaybının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

UP darlık ön tanısı alan yenidoğan ve çocukluk çağındaki hastalarda  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  obstrüktif böbreklerde staz varlığı ile şiddetini gösterebilen ve kantitatif renal fonksiyon parametrelerini güvenilir şekilde ölçebilen bir metoddur. Bu özellikleriyle  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  böbrek sintigrafisi, çocukluk çağında UP darlık ön tanısı alan hastalarda hem renal fonksiyon düzeyinin güvenilir takibinde hemde cerrahi tedavi kararının doğru zamanda verilmesine imkan sağlayarak renal fonksiyon kayıplarının önlenmesine katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

## 6. ÖZET

Üreteropelvik bileşke darlığı, çocukluk döneminde üriner sistemde görülen en sık obstrüksiyon nedenidir. Hafif derecedeki üreteropelvik bileşke obstrüksiyonları ömür boyu renal fonksiyonlarda herhangi bir gerilemeye neden olmazken, şiddetli obstrüksiyonlar cerrahi yöntemlerle tedavi edilmedikleri takdirde böbrek fonksiyonlarının kalıcı olarak yitirilmesine neden olur. Cerrahi kararının alınmasında en önemli nokta ise obstrüksiyon şiddetinin renal fonksiyonları geriletecek düzeyde olduğunun güvenilir şekilde tesbit edilmesidir. Zamanında güvenilir teşhis ve doğru zamanda cerrahi tedavi uygulanarak irreversible böbrek fonksiyon kaybı önlenmelidir. Bu amaçla günümüzde obstrüksiyon karakteristiğinin değerlendirilmesinde öncelikle diüretikli dinamik böbrek sintigrafileri; yapısal anatomik incelemede ise USG, IVP ve VSÜG gibi radyolojik görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır.

Çalışmamızda, diüretikli  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  dinamik böbrek sintigrafisi ile UP darlık tanısı alan çocuklarda görsel olarak pelvikalisiyel sistemlerinde staz değerlendirmesi ile renal fonksiyonlarındaki gerileme arasındaki ilişkiyi araştırmak ve bu sayede hastanın klinik takibi ve tedavi uygulamasında kolaylık sağlanması amaçlanmıştır. UP darlık ön tanısıyla gönderilen 1-84 ay ( $13,8 \pm 20,4$  ay) arasında 42 çocukluk yaş grubundaki hastaya  $^{99m}\text{Tc-MAG}_3$  böbrek sintigrafisi uygulandı. Çalışma sonunda ve geç görüntülerde pelvikalisiyel stazı devam eden böbrekler incomplete obstrüksiyon ile uyumlu kabul edilerek fonksiyonel stazlı diğer böbreklerle renal fonksiyon parametreleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Obstrüktif grubun  $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{\max+1/2}$  değerleri, normal böbrek grubuna oranla anlamlı olarak artmış bulundu. PI ve ERPF ve split fonksiyon değerlerinde farklılık bulunmadı. Unilateral obstrüktif grubun diferansiye fonksiyonları, normal gruba oranla anlamlı derecede azalmış,  $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$  ve  $T_{\max+1/2}$  değerleri anlamlı derecede artmış bulundu; PI ve ERPF'de anlamlı değişiklik izlenmedi. Ayrıca 5 hastada afonksiyone atrofik böbrek izlendi. Görsel ve kantitatif bulgularımız obstrüktif böbrek grubunda ekskresyon fonksiyonunun belirgin olarak gerilediğini, split fonksiyonun hafif düzeyde azaldığını kanlanma fonksiyonunun ise etkilenmediğini göstermiştir. Bulgularımız obstrüktif böbreğe sahip çocuklarda renal fonksiyonların az da olsa olumsuz etkilenme gösterdiğini düşündürmektedir. Ayrıca bulgularımız literatürde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Split fonksiyonu %40'ın altına inen veya diüretiğe dirençli pelvikalisiyel stazı olanların ve takiplerde split renal fonksiyon %10 ve üzerinde azalma gösteren

hastalarda gecikmeden cerrahi tedavi kararı verilmesi ve hafif stazı olan obstrüktif hastaların renal fonksiyon parametreleri ile iyi takip edilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

<sup>99m</sup>Tc-MAG<sub>3</sub> böbrek sintigrafisi UP darlık tanısı alan çocuklarda renal fonksiyon takibi ile cerrahi tedavi kararının doğru zamanda verilmesine ve irreversible renal fonksiyon kaybının önlenmesine katkı sağlayabilir.

## 7. SUMMARY

### **Evaluation of relationship between pelvicaliceal stasis and renal functions in children who are under suspicion of ureteropelvic junction obstruction by using $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 scintigraphy**

Ureteropelvic junction stenosis is one of the main causes of urinary system obstruction seen during the childhood. Although mild degrees of ureteropelvic junction obstruction may persist throughout life without any decrease in renal function, severe obstruction eventually leads to permanent loss of renal functions if surgical correction isn't done. Most important factor in decision making for surgical intervention is the determination that degree of ureteropelvic junction obstruction is severe enough to impair renal functions. Reliable diagnosis at correct time and surgical therapy at the right time are necessary to prevent irreversible renal function loss. Today, for determination of the obstruction characteristics, diuretic dynamic renal scintigraphies are used mainly and for anatomic parameters radiologic methods like USG, IVP and VCUG are used.

In this study, we have aimed to investigate the correlation between degree of pelvicaliceal stasis interpreted visually on  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 diuretic dynamic renal scintigraphy and deterioration of renal functions making follow-up of patients clinically and therapeutically easier. 42 children who were referred because of suspicion of ureteropelvic junction obstruction were included in the study. Ages ranged between 1 – 84 months ( $13,8 \pm 20,4$  months).  $^{99m}\text{Tc}$ -MAG3 diuretic dynamic renal scintigraphy was performed in all cases. Renal units in which pelvicaliceal stasis persisted on 30 minute images of dynamic study were accepted as incomplete obstructed and compared statistically with the contralateral normal kidneys even with functional stasis. Differential renal function of unilateral obstructed group was found significantly lower;  $T_{\max}$ ,  $T_{1/2}$  and  $T_{\max+1/2}$  values were found significantly higher than that of contralateral normal units and there was no significant difference between PI and ERPF values of obstructed and normal units. In 5 patients, non-functioning atrophic kidneys were observed. Visual and quantitative findings indicated that excretion functions in obstructed renal group decreased evidently, split renal functions decreased slightly and perfusion functions were not affected. Findings in our study have implicated that renal functions of children having obstructed kidneys are negatively affected even in small amounts. Our findings are similar to that in literature. In our opinion, in patients whose split function reduced below 40% or

diuretic resistant pelvicaliceal stasis and split renal function decreased 10% or more on follow-up, decision for surgical intervention should be made and patients with obstructed kidneys at mild degrees should be followed strictly in the aspect of renal function parameters.

<sup>99m</sup>Tc-MAG3 diuretic dynamic renal scintigraphy contributes to follow-up of renal functions, decision making for surgical therapy at the right time and prevent irreversible renal function loss in children who have been diagnosed with ureteropelvic junction stenosis.

## 8. KAYNAKLAR

1. Fung LCT, Lakshmanan Y. Anomalies of the renal collecting system: Ureteropelvic junction obstruction (pyelocaliectasis) and infundibular stenosis. In: Belman AB, King LR, Kramer SA, eds. Clinical pediatric medicine. 4th ed. UK. Martin Dunitz, 2002:559-620.
2. Koff SA, Thrall JH, Keyes JW. Assesment of hydronephrosis in children using diuretic radionuclide urography. J Urol 1980; 123:531-534.
3. Richman MN, Krishnan R, Carson CC. UPJ obstruction: Many paths to the same goal. Contemp Urol 2001; 13:67-77.
4. İçten N. Üriner sistem. In: Gövsa Gökmen F. Sistematik anatomi. İzmir güven kitabevi 2003: 531-537.
5. Ross MH, Kaye G, Pawlina W. Urinary system. In: Ross MH, Kaye G, Pawlina W, eds. Histology. 4th ed. Lippincott Williams Wilkins, 2003:603-622.
6. Young B, Heath JW. Urinary system. In: Young B, Heath JW, eds. Functional histology. 3th ed. Churchill Livingstone, 2000:286-297.
7. Harrison RG. The urogenital system. In: Romanes GJ, ed. Cunningham's textbook of anatomy. 12th ed. Oxford university press, 1995:531-542.
8. Dayson M. Urinary system. In: Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ, eds. Gray's anatomy. 18th ed. GB. Churchill Livingstone, 1995:1814-1828.
9. Yıldırım M, Okar İ, Dalçık H. Çev editörleri. İnsan embriyolojisi. 5. baskıdan çev. Nobel tıp kitabevleri. 2002:305-310.
10. Berne RM, Levy MN. Elements of renal function. In: Berne RM, Levy MN, eds. Principles of physiology. 3rd ed. Mosby, 2000:408-421.
11. Vander A, Sherman J, Luciano D. The kidneys and regulation of water and inorganic ions. In: Vander A, Sherman J, Luciano D, eds. Physiology. 8th ed. McGraw-Hill, 2001:507-517.
12. Ganong WF. Renal function and micturition. In: Ganong WF, ed. Review of medical physiology. 20th ed. McGraw-Hill, 2001:679-685.
13. Bozdoğan Ö. Boşaltım sistemi. İçinde: Bozdoğan Ö, ed. Fizyoloji. 1. baskı. Ankara. Palme yayıncılık 2000:291-298.
14. Campbell AGM, Mcintosh N. Obstruction of urinary tract. In: Campbell AGM, Mcintosh N, eds. Textbook of pediatrics. 5th ed. G.B. Churchill Livingstone, 1998:1629-1633.
15. Gary G. Filtration fraction and its implications for radionuclide renography using diethylenetriaminepentaacetic acid and mercaptoacetyltriglycine. Clin Nuc Med 2004; 29:231-237.
16. Guyton AC, Hall JE. Böbreklerde idrar oluşumu. In: Guyton AC, Hall JE, eds. Tıbbi fizyoloji. 9th ed. W.B. Saunders Company, 1996:315-330.
17. Robillard JE, Guillery EN, Petershack JA. Renal function during fetal life. In: Barratt TM, Avner ED, Harmon WE, eds. Pediatric nephrology. 4th ed. Lipincott Williams-Wilkins, 1999:21-50.
18. Lama G, Ferraraccio F, Iaccarino F, Luongo I, Marte A, Rambaldi PF, Esposito-Salsano M. Pelviureteral junction obstruction: Correlation of renal cell apoptosis and differential renal function. J Urol 2003; 169:2335-2338.
19. Barron BJ, Kim EE, Lamki LM. Renal nuclear medicine. In: Sandler MP, Coleman RA, Patton JA, Wackers FJT, Gottschalk A, eds. Diagnostic nuclear medicine. 4th ed. Lippincott Williams Wilkins, 2003:865-868.

20. Hemat RAS. Upper urinary tract system. In: Hemat RAS, ed. Principles of modern urology. Urotext, 2003:514-516.
21. Imaji R, Dewan PA. Calyx to parenchymal ratio in pelvi-ureteric junction obstruction. Br J Urol 2002; 89:73-77.
22. Koff SA, Mutabaganı KH. Anomalies of the renal collecting system. In: Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchell ME, eds. Adult and pediatric urology. 4th ed. USA. Lippincott Williams Wilkins, 2002:2141-2147.
23. Green T. Just the facts in pediatrics. McGraw-Hill. USA, 2004:452.
24. Han SW, Rha KH. Ureteropelvic junction obstruction. Yonsei university college of medicine, Soule, Korea. 2006. www.emedicine.com/ped/topic2808.htm
25. Tuncel E, Yazıcı Z, ed. Çocuk hastalıklarında radyolojik bulgular. Nobel-Güneş kitabevi, 2002: 477.
26. Ylinen E, Ala-Houhala M, Wikström S. Outcome of patients with antenatally detected pelviureteric junction obstruction. Pediatr Nephrol 2004; 19:880-887.
27. Xavier M, Olivier R. Radiologic evaluation affecting surgical technique in ureteropelvic junction obstruction. Curr Opin Urol 2001; 11:193-196.
28. Churchill BM, Feng WC. Ureteropelvic junction anomalies: Congenital upj problems in children. In: Gearhard JP, Rink RC, Mouriquand PDE, eds. Pediatric urology. W.B.Saunders Company, 2001:336
29. Tanagho EA, McAninch JW, ed. Kazancı G, çev ed. Genel üroloji. 14. baskı. Nobel tıp kitabevleri, 1999:632-634.
30. Wahlin N, Magnusson A, Persson AEG, Lockgren G, Stenberg A. Pressure flow measurement of hydronephrosis in children: A new approach to definition and quantification of obstruction. J Urol 2001; 166:1842-1847.
31. Tchertgen MB, Bloom DA. Robert H. Whitaker and the whitaker test: a pressure-flow study of the upper urinary tract. Urology 2003; 61:253-256.
32. Türkölmez Ş. Üreteropelvik obstrüksiyon şüphesi olan olgularda renal sintigrafide farklı diüretik uygulama protokollerinin (F+20, F+0 ve F-15) karşılaştırılması. Uzmanlık tezi. Ankara: Gazi üniversitesi tıp fakültesi nükleer tıp anabilim dalı, 2000.
33. Moon DH, Park YS, Jun NL, Lee SY, Kim KS, Kim JH, Yoon CH, Kang W, Lee HK. Value of supranormal function and renogram patterns on <sup>99m</sup>Tc-Mercaptoacetyltriglycine scintigraphy in relation to the extent of hydronephrosis for predicting ureteropelvic junction obstruction in the newborn. J Nucl Med 2003; 44:725-731.
34. Chertin B, Rolle U, Farkas A, Puri P. Does delaying pyeloplasty affect renal function in children with a prenatal diagnosis of pelvi-ureteric junction obstruction? Br J Urol 2002; 90:72-74.
35. Palmer LS, Proano JM, Palmer JS. Renal pelvis cuff pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction for the high inserting ureter: an initial experience. J Urol 2005; 174:1088-1090.
36. Boubaker A, Prior JO, Meyrat B, Delaloye B, Bischof A. Unilateral ureteropelvic junction obstruction in children: long term follow up after unilateral pyeloplasty. J Urol 2003; 170:575-579.
37. Sang Won H, Seung Eon L, Jang Hwan K, Hyeon Joo J, Koon Ho R, Seung Kang C. Does delayed operation for pediatric ureteropelvic junction obstruction cause histopatological changes? J Urol 1998; 160:984-988.
38. Tan BJ, Smith AD. Ureteropelvic junction obstruction repair: when, how, what? Cur Op Urol 2004; 14:55-59.
39. Ahmed S, Crankson S, Spipathi V. Pelviureteric obstruction in children: conventional pyeloplasty is superior to endo-urology. Aust N Z J Surg 1998; 68:641- 642.

40. Taylor A, Schuster DM, Alazraki N. A clinician's guide to nuclear medicine. 2nd edition. Society of nuclear medicine, 2003:47-55.
41. Rossleigh MA. Renal cortical scintigraphy and diuresis renography in infants and children. J Nucl Med 2001; 42:91-95.
42. Bubeck B, Brandau W, Weber E, Kalble T, Parekh N, Georgy P. Pharmacokinetics of technetium-99m- MAG3 in humans. J Nucl Med 1990; 31:1285-1293.
43. Jankovich D, Djokic D, Maksin T, Orlic M. Comparison of some physicochemical and pharmacokinetical parameters of <sup>99m</sup>Tc-PAH, <sup>99m</sup>Tc-MAG3 and <sup>131</sup>I-OIH. Radioanalyt and Nucl Chem 2002; 251:463-466.
44. Meyer G, Piepsz A, Kolinska J, Lepej J, Sixt R, Hahn K. Tcnetium-99m mercaptoacetyltriglycine clearance values in children with minimal renal disease: can a normal range be determined? Eur J Nucl Med 25:760-765, 1998.
45. Wagner HN, Szabo Z, Buchanan JW. Principles of nuclear medicine. 2nd edition. USA.
46. Russel CD, Taylor AT, Dubovsky EV. Measurement of renal function with technetium-99m-MAG3 in children and adults. J Nucl Med 1996; 37:588-593. W.B.Saunders Company. 1995: 969-982.
47. Kabasakal L. Technetium-99m ethylene dicystein: a new renal tubular function agent. Eur J Nucl Med. 2000; 27:351-357.
48. Kibar M, Noyan A, Anarat A. <sup>99m</sup>Tc-N,N-ethylenedicysteine scintigraphy in children with various renal disorders: A comparative study with <sup>99m</sup>Tc-MAG3. Nucl Med Commun 1997; 18:44-52.
49. Kabasakal L, Turoğlu HT, Önsel Ç, Özker K, Uslu İ, Atay S, Cansız T, Sönmezoğlu K, Altıok E, Isitman AT, Kapıcıoğlu T, Urgancıoğlu İ. Clinical comparison of <sup>99m</sup>Tc-EC, <sup>99m</sup>Tc-MAG3 and I-131-OIH in renal disorders. J Nucl Med 1995; 36:224-228.
50. Mandel GA, Cooper JA, Leonard JC, Majd M, Miller JH, Parisi MT, Sfakianakis GN. Diuretic renography in children. Society of nuclear medicine guideline, 1999:1-4.
51. O'Reilly P, Aurell M, Britton K, Kletter K, Rosenthal L, Testa T. Consensus on diuresis renography for investigating the dilated upper urinary tract. J Nucl Med 1996; 37:1872-1876.
52. Turkish journal of nuclear med, guideline: Çocuklarda standart ve diüretik renal sintigrafi protokolü. S: 1-8, 2001.
53. Inoue Y, Ohtake T, Yokoyama I, Yoshikawa K, Asai S, Ohtomo K. Evaluation of renal function from <sup>99m</sup>Tc-MAG3 renography without blood sampling. J Nucl Med 1998; 40:793-798.
54. Mycek MJ, Harvey RA, Champe PC, ed. Zergeroğlu S, Zergeroğlu AM, çev ed. Lippincott's illustrated reviews: Farmakoloji. 2.ci baskı. Güneş kitabevi, 2001:227-228.
55. Williams S.C. Renal and urinary tract imaging radiopharmaceuticals. Online book, www.Auntminnie.com, 2006.
56. Jensen AE, Gordon I, Piepz A, Frokiaer J. Interpretation of the renogram: problems and pitfalls in hydronephrosis in children. Br J Urol 2004; 94:887-889.
57. Turkish journal of nuclear med, guideline: Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi klavuzu. S: 1-5, 2001.
58. Tomaru Y, Inoue T, Oriuchi N, Takahashi K, Endo K. Semi-automated renal region of interest selected method using the double-threshold technique: inter-operator variability in quantitating <sup>99m</sup>Tc-MAG3 renal uptake. Eur J Nucl Med 1998; 25:55-59.
59. Harbert JC, Andrich MP, Peller PJ. The genitourinary system. In: Harbert JC, Eckelman WC, Neumann RD, ed. Nuclear medicine. Thieme medical publishers, New York. 1996:713-739.

60. Abamor E. Pediatrik böbrek hastalarında <sup>99m</sup>Tc-MAG3 klirensi kan örneği ve gama kamera ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması. Uzmanlık tezi. Ankara: Gazi üniversitesi tıp fakültesi nükleer tıp anabilim dalı, 2001.
61. Boubaker A, Prior J, Antonescu C, Meyrat B, Frey P, Delaloye AB. F+0 renography in neonates and infants younger than 6 months: an accurate method to diagnose severe obstructive uropathy. *J Nucl Med* 2001; 42:1780-1788.
62. Dacher JN, Pfister C, Thoumas D, Vera P, Liard-Zmuda A, Chomant J, Mitrofanoff P, Dosseur PL. Shortcomings of diuresis scintigraphy in evaluating urinary obstruction: Comparison with pressure flow studies. *Pediatr Radiol* 1999; 29:742-747.
63. Lythgoe MF, Gordon I, Anderson PJ. Effect of renal maturation on the clearance of technetium-99m mercaptoacetyltriglycine. *Eur J Nucl Med* 1994; 21:1333-1337.
64. Woodward M, Frank D. Postnatal management of antenatal hydronephrosis. *Br J Urol* 2002; 89:149-153.
65. Wong JCH, Rossleight A, Farnsworth RH. Utility of technetium-99m-MAG3 diuretic renography in the neonatal period. *J Nucl Med* 1995; 36:2214-2219.
66. Dewan P, Ashwood P. The relationship of age to pathology in pelviureteric junction obstruction. *J Pediatr Child Health* 1998; 34:384-386.
67. Houben CH, Wischermann A, Börner G, Slany E. Outcome analysis of pyeloplasty in infants. *Pediatr Surg Int* 2000; 16:189-193.
68. Khan J, Charon M, Hickeson M, Accorsi R, Quresi S, Canning D. Supranormal renal function in unilateral hydronephrotic kidney can be avoided. *Clin Nucl Med* 2004; 29:410-414.
69. Ham WS, Jeong HJ, Han SW, Kim JH, Kim DK. Increased nephron volume is not a cause of supranormal renographic differential renal function in patients with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 2004; 172:1108-1110.
70. Inanır S, Biyikli N, Noshari O, Caliskan B, Tugtepe H, Erdil TJ, Akpınar I, Kiyan G, Alpay H. Contradictory supranormal function in hydronephrotic kidneys: fact or artifact on pediatric MAG-3 renal scan. *Clin Nucl Med* 2005; 30:91-96.
71. Rossleigh MA. Renal cortical scintigraphy in infants and children. *J Nuc Med* 2001; 42:91-95.
72. Anderson PD, Anticich N, Driver C, Mathew M, Dewan PA. Trans-pyeloureteric anastomosis in the management of pelviureteric junction obstruction. *Austr New Zealand Surg* 2001; 71:281-284.
73. Gordon I. Diuretic renography in infants with prenatal unilateral hydronephrosis: an explanation for the controversy about poor drainage. *Br J Urol* 2001; 87:551-553.
74. McAleer IM, Kaplan GW. Renal function before and after pyeloplasty: does it improve? *J Urol* 1999; 162:1041-1044.
75. Kuyvenhoven JD, Ham HR, Piepsz A. Impaired drainage on diuretic renography using half-time or pelvic excretion efficiency is not a sign of obstruction in children with a prenatal diagnosis of unilateral renal pelvic dilatation. *J Urol* 2004; 171:806.
76. Kuyvenhoven JD, Ham HR, Piepsz A. Recovery of renal retention function by differentiating the patlak-rutland plot. *Nucl Med Comun* 2004; 25:501-507.

## **TEŐEKKÖR**

Asistanlığım boyunca eğitimime katkıda bulunan tđm hocalarıma, asistanlık sđrasince birlikte çalıŐtıđımız ve pek çok Őey paylaŐtıđımız asistan arkadaşlarıma, nđkleer tıp kliniği teknisyen, hemŐire, sekreter ve yardımcı personeline ve bana her zaman destek olan ailem ve tđm dostlarıma teŐekkör ederim.