

**T.C  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ÜROGRAFİDE  
FARKLI HAZIRLIK PROTOKOLLERİNİN TANIYA KATKISI**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. Pınar GÜNDOĞAN BOZDAĞ**

**TEZ DANIŞMANI  
Yrd. Doç. Dr. Selami SERHATLIOĞLU**

**ELAZIĞ  
2012**

**DEKANLIK ONAYI**

Prof. Dr. İrfan ORHAN

**DEKAN**

Bu tez Uzmanlık Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Erkin OĞUR

**Radyodiagnostik Anabilim Dalı Başkanı**

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Selami SERHATLIOĞLU \_\_\_\_\_

**Danışman**

**Uzmanlık Tezi Değerlendirme Jüri Üyeleri**

..... \_\_\_\_\_  
..... \_\_\_\_\_  
..... \_\_\_\_\_  
..... \_\_\_\_\_  
..... \_\_\_\_\_

## TEŞEKKÜR

Tıpta uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini bizlere aktaran, hoşgörü ve sabırlarını esirgemeyen ve bizlere örnek olan değerli hocalarım başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. A. Erkin Oğur olmak üzere Prof. Dr. Ercan KOCAKOÇ ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Selami SERHATLIOĞLU, Doç. Dr. Hanefi YILDIRIM, Doç. Dr. Hüseyin ÖZDEMİR, Doç. Dr. Ayşe MURAT AYDIN, Doç. Dr. Zülkif BOZGEYİK, Yrd. Doç. Dr. A. Kürşat POYRAZ, Yrd. Doç. Dr. M. Ruhi ONUR ve Yrd. Doç. Dr. Hakan ARTAŞ'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana hep destek olan annem, babam ve kardeşlerime, ayrıca tez çalışmamda büyük fedâkarlık gösteren, sevgi, özveri ve desteğini hiç esirgemeyen eşim Dr. Ahmet BOZDAĞ'a minnettarım.

Asistanlık eğitimi boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma, kliniğimizde beraber emek harcadığımız teknisyen, hemşire, sağlık personeli ve tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

## ÖZET

Bilgisayarlı Tomografi Ürografi (BTÜ), intravenöz kontrast madde (İVKM) kullanılarak çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) ile ekskretuar fazda böbrekler, ureterler ve mesaneyi değerlendirmek için kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. BTÜ yalnızca üriner trakt lümenini göstermekle kalmaz, aynı zamanda üriner trakt duvar yapısını ve çevre dokuları da gösterir. BTÜ’de üstünlüğü kesin olarak kanıtlanmış spesifik bir hazırlık yöntemi mevcut değildir. Bu nedenle birçok radyoloji kliniğinde farklı yöntemler uygulanabilmektedir.

BTÜ görüntüsünü hasta pozisyonu, çekim öncesi hazırlık, kullanılan kontrast madde dozu ve enjeksiyon süresi, kompresyon uygulanıp uygulanmaması, çekim tekniği gibi bir çok faktör etkilemektedir. Bu çalışmadaki amacımız BTÜ öncesi yapılacak olan hasta hazırlığı için uygulanan yöntemlerin birbirlerine olan üstünlüklerini ve dezavantajlarını ortaya koyarak en ideal hazırlık yöntemini önermektir.

Çalışmamıza Haziran 2010 ile Ekim 2011 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi klinik ve polikliniklerinde muayeneleri sonucu BTÜ endikasyonu konularak incelemeleri yapılan 100 olgu dâhil edildi. Bu olgular rastlantısal olarak 20 ‘şerli 5 gruba ayrıldı. Ön hazırlık aşamasında; I. gruba 1000 ml su içirildi, II. gruba 250 ml salin infüzyonu yapıldı, III. gruba 250 ml salin infüzyonu sonrası 0,1 mg/kg furosemid İV olarak uygulandı, IV. gruba 0,1 mg/kg İV furosemid verildi ve V. grubada 1000 ml su içirilmesi sonrasında 0,1 mg/kg İV furosemid yapıldı. Bu ön hazırlık sonrası standart BTÜ incelemeleri ile ureterler proksimal, orta ve distal segmentlerde opasifikasyon derecelerine göre birbirleri ile karşılaştırıldı.

Üreterlerin tümünün görüntülenmesi yönünden grupların birbirleri ile olan karşılaştırmasında üç ureter segmenti görüntülenmesi için gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptandı ( $p<0.05$ ). Bu farklılıkların hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için herbir grubun ikili olarak birbirleri ile olan karşılaştırılmasında; proksimal ureter segmenti için II. grup ile diğer dört grup arasında, orta ve distal ureter segmenti için ise II. grup ile III. grup ve IV. grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ( $p<0.05$ ). Böbrek parankim kontrastlanması ve mesane opasifikasyonu bütün olgularda yeterli derecede gerçekleşti.

Günümüzde giderek intravenöz ürografi (İVÜ)'nin yerini almaya başlayan BTÜ için halen spesifik bir hazırlık yöntemi önerilememektedir. Çalışmamızda proksimal üreter görüntülenmesinde İV salin uyguladığımız grup II'nin diğer 4 gruptan daha başarısız olduğunu saptadık. . Diğer grupların birbirlerine üstünlükleri saptanmadı. Orta ve distal üreterlerin görüntülenmesin de ise; furosemid uygulanan grup IV ve furosemidle kombine İV salin uygulanan grup III'ün, İV salin uygulanan grup II'den daha üstün olduğu saptandı. Diğer grupların birbirlerine üstünlükleri saptanmadı.

**Anahtar Kelimeler:** BT ürografi, hasta hazırlığı, furosemid, salin, üreter

## **ABSTRACT**

### **MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY UROGRAPHY WHO RECOGNIZE THE CONTRIBUTION OF DIFFERENT PREPARATION PROTOCOLS**

Computed Tomography Urography (CTU) is an imaging method that is used to evaluate the kidneys, the ureters and the bladder in the excretory phase with a multislice computed tomography (MSCT) by using an intravenous contrast agent (IVCA). CTU does not only show the urinary tract lumen, but it also shows the urinary tract wall structure and the surrounding tissues. There is no any well-proven specific preparation method in CTU. Therefore, there may be various methods applied in many radiology clinics.

Many factors such as patient position, preparation before imaging, dose of the contrast agent used, injection duration, application of compression and imaging technique can affect the CTU image. This study aims to suggest the optimum preparation method by presenting the superiorities and disadvantages of the methods applied for patient preparation to be done before the CTU.

100 cases that were investigated by diagnosing a CTU indication as a result of their examinations done in the clinics and polyclinics of the Faculty of Medicine at Firat University during June 2010 and October 2011 were included in this study. These cases were randomly classified into 5 groups in 20s. During the preparation phase, the 1st group was made to drink 1000 ml water, the 2nd group was injected 250 ml saline infusion, the 3rd group was applied 0,1 mg/kg furosemide as IV after 250 ml saline infusion, the 4th group was given 0,1 mg/kg IV furosemide, and the 5th group was given 0,1 mg/kg IV furosemide after drinking 1000 ml water. After this preparation, the ureters were compared with each other at proximal, middle and distal segments according to their opacification levels with CTU examinations.

Meaningful differences ( $p < 0.05$ ) were identified among groups for three ureter segments in comparison of the groups in terms of the imaging of all the ureters. In comparison of the groups with each other in order to determine among which groups these differences are clear: statistically meaningful differences ( $p < 0.05$ ) were found between the second group and other four group for the proximal

ureter segment, between the second group and the third and the fourth groups for the middle and distal ureter segment.

Today, there is still no any specific preparation method suggested for CTU that has increasingly began to replace intravenous urography (IVU). In this study, it was observed that the imaging of the proximal ureters was better in the first group that was applied oral hidration when compared to the fourth group applied only furosemide, the third group applied furosemide combined with IV saline, the fifth group applied furosemide combined with oral hidration and the second group applied IV saline. And the imaging of the middle and distal ureters was better compared to the fourth group applied furosemide and the third group applied furosemide combined with IV saline, the second group applied IV saline.

**Key Words:** CT urography, patient preparation, furosemide, saline, ureter

## İÇİNDEKİLER

|  |             |
|--|-------------|
| <b>BAŞLIK SAYFASI</b>  | <b>i</b>    |
| <b>ONAY SAYFASI</b>  | <b>ii</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>ÖZET</b>  | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b>  | <b>vi</b>   |
| <b>İÇİNDEKİLER</b>   | <b>viii</b> |
| <b>TABLO LİSTESİ</b>   | <b>xi</b>   |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b>   | <b>x</b>    |
| <b>KISALTMALAR LİSTESİ</b>                                   | <b>xii</b>  |
| <b>1. GİRİŞ</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1. Üriner Sistem Embriyolojisi                             | 2           |
| 1.1.1. Böbrek Pozisyonunun Değişimi                          | 5           |
| 1.2. Üriner Sistem Anatomisi                                 | 6           |
| 1.2.1. Böbrekler   | 6           |
| 1.2.1.1. Böbreğin Damar ve Lenfatikleri                      | 8           |
| 1.2.1.2. Böbreğin Yapısı                                     | 10          |
| 1.2.1.3. Böbreğin Histofizyolojisi                           | 14          |
| 1.2.2. Üreterler   | 15          |
| 1.2.2.1. Üreterin Normal Varyasyonları                       | 16          |
| 1.2.2.2. Üreterin Anatomik Komşulukları                      | 17          |
| 1.2.2.3. Üreterovezikal Bileşke Anatomisi                    | 18          |
| 1.2.2.4. Üreterin Segmentleri                                | 19          |
| 1.2.3. Mesane  | 20          |
| 1.2.4. Üretra  | 21          |
| 1.2.4.1. Erkek Üretrası                                      | 21          |
| 1.2.4.2. Kadın Üretrası                                      | 21          |
| 1.3. Üriner Sistem Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler | 22          |
| 1.3.1. Direkt Üriner Sistem Grafisi                          | 22          |
| 1.3.2. İntravenöz Ürografi                                   | 22          |
| 1.3.3. Voiding Sistoüretrografi                              | 23          |
| 1.3.4. Retrograd ve Antegrad Piyelografi                     | 24          |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.3.5. Ultrasonografi                                     | 24        |
| 1.3.6. Renkli Doppler İnceleme                            | 26        |
| 1.3.7. Kontrastlı Doppler İnceleme                        | 27        |
| 1.3.8. Nükleer Tıp  | 27        |
| 1.3.9. Manyetik Rezonans Görüntüleme                      | 29        |
| 1.3.10. Bilgisayarlı Tomografi                            | 31        |
| 1.3.10.1. Bilgisayarlı Tomografi Fiziği                   | 33        |
| 1.4. Bilgisayarlı Tomografi Ürografi Endikasyonları       | 41        |
| <b>2. GEREÇ VE YÖNTEM</b>                                 | <b>42</b> |
| 2.1. Olgular  | 42        |
| 2.2. BT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi | 42        |
| <b>3. BULGULAR</b>  | <b>44</b> |
| <b>4. TARTIŞMA</b>  | <b>49</b> |
| <b>5. KAYNAKLAR</b>                                       | <b>54</b> |
| <b>6. ÖZGEÇMİŞ</b>  | <b>64</b> |

## TABLO LİSTESİ

|   |    |
|---|----|
| <b>Tablo 1.</b> Herbir üreter segmenti için elde edilen veriler                     | 44 |
| <b>Tablo 2.</b> Gruplar da elde edilen verilerin bütün olarak istatistiksel analizi | 45 |
| <b>Tablo 3.</b> Grupların birbirleri ile istatistiksel analizi                      | 48 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Şekil 1.</b>  | Ürogenital kabartının oluşumu  | 3  |
| <b>Şekil 2.</b>  | Nefrik sistemin oluşumu  | 4  |
| <b>Şekil 3.</b>  | Böbreğin pozisyonunun değişiminin şematik görüntüsü  | 5  |
| <b>Şekil 4.</b>  | Böbreğin lokalizasyonu   | 7  |
| <b>Şekil 5.</b>  | Renal anatomi  | 8  |
| <b>Şekil 6.</b>  | Renal arter ve venin dalları.  | 8  |
| <b>Şekil 7.</b>  | Renal mikrovasküler anatomi  | 10 |
| <b>Şekil 8.</b>  | Böbreğin yapısı  | 11 |
| <b>Şekil 9.</b>  | Nefronun fonksiyonel anatomisi.  | 12 |
| <b>Şekil 10.</b> | Bowman kapsülünün yapısı   | 12 |
| <b>Şekil 11.</b> | Üreterin fizyolojik darlıkları   | 17 |
| <b>Şekil 12.</b> | Üreterin overle komşuluğu  | 18 |
| <b>Şekil 13.</b> | Üreterin mesane duvarındaki parçası  | 19 |
| <b>Şekil 14.</b> | Üreterin segmentleri   | 20 |
| <b>Şekil 15.</b> | Mesanenin kas tabakaları   | 21 |
| <b>Şekil 16.</b> | Grup V olgu da Grade II opasifikasyon gösteren üst üreter segmentinin BTÜ görüntüsü        | 46 |
| <b>Şekil 17.</b> | Grup III olgu da Grade III opasifikasyon gösteren sağorta üreter segmentinin BTÜ görüntüsü | 46 |
| <b>Şekil 18.</b> | Grup IV olgu da Grade IV opasifikasyon gösteren sağ alt üreter segmentinin BTÜ görüntüsü   | 47 |

## KISALTMALAR LİSTESİ

|              |  |
|--------------|--|
| <b>ADH</b>   | : Anti Diüretik Hormon                           |
| <b>AV</b>    | : Arterio Venöz                                  |
| <b>BT</b>    | : Bilgisayarlı Tomografi                         |
| <b>BTDR</b>  | : Bilgisayarlı Tomografi Dijital Radyografi      |
| <b>BTÜ</b>   | : Bilgisayarlı Tomografi Ürografi                |
| <b>ÇKBT</b>  | : Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi             |
| <b>DÜSG</b>  | : Direk Üriner Sistem Grafisi                    |
| <b>EKG</b>   | : Elektro Kardio Grafi                           |
| <b>ESWL</b>  | : Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy          |
| <b>ETL</b>   | : Echo-Train Length                              |
| <b>HASTE</b> | : Half Fourier Acquisition Single Shot Spin Echo |
| <b>HU</b>    | : Hounsfield Ünitisi                             |
| <b>I</b>     | : İyot   |
| <b>İV</b>    | : İntravenöz                                     |
| <b>İVKM</b>  | : İntravenöz Kontrast Madde                      |
| <b>İVÜ</b>   | : İntravenöz Ürografi                            |
| <b>KM</b>    | : Kontrast Madde                                 |
| <b>L1</b>    | : Lomber Vertebra 1                              |
| <b>mA</b>    | : Miliamper                                      |
| <b>MDBT</b>  | : Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi           |
| <b>MİP</b>   | : Maximum Intensity Projection                   |
| <b>MPR</b>   | : Multiplanar Reformasyon                        |
| <b>MR</b>    | : Manyetik Rezonans                              |
| <b>MRG</b>   | : Manyetik Rezonans Görüntüleme                  |
| <b>MRÜ</b>   | : Manyetik Rezonans Ürografi                     |
| <b>NaCl</b>  | : Sodyum Klorür                                  |
| <b>NaI</b>   | : Sodyum İodid                                   |
| <b>Nm</b>    | : Nanometre                                      |
| <b>NSF</b>   | : Nefrojenik Sistemik Fibrozis                   |
| <b>SPSS</b>  | : Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi         |
| <b>Tc</b>    | : Teknesyum                                      |

|            |                         |
|------------|-------------------------|
| <b>TE</b>  | : Echo Time             |
| <b>TR</b>  | : Total Revenue         |
| <b>TSE</b> | : Turbo-Spin Eko        |
| <b>US</b>  | : Ultrasonografi        |
| <b>VUR</b> | : Veziko Üreteral Reflü |
| <b>WL</b>  | : Window Level          |
| <b>WW</b>  | : Window Width          |

## 1. GİRİŞ

Bilgisayarlı tomografi ürografi (BTÜ), intravenöz kontrast madde (İVKM) kullanılarak çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) ile ekskretuar faz da böbrekler, üreterler ve mesaneyi değerlendirmek için kullanılan bir görüntüleme yöntemidir (1-5). Erken veya geç ekskretuar fazda görüntüleme, herhangi bir BTÜ için zorunludur (1, 6, 7). Boşaltım evresi pelvikaliksiyel sistem, üreter ve mesane anormalliklerinin değerlendirilmesinde önemlidir ve genellikle kontrast madde enjeksiyonundan 10 dk veya daha uzun süre sonra elde edilir (2-5).

Bilgisayarlı tomografi ürografi (BTÜ), intravenöz ürografi'nin (İVÜ) yerini almaya başlamıştır. İVÜ'nin BTÜ'ye tek üstünlüğü renal toplayıcı sistem ve üreterlerdeki mukozal anormallikler ve dolma defektlerini göstermesidir (3, 5, 6, 8, 9). BTÜ yalnızca üriner trakt lümenini göstermekle kalmaz, aynı zamanda üriner trakt duvar yapısını ve çevre dokuları da gösterir (3, 4, 7, 8). Üriner sistemin kapsamlı değerlendirilmesini sağlamakla birlikte kontrast madde (100-150 ml), yüksek doz radyasyon ve yorum için çok sayıda görüntüye ihtiyaç olması dezavantajlarıdır (2-5, 10).

Bilgisayarlı tomografi ürografi (BTÜ), incelemesi yapılırken üstünlüğü kesin olarak kanıtlanmış spesifik bir hazırlık yöntemi mevcut değildir. Bu nedenle birçok radyoloji kliniğinde farklı yöntemler uygulanabilmektedir (7, 11, 12).

Bilgisayarlı tomografi ürografi (BTÜ) çekimi öncesi mutlaka hastaların kreatinin düzeyleri bilinmeli, kreatinin düzeyi 1,4 mg/dl'nin üzerinde olan ve kontrast maddeye karşı alerji öyküsü bulunan hastalara İVKM kullanılmamalıdır (13). Görüntüyü örteceğinden oral kontrast madde kullanılmamalıdır (7, 10, 13). BTÜ görüntüsünü hasta pozisyonu, çekim öncesi hazırlık, kullanılan kontrast madde dozu ve enjeksiyon süresi, kompresyon uygulanıp uygulanmaması, çekim tekniği gibi bir çok faktör etkilemektedir (4-7, 12). Örneğin BTÜ çekiminde supin pozisyonu standart pozisyon olmasına rağmen pron pozisyonunda orta üreter segmenti görüntülenmesi daha kaliteli olduğunu belirten yayınlar mevcuttur (5, 7, 10, 11). Ayrıca uygun bir görüntüleme için kontrast madde (KM) volümü, KM konsantrasyonu ve KM verilme hızı hasta kilosuna göre ayarlanmalıdır (1.7 – 2.0 ml/kg 300 mgI/ml, 1.4 – 1.6 mg/kg 370 mgI/ml verilme hızı 0.04 ml/sn/kg) (5).

İncelemenin boşalma fazında üreterlerin görüntüsünü değerlendirmek için indüklenmiş diürez birçok yayında önerilmiştir (5- 7, 10, 14). Furosemid, oral sıvı ve intravenöz (IV) salin ile sağlanan diürez sonrası boşalma fazını içeren inceleme limitli BTÜ'dür (1, 4-6, 14). Araştırmacıların deneyimlerine göre bu sınırlı inceleme çok fazlı BTÜ'ye kıyasla hastaların çoğunda yüksek doz radyasyona maruz kalmadan üriner sistem ve diğer abdominal iç organlar hakkında geniş tanısal bilgi verir, zaman alıcı değildir, her değerlendirme için ortalama 10 dk yeterli olur. BTÜ inceleme protokolü radyoloji teknisyenleri tarafından kolaylıkla uygulanabilir. (5, 7, 10, 13, 15). Sınırlı incelemenin yorumlanmasındaki güçlükleri olmasına rağmen tekniğin özellikle radyasyon dozu ve maliyete ilişkin bazı avantajları vardır (2, 3, 10, 11, 13). Böyle bir görüntüleme farklı diürez tekniklerinin görüntüleme üzerine olumlu ve olumsuz etkileri olabileceği birçok literatürde ifade edilmiştir (7, 10, 15).

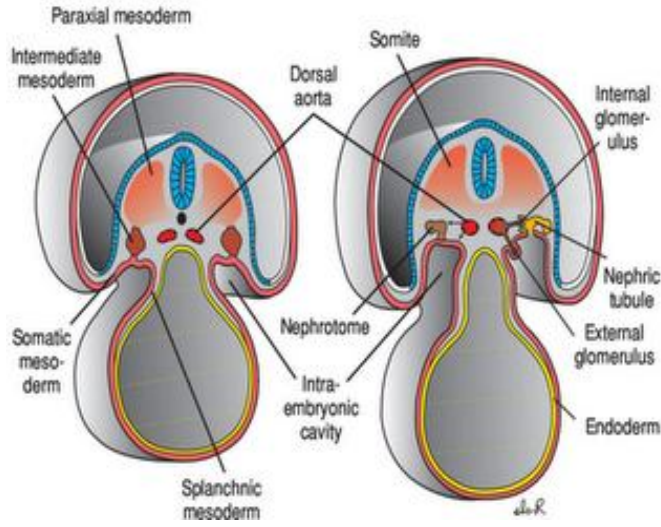
Bizde çalışmamız da bu farklı yöntemleri değerlendirmek istedik. BTÜ öncesi yapılacak olan hasta hazırlığı için uygulanan yöntemlerin birbirlerine olan üstünlüklerini ve dezavantajlarını ortaya koyarak ideal bir hazırlık yöntemini önermeyi amaçladık.

### **1.1. Üriner Sistem Embriyolojisi**

Ürogenital sistem, fonksiyonel olarak üriner sistem ve genital sistem olarak iki bölümde incelenebilir. Embriyolojik gelişimde, bu sistemler birbirleriyle çok yakından ilişkilidirler (16).

Ürogenital sistem, embriyonun dorsal vücut duvarı boyunca yerleşen, intermediyer mezodermden gelişir. Embriyonun horizontal planda katlanması sırasında bu mezoderm ventrale doğru çekilir ve somitlerle olan bağlantısını kaybeder. Böylece dorsal aortun her iki yanında "ürogenital kabartı" adı verilen longitudinal bir mezoderm kabartısı oluşur (Şekil 1). Bu doku daha sonra üriner ve genital sistemleri oluşturacaktır (17).

Üriner sistem, genital sistemden daha önce gelişmeye başlar. Üriner sistem idrarı oluşturan böbrekler, idrarı böbreklerden mesaneye ileten üreterler, idrarı geçici olarak depo eden mesane ve idrarı mesaneden dış ortama ileten üretradan oluşmuştur.

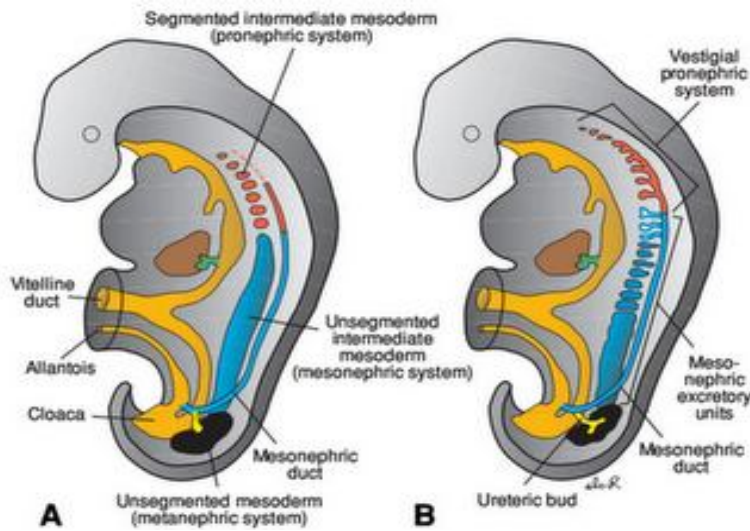


**Şekil 1.** Ürogenital kabartının oluşumu

Üriner sistemin gelişimi iki bölümde incelenebilir: Nefrik sistem ve vezikoüreteral sistem. Nefrik sistem, birbiri ardına ortaya çıkan üç taslaktan oluşur: pronefroz, mezonefroz, metanefroz (Şekil 2). Pronefroz böbrek oluşumunun en primitif şeklidir ve üçüncü haftada ürogenital plaktan hücre tomurcuklanmasıyla ortaya çıkar. Bu tomurcuklar dorsale doğru büyür ve aşağı doğru uzayarak kendinden sonra gelen ürogenital plağın yaptığı aynı biçimdeki tomurcukla birleşir. Bu olay segment segment tekrarlanarak bir kordon oluşur ve daha sonra kordon içinde lümen belirmesiyle Wolff kanalı ortaya çıkar. Aşağı doğru inen kanal kloaka'ya açılır. 4. hafta sonunda pronefrozun büyük bir bölümü körelirken bu yapıdan sadece Wolff kanalı arta kalır. Pronefroz gerilerken yerini alan ve Wolff kanalına induksiyonla primitif Bowman kapsülünün olduğu mezonefroz da 4-8. haftalarda boşaltım sistemi görevini yaptıktan sonra geriler. Yerini alan metanefrozun gelişmesi üreter tomurcuğu ve metanefrojen blastem olmak üzere başlıca iki yapıdan olur. Üreter tomurcuğu her iki cinste Wolff kanalından kloaka'ya açılma yerinin biraz üzerinden çıkar ve propelvisi oluşturur. Propelvis'in tomurcuklanma yoluyla çatallanması sonucu tubuluslara kadar olan boşaltım sistemi (pelvik kaliks sistemi ve toplayıcı kanallar) meydana gelir. Bunun induksiyonuyla metanefrojen blastemden oluşan küçük kesecikler bir taraftan toplayıcı borulara diğer taraftan serbest yönde uzanırlar. Serbest uç bir süre sonra arterini de alarak kendi içine kıvrılır ve Bowman kapsülünün ilk taslağını yapar. Kapsül iç yaprağına ait hücrelerin bir kısmı dökülür ve hücreler arası boşluklar oluşur. Diğer taraftan arta kalan hücrelerin gövdesinden

bu boşluklara doğru uzanan çıkıntılar birbirleri arasında girerek kapiller membrana bazalis üzerine otururlar. Kapsül dış yaprağı ise erkenden yassı epitel haline dönüşür.

Bu esnada kanalın toplayıcı boru ile birleşen ucu büyümesine devam eder. Ancak bulunduğu yer dar olduğundan zorunlu kıvrımlar yaparak uzar ve tubulusların tümünü oluşturur. Bu gelişim süresince böbrekler pelvik bölgeden migrasyonla normal lomber lokalizasyonlarına ulaşırlar. Migrasyon 90 derecelik bir rotasyonla tamamlanır. Yükselme esnasında kanlanma başlangıçta orta sakral arterden, sonra iliak arterden, inferior mezenterik arterden ve son olarak da aortadan olmak üzere komşu damarlardan sağlanır. Yedinci gestasyonel haftada ürorektal septum kloakal membranla birleşerek, ventral ürogenital sinüs ve dorsal rektumu oluşturur. Başlangıçta mesane allantois ile devam eder ve urachus (erişkinde median umbilikal ligament) adı verilen fibröz yapı ile sonlanır. Mesane genişlediğinde mezonefrik kanalın distal kesimi ile mesane trigonunu birleştirir. Aynı anda üreterler ayrı ayrı mesaneye girerler. İnfant ve çocukta mesane abdominal bir organ iken, puberteden sonra gerçek bir pelvik organ halini alır. Erkek üretrasının çoğunun, kadın üretrasının tamamının epiteli ürogenital sinüsün endoderminden gelişir. Üretra'nın bağ dokusu ve düz kasları komşu splanknik mezenkimden meydana gelir.



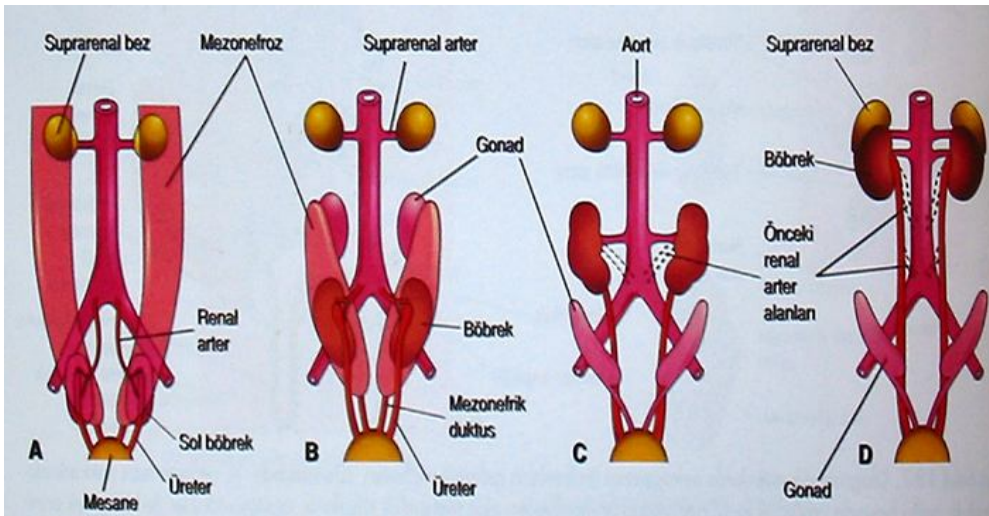
**Şekil 2.** Nefrik sistemin oluşumu

Fötal böbrekler, dıştan da görülebilen loblara ayrılmışlardır. Lobülasyon fötal periyodun sonuna doğru azalır ancak yenidoğan bir infant'ta böbrek lobülleri hala ayırt edilmektedir. İnfantların büyümesi sırasında, böbreklerde nefronların artması ve büyümeleri sonucu lobülasyon kaybolur. Böbreklerin loblu karakterleri yetişkinlerde

görülmez, bununla birlikte, bazı hayvan türlerinde olduğu gibi (örn. Sığırlar ) yetişkin insanlarca da çok nadir olarak böbrek lobları dıştan seçilebilir. Gebeliğin sonunda, gelişmiş her bir böbrekte 800.000 ile 1.000.000 adet nefron bulunmaktadır. Doğumdan sonra böbreklerde özellikle interstisyel doku artışı ve proksimal kıvrıntılı tübüllerin uzaması sonucu hacim oldukça artar. Doğum zamanında, prematür infantlar hariç, nefron oluşumunun tamamlandığına inanılmaktadır. Böbreklerin fonksiyonel olgunlaşması doğumdan sonra gerçekleşmektedir. Glomerüler filtrasyon, fetal yaşamın 9. haftasında başlar ve doğumdan sonra filtrasyon oranında artış görülür (16-19).

### 1.1.1. Böbrek Pozisyonunun Değişimi

Başlangıçta kalıcı (metanefrik) böbrekler sakrumun ventralinde, birbirlerine yakın halde pelvis içerisinde yerleşmişlerdir (Şekil 3.A). Karın ve pelvis büyümesi ile beraber, böbrekler yavaş yavaş karın içerisine ve daha yukarı doğru hareket ederler (Şekil 3.B ve C). Dokuzuncu haftada yetişkindeki pozisyonlarına ulaşırlar (Şekil 3.D). Böbreklerin bu göçü (rölatif yükselişi) embriyonun kaudal vücut kısmının böbreklere doğru büyümesinden kaynaklanmaktadır. Kaudal vücut kısmının bu seviyelerde büyümesi sonucu, böbrekler aşamalı olarak daha yukarı (kranial) bölgelere yerleşirler. Böbrekler, sonunda karın arka duvarında retroperitoneal hale (peritonun dışına veya arkasına) geçerler. Başlangıçta böbreklere damarların ve sinirlerin girip çıktığı yer olan hilus ventrale bakmaktadır ancak böbreklerin yükselmesiyle birlikte hilus medial hatta doğru 90°'lik bir dönüş yapar. Dokuzuncu haftayla birlikte, hilus anteromedial hatta yönelmiştir (16).



Şekil 3. Böbreğin pozisyonunun değişiminin şematik görüntüsü

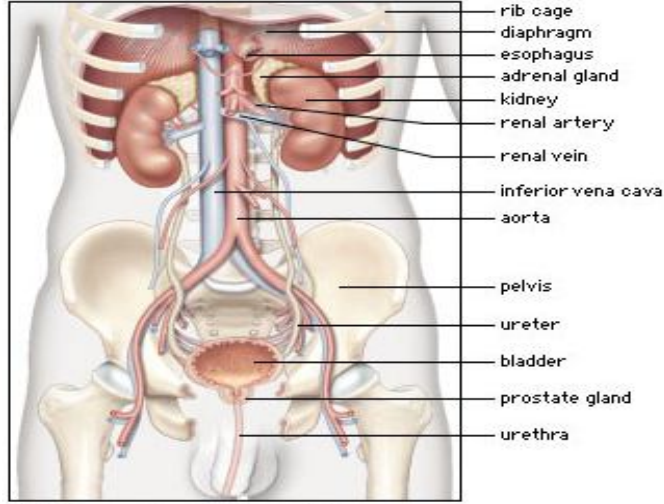
A'dan D'ye kadar embriyo ve ftusların ventral abdominopelvik Şematik görüntülerinde (6.-9. haftalar arası): Böbreklerin pelvisten abdomene yükseliŐleri ve medial rotasyonları izlenmektedir. A ve B'de mezonefrozların gerilemesi (regresyonu) de görülmektedir. C ve D'de Böbreklerin yükselişi ile birlikte damar beslenmelerinin daha üst seviyelerden temin edilmesi ile böbrek damar ve sinirlerinin giriş yeri olan hilusun anteromedial yöne doğru dönüŐü izlenmektedir.

## **1.2. Üriner Sistem Anatomisi**

- 1) Böbrekler
- 2) reterler
- 3) Mesane
- 4) retra

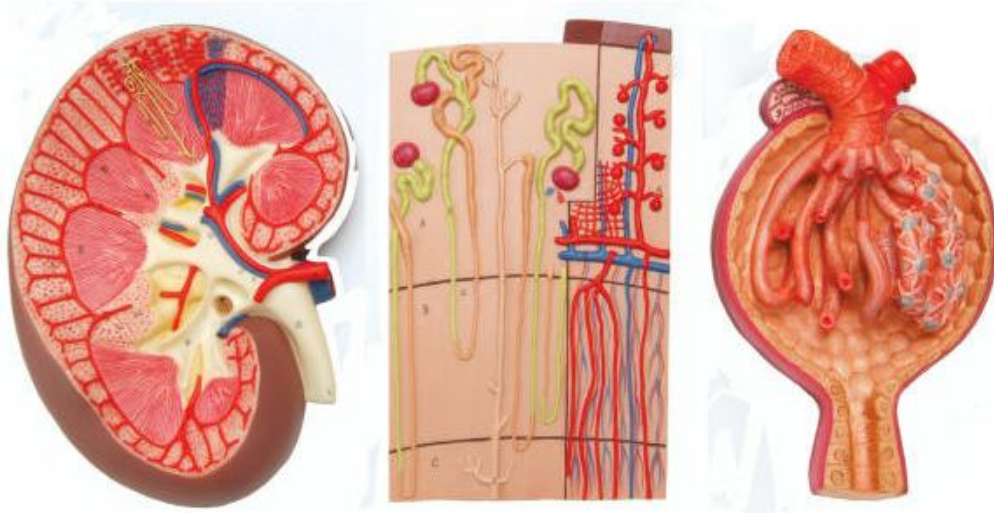
### **1.2.1. Böbrekler**

Retroperitoneal olarak yerleŐmiŐ, 11-12 cm uzunluğunda, 5-6 cm geniŐliĐinde ve ortalama 3 cm kalınlığında fasülye Şeklinde organlardır. Onikinci torakal ve ilk üç lomber vertebralar düzeyinde vertebraların sağında ve solunda yer alırlar (Şekil 4). Üst polleri alt pole göre orta hatta 1 cm daha yakındır. Sağ böbrek karaciğer nedeniyle sol böbrekten biraz daha aŐaĐıdadır. İç kenarları hafif konkav olup hilus içermektedir. Böbrekleri içten dışa doğru fibröz kapsül, adipoz kapsül ve Gerota kapsülü (Gerota fasyası) adı verilen yapılar çevreler. Böbrek yüzeyi ince bir fibröz kapsülle çevrilidir. Bu kapsülün dışında perirenal yağ dokusu olarak adlandırılan oldukça kalın adipoz kapsül bulunur. Bu yağ dokusu, evre müsküler yapılar göre direk grafide nispeten radyolüsent, BT'de ise hipodens görünmektedir. Bu yağ dokusu dışında, böbreküstü bezini de içine alan renal fasya (Gerota fasyası) vardır. Anterior ve posterior renal fasya adı verilen iki bölümden oluşan Gerota fasyası, perirenal ve pararenal yağ dokularını birbirinden ayırır. Bu faysalar BT'de hiperdens izgi Şeklinde izlenirler. Anterior ve posterior renal fasyaların lateralde birleŐmesi sonucu 'laterokona fasya' oluşur. Böbrekler karın arka duvarına 'korpus pararenalis' adlı yağ dokusu aracılığıyla tutunurlar (20, 21).



**Şekil 4.** Böbreğin lokalizasyonu

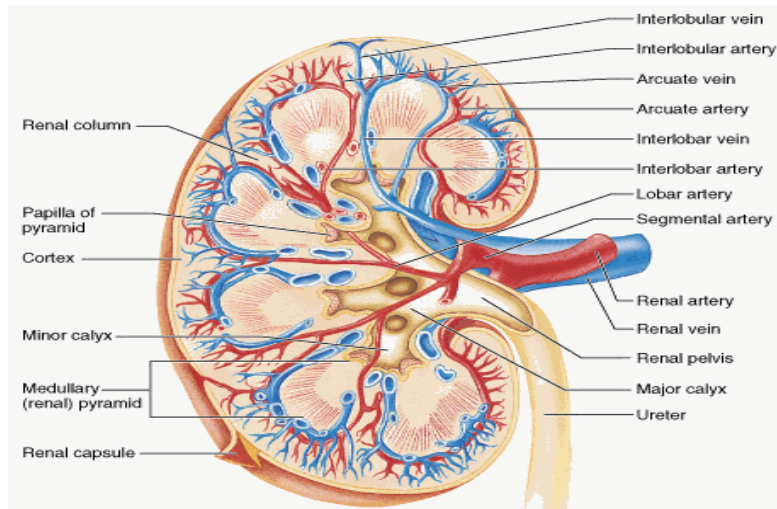
Böbrek parankimi korteks ve medulla olmak üzere ikiye ayrılır. Korteksin medullayı oluşturan piramidler arasında yaptığı uzantılara Bertini kolonları adı verilir. Böbrek korteksi ortalama 12 mm kalınlıktadır. Bu katmanda sayıları 1 milyonun üzerinde glomerül yumakları, proksimal tübüller ve kapiller damarlar bulunmaktadır. Glomerüller, Bowman kapsülü ile çevrilidir. Medulla, sayıları 6 ile 8 arasında değişen piramidlerden oluşur. Tabanı kortekste olan piramidlerin uç kısımlarında sayıları 5-11 arasında değişen papillalar vardır. Papillalar renal sinüslere açılırlar. Papillaları çevreleyen kadeh şeklindeki oluşumlar minor kalikslerdir. Kaliksiyel yapı küçük (minör) ve büyük (majör) kalikslerden oluşur. Minör kalikslerin papillalara yapıştıkları alanlardaki forniksler normalde keskin görünümündedir. Enfeksiyon ve obstrüksiyonlarda bu açılar küntleşebilir. Minör kalikslerin boyun kısımlarına infundibulum adı verilir. Birkaç minör kaliks birleşerek majör kaliksi oluşturur. Majör kaliksler de birleşerek renal pelvise açılırlar. Renal pelvis huni şeklinde olup üreterin uzantısıdır (Şekil 5). Kısmen böbrek içinde kısmen böbrek dışında yer alır. Parankime giren arter ve venlerle yakın komşuluktur (20, 21).



**Şekil 5.** Renal anatomi

### 1.2.1.1. Böbreğin Damar ve Lenfatikleri

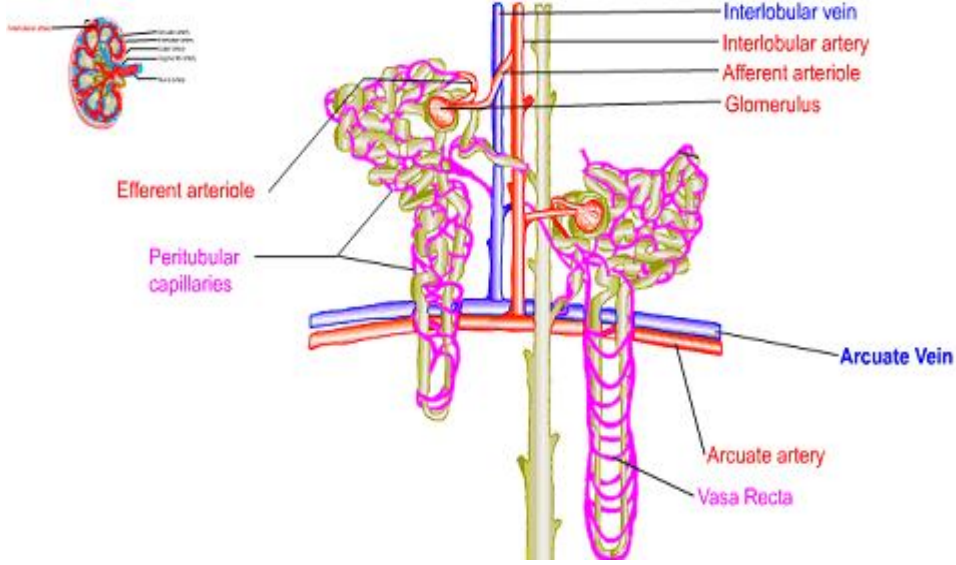
Böbrekleri yerinde tutan oluşumlardan biri de renal arterlerdir. Böbrekleri aorta abdominalisin lateral dalları olan, renal arterler besler. Bu damarlar genellikle L1 ve L2 vertebralar düzeyinde superior mezenterik arterin hemen altından çıkar. Sol renal arter genellikle sağdakinden biraz daha yukarıdan çıkar ve sağ renal arter daha uzundur. Her bir renal arter hilumdan girer ve burada beş dala ayrılır (Şekil 6). Bu dallara segmental arterler adı verilir. Segmental arterlerin bir ya da iki tanesi pelvis renalisin arkasından, diğerleri ise ön tarafından geçer. Böbreklerin arteriyel dağılımı temel alınarak böbrek dokusu segmentlere ayrılabilir. Bu segmentlerin her biri her bir segmental arter tarafından beslenir. Segmental arterler ise lobar arterlere ayrılır ve her bir lobar arter bir renal piramidalise gider (22, 23).



**Şekil 6.** Renal arter ve venin dalları.

Her bir lobar arter renal piramidlere girmeden önce interlober arterlere ayrılır ve bu interlober arterler piramidlerin kenarlarında kortekse doğru uzanır. Korteks ve medullanın birleşim yerinde interlobar arterler arkuat arter denilen dallarını verirler. Arkuat arterler piramidlerin taban kısımlarında bir ark oluşturur ve bu arterler birbirleriyle anastomoz yapmaz. Arkuat arterlerden çıkan ve kortekste radial yönde seyreden ince dallara ise interlobuler arterler adı verilir. Bu arterlerin uç dallarına ise ramus capsularis denir. İnterlobular arterlerden yan taraflara uzanan ince dallara ise afferent glomerular arteriol adı verilir (Şekil 7). Afferent glomerular arterioller Bowman kapsülü de denilen capsula glomerularisin damar kutbundan girerek bir kılcal damar yumağı (rete capillare glomerulare) oluşturur ve daha sonra bu yumak tekrar birleşerek efferent glomerular arteriolü oluşturur. Efferent glomerular arterioller arterin girmiş olduğu kutuptan çıkar ve interlobüler venlere açılır. İnterlobüler venlerden sonra sırasıyla arkuat venler, interlober venler renal venlere dökülür (Şekil 6). Renal ven renal arterin önünden hilumdan çıkar ve vena cava inferior' a dökülür. Sol renal ven orta hatta aorta abdominalisin önünden superior mezenterik venin arkasından geçer.

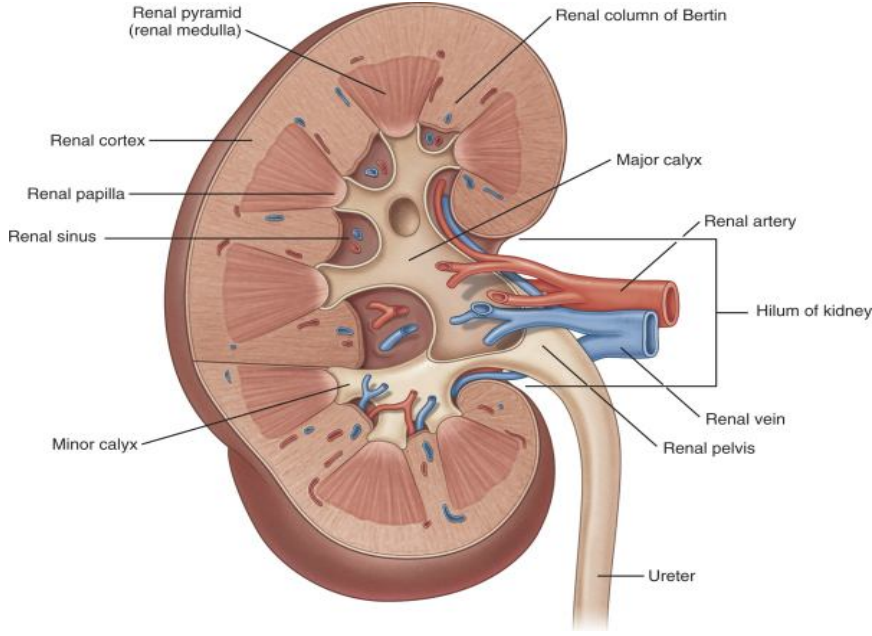
Böbreğin lenf damarlarını üç adet pleksus oluşturur. Bunların ilk ikisi böbreğin içinde olup biri tubulus renalisin etrafında, diğeri capsula fibrosanın altında yer alır. Üçüncüsü ise capsula adiposada bulunur. Capsula fibrosanın altında ve capsula adiposada bulunan lenf pleksusları birbirleri ile bağlantı halindedir. Böbreğin içindeki pleksuslardan gelen lenf damarları renal venleri takip ederek veya 5 trunkus oluşturur. Bu lenf damarları hilum renaleden çıkarken kapsül altındaki toplayıcı damarlar ile birleşir ve lateral aortik lenf noduna drene olur (22, 23).



**Şekil 7.** Renal mikrovasküler anatomi

### 1.2.1.2. Böbreğin Yapısı

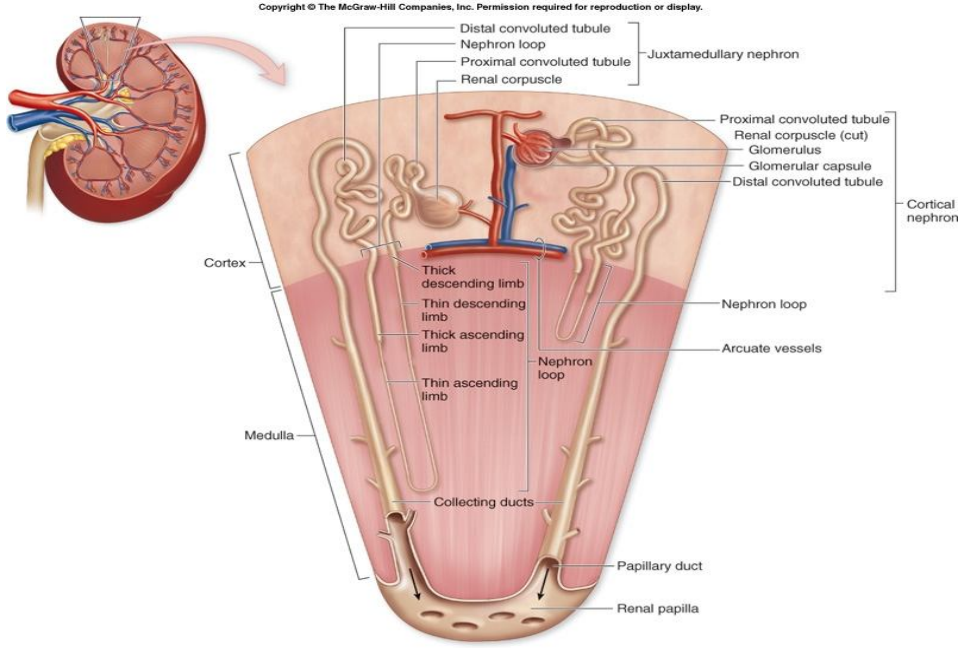
Her bir böbrek kolayca ayrılabilen fibröz bir kapsül tarafından örtülmüş düz ön ve arka yüze sahiptir. İç taraflarında renal damarlar, sinirler ve lenfatiklerin girdiği ve toplayıcı sistemin çıktığı derin bir vertikal yarıklık olan hilumu vardır. Hilum içinde sinus renalis ile devam eder. Perinefritik yağ (capsula adiposa) hilumdan içeride sinus ve çevresindeki yapılarda devam eder. Her bir böbrek dışta bir cortex renalis, içte bir medulla renalis içerir. Cortex renalis, medulla renalis çevreler. Cortex renalis böbreğin iç tarafına doğru uzantılar verir (columna renalis) ve medulla renalis üçgen şekilli dokular (pyramides renalis) şeklinde bölerler. Pyramides renalis tabanları dışa, cortex renalise doğru yönelmiş tepesi içe, sinus renalise doğru yönelmiş üçgen piramid şeklindedir. Tepesi (papilla renalis) calix renalis tarafından sarılmıştır. Sinus renalis içinde birçok calix minor bir calix majoru oluştururken iki veya üç calix major de üreterlerin başlangıcı olan pelvis renalis oluşturur (Şekil 8).



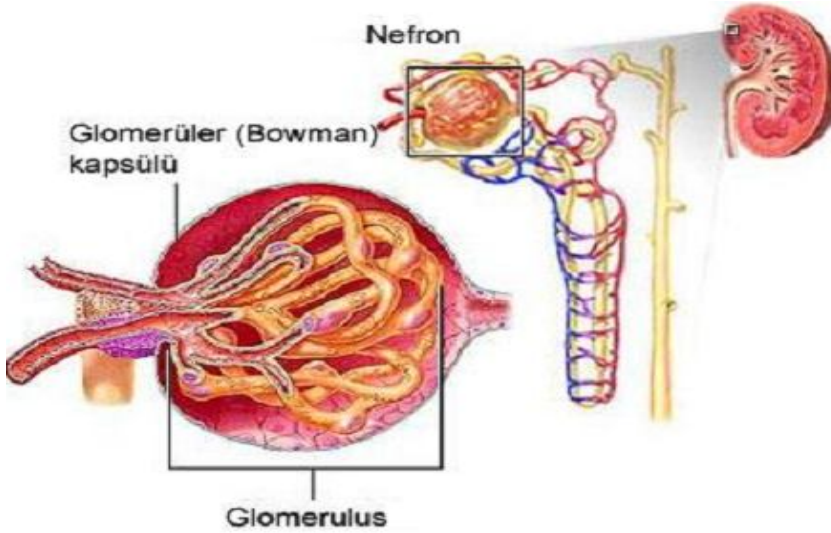
**Şekil 8.** Böbreğin yapısı

Her böbrek 1–4 milyon nefron içerir. Nefronlar renal cisimcik (*corpusculum renale*), proksimal kıvrımlı tübül, Henle kulbu ve distal kıvrımlı tübülden oluşmaktadır (Şekil 9). Embriyolojik kökeni nefrondan farklı olan toplayıcı tübüller ve kanallar nefronlarda üretilen idrarı toplayarak böbrek pelvisine iletirler. Nefron ve içine boşaldığı toplayıcı kanal böbreğin işlevsel birimi olarak kabul edilen ünifer tübülü oluşturur (22, 23).

Her renal cisimcik (*corpusculum renale*) kapiller bir yumak olan glomerülden oluşmuştur. Bu yumak Bowman kapsülü adı verilen iki tabakalı epitelyal bir kapsülle sarılmış durumdadır (Şekil 10). Kapsülün visseral tabakası glomerülün kapillerlerini örter. Pariyetal tabakası ise renal cisimciğin en dıştaki sınırını oluşturur. Bowman kapsülünün iki tabakası arasında kapiller duvarından ve visseral tabakadan süzülen sıvının toplandığı idrar boşluğu bulunur. Her renal cisimcikte (*corpusculum renale*) afferent arteriollerin girdiği ve efferent arteriollerin çıktığı bir damar kutbu, proksimal kıvrımlı tübüllerin başladığı noktada ise bir idrar kutbu bulunur. Afferent arteriol renal cisimciğe girdikten sonra genellikle her biri kapillerlere dönüşen ve renal glomerülü oluşturan 2–5 primer dala ayrılır. Bowman kapsülünün pariyetal tabakası ince bir retiküler lif tabakası ince bir retiküler lif tabakası ve bazal lamina ile desteklenen tek katlı yassı epitelden oluşur. İdrar kutbunda epitel proksimal tübül için karakteristik olan tek katlı prizmatik epitele değişir (24).



**Şekil 9.** Nefronun fonksiyonel anatomisi.



**Şekil 10.** Bowman kapsülünün yapısı

Glomerül kapillerlerinin endotel hücreleri ince bir sitoplazmaya sahiptir. Organellerin çoğu, sitoplazmanın çekirdek çevresinde kalınlaştığı kısımda yoğunlaşmıştır. Bu hücrelerin pencereleri daha büyüktür (70–90 nm çapında) ve sayısı pencereci kapillerlerin bulunduğu diğer organlardaki endotel hücrelerindeki kadar değildir. Bu hücrelerde, diğer pencereci kapillerlerde gözlenen kapiller açıklıklarını birbirine tutturucu ince diyafram yapısı bulunmaz (24).

Proksimal kıvrımlı tübüller tek katlı kübik ya da prizmatik epitelle örtülüdür. Bu epiteldeki hücreler, içerdikleri çok sayıda uzamış mitokondri nedeniyle asidofilik sitoplazmaya sahiptir. Hücre apeksinde fırçamsı kenarı oluşturan çok sayıda

mikrovillus bulunur. Hücrelerin büyük olması nedeniyle her enine kesitte hücrelerin merkezinde yer alan üç ile beş adet küre biçiminde çekirdek bulunur.

Henle kangalı, proksimal kıvrımlı tübüllere yapıcı çok benzeyen bir kalın inen kol; bir çıkan ince kol ve yapıcı distal kıvrımlı tübüllerle aynı olan bir kalın çıkan koldan oluşan U şeklinde bir yapıdır. Medullanın dış kısmında dış çapı 60 µm olan kalın inen kol birdenbire 12 µm'ye dek daralarak inen kolun ince bölümü olarak devam eder. Nefronun bu bölümünün lümeni, duvar epitelinin yassı olması yüzünden geniştir. Epitelin yalnızca çekirdekleri lümene doğru hafif çıkıntı yapar.

Bütün nefronların yaklaşık 1/7' si kortikomedüller sınırın yakınında bulunur, bu yüzden jukstamedüller nefronlar adını alırlar. Diğer nefronlara ise kortikal nefronlar denir. Bütün nefronlar süzme, emilim ve salgılama işlemlerinde rol alır. Ancak jukstamedüller nefronların medüller intertisyumda hipertonic gradyanı sağlama konusunda özel bir önemi vardır, medüller intertisyumdaki hipertonic ortam böbreğin hipertonic idrar üretme yeteneğinin temelini oluşturur. Jukstamedüller nefronların Henle kangalı çok uzundur ve bunlar medullanın derinliklerine inerler. Bu kangallar kısa ve kalın inen kol, uzun ince inen ve çıkan kollar ile kalın çıkan koldan oluşmuştur. Öte yandan kortikal nefronlarda inen ince kollar çok kısadır ve çıkan ince kol bulunmaz.

Henle kangalının çıkan kalın kolu kortekse girdiğinde histolojik yapısını korur ancak büklümlenerek nefronun son kısmı olan distal kıvrımlı tübülleri oluşturur. Bu tübül tek katlı kübik epitelle döşelidir.

Distal kıvrımlı tübüller kortekste izledikleri yol boyunca kendi nefronlarına ait renal cisimciğin damar kutbuna değerler. Bu değme noktasında aferent arteriyol ve distal tübül modifiye olur. Distal kıvrımlı tübül hücreleri bu jukstaglomerüler bölgede prizmatik hale dönüşürken çekirdekleri de bir araya toplanır.

Distal kıvrımlı tübüllerden geçen idrar birbirlerine bağlanarak daha büyük, düz toplayıcı kanalları oluşturan toplayıcı tübüllere boşalır. Bu kanallar Bellini kapiller kanalları adını alır ve piramidlerin uçlarına doğru giderek genişler. Küçük toplayıcı tübüller kübik epitelle döşelidir çapı ortalama 40 µm'dir. Bu tübüller medullanın derinliklerine doğru indikçe hücrelerin boyu uzar ve prizmatik olur. Piramidlerin ucuna yakın bölümlerde kanalin çapı 200 µm'ye ulaşır.

Toplayıcı tübüller ve kanallar katettikleri bütün mesafe boyunca rutin boyalarla zayıf boyanan hücrelerden oluşmuşlardır. Sitoplazmaları az sayıda organel içerir ve elektron geçirgen özellikler taşırlar. Hücrelerin bazaldeki membranında hemen hiç invajinasyon gözlenmez. Toplayıcı tübüllerde ve korteksteki toplayıcı kanallarda koyu boyanan bir hücre tipi olan interkalar hücreler de görülmektedir.

Kortekste bulunan toplayıcı kanallar, her medüller ışına boşalan birkaç küçük toplayıcı tübül aracılığıyla dik açılarla birbirine bağlanır. Medullada gerçekleştirilen idrar yoğunlaştırma işleminde en önemli rolü toplayıcı kanallar oynar (24, 25).

### **1.2.1.3. Böbreğin Histofizyolojisi**

Böbrek filtrasyon, aktif emilim, pasif emilim ve salgılama işlevlerini kapsayan karmaşık bir dizi işlem aracılığıyla organizmanın iç ortamının kimyasal bileşimini düzenler. Filtrasyon işlemi, kan plazması ultrafiltratının olduğu glomerülde gerçekleşir. Nefronun tübül kısımları, özellikle de proksimal kıvrımlı tübüller bu filtrat içindeki vücut metabolizmasına yararlı olan maddeleri emer, bu şekilde homeostazın devamını sağlar. Tübüller aynı zamanda idrarla atılan belli zararlı maddeleri, kandan tübül lümenine aktarır. Toplayıcı kanallar belli koşullarda suya geçirgen hale geçerek kan plazmasından daha hipertonic olan idrarın konsantrasyonunu artırır. Bu yolla organizma suyunu, interselüler sıvısını ve osmotik dengesini kontrol eder.

Erişkin bir kişide iki böbreğe gelen kan dakikada 1,2–1,3 l'yi bulur. Bu durum vücutta dolaşan bütün kanın her 4–5 dakikada bir böbrekten geçmesi anlamını taşır. İki böbrek dakikada 125 ml filtrat üretir; bu miktarın 124 ml'si emilir ve yalnız 1 ml'si idrar olarak calixlere salınır. Bir günde ortalama 1500 ml idrar oluşmaktadır.

Glomerüler filtratın kimyasal bileşimi kan plazmasına benzer ancak makromoleküller glomerül duvarını geçemediği için hemen hiç protein içermez. Glomerül kapillerlerinin endotel hücreleri pencerelidir, 70–90 nm çapında çok sayıda açıklık bulunurken, diyafram içermezler, bu sayede endotel geçirgenliği artar (25).

Renal cisimcikte oluşan glomerüler filtrat, absorpsiyon ve ekskresyonun başladığı yer olan proksimal kıvrımlı tübüllere geçer. Proksimal kıvrımlı tübüller filtrattaki glukoz ve aminoasidlerin tümünü, suyun ve sodyum klorürün %85'ini ve ayrıca fosfat ve kalsiyumu emer. Glukoz, aminoasidler ve sodyum, proksimal tübül hücrelerinin bazolateral membranları üzerinde bulunan Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPaz etkinliğine

bağlı olarak emilirken su, ozmotik gradienti izleyerek pasif olarak emilir. Filtrattaki glukoz miktarı proksimal tübülün emme kapasitesini aştığında, idrar miktarı artar ve glukoz içerir. Filtratta az miktarda bulunan proteinin emilimi pinositozla gerçekleştirilir. Proteinler lizozomlar tarafından sindirilir ve aminoasitler burada bulunan hücreler tarafından yeniden kullanılır. Bütün bu etkinliklere ek olarak proksimal kıvrımlı tübüller kreatinin gibi maddeleri ve paraaminohippürük asid, penisilin ve iyotlu kontrast madde gibi vücuda yabancı olan maddeleri idrara salgılar. Bu olay tübüler sekresyon olarak tanımlanan aktif bir işlemdir. Bu maddelerin sekresyon hızının belirlenmesi böbrek işlevlerinin klinik açıdan değerlendirilmesinde yararlıdır.

Henle kangalı su tutma işleminde rol oynar; böylece hipertonic idrar üretilebilir ve vücut suyu korunabilir. Henle kangalı, toplayıcı kanallardan geçen idrarın konsantrasyonunu etkileyen medüller interstisyumdaki hipertonic gradyanı oluşturur. Kangalın inen ince kısmının suya geçirgen iken çıkan bölüm suya geçirgen değildir. Çıkan kalın kolda sodyum klorür aktif olarak tübülden dışarı atılır. Bu şekilde medüller interstisyumda idrarın konsantre hale gelmesi için gereken gradyan sağlanmış olur. Aldosteron konsantrasyonu yeterince yüksek olduğunda distal kıvrımlı tübüllerde sodyumun emildiği, potasyum iyonlarının dışarı verildiği bir iyon değişim bölgesi bulunur. Burası vücuttaki total su ve tuzları kontrol eden düzeneğin bulunduğu bölgedir. Distal tübül aynı zamanda tübüldeki idrara hidrojen ve amonyum iyonlarını salar. Bu etkinlik kandaki asit-baz dengesinin korunmasında çok önemlidir.

Toplayıcı kanal epiteli arka hipofizden salgılanan antidiüretik hormona (ADH) duyarlıdır. Su alımı azaldığında, ADH salgılanır ve toplayıcı kanalların epiteli suya geçirgen hale geçer. Böylece su glomerüler filtrattan emilip kan kapillerlerine aktarılır ve sonuçta vücut içinde kalmış olur. Ortamda ADH bulunduğu lümen membranındaki membran içi partiküller suyun emildiği kanalları oluşturacak biçimde bir araya toplanabilir (25).

### **1.2.2. Üreterler**

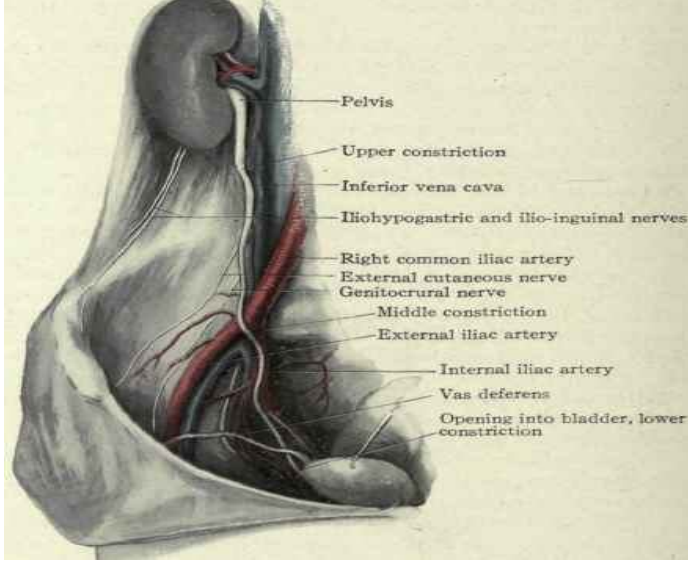
Her bir üreter renal toplayıcı sistemin tübüler devamı olup; böbrekleri mesaneye bağlar. Erişkinlerde her bir üreter boyu 22-30 cm uzunluğundadır. Üreterler ve renal toplayıcı sistem transizyonel hücreli epitel ile döşenmiş olup epitel

altında lamina propria denilen bağ dokusu tabakası bulunmaktadır. Bu iki tabaka üreter mukozasını oluşturur. Üreterlerin etrafı üreteral sheat adı verilen yumuşak bir kılıfla sarılmıştır. Bu kılıf özel bir yapıya sahiptir. Üreteral kılıf retroperitoneal bağ dokusunun intermediate stratum tabakası tarafından korunur, hemen peritonun arkasında uzanır ve peritona yapışık olarak seyrederek. Proksimalde hem üreteral kılıf hem de adventisya tabakası renal pelvisin bu katlara karşılık gelen yapıları ile devam eder. Distalde ise bu yapılar üreter alt uca yakın Waldeyer kılıfına karışırlar ve buradan da derin trigonu oluşturmak üzere mesane duvarına katılırlar. Kadınlarda ise üreteral kılıf parametrium içinde vezikovajinal ve uterovajinal pleksuslar ile yakın ilişkilidir. Uterus operasyonları sırasında üreter alt uç kesimini serbestleştirmek daha zor olduğu için bu bölge cerrahi travma açısından risk altındadır (22). Üreteral kılıfın hasar gördüğü durumlarda, üreter komşu organlara yapışıklık gösterebilir ve bu da bir fonksiyonel obstüriksiyona neden olabilir. Bu nedenle üreter kılıfı periüreteral neoplazmalar ve inflamatuvar olaylarda invazyona karşı bir bariyer oluşturur. Bu kılıfın bir özelliği de retroperitonda inflamasyon olsa bile peristaltik hareketin devamlılığının sağlanmasına neden olur. Üreterosubperitoneal arterler üreter ile periton arasında bulunur ve bunlar üreter ile peritona dallar verir. Üreteral dallar distale ve proksimale doğru seyrederek adventisya tabakasına sekonder dal verirler. Bu arterial dallarda, üreterde pleksus oluşturur ve kas tabakasına penetran damarlar verirler. Bu nedenle üreter operasyonlarında iskemi görülme olasılığı düşüktür (26) .

#### **1.2.2.1. Üreterin Normal Varyasyonları**

Normal üreter seyri boyunca aynı kalibrede değildir. Üreterin boylu boyunca üç farklı yerinde anatomik darlık bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, üreteropelvik bileşkedir. Çapı 2 mm'dir. Birçok olguda renal pelvis ile proksimal üreterin genişlik farkından dolayı daha fazla daralmış sanılabilir. Bazı olgularda lokal olarak artmış kas tonusu bu görünüme yol açabilir. Bu durum normal üreterde sabit bir darlık olmadıkça fizyolojik ya da fonksiyonel olarak kabul edilir. İkinci darlık bölgesi üreterin pelvise girdiği yerde kıvrılmaya ve iliak damarların eksterensek basısı nedeni ile oluşan darlık yeridir. Bu bölgede üreterde intrinsek kalibre değişikliği yoktur. Çapı 4 mm'dir. Üçüncü darlık bölgesi üreterovezikal bileşkedir. Burada üreter lümeninde gerçek fiziki bir sınırlama vardır. Bu bölgede üreter anatomik olarak daha dar olup kalibresi intramural üreter boyunca üreter orifisine kadar dar

olarak devam eder (Şekil 11). Bu üç fonksiyonel üreter darlığı klinik olarak çok önemlidir. Üriner sistem taşlarının belirgin olarak takıldığı potansiyel obstrüksiyon bölgeleridir (27-29).

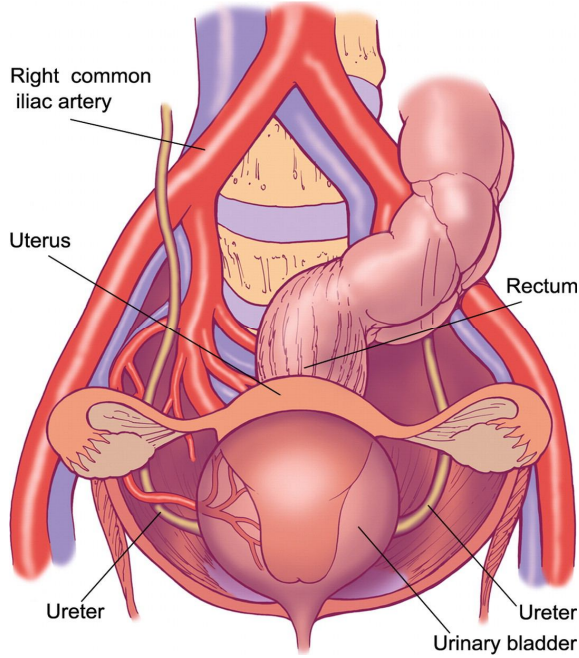


**Şekil 11.** Üreterin fizyolojik darlıkları

#### **1.2.2.2. Üreterin Anatomik Komşulukları**

Üreterler retroperitoneal seyri boyunca posteriorda psoas kası ile komşudur. Bifurkasyon düzeyinde iliak damarları çaprazlayarak pelvise girer. Nadiren sağ üreter vena kava inferioru arkadan çaprazlar (retrokaval üreter), bu durumda üreteral bası ve obstrüksiyon oluşur. Orta hattaki retroperitoneal kitleler, lenfadenopati ve aort anevrizmaları üreteri dışa iter. Gonadal damarlar retroperitonda üretere paralel seyrederek pelvise girmeden önce üreteri önden, içten dışa doğru çaprazlar. Sağ üreter, önde terminal ileum, çekum, apandiks, çıkan kolon ve bunların mezenterleri ile sol üreter, inen kolon, sigmoid ve mezenterleri ile komşudur. Buralara yapılacak cerrahi girişimlerde üreter tehlikede olabilir. Üreter önde peritona yapışık olarak uzanır. Terminal ileum, apandiks, sağ ve sol kolon ve sigmoid kolonun tümöral ve inflamatuvar lezyonlarında aynı taraf üreter etkilenir. Mikrohematüri, fistül, tam obstrüksiyon meydana gelebilir (27). Üreterler iliak damarları çaprazlarken birbirlerine 5 cm mesafededirler. Fakat üreterler pelvise girdiklerinde birbirlerinden uzaklaşırlar. Erkeklerde üreter mediale döndüğünde önden vas deferens tarafından çaprazlanır ve lateral vezikal ligamanlar içinde inferior vezikal arter ve sinirlerle seyrederek peritoneal taraftan bakıldığında, retrogenital katlantının tam lateralinde ve

derinliğindedir (30). Pelvik cerrahi kadında daha fazla olduğundan dolayı pelvik üreterin seyri daha fazla önem arz eder. Kadınlarda, üreter önce overin posteriorunda seyreder(Şekil 12). Kardinal ligament vasıtasıyla gevşek bağ dokusu tüneline girmeden önce broad ligamentin derinliğinde mediale doğru döner. Erkeklerde olduğu gibi üreter peritonun rektouterin katlantısının lateralinde ve derinliğindedir. Üreter, ön tarafta uterin arterle çaprazlaşır, bu nedenle histerektomi esnasında yaralanması kolaydır. Vajenin önünden geçerken serviks uteriği 1,5 cm yanda ve önde çaprazlar. Yaralanmasında üreterovajinal fistül gelişebilir. Üreter mesaneye ulaşmak için ön vajinal duvarda 1-4 cm arasında seyreder. Bu nedenle distal üreter taşları ön vajinal duvardan palpe edilebilir (30).

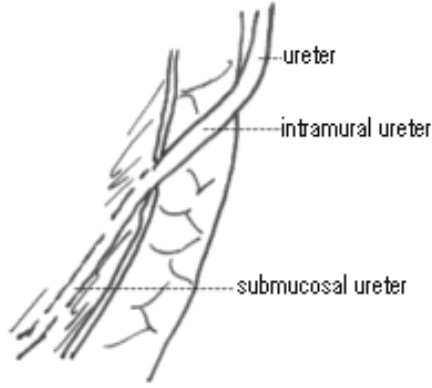


**Şekil 12.** Üreterin overle komşuluğu

### 1.2.2.3. Üreterovezikal Bileşke Anatomisi

Üreter mesaneye yaklaştıkça spiral mural düz kas lifleri longitudinal hale gelir. Mesaneye 2-3cm mesafede üreterin üzerinden longitudinal olarak fibromuskuler bir kılıf (Waldayer) uzanır ve trigona kadar devam eder. Üreter mesane duvarını oblik olarak deler ve duvar içinde 1,5-2 cm ilerledikten sonra üreteral orifisle sonlanır (Şekil 13). İntramural üreter detrusor hiatusundan geçerken daralır. Üreterin mesane içindeki bölümü yumuşaktır ve bu kısım detrusör kas plağı ile desteklenmiştir. Bu oluşumlar üreterovezikal reflünün önlenmesinde valv mekanizması olarak işlev görür. İki üreter orifisi ve internal üretral meatus arasında

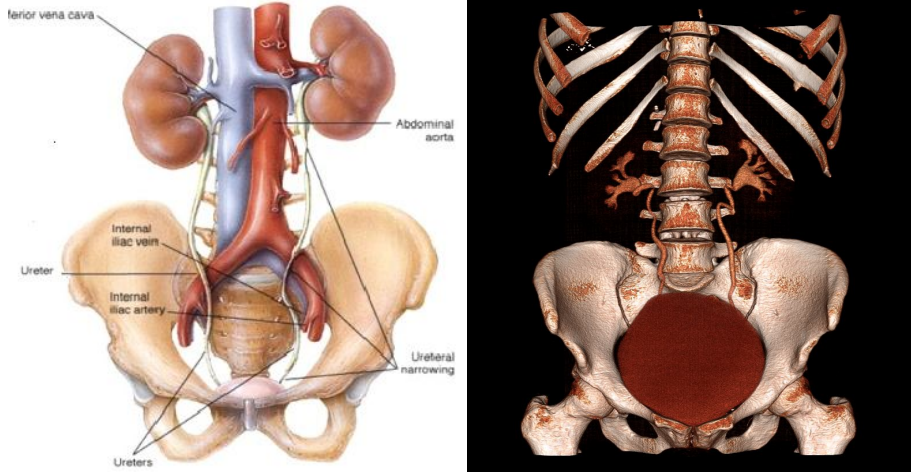
kalan üçgen şeklindeki bölüm mesane trigonu olarak adlandırılır. Üreterlerin vezikal yanlarındaki ince longitudinal düz kas lifleri lateral ve posterior üreter duvar fibrillerine katılmak için kendilerine uyan orifislerine doğru ilerler ve mesane tabanında yelpaze gibi açılırlar. Mesane trigonu 3 kas tabakasından oluşur, bunlar; üreterin longitudinal liflerinin üretraya uzanan ve veru montanuma yapışan superfisial tabaka, waldeyer kılıfından başlayıp mesane boynuna yapışan derin tabaka ve mesanenin detrusör tabakasıdır. Süperfisial trigon kasları üreteri mesaneye bağlar. Üreteral reimplantasyonda bu kas waldeyer ile üreter arasına girmek için kaldırılır ve kesilir. Bu boşlukta fibröz ve mürsküler bağlantılar vardır. Bu anatomik oluşum mesane dolumu esnasında üreteral orifisleri fikse ve gergin tutarak reflüyü önler (29-31).



**Şekil 13.** Üreterin mesane duvarındaki parçası

#### **1.2.2.4. Üreterin Segmentleri**

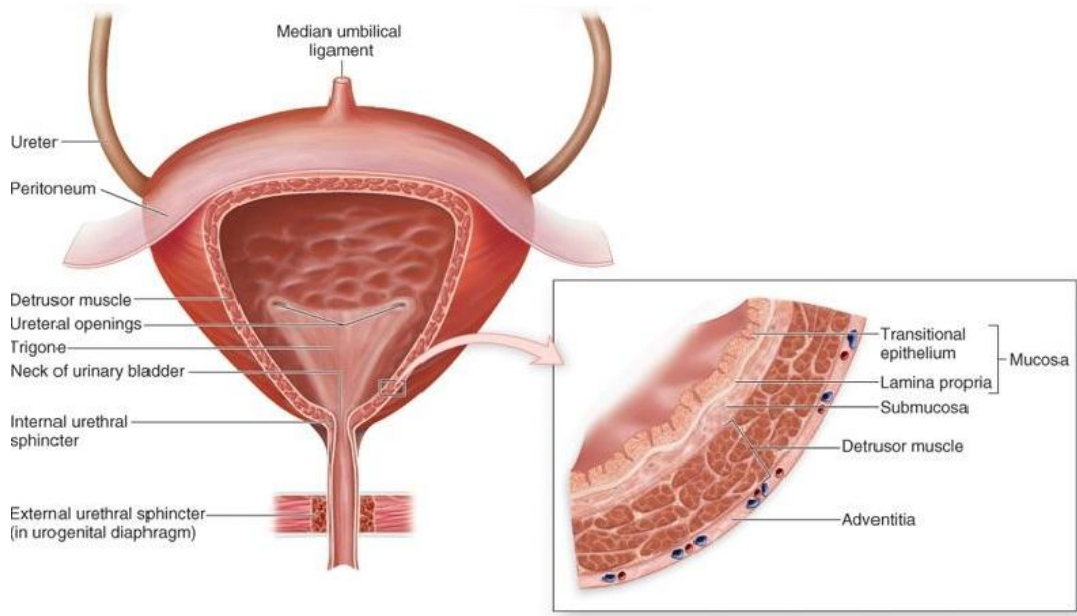
Radyolojik olarak genellikle üst üreter, orta üreter, alt üreter olmak üzere 3 segmente ayrılır. Üreteropelvik bileşke düzeyinden başlayarak böbreklerin en alt kesitte görüldüğü düzeye kadar olan kesimi proksimal, böbreklerin en alt seviyesinden sakrumun üst düzeyine kadar olan kesim orta, sakrum üst düzeyinden üreterovezikal bileşke proksimaline kadar olan kesim distal üreter olarak adlandırılır (Şekil 14) (27).



**Şekil 14.** Üreterin segmentleri

### 1.2.3. Mesane

Üreterlerin böbrekten getirdiği idrarın, işeme ihtiyacını giderme dışındaki zamanlarda, içinde birikmesine yarayan kas ve zardan yapıli bir kesedir. Erkeklerde pelvis diafragması prostatın üstünde, rektumun ve sperma keseciklerinin ön ve yukarısındadır. Kadında pelvis diafragması üstünde uterus ve vaginanın önündedir. Mesane; corpus vesica, apex vesica, fundus vesica ve cervix vesica olarak dört bölgeye ayrılır. Mesane peritonla komşu olan yüzleri dışında dört tabakadan meydana gelir. Bağ dokudan oluşan dış tabaka, parasitium adını alır. Orta tabaka kastan yapıli olup tunica muscularis adını alır. Dış katı uzunluğuna kas liflerinden, orta katı sirküler kas liflerinden yapılmıştır. Bu lifler torbanın tepesinden tabanına dek devam eder, üretranın iç deliğine yaklaşınca kalınlaşır ve burada halka biçimini alarak sfinkter vesicayı oluşturur. İç katı yine uzunluğuna liflerden oluşur. İç tabaka mukoza tabakası (tunica mucosa) ve altındaki submukozadan (tela submucosa) yapılidir (Şekil 15). Mesanenin fizyolojik kapasitesi 300 cc' dir, 2 lt' ye kadar çıkabilir. Üreter delikleri eliptik bir görünüşteki 3-5 mm' lik sağlı sollu iki delikten oluşup dıştan içe doğru eğiktir. Üretranın iç deliğinin 2-3 cm arka ve dış yanlarında olan bu deliklerin aralarındaki mesafe de 2.5 cm kadardır. Bu üç deliğin arası trigonum vesica adını alır (30).



**Şekil 15.** Mesanenin kas tabakaları

#### 1.2.4. Üretra

##### 1.2.4.1. Erkek Üretrası

Üretra yolu boyunca üç parçada incelenir:

**1) Pars Prostatica:** Burada üretranın arka duvarında ortada dikey durumda veru montanum adını alan bir çıkıntı vardır. Bu çıkıntının uzunluğu 10-15 mmdir. Yukarı ve aşağı uzanan uçları crista üretralis adını alır. Yukarı crista, aşağı olandan daha kalınca olup yan kenarları arasında ve tam mesane boynu hizasında, prostatın orta lobunun yaşlılarda mesane içinde meydana getirdiği uvula vesicae denilen çıkıntı görülür. Verunun ortasında yan yana 3 delik vardır. Bunlardan ortadaki utriculus prostaticus, yandakiler de ductus ejaculatoriusların iki deliğidir.

**2) Pars Membranacea:** Perinenin ürogenital diafragmasını geçen üretranın bu parçasında yolun genişlemesi ile kaybolan uzunluğuna birkaç plika görülür.

**3) Pars Spongiosa:** Üretranın penis içinde olan spongiosa parçası penisin erektiler organlarından biridir. İç yüzünde bulunan uzunluğuna plikalar vardır yolun genişlemesi ile kaybolur (32).

##### 1.2.4.2. Kadın Üretrası

Mesane boynu ile vulva arasındadır. Uzunluğu 3.5-4 cm arasındadır. Pelvis parçası ve perine parçası vardır. Pelvis parçası kadın üretrasının 4/5 ini yapar ve üretranın sfinkteri ile çevrilmiştir. Üretra perineyi vajinanın önünden geçer ve

aralarında gevşek bağ dokusu ile düz kas liflerinden meydana gelen bir üretrovaginal bölme vardır (32).

### **1.3. Üriner Sistem Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler**

#### **1.3.1. Direkt Üriner Sistem Grafisi**

Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG), “yatarak direkt batın grafisi” olarak da bilinmektedir. Ucuz ve kolay elde edilebilir olması nedeniyle üriner sistem taşlarının tanısında ilk basamak olarak kullanılmıştır (33). Grafinin daha doğru sonuç verebilmesi için hastaya bir gün öncesinde bağırsak temizliği yaptırılır ve ertesi gün hasta aç olacak şekilde sırtüstü yatar pozisyonda film elde edilir. Bu grafide, üstte 11. ve 12. kostalar, altta ise symphysis pubica görülmelidir. Böbrekleri kuşatan perirenal yağ dokusu, DÜSG’de böbrek kontürlerinin düzgün bir şekilde görülmesini sağlar. DÜSG’de her iki psoas kasının kenarları net görülmelidir. Psoas kas gölgesinin silinmesi inflamatuvar bir olayın varlığını gösterir (34). Herring adlı araştırmacı, 1962 yılında, üriner sistem taşlarının %95’nin kalsiyum içerdiğini bildirmiştir. Bundan sonra da pek çok araştırmacı üriner sistem taşlarının %85-90’nın kalsiyum içerdiği, bundan dolayı radyopak olan bu taşların DÜSG’de görüntülenebileceğini bildirmişlerdir (35). Bununla birlikte radyolusent taşlar DÜSG’de görülmezler. Yine DÜSG’de, üreter taşı ile pelvik venlerdeki kalsifiye olmuş trombüslere bağlı oluşan flebolitler arasındaki ayırımı kesin olarak yapmak her zaman mümkün olmamaktadır. Distal üreter taşları ile flebolitler arasında tanısal karışıklık bulunduğu ilk defa 1908 yılında Orton tarafından bildirilmiş olmasına karşın, DÜSG kullanımı günümüze kadar süregelmiştir. DÜSG’de flebolitler dışında arteryel kalsifikasyonlar, kalsifiye lenf nodları, apendikolitler, kalsifiye kitlelerin de üreter taşları ile karışabileceği akılda tutulmalıdır.

#### **1.3.2. İntravenöz Ürografi**

İntravenöz ürografi (İVÜ), genitoüriner sistemin değerlendirilmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Genellikle klinik uygulamalarda ilk başvuru olan görüntüleme yöntemlerinden biridir (36). Kesitsel görüntüleme tekniklerinin ve ultrasonografi'nin (US) gelişimi ile birlikte kullanımı azalmış olmakla birlikte, ucuz, kolay uygulanabilir ve ürologlar tarafından kabul edilmiş olması nedeniyle tercih edilmektedir (36-38). İntravenöz ürografi, ile toplayıcı sistemin morfolojik değerlendirilmesi ve indirekt olarak fonksiyon hakkında bilgi alınması mümkündür

(39). Geometrik çözümüleme (spatial resolution=birbirine komşu iki yapının ayırt edilebilme gücü) manyetik rezonans görüntüleme'den (MRG) daha yüksektir (40). Üriner sistemde üstün anatomik nitelendirme yapabilmesi, taş ve kalsifikasyona duyarlılığı, obstrüksiyon düzeyini ve renal skarı saptayabilmesi avantajlarını oluşturmaktadır. Ancak pediyatrik hastalarda İVÜ endikasyonları son 20 yılda US ve izotop görüntülemenin kullanımının yaygınlaşması ile azalmıştır (36-38, 41-43). Bebeklerde böbrek maturasyonunun henüz tamamlanmadığı dönemde toplayıcı sistem içerisinde yeterli kontrast madde konsantrasyonunun sağlanması ancak doğumdan 2-3 hafta sonra ve 2-3 ml/kg dozda kontrast madde verilmesi ile mümkün olmaktadır. Ayrıca çocuk hastalarda yeterli barsak temizliğinin elde edilememesi ve abdominal gaz distansiyonunun engellenememesi görüntü kalitesini azaltmaktadır (44).

Kontrast madde enjeksiyonuna ihtiyaç duyulması ve iyonize radyasyon kullanımı İVÜ' nin dezavantajlarıdır. İyotlu kontrast madde alerji riski ve böbrek yetmezliği varlığında uygulanımı mümkün olmamaktadır. Ayrıca sistemin ileri derecede dilatasyonu veya renal fonksiyonel yetersizlik söz konusu olduğunda üriner sistemde kontrast madde konsantrasyonu sağlanamaması da kullanımını kısıtlamaktadır (45-48).

### **1.3.3. Voiding Sistoüretrografi**

Mesane anatomisi, divertikül ya da alt üriner sistem konjenital anomalileri, yüksek basınçlı vezikoüretal reflü (VÜR) tanısında ve üretranın değerlendirilmesinde voiding sistoüretrografi (VSÜG) kullanılmaktadır. Diğer görüntüleme yöntemleri ile indirekt bulguları saptanabilen VÜR'ü direkt olarak göstermesi ve infravezikal obstrüksiyonların tanısında kullanımı nedeniyle üstünlüğü devam etmektedir (49).

Yenidoğanda VSÜG endikasyonları; prenatal tanımlanmış hidronefroz, tek taraflı multikistik displastik böbrekte karşı tarafta reflü varlığının ekarte edilmesi, olası mesane çıkışı obstrüksiyonu (posterior üretral valvler ve üretral anomaliler), üreterosel ile birlikte ya da tek başına çift toplayıcı sistem gibi patolojilerdir. Ayrıca bebekte ambigüs genitalya varsa kontrast madde tüm genitoüriner kavite içine doldurularak genitogramı alınarak, mesane ve diğer genital boşlukların anatomisi tanımlanabilmektedir (44, 49).

Ancak floroskopi eşliğinde X ışını kullanılarak uygulanması ve görece invaziv bir tetkik olması dezavantajlarıdır. (44, 49, 50).

#### **1.3.4. Retrograd ve Antegrad Piyelografi**

Kontrast maddenin direkt olarak üreterden verilerek renal toplayıcı sisteme doldurulduğu retrograd piyelografi yönteminde böbreğin kontrast maddeyi süzmesine gerek duyulmamaktadır. Antegrad piyelografi perkütan yolla yerleştirilmiş kateter aracılığıyla pelvikalisyal sistem içerisine kontrast madde verilerek yapılmaktadır.

Sıklıkla toplayıcı sistem ve üreter morfolojisinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Ancak üreteral orifiste zedelenme, aşırı distansiyona bağlı pelvikalisyal rüptür ve kontrast maddenin piyelinüs, piyelotübüler, piyelenöz ve piyelolenfatik geri kaçıışı olası komplikasyonlarıdır. İnvaziv teknikler olduğundan çocuklarda ancak genel anestezi verilerek yapılabilmektedir ve üriner sistemin küçük bir bölümü hakkında bilgi sağladığından ilk uygulanacak görüntüleme yöntemlerinden biri değildir (39, 51-53).

#### **1.3.5. Ultrasonografi**

Bir yumuşak doku ve parankimal doku inceleme yöntemidir. Kemik ve hava US incelemeleri için engel teşkil eder. Bu belirtilen anatomik yapıların hem diffüz hem de fokal patolojilerinde çok başarılı biçimde kullanılmaktadır. Kolay ve noninvaziv oluşu, sıklıkla tekrarlanabilmesi, kontrendikasyonu olmaması, portabl ve ucuz olması nedeniyle rutin pratikte çok önem kazanmıştır. Böbrekler, mesane ve prostatın değerlendirilmesinde kullanılır. US böbrek büyüklüğü ve şeklini, böbrek parankim kalınlığı ve ekoik yapısını, üriner obstrüksiyon varlığını, (kaliks, pelvis ve üreter görüntülerine göre; hidronefroz veya hidroüreteronefroz) nefrokalsinoz ve taş varlığını, mesane duvar kalınlığını net bir şekilde gösterebilir (54, 55). Renal yetmezlikte hastaların niteliklerine göre ayrılmasında yararlıdır. Örneğin küçük ekojenik böbrekler renal parankimal hastalığı, dilate pelvikalisyal sistem ise obstrüktif ve potansiyel olarak geri döndürülebilecek bir nedeni düşündürür. Mesane duvarı, böbrek içi veya böbrek dışı kitlelerin böbrek ile olan ilişkileri ve kitlenin yapısı hakkında (solid, kistik) US net bilgiler verebilir (55, 56).

Opak, nonopak taşlar, anjiomyolipom, böbrek parankim kanserleri ve daha az olarak apse ve hematomlar US'de ekojenik renal kitleler olarak görülürler. Bütün

ekojenik kitleler klinik öykü ile korele edilmeli ve gerekirse başka bir imaj modalitesi ile konfirme edilmelidir. Anjiomyolipomda ince kesitli BT'de kitle içerisinde yağ dokusu görülür. 1 cm'den küçük ekojenik lezyonların BT'de belirlenmesi zor olduğundan bunların takibinin US ile yapılması daha yararlıdır.

Renal transplantasyon veya vücut dışından uygulanan şok dalgası ile üriner sistem taşlarının kırılması (ESWL) sonrası gelişen periferik sıvı koleksiyonları US ile belirlenebilir.

Ultrasonografi (US), renal obstrüksiyonlu olguları değerlendirmede ideal bir ilk inceleme yöntemidir. US, obstrüksiyonun primer bulgusu olan hidronefrozu saptamada sık olarak kullanılır. Dilate üriner sistemi saptamada US çok duyarlı bir yöntem olup, üriner sistem dilatasyonu yoksa obstrüksiyon büyük ölçüde dışlanabilir (57-59).

Tüm üriner sistem dilatasyonları fonksiyonel obstrüksiyon olmadığından, US bu anlamda nonspesifiktir. Obstrüksiyona bağlı olmayan hidronefroz, önceki obstrüksiyona, reflüye, genişlemiş ekstrarenal pelvis veya aşırı dolu mesaneye bağlı olabilir. Ayrıca US'de renal sinüs kistleri dilate renal pelvisle karıştırılabilir. US DÜSG ile görüntülenebilen veya görüntülenemeyen (boyut ve bileşimine bağlı olarak) üriner taşları saptamada oldukça etkindir. Bunun yanında US ile renal fonksiyonlar hakkında bilgi alınamaması ve üretra hakkında bilgi elde edilememesi bu inceleme metodunun en önemli eksiklikleridir. Ayrıca renal skarı, vezikoureteral reflüyü, renal arter anomalilerini belirlemede de güvenilir değildir. Üreter patolojileri iyi barsak temizliği yapılmamış ise gaz nedeni ile tespit edilemeyebilir. Bu nedenle çoğu defa ek görüntüleme metodlarına ihtiyaç duyulur (60, 61). Uygulayıcı bağımlılığı ve üreter taşlarını saptamadaki düşük duyarlılığı ve diğer görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler US'nin kullanımını azaltmıştır. Akut lomber ağrılı ve ürolitiazis şüphesi olan hastaların değerlendirilmesinde spiral BT ilk tercih edilen yöntem olmuştur. Kontrast madde kullanılmadan spiral BT böbrek taşlarının saptanmasında hızlı ve duyarlı bir yöntem olduğu gibi apendisit, divertikülit gibi yan ağrısı yapan diğer sebeplerin saptanmasında da yararlıdır. Geçmişte hematürinin değerlendirilmesinde DÜSG ve US kullanılırken yapılan çalışmalar göstermiştir ki bu sık görülen klinik problemin incelenmesinde İVÜ veya BT gerekirse de her ikisi birlikte tercih edilmelidir.

Prenatal US rutin olarak yapılır ve gelişen fetusta hidronefrozu saptayabilir. Prenatal hidronefroz saptanan hastalarda US doğumdan sonraki birkaç hafta içinde tekrarlanmalıdır (57). Mesane US'sinde hacim, duvar kalınlığı, taş veya tümör olup olmadığı değerlendirilir. En çok suprapubik transabdominal yaklaşım kullanılır. Tümör aranması ve evrelendirilmesinde sistoskopi sırasında transüretal US yapılması önerilmektedir.

### **1.3.6. Renkli Doppler İnceleme**

Renkli Doppler; renal vasküler patolojilerde, nonobstrüktif pelvikaliektazilerin ayrımında, renal kitlelerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Doppler US renal transplantasyon komplikasyonlarının değerlendirilmesinde çok değerlidir. Renal ven trombozu, renal arter stenozu, hidronefroz gelişmeden önceki üreteral obstrüksiyon, AV fistüller ve psödoanevrizmaların tespitinde US çok yararlıdır.

Günümüzde, renal arter stenozlu hastaların tanısında kullanılan anjiyografik yöntemler doğruluğu en yüksek tanısal işlemlerdir (62). Rölatif olarak bu hastalığın sıklığı azdır ve bu teknikler invazivdir. Bu nedenlerle, renal arter stenoz yönünden klinik kuşku taşıyan hasta popülasyonunda renal arter stenoz varlığı açısından yüksek doğrulukta araştırma yapmaya imkân veren, noninvaziv, güvenli ve kolay uygulanabilir bir yöntem tercih edilmelidir. Renal arter renkli Doppler US tekniğinin, uygulayıcıya ve hastaya bağımlı olması gibi dezavantajları vardır. Obezite ve meteorizm özellikle ana renal arterlerin Renal arter renkli Doppler US ile değerlendirilmesini sınırlamaktadır (63).

Diğer görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler ile renovasküler hipertansiyon düşünülen birçok hastada Doppler US'nin yerine BT Anjiyografi, MR Anjiyografi veya radyonüklid renografi kullanılmaktadır.

Reflü veya önceki obstrüksiyonlara sekonder meydana gelen obstrüktif olmayan pelvikaliektazi, obstrüksiyona sekonder oluşan dilatasyonla karışabilir (64). Çeşitli yazarlar, renal Doppler US'nin, özellikle rezistiv indeksinin, renal pelvikalisiyel sistem dilatasyonunun, obstrüktif ve obstrüktif olmayan sebeplerini ayırabileceğini düşünmüşlerdir. Yapılan bir çalışmada rezistiv indeks değerinin 0.70' in üzerinde olmasının obstrüksiyonun göstergesi olabileceği öne sürülmüştür (65). Bu konuda bazı yazarlar kesin görüş bildirememiş (64, 66), bazıları parsiyel

obstrüksiyon veya non steroid antienflamatuar ilaçlar gibi rezistiv indeksinin değerini değiştirebilen durumlar dışlandığında bile akut obstrüksiyonun belirlenmesinde rezistiv indeksinin yetersiz olduğunu savunmuşlardır (64, 66, 67).

Renkli Doppler US üreteral jetlerin varlığını değerlendirmede kullanılabilir. Üreteral orifiste jet akımın görülmesi üriner sistemde komplet obstrüksiyon olmadığını kanıttır (55, 68).

### **1.3.7. Kontrastlı Doppler İnceleme**

İntravenöz olarak uygulanan ultrason kontrast ajanlar geri dönen ultrason eko sinyalini arttırmak amacıyla geliştirilmiştir (69). Neredeyse tüm ajanlar kan havuzunda kaldıkları için vasküler sinyalleri arttırmırlar. Bu ajanların ortak yönü yumuşak doku ve kana oranla sesi daha güçlü yansıtan gaz dolu mikro kabarcıklardan oluşmuşlardır. Ultrason kontrast ajanları renal arter stenozu olan hastalarda tetkik süresini kısaltmakta, darlık tespitinde duyarlılık ve özgüllüğü artırmaktadır (70). Ayrıca böbrek enfarktı gibi makrovasküler patolojileri göstermede, böbrek kitlelerinin, özellikle de atipik kistik lezyonların, değerlendirilmesinde ve VÜR'yü göstermede faydalıdır.

### **1.3.8. Nükleer Tıp**

Kesit görüntüleme yöntemlerinin kliniğine girmesi ile sintigrafinin morfolojiyi değerlendirmesindeki rolü azalmıştır. Radyoizotop görüntüleme ile üriner sistemin anatomik ve fizyolojik değerlendirmesini yapmak mümkündür. Bu amaçla kullanılan maddelere radyofarmasötik denilmekte ve bunlar organların fizyolojik süreçlerine kesinlikle zarar vermemektedir. Teknesyum 99 m (Tc-99m) ve iyot 131 (131 I) en sık kullanılan radyofarmasötiklerdir. Bunlarla oluşan radyasyon dozu minimaldir ve bu doz standart radyografi ve floroskopik işlemlere oranla çok daha azdır. Ayrıca alerjik reaksiyonları da yoktur.

Teknesyum 99 m (Tc-99m) ile işaretli dietilen-triamin-pentaasetik asit böbreklerden glomerüler filtrasyon yoluyla atılır; tübüler sekresyon ve reabzorsiyonu yoktur. Bu nedenle böbreklerin klirensi ve aynı zamanda glomerüler filtrasyon oranını verir ve toplayıcı sistemi gösterilmesi için en uygun radyofarmasötiktir (71).

Nükleer tıbbın üriner obstrüksiyonlardaki rolü obstrüksiyonun ciddiyetinin fonksiyonel gösterimidir. İlk olarak renal perfüzyon fazında, geç dönemde ise renal

ekskresyon fazında imajlar alınır. İVÜ' de olduğu gibi, obstrüksiyon olan tarafta başlangıçta azalmış uptake görülür, sonrasında ise uzamış nefrogram fazı ve gecikmiş ekskresyon bu bulguları takip eder. Radyonüklidin obstrükte toplayıcı sistem içerisinde birikmesiyle geçişi gecikir. Eğer obstrüktif olmayan bir üriner sistem dilatasyonu mevcutsa (kronik reflü, konjenital megakaliks) aynı şekilde radyonüklid birikimine yol açar, intravenöz furosemid uygulandığında obstrükte olmayan toplayıcı sistemden radyonüklid madde temizlenecektir (72).

Lasix nefrogram (furosemid): Üreteropelvik bileşke darlığı olan çocuklarda tanıda ve takipte oldukça önemli bir yöntemdir. Obstrükte ve obstrükte olmayan hidronefrotik böbreklerin tanımlanmasında gereklidir. Eskiden, üriner sistemdeki dilatasyon her zaman obstrüksiyon lehine değerlendiriliyordu. Şu anda bilinen ise hidronefrotik bir böbreğin dismorfik veya atonik bir toplayıcı sistemi ile ilişkili olabileceği ve zaman içinde böbrek hasarına yol açmayabileceğidir (67). Genellikle üreteropelvik bileşke obstrüksiyonundan şüphelenilen tüm çocuklara hidronefrozun fonksiyonel olarak anlamı için diüretikli renal sintigrafi uygulanır. Genelde radyonüklid madde olarak Tc-99m merkaptasetilglisin kullanılır. Bu maddenin toplayıcı sistemde tübüler sekresyona bağlı olarak toplanmasından dolayı renal yetmezlikli hastalarda uptake'i iyidir (73). Diüretikler obstrüktif hidronefrozla non-obstrüktif hidronefroz ayırt etmek amacıyla kullanılır. Radyonüklid verildikten sonra hastaya diüretik verilir. Daha sonra radyonüklid maddenin wash-out zamanı belirlenir. Obstrüksiyonun yokluğunda, diüretik sayesinde toplayıcı sistem radyonüklid içermeyen idrarla dolar, radyonüklid içeren idrar atılmıştır. Eğer obstrüksiyon mevcutsa, radyonüklid madde bu kadar çabuk atılamayacaktır. Bir radyonüklid madde için 15 dakikanın altında bir yarı ömür normaldir. Eğer bir radyonüklidin yarılanma ömrü 20 dakikayı geçiyorsa obstrüksiyondan söz edilir. Lasixli renal sintigrafi ile split renal fonksiyonunun tayini de mümkündür. Split fonksiyon klinisyene renal fonksiyonu saptamada yardımcı olur (74).

Lasix renogramı çok değerli bilgiler verse de, sonucu etkileyen birçok faktör vardır. Her şeyden önce, düşük renal fonksiyon diüretiklere cevapsızlık yaratarak wash-out zamanında yanlış bir gecikmeye neden olur. Yetersiz hidrasyon da diüretiklere yanıtı azaltır (74). Ayrıca lasix renogram uygulamasında standart bir

protokol yoktur. Diüretik renogram obstrüksiyonun varlığını saptar ancak sebebini saptayamaz ve çok az bir anatomik detay sağlanır (73, 75).

Sonuç olarak, nükleer tıbbın, renal fonksiyonu kantitatif olarak gösterebilme avantajı vardır. İnceleme iyotlu kontrast madde alerjisi olanlarda veya renal fonksiyonu bozuk olanlarda uygulanabilir. Ayrıca üriner obstrüksiyonlarda fonksiyonel bilgi gerektiğinde bu yöntem kullanılabilir (76, 77).

### **1.3.9. Manyetik Rezonans Görüntüleme**

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), böbrek, retroperiton, mesane görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Böbreğin görüntülenmesinde kullanım alanları konjenital anomalilerin gösterilmesi, renal ven trombozunun saptanması ve böbrek parankim tümörlerinin evrelendirilmesidir. İV kontrast kullanımı gerektirmeyen MR anjiyografi renal transplant damarlarının, renal ven tümör veya trombüslerinin ve renal arter stenozunun değerlendirilmesinde yararlıdır. Gadolinyum çelatının bolus enjeksiyonundan hemen sonra alınan görüntülerle böbreğin anatomisi ve fonksiyonu değerlendirilebilir. Ayrıca renal obstrüksiyonun değerlendirilmesi, renal tümörlerin teşhisi ve tipinin belirlenmesi, renal arter stenozu ve potansiyel renal donörlerin MR anjiyografik olarak değerlendirilmesi, mesane tümörünün evrelendirilmesi ve benign mesane duvarı hipertrofisi ile infiltre malign tümörlerin ayırt edilmesinde ve konjenital anomalilerin değerlendirilmesinde de kullanılabilir.

Gadolinyum şelatları, iyotlu kontrast maddelere benzer olarak glomerüler filtrasyonla atılan ekstraselüler ajandır. İyotlu maddelere göre renal yetmezlikli hastalarda daha iyi tolere edilmekle birlikte son yıllarda bu grup hastalarda tedavisi olmayan Nefrojenik Sistemik Fibrozis (NSF)'e yol açtığı anlaşılmış ve kullanımında daha dikkatli olunması gerektiği anlaşılmıştır (78).

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)'nin bir modifikasyonu olan gradient eko görüntü ('in-out of phase') lezyonlar içerisindeki mikroskobik miktarlardaki yağı belirleyebilir. Bu teknik en çok adrenal kitlelerin incelenmesinde kullanılır. Mikroskobik yağ içeren adrenal kitleler adrenal adenom veya miyelolipomdur. Bu yüzden BT veya MRG ile makroskobik ya da mikroskobik yağın gösterilmesi onkolojik bir hasta bile olsa adrenal lezyonun benign olduğunu gösterir. MR ürografide (MRÜ) kontrast madde kullanılmadan ürogram benzeri

görüntüler elde edilir, iyotlu kontrast madde alerjisi olanlarda yararlıdır. Üroepitelyal tümörlerin evrelendirilmesindeki kullanımını ise araştırılmaktadır.

Manyetik Rezonans Ürografi (MRÜ) ile etkili bir şekilde üriner sistem dilatasyonları gösterilebilir. Obstrüksiyonun yeri ve dilatasyonu göstermedeki etkinliği %96'dır. Renal yetmezliği olan, kontrast madde allerjisi olan veya X-ışınlarının kontrendike olduğu durumlarda MRÜ kullanılabilir. Ancak, en önemli dezavantajı pahalı olması ve renal yetmezlikli olgularda ortaya çıkabilecek NSF riskidir (78, 79). T1 ağırlıklı MRÜ'ye konvansiyonel X-ışını ürografiye taklit ettiğinden dolayı ekskretuar MRÜ yöntemi adı verilmiştir (80). Bu yöntemde, intravenöz olarak enjekte edilen düşük moleküler ağırlıklı gadolinyum çelatının renal ekskresyonuna bağlı olarak hızlı T1 ağırlıklı puls sekanslarla kontrastla boyanmış idrarı görüntüleyebiliriz (80, 81). T1 ekskretuar MRÜ uygulanabilirliği renal ekskretuar fonksiyonun durumuna bağlıdır. T1 ağırlıklı MRÜ üriner trakt hakkında morfolojik ve en azından genel fonksiyonel bilgiyi sağlar (81). Bu yöntemde obstrükte olmayan üriner traktta da yüksek uzaysal rezolüsyonlu görüntüler elde edilebileceği çeşitli yazarlar tarafından ispatlanmıştır (82). Bu yöntemin diğer bir avantajı da ağır T2 turbo-spin eko (TSE) sekanslarda olan abdominal sıvı koleksiyonlarının superpozisyonunun ortadan kalkmasıdır (83).

Kontrastlı MRÜ ile ayrıca obstrüksiyonun varlığı, nedeni ve seviyesi de kolaylıkla saptanabilir (81, 84). Dezavantajı, kontrast madde kullanımı gerektirdiğinden gebelerde kullanılamaması ve fonksiyonu bozuk böbreklerde çekim süresinin uzaması ve NSF riskidir.

Half Fourier Acquisition Single Shot Spin Echo sekansının kısaltılmışı olan HASTE sekansı çok uzun echo-train length (ETL) gösteren bir TSE sekansıdır. İnceleme süresine göre yarı yarıya kısaltıldığından, birden fazla ince kesit almamız mümkün hale gelir. Böylece birçok kesitli inceleme, 20 saniye gibi bir nefes tutumunda bitirilebilir. Uygulanan TR ve TE zamanlarına göre istenilen T2 kontrastı elde edilir. Yalnızca sıvılardan görüntü elde edilmesi istenildiğinde, uzun TE zamanı (örn. 90 ms) kullanılır. Yüksek T2 ağırlığı sayesinde bu sekans, 'kolanjiografi, ürografi, miyelografide' MR' ın kullanımını mümkün hale getirmiştir. İnce kesitler sayesinde çok küçük patolojilerin tespiti, bu teknik sayesinde mümkün olur. Bu sekansta da peritoneal yağı baskılamak için 'Spectral Fat Saturation' tekniği

kullanılır. Birden fazla alınan kesitler MİP (Maximum Intensity Projection) ile bir arada görüntülenebilir ve ürografi görüntüsü elde edilebilir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)'nin avantajları; herhangi bir planda görüntü alınabilmesi, geniş bir görüntü alanının olması, mükemmel yumuşak doku kontrastı, iyonize radyasyon içermemesi ve uygulayıcıdan bağımsız olmasıdır. Ayrıca kontrast kullanmadan üriner sistem ve kan damarları görüntülenebilir. Bununla birlikte MRG kusursuz bir yöntem değildir. Tarama süresi rölatif olarak yavaştır ve bu yüzden hareketle görüntü kalitesi bozulmaktadır ve ayrıca görüntünün duruluğu BT'den azdır. Bu güne kadar kötü etkileri tanımlanmamış olmasına rağmen EKG değişikliklerine, geçici anizotropiye, ısı yayımına ve klostrofobiye sebep olabilir. MRG'nin kesin kontrendike olduğu durumlar şunlardır: 1- Titanyumdan yapılmamış olan intrakranial anevrizma klipsleri, 2- İntraorbital metal paçalar, 3- Elektriksel, manyetik veya mekanik olarak aktive olan implantlar (kalp pilleri, biostimulatörler, nörostimulatörler, kohlear implantlar ve işitme cihazları). Hamilelik gibi relatif kontraendikasyon mevcudiyetinde yarar ve zarar değerlendirilmesine göre karar verilmelidir.

### **1.3.10. Bilgisayarlı Tomografi**

1972 yılından beri gittikçe artan sıklıkta kullanılmaktadır. Bu yöntem bir x ışını yöntemidir ancak diğer X ışını kullanan yöntemlerden farkı, aksiyal kesitler halinde dokuların dansitesini ölçerek bunları görüntü haline dönüştürür. Böbrek seviyesinden başlayarak mesane bitimine kadar özellikle taş açısından 3 mm'lik kesitler alınarak taranır. BT herhangi bir böbrek problemi için uygulanabilse de en sık kullanıldığı durumlar: akut lomber ağrı, hematüri, böbrek enfeksiyonları, travma ve böbrek tümörlerinin saptanması ve evrelendirilmesidir. Böbrek anatomisi ve patolojilerinin değerlendirilmesinde genellikle İV kontrast madde gerekir. Perirenal veya renal kalsifikasyon, kanama veya idrar ekstravazasyonundan şüphelenildiği durumlarda kontrastsız çekim yapılır. Çünkü verilecek kontrast bu anormallikleri maskeleyebilir. Kontrast madde İV bolus veya infüzyonla verilebilir.

Oral veya İV kontrast gerektirmeyen helikal BT, renal kolik ve taşın incelenmesinde tercih edilen yöntemdir. Üriner taş aramaya yönelik çekilen spiral BT'nin taşları saptamak açısından İVÜ'den daha duyarlı olduğu ispatlanmıştır (84, 85). DÜSG'de görülmeyen ürik asit taşı, BT'de çok net şekilde görülebilir. Spiral BT

ile DÜSG ile gösterilemeyen (bağırsak gazı gibi artefaktlar ve taşın yapısına bağlı olarak) taşları göstermeye olanak sağlar. Üreteral taşın BT ile primer ve sekonder bulguları bulunur. Primer bulgusu taşın üreterde gösterilmesiyle, sekonder bulguları, hidronefroz, hidroüreter veya perinefrik çizgilenmedir (73). BT ayrıca vasküler sistemdeki kalsifikasyonlarla üriner sisteme ait olanları ayırt etmeyi sağlar. Bir kalsifikasyonun üreterin mi yoksa bir damarın içinde mi olduğuna karar vermek için kontrastlı BT kullanılır. Dinamik kontrastlı BT çekimi boyunca, kortikomedüller ayırımın persistansı ve nefrogram fazındaki gecikme (diğer böbrekle karşılaştırıldığında) obstrüksiyonun işaretleridir. Kontrastlı BT renal fonksiyonu saptar ve hidroüreteronefroz derecesini daha detaylı gösterir.

Ancak kontrastsız BT solid renal kitle gibi yan ağrısı ve hematürinin diğer nedenlerini gözden kaçırabilir. Üreteral taştan şüphe edildiğinde, kontrastsız BT'de bulgu olmazsa diğer tanılar açısından kontrastlı BT çekilmelidir (86). Anevrizma veya malignensi gibi ekstrinsik obstrüksiyonun diğer nedenleri BT ile belirlenebilir (73). Renal kitlelerin saptanması, ayırıcı tanısı ve evrelendirmesinde de yardımcıdır.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) ile üreteral tümörler saptanabilse de üreterin BT ile değerlendirilmesindeki temel endikasyonlar tümör evrelendirilmesi ve seviyesinin belirlenmesidir.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) mesanede primer olarak tümörlerin evrelendirilmesinde ve travmatik mesane rüptürünün teşhisinde kullanılır. Mesanenin dilüe kontrast ile dolu olması tetkikin sensitivitesini artırır. Üriner sistemle beraber çevre yapılar ve diğer abdominal organlar değerlendirilir

Yapılan çalışmalar potansiyel renal donörlerin değerlendirilmesinde BT Anjiyografi ve MR Anjiyografinin konvansiyonel anjiyografinin yerini aldığını göstermiştir.

Bilgisayarlı Tomografi (BT)'nin başlıca avantajları; geniş bir görüntü alanı olması, dokular arasındaki farklılıkların belirlenmesi, iyi bir rezolüsyonun sağlanması, kesitsel imajların gösterilmesi ve yapının yeteneğinden etkilenmemesidir. Klinik kullanımdaki BT'ler 0,5-1 mm'lik rezolüsyon sağlayabilmektedir. US gibi uygulayıcı bağımlı olmamasına rağmen BT'den elde edilen diagnostik bilginin çoğu kontrast dağılım paternine bağlıdır ve dikkatli bir inceleme esastır. BT'nin dezavantajları hastanın radyasyona maruz kalması

transaksiyal planda direkt imajlar alınamaması, doku karakterizasyonunun yetersiz olması, düşük yumuşak doku kontrast rezolüsyonu ve hem oral hem de İV kontrast madde kullanım gerekliliğidir.

#### **1.3.10.1. Bilgisayarlı Tomografi Fiziği**

Bir X ışını yöntemidir. X ışını demetini vücuda röntgende olduğundan farklı olarak inceltilecek, çizgisel şekilde düşürerek kesitsel görüntüleme sağlayan bir yöntemdir. Bu şekilde saçılma minimale indirilmiş dolayısıyla doku yoğunluğu farklılıkları daha belirgin hale gelmiştir. Yani kontrast rezolüsyonu artırılmıştır. Bir röntgen filmi üzerindeki yoğunluk farkı 20 iken, BT'de 2000'e kadar çıkmaktadır. BT'de kesit görüntünün alınabilmesi, röntgen tüpü ve görüntü alıcıların (dedektör) hastanın etrafında döndürülmesi ile sağlanmaktadır. Röntgen ve BT'de X-ışını uygulanması hastanın etrafında tüp ve dedektörlerin birbirine bağlı olarak yaptıkları dönme hareketi sırasında dedektörlerde toplanan ve aslında iki boyutlu bilgi taşıyan verilerin, dönme hareketinin tüm aşamaları göz önünde bulundurularak yüksek matematiksel çözünümü sonrasında üç boyutlu kesitsel veriler elde edilebilmektedir. BT görüntüsü de diğer dijital modalitelerin görüntüsünde olduğu gibi piksellerden oluşmaktadır. Her bir pikseli temsil eden rakamsal değerler kendisine karşılık gelen renk tonu ile renklendirilir.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) X ışınının bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinin ürünüdür. BT'nin ilk matematik prensipleri 1917 yılında Avusturyalı matematikçi Radon tarafından ileri sürülmüştür. BT'nin teorisi Amerikalı fizik profesörü A. M. Cormak tarafından geliştirilmiştir. İngiliz fizikçi Dr. G. N. Hounsfield'in 1972 yılında tanı alanına soktuğu ve x ışının keşfinden bu yana radyolojideki en büyük ilerleme olarak kabul edilen bu yöntem, iki bilim adamına da tıp dalında 1979 Nobel ödülünü kazandırmıştır.

X ışını Tüpü: BT'de yüksek voltaj, yüksek mA ve 0.5–2 sn'lik tarama zamanı kullanılır. Sabit voltaj ve amper değerleri sağlaması için yüksek frekanslı güç kaynakları gerekir. BT tüplerinin ısı yüklenmesi genellikle yüksektir ve anot ısı kapasitesinin yüksek olması gerekir. Modern aygıtlarda ısı kaybetme hızı yüksektir. X ışını tüpleri inceleme düzlemine dik yerleştirilir. X ışını sertleşme artefaktını azaltmak için bakır ve alüminyum filtreler kullanılır.

Bilgisayarlı Tomografi (BT)'de görüntü oluşumu;

- A : Yapılan tarama,  
B : Dedektörlerde elde edilen rakamsal veriler,  
C – D : Görüntü matrisini belirleyen rakamsal verilerin hesaplanması.  
E-F : Örnek görüntüdeki piksellerin oluşumu

G : Gerçek BT görüntüsü. BT’de yapıların dansiteleri, –1000 ile +1000 arasında değişen rakamlarla temsil edilen bir gri skalada ele alınmıştır. Bu skala, cihazı geliştiren İngiliz fizikçi Godfrey Hounsfield’in adıyla anılmaktadır. Hounsfield skalasında saptanan rakamsal veriler Hounsfield Üniti (HU) olarak anılır. Burada yapının yoğunluğunu belirleyen faktör, maddenin X ışınıni absorbe etme özelliği ile ilgilidir. X ışınıni fazla absorbe eden kemik, kalsifikasyon ve taş gibi yapılar beyaz görülür ve yüksek HU değerleri verirlerken (80 – 100 HU) , su orta derecede (0 HU) , yağ sıfırın altında (-80 HU) hava ise skalanın en altında kalan değerler (-1000 HU) oluşturmaktadır. Normalde 20 gri tonu ayırt edebilen insan gözünün bu yüksek yoğunluk farkı gösteren görüntüleri istenilen ayarda algılayabilmesi için piksellerdeki rakamsal değerler üzerinde oynanarak yapılan ayarlamalar ile görüntü üzerinde yoğunluk farklılıkları istenilen şekilde ortaya konabilmektedir. Bu ayarlamalar pencereleme olarak adlandırılmakta ve pencerelemenin merkezi pencere seviyesini (WL: window level) gösterirken, Hounsfield skalasında pencereleme yapılan aralık ise pencere genişliğini (WW: window width) göstermektedir. Hounsfield skalası üzerinde pencereleme örnekleri WL 300, WW 400 B: WL 0, WW 1000 incelenecek olan her vücut bölgesinde ilgilenilen yapılara ve farklı yoğunluklara göre pencereleme yapılarak görüntü detaylı olarak incelenmektedir. Özellikle akciğer incelemelerinde akciğer parankiminde hava varlığı nedeniyle parankimal detayın değerlendirilebilmesi için ayrıca parankim penceresi ayarı ile de görüntüler filme alınmaktadır. Pencereleme için ayrı ayrı kesitler almaya gerek yoktur. Pencereleme ayarları mevcut kesit üzerinde gerçekleştirilir. Işın demetinde yapılan inceltme ve dedektörlerin genişliği, alınan kesitin kalınlığını belirlemektedir. Kesitler, dilimlenmiş bir ekmek ya da salam dilimi gibi düşünüldüğünde, az ya da çok bir kesit kalınlığından bahsedilebilmektedir. Kesit kalınlığı arttıkça üç boyutlu veri detayı azalmaktadır. Kesit kalınlığı azaldıkça detay artmakta bununla birlikte ilgilenilen alanı incelemek için daha fazla kesite gereksinim olmakta ve teknik faktörlerden dolayı görüntü

kalitesi düşmektedir. BT'de 1 mm ile 1 cm arasında değişen kesit kalınlıkları kullanılabilir. Kesit kalınlığı göz önüne alındığında görüntüye piksel olarak yansıyan alanın aslında üç boyutlu bir verisi olduğu görülecektir. Piksel ile kesit kalınlığı çarpılarak elde edilen dikdörtgen prizma olan voksel, BT'deki birim hacim elemanıdır ve pikseldeki görüntünün temelinde voksele ait veriler bulunmaktadır. Piksel ve voksel dilimlenmiş bir ekmeğin kesit yüzeyinde sadece hangi tarafından bakıyor isek o yüzeyindeki oluşumları görürüz. Ancak BT de durum farklıdır. Bir BT kesitinde kesitin içindeki tüm oluşumlar görüntüye yansımaktadır. Örneğin kesit kalınlığını tamamen doldurmayan bir yapı, kesiti doldurduğu oranda ve yoğunluğu ile orantılı olarak görüntüye yansımaktadır. Bu nedenle kesiti tam doldurmayan yapılar, görüntüye gerçek yoğunluk değerleriyle yansımazlar. Kısmi hacim etkisi denilen bu durum, daha çok yüksek kesit kalınlıklarında ortaya çıkar. Örneğin kesit kalınlığının bir yarısını yağ diğer yarısını yumuşak doku dolduruyorsa, görüntüde ortalama olarak su dansitesine uyan görünüm oluşacaktır. Kısmi hacim etkisi BT'de ayrıca her bir kesitte vokselardan oluşan verilerin ardışık kesitlerde birbirine eklenerek hastaya ait verilerin sanal ortamda elde edilen üç boyutlu kütük kullanılarak değişik planlarda kesitler oluşturulabilmektedir. Sadece aksiyel düzlemde tarama yapılmış olan bir hastadan aynı zamanda koronal, sagittal ya da istenilen oblik düzlemlerde kesitler alınabilmektedir. Üç boyutlu veriler kullanılarak tarama alanı içinde bulunan tüm vokseller göz önüne alınarak üç boyutlu görüntüler sağlanabilmektedir. Özellikle kemik dokusu ve kontrast madde verildikten sonra vasküler yapılarıdaki yüksek değerli vokseller kullanılarak üç boyutlu kemik ya da vasküler görüntüler oluşturulabilmekte ve özel görsel efektlerle görüntünün yorumu kolaylaştırılmaktadır. Bu işlemler rekonstrüksiyon ya da reformasyon olarak adlandırılmaktadır. BT'de üç boyutlu yüzey rekonstrüksiyonu, son görüntünün sanal olarak istenilen seviyeden ışıklandırma sonucu ve oluşan gölgelendirilmesi sayesinde girinti, çıkıntılar daha net olarak izleniyor. BT cihazları ilk üretilenden bugüne çok büyük değişiklikler göstermiştir (87, 88).

**1. Jenerasyon:** İnce bir ışın demeti kullanılmıştır ve iki ayrı kesit için bilgi toplayan iki ayrı NaI (sodyum iodid) dedektörü vardır. Birbirine bağlı olan X ışını ve dedektörler aksiyel planda kayarak görüntülenecek alanı tek bir ışın demeti ile

birbirine paralel çizgiler şekilde tarar. Bu aygıtlar sadece kranial inceleme yapar. Bir çift görüntü elde etmek yaklaşık 5 dakika kadar sürmektedir.

**2. Jenerasyon:** Bu jenerasyonda tarama teknolojisi değişmemiştir (rotate-translate). Fark ışın geometrisinde ve dedektör sayısındadır. Işın demeti yaklaşık 10 derecelik bir yelpaze şeklindedir (yelpaze ışın geometrisi) ve karşısına 30 kadar dedektör sıralanmıştır. X ışınından yararlanma oranı ilk jenerasyon makinelerine göre 30 kat artmıştır, ancak saçılma da artmıştır. Bir kesit yaklaşık 18 sn'de oluşturulmaktadır.

**3. Jenerasyon:** Bu jenerasyon BT cihazlarında tarama teknolojisi değişmiş, ışın yelpazesi genişlemiş ve dedektör sayısı artmıştır. Tüp ve ona bağlı yaklaşık 800 dedektör hastanın çevresinde 360 derece dönerek veri toplar ("rotate-rotate" teknoloji). X ışını yelpazesi tüm görüntüleme alanını kapsayacak kadar genişlemiş, tarama ortadan kalkmıştır; her projeksiyonda tüm ölçümler aynı anda yapılır. Üçüncü kuşak cihazlarda sürekli rotasyon yapan X ışını tüpünün ışın yelpazesi ve karşısında halkasal şekilde dizilmiş çok sayıda dedektörden oluşan bir ark mevcuttur. Hastayı geçen ışın değerleri, referans dedektörlerle karşılaştırılarak X ışınlarının zayıflaması hesaplanır. Dedektör zincirinin kenarına yerleştirilmiş referans dedektörler ışın yelpazesinin içinde fakat görüntü alanının dışındadır. Ölçüm yapan dedektörlerle referans dedektörleri ayrıdır. Kesit elde etme süresi bu cihazlarda birkaç saniyeye kadar düşerek, BT inceleme gerçekten pratik hale getirildi. Bu gelişmeden sonra tomografi yaygın kullanıma girdi. Ayrıca inceleme bölgeleri de genişleyerek tüm vücut BT kullanılır oldu.

**4. Jenerasyon:** Bu sistemde yaklaşık 4800 dedektör gantri açıklığı çevresine bir halka şeklinde sabit olarak yerleştirilmiştir. Tüp bu dedektör halkası içinde döner. Tüp hareketli, dedektörler sabit olduğu için bu teknolojiye "rotate/stationary" adı verilmiştir. Referans ölçümü ve transmisyon ölçümü aynı dedektörle yapılır. Kesit süresi 2 saniyenin altına inmiştir.

**5. Jenerasyon:** Kardiyak çalışmalar için geliştirilmiştir. Bu sistemde x ışını tüpü yoktur. Bir elektron tabancasından çıkan elektronlar hasta çevresinde sabit olarak yerleştirilmiş tungsten anoda çarpıtılarak X ışını üretilir. Sistem bu nedenle elektron demetli tarayıcı olarak da isimlendirilir. Tarama süresi 50 milisaniyeye düşürülmüştür ve kalbin çalışırken kesit görüntüsünü canlı olarak izlemek

mümkündür (sine görüntü). Sistemde hareket eden bir parça olmadığı için bu teknoloji “stationary/stationary” olarak adlandırılır. Sistem istenirse konvansiyonel BT gibi de çalıştırılabilir.

**6. Jenerasyon:** Helikal (spiral) BT’dir. Helikal BT “slipring” teknolojisini kullanır. Tüpün devamlı dönmesi sürecinde hasta masası kayar. Tüp tam dairesel döner, ancak hasta masası devamlı kaydığı için X ışını demetinin incelenen vücut bloğunda izlediği yol zorunlu olarak helikaldir. Böylece kısa sürede gerçek bir hacimsel tarama yapılmış olmaktadır. Torakal veya abdominal bölgenin taraması tek bir nefes tutma ile tamamlanabilmektedir. Bu hız hareket artefaktını önler, verilen kontrast madde miktarını azaltır.

**7. Jenerasyon:** 6. jenerasyondan farkı birden çok dedektör sırası kullanılmasıdır. Aynı zamanda çok sayıda kesit alır. Bu nedenle ÇKBT tanımı daha çok kullanılır. Bu sistemde kesit kalınlığını X ışınının kolimasyonu değil, dedektör açıklığı belirler. Tüpten çıkan X ışını kalınlığı kullanılan dedektör sırasınca belirlenen kalın bir yelpaze şeklindedir. Bu ışın şekline açık ışın geometrisi (open beam geometry) denir. Tüpten çıkan ışının en yüksek oranda kullanıldığı geometri budur. İnceleme süresi çok kısalmıştır. Günümüzde dedektör sayısı gittikçe artmaktadır. Çok kesit teknolojisinin öncüsü 1993 yılında geliştirilen 2 kesitli BT cihazı kabul edilir. İlk gerçek ÇKBT’ler 4x1 mm kesitli olarak 1998 yılında kliniğe girmiştir. Bunu 2000 yılında 8, 2001’de 16 ve daha sonra 32, 2003’te de 64 kesitli sistemler izlemiştir. Tüpün dönüş süresinin 0,5 sn ve altında olduğu bu sistemlerde kesit kalınlıkları da 1 mm’nin altına düşmüştür. Bugün ülkemizde 128 slice cihaz kullanan klinikler mevcuttur. Son zamanlarda buna ilaveten birden fazla X ışını kaynağı kullanan sistemler geliştirilmiştir. ÇKBT yöntemi ile z aksındaki (longitudinal aks) çözümü artmış, inceleme süresi kısalmış, incelenen hacim artmış ve üretilen X ışınından yararlanma oranı artmıştır. BT’nin elektronik ve software teknolojisi hızla ilerlemektedir. Günümüzdeki 64 kanallı dedektör sistemlerinin dedektör boyutları 1 mm’nin altına düşmüştür ve hepsi birbirine eşit boyuttadır. Böyle bir sistemde bir defada 64 kesit almak mümkündür (71). 256 kanallı dedektör sistemlerinin prototipleri piyasaya sunulmuştur.

**Kesit kalınlığı;** tek sıra dedektörlü sistemde kesit kalınlığı ışın demetinin kolimasyonu ile ayarlanır. Kesit kalınlığı arttıkça kesite düşen foton miktarı da aynı

oranda artar. Dedektörlerin birleştirilerek tek dedektör gibi fonksiyone edilebildiği çok sıralı dedektör sistemlerinde kesit kalınlığını dedektör grubunun genişliği belirler. Artefakt etkisi azalır, hastanın aldığı doz biraz artar.

**Kesit konumu;** tek tek ardışık kesit alan konvansiyonel sistemlerde kesitlerin birbirine göre konumu masanın hareketi ile belirlenir. Masa iki kesit arasındaki kesit kalınlığı kadar hareket ediyorsa kesitleri birbirine sırt sırta dayanır, aralık veya üst üste binme yoktur. Bu tip taramaya ‘devamlı’ (continue) tarama adı verilir. Masanın hareketi kesit kalınlığında az ise kesitler üst üste biner; üst üste binme “overlapping” şeklinde tarama adı verilir. Masanın hareketi kesit kalınlığından fazla ise arada taranmamış kesim kalıyor demektir. Bu tarama şekline de aralıklı tarama denir. Reformasyon görüntülerinin kaliteli olması için ince kesitlerle üst üste tarama yapılmalıdır. Helikal taramalarda ise kesit konumunu tanımlamak için kolimatör alanı (pitch) faktörü tanımlanmıştır. Alan hastanın aldığı radyasyon dozunu, görüntü kalitesini ve inceleme süresini belirler. Alan faktörü 0,75–1,5 arasında değişir. 1,0 kesintisiz, birden küçük değerler üst üste binme şeklinde, birden büyük değerler ise parsiyel tarama demektir. Alan faktörü arttıkça hız artar, hastanın aldığı doz düşer. Önemli bir veri kaybı olmadan yapılacak taramanın alan değeri 1,5’tir.

**Görüntü işleme;** hastadan veriler toplanıp kesit görüntü rekonstrüksiyonu yapıldıktan sonra, elde edilen görüntünün tanıya yardım etmek amacıyla işlenmesidir (post-processing). Bu işlemler pencereleme gibi elde edilen görüntünün işlenmesi olabileceği gibi, hacim verilerinden yeni görüntüler oluşturmak veya görüntüleri farklı şekillerde yeniden yapılandırmak şeklinde de olabilir.

**Pencereleme:** Pencerelemenin esasları tüm gri tonları incelenecek alanda kullanmak ve incelenen bölgedeki dokular arasındaki kontrastı artırmaktır. Pencere genişliği daraldıkça incelenen kesimin kontrastı artar. Pencere değerlerinin dışındaki yapılar arasında kontrast kalmaz, beyaz ve siyah tonlar içerisinde kaybolurlar.

**Değişik düzlemlerde yeniden yapma (Multiplanar Reformasyon-MPR);** Z aksının çözümü kesit kalınlığı ile sınırlı olduğu için MPR görüntüsünün uzaysal çözümü düşüktür. Uzaysal çözümü yüksek bir reformasyon yapılacaksa z değeri düşürülmelidir (örneğin 1mm). Koronal, sagittal, oblik ya da kavisli düzlemlerde reformasyon yapılabilir. BT cihazlarında gantry, vertikal planda 25–30 derecelik pozitif ve negatif açı yapabilecek şekilde düzenlenmiştir. Bu özellik

tam aksiyel olmayan planlarda kesit almaya yarar. Örneğin lumbosakral diskten kesit geçirebilmek için gantriye açısı vermek zorunludur ve kranyumun tam bir koronal kesitinin alınabilmesi için gantrinin belirli bir açıda olması gerekir.

**Üç boyutlu gösterim (hacim rekonstrüksiyon teknikleri);** kraniofasiyal cerrahi, radyoterapi, aortik stentleme gibi işlemlerin planlanmasında kullanılır. İki yöntemi vardır; hacim hesaplama (volüm rendering) ve reprojeksiyon. Daha çok kullanılmakta olan reprojeksiyon yönteminde belirlenen bakış açılarından radyografik projeksiyonlara benzer görüntüler elde edilir. Volüm veri setinden bakış açısına göre vokseller seçilir ve o yöndeki tüm voksel değerleri toplanır. Genellikle her“ray”ın azami BT numarası görüntülenir, bu nedenle bu yönteme azami intensite projeksiyon (MİP) adı verilir. Benzer şekilde düşük BT numarası taşıyan vokseller de görüntülenebilir (asgari intensite projeksiyonu). Değişik açılarda yapılan görüntüler sine modunda gösterilerek 3 boyutluluk sağlanmış olur. Bu tekniklerin en önemli klinik uygulaması BT anjiyografi adı verilen bu yöntemde kontrastlı damar kesitlerinden MİP yöntemi ile anjiyografik görüntüler elde edilir. BT anjiyografi ile aorta ile birlikte alt ekstremitte arterleri, torakoabdominal aorta, arkus aortadan intraserebral dolaşıma kadar olan karotit arterler kesintisiz olarak incelenebilmektedir. Aynı zamanda aort anevrizma ve diseksiyonları, ekstremitte arterlerindeki stenozlar, renal arter patolojileri, mezenter iskemiler, karaciğer transplantasyonları öncesinde hepatik arteriyel, hepatik ve portal venöz anatomisinin değerlendirilmesine olanak sağlar (89). Üç boyutlu reformasyonun diğer kullanım alanları; kranium ve pelvis gibi küresel kemik yapıların kırıklarına bağlı deformasyonların gösterilmesi ve sanal endoskopilerdir. Mukozal yüzeyin gösterildiği sanal kolonoskopi ve bronkoskopi incelemeleri yapılır.

**Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT) teknolojisi;** koroner arterlerde stenoz varlığının belirlenmesinde, plakların görüntülenmesinde, miyokardiyal perfüzyonun değerlendirilmesinde noninvaziv bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Akut inme hastalarında, rutin BT incelemelerinde patolojinin belirlenemediği ilk 6 saatlik dönemde, ÇKBT teknolojisi sayesinde yazılım desteği ile serebral kan akımı, serebral kan volümü ve ortalama geçiş zamanı değerlendirilerek beyin perfüzyonunun değerlendirilmesi olanaklı hale gelmiştir (90). Renal pelvis ve

mesane değerlendirilmesinde sanal endoskopi ile duvar değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

**Bilgisayarlı Tomografi (BT)'nin Klinik Önemi;** BT aygıtı, X ışını enerjisi ile kesitsel ve röntgene göre oldukça yüksek doku kontrastı sağlayarak görüntüleme oluşturmaktadır. Böylece BT görüntüsünde röntgendekine uyan özelliklerin yanı sıra üç boyutlu oryantasyon sağlayan kesitsel özelliği ve röntgende mümkün olmayan yumuşak doku ayırımını sağlayan yüksek doku kontrastı bir avantajdır. Bununla birlikte özellikle kemiğe komşu seviyelerde olmak üzere yumuşak dokularda MRG, BT den üstündür. MRG'nin yaygın kullanımına kadar neredeyse tüm vücutta kullanılabilen BT, özellikle santral sinir sistemi ve kas iskelet sisteminde yerini büyük oranda MRG'ye bırakmıştır. Bununla birlikte röntgende görüntülenmesi zor olan vertebra, pelvis, omuz kemeri, kafa tabanı gibi kompleks kemik yapılarına yönelik olan değerlendirmeler için, başlıca abdominal bölgede ve akciğer ağırlıklı olmak üzere torasik bölgedeki çalışmalar için BT tercih edilebilmektedir.

**Bilgisayarlı Tomografi (BT) Görüntüsü;** BT ve röntgen yöntemlerinde kullanılan enerji aynı olduğundan BT görüntüsü ile röntgen görüntüsünde renk tonları aynı yapıları tanımlar. Röntgende tanımlanan beş ana yoğunluk geçerli iken, BT de röntgene göre yüksek yumuşak doku çözünürlüğü nedeniyle çok sayıda gri tonlama söz konusudur. BT de beyaz görülen alanlar hiperdens, siyah görülen alanlar hipodens ve gri tonda olup referans dokuya eş yoğunluk veren alanlar ise izodens olarak adlandırılırlar. Yapılan pencereleme ayarları nedeniyle renk tonlarında değişiklik olabilir. Bununla birlikte, skalanın üstünde yer alan yapılar altındakine göre daima daha hiperdens görülürler. Bazen aynı yoğunlukta izlenebilirler. Ancak hiçbir zaman daha hipodens görülmezler.

**Bilgisayarlı Tomografi (BT)'de kullanılan kontrast maddeler;** Hem röntgen hem de BT olmak üzere her iki yöntemde de kullanılan X ışını nedeniyle aynı fiziksel prensipler geçerli olduğu için röntgendeki pozitif kontrast maddelerden iyotlu kontrast maddeler BT'de de kullanılmaktadır. Ancak baryum, metalik özelliği nedeniyle aşırı abzorpsiyona neden olmakta ve BT de görüntüyü bozduğu için kullanılmamaktadır. İyotlu kontrast maddeler intravenöz yolla, oral, rektal veya vajinal yolla ya da spinal subaraknoid seviye, eklem boşluğu gibi diğer vücut

boşluklarına verilebilmektedir. Ayrıca röntgende kullandığımız hava da BT de eklem incelemelerinde ya da bazı vücut boşluklarına verilerek kullanılabilir.

#### **1.4. Bilgisayarlı Tomografi Ürografi Endikasyonları**

Bilgisayarlı Tomografi Ürografi (BTÜ) için endikasyonlar geleneksel intravenöz ürografi ile aynıdır. Üriner sistem anormalliklerinin belirlenmesinde farklı teknikler kullanılarak yapılan BTÜ'nin tanısal doğruluğu %90 civarındadır (91-94). Özellikle üriner sistemin şüpheli, malignitelerinin değerlendirilmesinde önemli avantaj sağlar. Böyle bir anormallik geleneksel ürografi ile tespit edilemez. BTÜ aynı zamanda özellikle büyük spinal deformite ile birlikte olan nörojen mesane disfonksiyonu olan hastalarda, komplike üriner sistem enfeksiyonu olan, üst üriner sistem obstrüksiyonlarının saptanmasında ve üriner diversiyon gibi cerrahi işlemlerden sonra üriner sistemin değerlendirilmesinde etkilidir. Ek olarak, BTÜ üriner sistem taşı olan hastaların takibinde çok yararlıdır; pelvikalisyel sistemin mükemmel görüntülenmesini sağlar ve perkütanöz nefrolitotomi için yol göstericidir (95-97).

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Olgular

Çalışmamıza Haziran 2010 ile Ekim 2011 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi klinik ve polikliniklerinde muayeneleri sonucu; hematüri, üriner sistem enfeksiyonu, hidronefroz araştırılması, perkütan nefrolitotomi planlanan semptomatik ürolitiazis olguları, üst veya alt üriner sistem tümör riski olan olgular ve sistektomi sonrası üriner diversiyon işlemlerinin değerlendirilmesi amacı ile BTÜ endikasyonu konulan yaşları 18 ile 68 arasında değişen (ortalama 41) 57'si bayan 43'ü erkek 100 olgu dahil edildi.

### 2.2. BT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

İncelemeler Fırat Üniversitesi Hastanesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında TOSHIBA Marka TSX-101A/HC Model AQUILION 64 CT Cihazında 120 kv, 300 mA time 0,5 sn ve 0,5 mm kesit kalınlığı kullanılarak yapıldı.

Ön hazırlık aşamasında her bir grup için 20 olgu rastlantısal olarak aşağıda belirtilen şekilde hazırlık uygulanan beş gruba ayrıldı;

**Grup I:** İncelemeden bir saat önce 1000 ml su içirilerek hazırlık yapılan ve İVKM uygulanan olgular,

**Grup II:** İVKM enjeksiyonu öncesi 250 ml salin infüzyonu yapılan olgular,

**Grup III:** İVKM enjeksiyonu öncesi 250 ml salin infüzyonu sonrası 0,1 mg/kg İV Furosemid verilen olgular,

**Grup IV:** İVKM enjeksiyonu öncesi 0,1 mg/kg İV Furosemid verilen olgular ve

**Grup V:** İncelemeden bir saat önce 1000 ml su içirilen ve İVKM enjeksiyonu öncesi 0,1 mg/kg İV Furosemid verilerek incelenecek olgulardan oluşturuldu.

Olguların tümünde inceleme supin pozisyonunda, kompresyon uygulamadan yapıldı. 100 ml 350 mg/ml kontrast madde otomatik enjektörle antekübital venden 3 ml/sn hızla verildi. Kontrastsız, enjeksiyon sonrası nefrografik faz (100.sn) ve geç faz (15. Dakika) görüntüleri elde edildi.

Görüntülerin yorumlanmasında aksiyel görüntülerin yanı sıra iş istasyonunda (Vitrea 2; Vital Images, Inc. Minneapolis, Minn, USA) multiplanar rekonstrüksiyon (MPR), volume rendering ve maximum intensity projection (MIP) teknikleri kullanılmıştır. Alınan aksiyel görüntüler ve bunlardan elde edilen koronal 5 mm'lik

MİP görüntüleri incelemede kullanıldı. Ön tanımlardan habersiz olan radyolog tarafından sağ-sol ayırt edilmeden 200 üreter değerlendirildi ve üreterler proksimal, orta, distal olmak üzere üç bölgeye ayrıldı.

Proksimal üreter, üreteropelvik bileşkedeki iliyak kemiğin ilk görüldüğü kesite kadar olan segment; orta üreter, iliyak kemikten sakroilyak eklemi bitişine kadar olan segment, distal üreter; sakroilyak eklemi bitiminden mesaneye girişine kadar olan segment olarak ayrılıp opasifikasyon derecesine göre birbirleri ile karşılaştırıldı.

Opasifikasyonları; 0 dan 4'e kadar değerlerle ifade edildi.

0; hiç opasifiye olmaması

1; %25 den az opasifiye olması

2; %26-50 arası opasifiye olması

3; %51-75 arası opasifiye olması

4; %76 dan fazla opasifiye olması olarak derecelendirildi.

Grupların bir bütün olarak birbirleri ile değerlendirilmesinde Anova testi, gruplar arasındaki anlamlılıkların hangi ikili gruplar arasında gerçekleştiğini kıyaslanmada ise Tukey analiz testi kullanılmıştır. Analizler sosyal bilimler için istatistik paketi (SPSS, Chicago, IL, ABD) 15.0 sürümü ile gerçekleştirildi.

### 3. BULGULAR

Çalışmamız da 100 olguda 200 üreter ekskretuar fazda proksimal, orta, distal olmak üzere üçer segmentte incelendi. Kontrastsız incelemelerin değerlendirilmesinde 60 olguda renal kist, 47 olguda renal taş ve 12 olguda ise anjiomyolipom tespit ettik. Nefrografik fazda ise renal kisti olan olguların 9 tanesinde septalarında ve duvarında kontrastlanmanın izlendiği Bosniak tip III kist saptadık. Anjiomyolipom tespit edilen olgularda ise heterojen kontrastlanma tespit ettik. Kortikal ve medüller patoloji tespit etmediğimiz diğer olgularda böbrek parankimi normal kontrastlandı. Geç faz görüntülerde olguların 40 tanesinde mesane duvarında trabekülasyon izledik. Diğer olgularda mesane yeterli derede opasifiye olmuştu. Hiçbir üreter segmenti %25'den az opasifiye olmamıştır. Her bir segment için ortalama değer, standard sapma, minimum ve maksimum değerler tablo 1 de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Herbir üreter segmenti için elde edilen veriler

| Üreter Seg.       | Grup | n  | Ortalama | St. Sapma | Min. Değer | Max. Değer |
|-------------------|------|----|----------|-----------|------------|------------|
| Proksimal Segment | 1    | 40 | 3,48     | 0,679     | 2          | 4          |
|                   | 2    | 40 | 3,05     | 0,714     | 2          | 4          |
|                   | 3    | 40 | 3,53     | 0,554     | 2          | 4          |
|                   | 4    | 40 | 3,58     | 0,501     | 3          | 4          |
|                   | 5    | 40 | 3,43     | 0,501     | 3          | 4          |
| Orta Segment      | 1    | 40 | 3,40     | 0,810     | 2          | 4          |
|                   | 2    | 40 | 3,10     | 0,744     | 2          | 4          |
|                   | 3    | 40 | 3,78     | 0,423     | 3          | 4          |
|                   | 4    | 40 | 3,60     | 0,496     | 3          | 4          |
|                   | 5    | 40 | 3,45     | 0,504     | 3          | 4          |
| Distal Segment    | 1    | 40 | 3,35     | 0,802     | 2          | 4          |
|                   | 2    | 40 | 3,13     | 0,607     | 2          | 4          |
|                   | 3    | 40 | 3,65     | 0,483     | 3          | 4          |
|                   | 4    | 40 | 3,53     | 0,506     | 3          | 4          |
|                   | 5    | 40 | 3,48     | 0,506     | 3          | 4          |

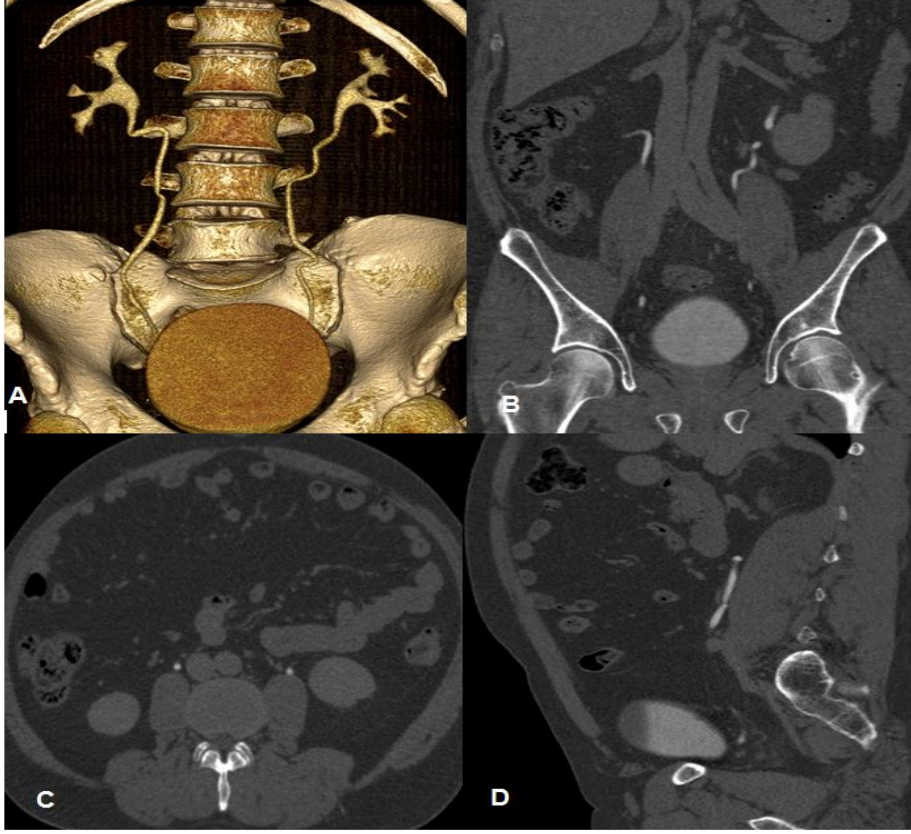
Üreter görüntülemesinin en ideal hangi yöntemle olacağını araştırmak için oluşturmuş olduğumuz beş farklı ön hazırlık protokolü uygulanan grupların bir bütün olarak birbirleri ile olan karşılaştırmasında üç üreter segmenti görüntülemesi için de gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$  Tablo 2).

**Tablo 2.** Gruplar da elde edilen verilerin bütün olarak istatistiksel analizi

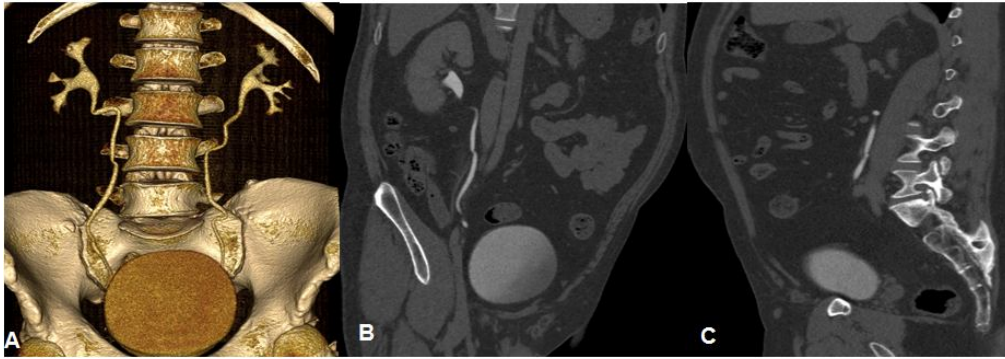
|          | Proksimal Segment | Orta Segment | Distal Segment |
|----------|-------------------|--------------|----------------|
| P değeri | 0.001             | 0.000        | 0.002          |

Bu farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için herbir grubun birbirleri ile ikili olarak karşılaştırılmasında; proksimal üreter segmenti için yapılan değerlendirmede grup II ile grup I, grup III, grup IV ve grup V arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi ( $p<0.05$  Tablo 3). Grup I'in grup II ile karşılaştırılmasında; grup I daha üstündü ( $p<0.05$  Tablo 3). Grup I'in grup III, grup IV ve grup V'e istatistiksel olarak anlamlı bir üstünlüğü yoktu ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup II'nin diğer gruplarla olan karşılaştırılmasında; ise grup I, grup III, grup IV ve grup V, grup II'ye istatistiksel olarak üstünlerdi ( $p<0.05$  Tablo 3). Grup III'ün ikili gruplarla karşılaştırılmasında grup II ile anlamlı üstünlüğü vardı ( $p<0.05$  Tablo 3), ancak grup I, grup IV ve grup V arasında ise anlamlı bir üstünlük yoktu ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup IV'ün diğer gruplarla yapılan değerlendirmesinde; grup IV grup II'ye üstündü ( $p<0.05$  Tablo 3), grup I, grup III ve grup V'e ise anlamlı bir üstünlüğü yoktu ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup V ise grup II'ye üstündü ( $p<0.05$  Tablo 3), fakat proksimal üreter görüntülemesinde grup V'in grup I, grup III ve grup IV'e ise anlamlı bir üstünlüğü yoktu ( $p>0.05$  Tablo 3, Şekil 16).

Orta üreter segmenti için yapılan değerlendirme de grup I ile grup II, grup III, grup IV ve grup V arasında anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup II ile grup III ve grup IV'ün karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ( $p<0.05$  Tablo 3). Grup III ve grup IV, grup II'den daha üstün görüntüleme sağlamıştır. Grup II ile grup I ve grup V arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup III ve grup II arasındaki karşılaştırmada grup III grup II'ye istatistiksel olarak üstündü ( $p<0.05$  Tablo 3, Şekil 17).



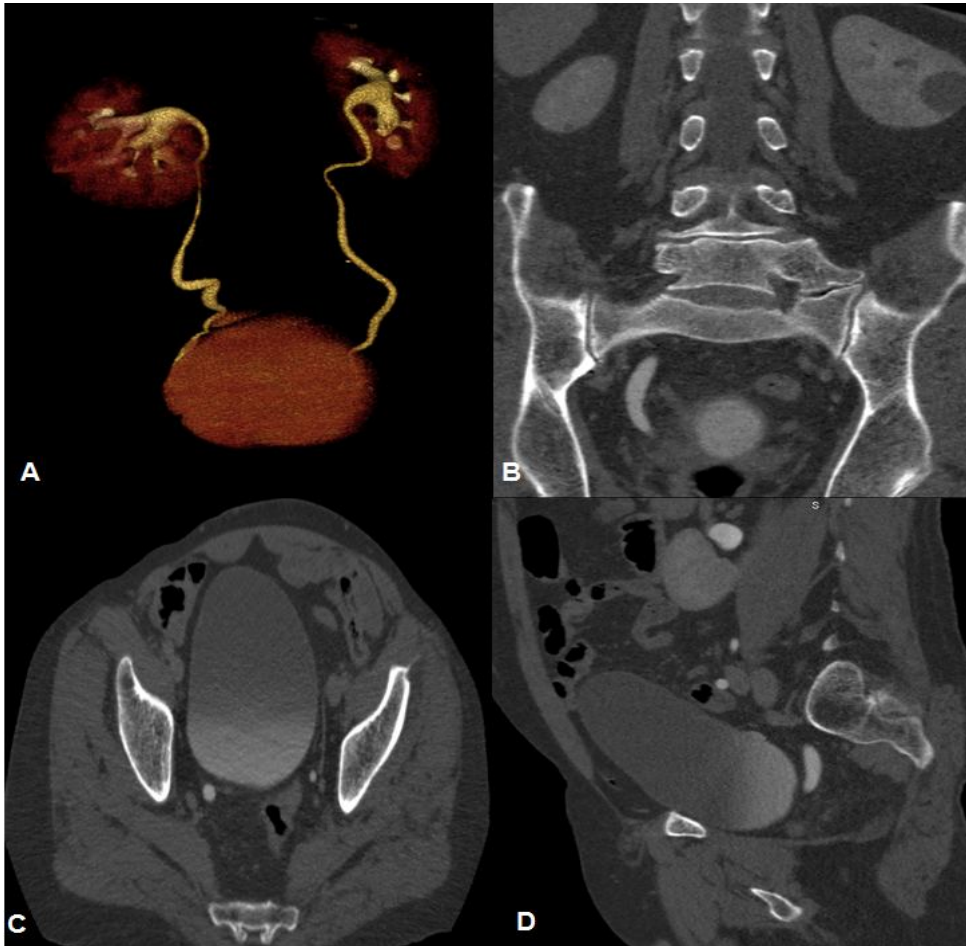
**Şekil 16.** Grup V olgu da Grade II opasifikasyon gösteren üst üreter segmentinin a) Reformat, b) Koronal, c) Aksiyel, d) Sagittal BTÜ görüntüsü



**Şekil 17.** Grup III olgu da Grade III opasifikasyon gösteren sağorta üreter segmentinin a) Reformat, b) Koronal, c) Sagittal BTÜ görüntüsü

Grup III ile grup I, grup IV ve grup V arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup IV, grup II'ye orta üreter segmenti görüntülemesinde üstün iken ( $p<0.05$  Tablo 3), grup I, grup III ve grup V'e anlamlı bir üstünlüğü tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup V ile grup I, grup II, grup III ve grup IV arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3).

Distal üreter segmenti için yapılan değerlendirmede grup I ile grup II, grup III, grup IV ve grup V'in ikili olarak karşılaştırılmalarında anlamlı üstünlük tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup III ve grup IV, grup II'den daha üstün görüntüleme sağladığı saptandı ( $p>0.05$  Tablo 3). Fakat grup II ile grup I ve grup II ile grup V arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup III ile grup II arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ( $p<0.05$  Tablo 3). Grup III'ün grup I, grup IV ve grup V ile kıyaslamasında anlamlı bir üstünlük yoktu ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup IV ile grup II arasında anlamlı farklılık tespit edildi ( $p<0.05$  Tablo 3, Şekil 18). Grup IV ile grup I, grup III ve grup V arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3). Grup V ile grup I, grup II, grup III ve grup IV arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ( $p>0.05$  Tablo 3).



**Şekil 18.** Grup IV olgu da Grade IV opasifikasyon gösteren sağ alt üreter segmentinin a) Reformat, b) Koronal, c) Aksiyel, d) Sagittal BTÜ görüntüsü

**Tablo 3.** Grupların birbirleri ile istatistiksel analizi (Tukey testi  $p<0.05$ )

| Gruplar | Karşılaştırıldığı Grup | Proksimal Segment | Orta Segment | Distal Segment |
|---------|------------------------|-------------------|--------------|----------------|
| Grup 1  | Grup 2                 | <b>0.014</b>      | 0.191        | 0.438          |
|         | Grup 3                 | 0.996             | 0.053        | 0.161          |
|         | Grup 4                 | 0.944             | 0.593        | 0.679          |
|         | Grup 5                 | 0.996             | 0.996        | 0.880          |
| Grup 2  | Grup 1                 | <b>0.014</b>      | 0.191        | 0.438          |
|         | Grup 3                 | <b>0.004</b>      | <b>0.000</b> | <b>0.001</b>   |
|         | Grup 4                 | <b>0.001</b>      | <b>0.003</b> | <b>0.024</b>   |
|         | Grup 5                 | <b>0.043</b>      | 0.085        | 0.067          |
| Grup 3  | Grup 1                 | 0.996             | 0.053        | 0.161          |
|         | Grup 2                 | <b>0.004</b>      | <b>0.000</b> | <b>0.001</b>   |
|         | Grup 4                 | 0.996             | 0.708        | 0.880          |
|         | Grup 5                 | 0.944             | 0.130        | 0.679          |
| Grup 4  | Grup 1                 | 0.944             | 0.593        | 0.679          |
|         | Grup 2                 | <b>0.001</b>      | <b>0.003</b> | <b>0.024</b>   |
|         | Grup 3                 | 0.996             | 0.708        | 0.880          |
|         | Grup 5                 | 0.793             | 0.811        | 0.996          |
| Grup 5  | Grup 1                 | 0.996             | 0.996        | 0.880          |
|         | Grup 2                 | <b>0.043</b>      | 0.085        | 0.067          |
|         | Grup 3                 | 0.944             | 0.130        | 0.679          |
|         | Grup 4                 | 0.793             | 0.811        | 0.996          |

#### 4. TARTIŞMA

Bilgisayarlı Tomografi Ürografi (BTÜ), üriner sistem görüntülenmesinde geleneksel radyografi yerine ÇKBT' nin kullanıldığı, böbreklerin ve üriner sistemin güvenilir şekilde değerlendirilmesini sağlayan bir boşaltım ürografisidir. Ürogenital Radyoloji Avrupa kulübünün BTÜ çalışma grubu, BTÜ'yi böbrek, üreter ve mesanenin optimum görüntülenmesi için yapılan tanısal çalışma olarak tanımlamış ve tetkikin ÇKBT kullanılarak ince kesitler alınmasını, İV kontrast madde kullanılmasını ve ekskretuar fazda görüntülemeyi kapsadığını bildirmiştir (7).

Bilgisayarlı Tomografi Ürografi (BTÜ)'de İV kontrast madde verilmesini takiben ekskretuar fazda görüntü alınması koşulu kontrastsız görüntü alınmayacağı anlamına gelmez. Kontrastsız kesitler renal parankimin değerlendirilmesinde çok kıymetlidir. Kontrastsız inceleme ile taşlar saptanabileceği gibi, üriner traktüs kitlelerinin kontrastsız görüntüleri de elde edilir ve kitlelerin kontrastsız atenüasyon değerleri ölçülür, yağ ve kalsiyum içeriği yönünden değerlendirme yapılır. Ancak BTÜ'nin uygulanma şekli konusunda henüz fikir birliğine varılamamıştır (10). Biz de çalışmamız da yapmış olduğumuz tüm BTÜ çekimlerinde kontrastsız görüntüler de aldık ve olguların 60 tanesinde kortikal kist, 47 tanesinde taş, 12 olguda ise anjiomyolipom saptadık.

Kontrastlı görüntülemeler ise BTÜ' nün temel komponentidir; bu görüntüler taş ve kalsifikasyon dışında hemen hemen tüm ürolojik anormalliklerin saptanmasında sensitiviteyi arttırır.

100-150 ml kontrast maddenin İV verilmesini takiben aşağı yukarı 100 saniye bekleme periyodunun ardından alınan nefrojenik fazda renal korteks ve medulla kontrastlanır. Renal kitlelerin saptanması ve karakterizasyonu en iyi bu fazda yapılır (98). Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz nefrojenik faz görüntülerinde kontrastsız fazda kortikal kist saptadığımız 60 olgunun 9 tanesinde septalarında ve duvarında kontrastlanmanın izlendiği Bosniak tip III renal kist saptadık. Anjiomyolipomu olan olgularda ise heterojen kontrastlanma gözlemledik.

Eksretuar faz görüntülemeler, toplayıcı sistem lümeninin değerlendirilmesi için gereklidir. Değişik BTÜ teknikleri tanımlanmıştır. Bunların amacı ekstrete kontrast madde ile üriner traktüsün tam opasifikasyonunu sağlamaktır. Bu faktör optimize olduğu zaman lezyon saptamada sensitivite ve spesifitesinin artacağı

düşünülmektedir (99). İntrarenal toplayıcı sistem ve üreterlerin tek bir incelemede tamamen opasifiye olması zordur. Optimal üriner traktüs distansiyonu ve opasifikasyonu için değişik tekniklerin kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda önerilen teknikler pron pozisyonda çekim, abdominal kompresyon, İV ve oral hidrasyon, furosemid uygulanarak ve çok fazlı incelemeler yapılmasıdır (100-102).

Yapılan çalışmalardan anlaşılacağı üzere BTÜ çekiminin her aşamasında görüntü kalitesi, tanı koymada sensitivite ve spesifitesiyi artıracak birçok yöntem denenmiştir. Bizde çalışmamızda supin pozisyonunda abdominal kompresyon uygulamadan Furosemid, İV salin, oral hidrasyon ve bunların kombinasyonunun ekskretuar faz görüntülerine olan katkılarını değerlendirmek istedik.

Mc Tavish ve ark. (5) hematüri veya şüpheli renal kitlesi bulunan toplam 51 hastaya BTÜ ile değerlendirdikleri çalışmalarında araştırmacılar 17 kişilik olgu grupları üzerinde üç farklı tekniği (pron, kontrastlı izotonik sodyum klorür (NaCl) çözeltisi ile birlikte pron ve kontrastlı izotonik solüsyon ile birlikte supin pozisyonda inceleme) kullanmışlardır. İzotonik NaCl çözeltisi verilmesinin (pron ve supin pozisyonda) sağ ve sol distal üreterin opasifikasyonu izotonik NaCl çözeltisi verilmeden yapılan pron pozisyonuna göre anlamlı olarak arttırdığını bulmuşlardır. Aynı çalışmada pron pozisyon ile supin pozisyonda gerçekleştirilen incelemeler arasında opasifikasyon skorlarında anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Sudakoff ve ark. (105) ise 108 olguyu BTÜ ve kontrastlı BT dijital radyografi (BTDR) ile incelemişlerdir. Çalışmada 54 olguya BTÜ boyunca izotonik NaCl bolus tarzında verilmiş, 54 olguya ise izotonik NaCl bolusu olmaksızın BTÜ incelemesi yapılmıştır. Sonuçta izotonik NaCl bolusunun ekskretuar görüntüleme üriner sistem opasifikasyonunda anlamlı artış oluşturmadığını saptamışlardır. Sudakoff'un sonuçları ile daha önce yayınlanan ve İV izotonik solüsyon verilmesinin opasifikasyonu arttırdığını gösteren yayınların uyumsuzluğunun nedeni belirsizdir. Olgu popülasyonunun ve hidrasyon durumlarının farklı oluşlarının zıt sonuçlara sebep olabileceği öne sürülmüştür.

Kawamoto ve ark. (100) yeterli miktarda su içmenin ve gastrointestinal sistemden yeterli absorpsiyon zamanı verilmesinin de İV hidrasyon ile benzer etki gösterdiğini yayınlamışlardır.

Mc Nicholas ve ark. (104) yaptıkları çalışmalarında BTÜ’de eksternal kompresyonun toplayıcı sistemin ve distal üreterin opasifikasyonunu daha belirgin hale getirdiği sonucuna varmışlardır.

Mc Nicholos ve ark. (104) sonuçlarından farklı olarak Caoili ve ark. (99) eksternal kompresyon ile BTÜ de üriner traktüs distansiyonunda ve opasifikasyonunda anlamlı artış olmadığını bildirmişlerdir. Eksretuar faz görüntülenmesinde 250ml. izotonik NaCl’in İV verilmesinin intrarenal toplayıcı sistemin ve proksimal üreterin opasifikasyonunu ve görüntü kalitesini anlamlı olarak arttırdığını bulmuşlardır. Ayrıca gecikmiş ekskretuar fazda görüntü elde etmenin (450sn) intrarenal toplayıcı sistem ve proksimal üreterin distansiyonunu anlamlı oranda arttırdığını ve alt üreter segmentlerinin görüntülenmesine de yardımcı olduğunu, daha az nonopasifiye distal üreteral segment olduğunu belirtmişlerdir. Herhangi bir tekniğin birlikte kullanımının üreter distal segmentinin opasifikasyonunda önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Furosemid tipik olarak düşük dozda (5-10mg) kullanılır. Üriner trakt distansiyonunu ve opasifikasyonunu furosemidin indüklediği diürezin artırdığı farzedilir. Silverman, 87 hastanın ÇKBT ile elde edilen ekskretuar faz görüntülerini tekrar incelemiştir. Bu çalışma İV kontrast maddeye ek olarak yalnızca izotonik NaCl, izotonik NaCl ve furosemid beraber veya furosemid tek başına kullanılarak yapılmış, sonuçta orta ve distal üreteral segmentler için furosemid ile birlikte elde edilen ortalama opasifikasyon skorları İV izotonik NaCl ile elde edilenden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Benzer olarak orta ve distal üreteral segmentler için ortalama üreteral genişlik, yalnızca furosemid ile yapılan çalışmada anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. İV izotonik NaCl ve furosemidin birlikte kullanımının yalnızca furosemid kullanımına ek bir yararı bulunmamıştır (102).

Sanyal ve ark. (105) yaptıkları çalışmada, furosemid kullanımı ile üreterlerin %93’ ünün tamamen opasifiye olduğunu rapor etmişlerdir (105).

Bellin ve ark. (106) furosemid kullanımının İV salin kullanımına göre üriner traktusa boşalan kontrast maddenin homojen dağılımını oluşturacağını ve çoğu üriner taşların (bazı ürik asid taşları hariç) kontrastlı üriner trakt lümeninde daha iyi vizüalize edilebileceğini yayınlamışlardır.

Yapılan çalışmalardan anlaşılacağı üzere BTÜ çekiminin her aşamasında görüntü kalitesi, tanı koymada sensitivite ve spesifitesini artıracak birçok yöntem denenmiştir ve bu çalışmalarda birbirinin zıddı sonuçlarda elde edilmiştir. Bizde çalışmamızda supin pozisyonunda abdominal kompresyon uygulamadan Furosemid, İV salin, oral hidrasyon ve bunların kombinasyonlarının eksretuar faz görüntülerine olan katkılarını değerlendirmek istedik.

Çalışmamızda orta ve distal üreter segmentinin görüntülenmesin de gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptadık. Gruplar arasındaki bu farklılığın İV salin ile beraber furosemid uygulanan grup ve yalnız furosemid uygulanan grubun sadece İV salin uygulanan gruba olan üstünlüğünden kaynaklandığı anlaşıldı. Fakat furosemidin yalnız uygulanması ve İV salin ile furosemidin kombine uygulanması arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Bu sonuçlarımız Silverman ve ark. (102) yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarına benzer niteliktedir.

Proksimal üreter segmenti görüntülenmesinde yine gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptadık. Bu farklılıklar da oral hidrasyon, furosemid, İV salin ile kombine furosemid, oral hidrasyonla kombine furosemid uygulamalarının sadece İV salin uygulamasına olan üstünlüklerinden kaynaklanmakta idi. Oral hidrasyon, sadece furosemid, furosemidle kombine İV salin ve oral hidrasyonla kombine furosemid uygulamasının istatistiksel olarak birbirine üstünlüğü yoktu. İV salinin diğer gruplara nazaran üreter opasifikasyonunu artırmamasını ise olguların hidrasyon durumlarının farklı olması ve furosemidin sağlamış olduğu homojen diürezden kaynaklandığını düşünüyoruz. İV salin uygulamasının kalp yetmezliği, furosemidin hipotansiyonu olan olgularda uygulanması sakıncalı olacağından dikkatli kullanılmalıdır.

Sonuç olarak giderek İVÜ'nin yerini almaya başlayan BTÜ için halen spesifik bir hazırlık yöntemi önerilememektedir. Proksimal üreter görüntülenmesinde; İV salin uyguladığımız grup II'nin diğer 4 grupdan daha başarısız olduğunu saptadık. Diğer grupların birbirlerine üstünlükleri saptanmadı. Orta ve distal üreterlerin görüntülenmesin de ise; furosemid uygulanan grup IV ve furosemidle kombine İV salin uygulanan grup III'ün, İV salin uygulanan grup II'den daha üstün olduğu saptandı. Diğer grupların birbirlerine üstünlükleri saptanmadı. Çalışmamızda BTÜ öncesi spesifik bir hazırlık yöntemi saptayamadık. Fakat BTÜ

öncesi hazırlık aşamasında furosemidin kullanılması proksimal, orta ve distal üreter segmentlerinin opasifikasyonunu arttırmada yardımcıdır.

## 5. KAYNAKLAR

1. Nawfel RD, Judy PF, Schleipman AR, Silverman SG. Patient Radiation Dose at CT Urography and Conventional Urography. *Radiology* 2004; 232: 126–132.
2. Türkbey B, Akpınar E, Ozer C, Türkbey EB, Eken V, Karçaaltıncaba M, et al. Multidetector CT technique and imaging findings of urinary stone disease: an expanded review. *Diagn Interv Radiol* 2010; 16: 134–144.
3. Caoili EM, Cohan RH, Korobkin M, Platt JF, Francis IR, Faerber GJ, et al. Urinary tract abnormalities: initial experience with multi-detector row CT urography. *Radiology* 2002; 222: 353–360.
4. Kim S, Wang LL, Heiken JP, Siegel CL, Hildebolt CF, Bae KT. Opacification of urinary bladder and ureter at CT urography: effect of a log-rolling procedure and postvoiding residual bladder urine volume. *Radiology* 2008; 247: 747-753.
5. McTavish JD, Jinzaki M, Zou KH, Nawfel RD, Silverman SG. Multi-Detector Row CT Urography: comparison of strategies for depicting the normal urinary collecting system. *Radiology* 2002; 225: 783–790.
6. Silverman SG, Akbar SA, Morteale KJ, Tuncali K, Bhagwat JG, Seifter JL. Multi-detector row CT urography of normal urinary collecting system: furosemid eversus saline as adjunct to contrast medium. *Radiology* 2006; 240: 749-755.
7. Van Der Molen AJ, Cowan NC, Mueller-Lisse UG, Nolte-Ernsting CC, Takahashi S, Cohan RH; CT Urography Working Group of the European Society of Urogenital Radiology (ESUR). CT urography: definition, indications and techniques. A guideline for clinical practice. *Eur Radiol* 2008; 18: 4–17.
8. Sadow CA, Silverman SG, O'Leary MP, Signorovitch JE. Bladder cancer detection with CT Urography in an Academic Medical Center. *Radiology* 2008; 249: 195-202.
9. Lin WC, Wang JH, Wei CJ, Chang CY. Assessment of CT urography in the diagnosis of urinary tract abnormalities. *J Chin Med Assoc* 2004; 67: 73-78.
10. Morcos SK. Computed tomography urography technique, indications and limitations. *Curr Opin Urol* 2007; 17: 56-64.

11. Shu-huei S, Jia-hwia W, Shan-Su H, Cheng-Yen C. Can Intravenous Urography be replaced by CT Urography? Our experience in the evaluation for hematuria. *Chin J Radiol* 2006; 31: 63-70.
12. Nolte-Ernsting C, Cowan N. Understanding multislice CT urography techniques: many roads lead to rome. *Eur Radiol* 2006; 16: 2670–2686.
13. Vrtiska TJ, Hartman RP, Kofler JM, Bruesewitz MR, King BF, McCollough CH. Spatial resolution and radiation dose of a 64-MDCT scanner compared with published CT urography protocols. *AJR* 2009; 192: 941-948.
14. Koşucu P, Ahmetoğlu A, Imamoğlu M, Cay A, Ozdemir O, Dinç H, et al. Multi-Slice computed tomography urography after diuretic injection in children with urinary tract dilatation. *Acta Radiol* 2004; 45: 95–101.
15. Dahlman P, Jangland L, Segelsjö M, Magnusson A. Optimization of computed tomography urography protocol, 1997 to 2008: effects on radiation dose. *Acta Radiologica* 2009; 50: 446 – 454.
16. Ketith L, Moore TVN. Persaud. İnsan embriyolojisi. Dalçık H, Yıldırım M (Çeviren) s.305-319, İstanbul, Nobel Kitapevleri, 2002.
17. Petorak İ. Medikal Embriyoloji. 2. Baskı, İstanbul: Beta Basımevi, 1984; 212-218.
18. Thomas DFM. Fetal urology and prenatal diagnosis. Kelalis P, King L, Belman A (editors). *Clinical Pediatric Urology*. 3. Baskı, Philadelphia: WB Saunders, 1992; 66-67.
19. Woolf AS, Pitera JE. Embryology. Avner E, Harmon W, Niaudet P, Yoshiakawa N (editors). *Pediatric Nephrology*. 2. Baskı, Berlin. Springer Verlag, 2009: 5-8.
20. Ripollés T, Agramunt M, Errando J, Martinez MJ, Coronel B, Morales M. Suspected ureteral colic: plain film and sonography vs unenhanced helical CT. A prospective study in 66 patients. *Eur Radiol* 2004; 14: 129–136.
21. Moll J, Peacock WF. Urologic Stone Disease. Tintinalli JE, Kelen GD, Stapczynski JS (editors). *Emergency Medicine: A comprehensive Study Guide*. 6. Baskı, North Carolina. McGraw-Hill, 2004: 620-625.

22. Drake RL, Wayne V, Adam WMM. Grays Anatomi. Yıldırım M (Çeviren) s.320-327, Ankara, Güneş Kitabevi, 2007.
23. Sancak B, Cumhuriyet M. Fonksiyonel Anatomi. 3. Baskı, Ankara: Metu Pres Yayıncılık, 1999: 290-297.
24. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. Temel Histoloji. Aytekin Y, Solakoğlu S, Ahışhalı B (Çeviren) s.359-378, İstanbul, Barış Kitabevi, 1998.
25. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji. Öner G (Çeviren) s.331-420, İstanbul, Nobel Kitabevi, 1996.
26. Hinman F. Atlas Of Urologic Surgery. 19. Baskı, Philadelphia: Saunders Company, 1998: 783-785.
27. Walsh R, Vaughan W. Campbell's Urology. 8. Baskı, Philadelphia: Saunders Company, 2002; 36-40.
28. Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N. Temel Üroloji. 3. Baskı, Ankara: Güneş Kitabevi, 1998; 1-27.
29. Tanagho EA, McAninch JW. Genel Üroloji. Kazancı G (Çeviren) s.1-15, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi, 1999.
30. Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA. Anatomy of the lower urinary tract and male genitalia. Walsh R, Vaughan W (editors). Campbell's Urology. 4. Baskı, Philadelphia. Saunders, 2002: 41-80.
31. Noordzij JW, Dabhoiwala NF. A view on the anatomy of the ureterovesical junction. Scand J Urol Nephrol. 1993; 27: 371-380.
32. Zeren Z. İnsan Anatomisi. 1. Baskı, İstanbul: Ekin Yayınları, 1975:1-140.
33. Çelik E. Üreter taşlarında kontrastsız spiral BT'nin tanı değeri. Uzmanlık Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Radyoloji Bölümü, 2001.
34. Ödev K. Üriner sistem radyolojisi. 1. Baskı, Konya: Atlas Tıp Kitabevi, 1992: 80-85.
35. Smith RC, Levine J, Rosenfeld AT. Helical CT of urinary tract stones. Radiol Clin N Am 1999; 37: 911-952.

36. Mostafavi MR, Satzman B, Prasad PV. Magnetic resonance imaging in the evaluation of ureteropelvic junction obstructed kidney. *Urology* 1997; 50: 601-603.
37. Maudgil DD, McHugh K. The role of computed tomography in modern paediatric urology. *Eur J Radiol* 2002; 43: 129-138.
38. Louca G, Liberopoulos K, Fidas A, Nikolakopoulou Z, Lykourinas M, Strigaris K. MR urography in the diagnosis of urinary tract obstruction. *Eur Urol* 1999; 35: 102-108.
39. Avni EF, Bali MA, Regnault M, Damry N, Degroot F, Metens T, et al. MR urography in children. *Eur J Radiol* 2002; 43: 154-166.
40. Hennig J, Freidburg H. Clinical applications and methodological developments of the RARE technique. *Magn Reson Imaging* 1988; 6: 391-395.
41. Rothpearl A, Frager D, Subramanian A, Bashist B, Baer J, Kay C, et al. MR urography: technique and application. *Radiology* 1995; 194: 125-130.
42. Klein LT, Frager D, Subramanian A, Lowe F. Use of magnetic resonance urography. *Eur J Radiol* 1998; 52: 602-608.
43. Peters AC. Urinary tract obstruction in children. *J Urol* 1995; 154: 1874-1884.
44. Cendron M, Elder JS. Perinatal urology. Gillemvater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchel ME (editors). *Adult and Pediatric Urology*. 4. Baskı, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 2076-2079.
45. Piepsz A. Radionuclide studies in paediatric nephrourology. *Eur J Radiol* 2002; 43: 146-153.
46. Semelka RC, Hricak H, Tomei E, Floth A, Stoller M. Obstructive nephropathy: Evaluation with dynamic Gd- DTPA enhanced MR imaging. *Radiology* 1990; 175: 797-803.
47. Jung P, Brauers A, Nolte-Ernsting CA, Jakse G, Günther RW. Magnetic resonance urography enhanced by gadolinium and diuretics; a comparison with conventional urography in diagnosing the cause of ureteric obstruction. *BJU Int* 2000; 86: 960-965.

48. Hwang SI, Kim SH, Kim YJ, Kim AY, Cho JY, Lee JW, et al. Effectiveness of MR urography in the evaluation of kidney which failed to opacify during excretory urography: comparison with ultrasonography. *Korean J Radiol* 2000; 152-158.
49. Swischuk LE. *Imaging of the Newborn, Infant and Young Child*. 4. Baskı, Baltimore: Williams & Wilkins 1997; 630-636.
50. Riccabona M, Simbinner J, Ring E, Ruppert-Kohlmayr A, Ebner F, Fotter R. Feasibility of MR urography in neonates and infants with anomalies of the upper urinary tract. *Eur Radiol* 2002; 12: 1442-1450.
51. Borthne A, Nordshus T, Reisetter T, Geitung JT, Gjesdal KI, Babovic A, et al. MR urography: the future gold standard in paediatric urogenital imaging. *Pediatr Radiol* 1999; 29: 694-701.
52. Borthne A, Pierre-Jerome C, Nordshus, Reisetter T. MR urography in children: current status and future development. *Eur Radiol* 2000; 10: 503-511.
53. Dunnick NR, Sandler CM, Newhouse JH, Amis ES. *Textbook of Uroradiology*. 3. Baskı, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:1-80.
54. Hilton SW, Kaplan GW. Imaging of common problems in pediatric urology. *Urol Clin North Am* 1995; 22: 1-20.
55. Elder JS. Antenatal hydronephrosis. Fetal and neonatal management. *Pediatr Clin North Am* 1997; 44: 1299-1321.
56. Carty H, Wright N. Imaging in paediatric nephrology. Webb N, Postlethwaite R (editors). *Clinical paediatric nephrology*. 3. Baskı, New York: Oxford Medical Publications, 2003; 113-134.
57. Ames CD, Older RA. Imaging in urinary tract obstruction. *Braz J Urol* 2001; 27: 316-325.
58. Rawashdeh YF, Djurhuus JC, Mortensen J, Horlyck A, Frokiaer J. The intrarenal resistive index as a pathophysiological marker of obstructive uropathy. *J Urol* 2001; 165: 1397-1404.

59. Older RA, Stoll HL, Omary RA, Watson LR. Clinical value of renovascular resistive index measurement in the diagnosis of acute obstructive uropathy. *J Urol* 1997; 157: 2053-2055.
60. Schneider K, Fendel H. Urogenital Tract, Kidneys. Ebel K-D, Blickman H, Willich E, Richter E (editors). *Differential Diagnosis in Pediatric Radiology*. 2. Baskı, NewYork: Thieme, 1999: 346-434.
61. Roarke MC, Sandler CM, *Anatomic and Functional Imaging*, 1. Baskı, North America: WB. Saunders Company, 1998; 20-44.
62. Hillman BJ. Imaging advances in the diagnosis of renovascular hypertension. *AJR* 1989; 153: 5-14.
63. Kitiş Ö. Renal arterlerin değerlendirilmesinde kontrastlı 3D anjiografinin rolü ve Doppler USG ile korelasyonu. *Ege Tıp Dergisi* 2001; 40: 175-180.
64. Cronan JJ, Tublin ME. Role of the resistance index in the evaluation of acute renal obstruction. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 164: 377-378.
65. Platt JF, Rubin JM, Ellis JH. Acute renal obstruction: evaluation with intrarenal duplex Doppler and conventional US. *Radiology* 1993; 186: 685-688.
66. Tublin ME, Dodd GD, III, Verdile VP. Acute renal colic: diagnosis with duplex Doppler US. *Radiology* 1994; 193: 697-701.
67. Gurel S, Akata D, Gurel K, Ozmen MN, Akhan O. Correlation between the renal resistive index (RI) and nonenhanced computed tomography in acute renal colic: how reliable is the RI in distinguishing obstruction? *J Ultrasound Med* 2006; 25: 1113-1120.
68. Cox IH, Erickson SJ, Foley WD, Dewire DM. Ureteric jets: evaluation of normal flow dynamics with color Doppler sonography. *AJR* 1992; 158: 1051-1055.
69. Goldberg BB, Liu JB, Forsberg B. Ultrasound contrast agents: a review. *Ultrasound Med Biol* 1994; 20: 319-333.
70. Missouriis CG, Allen CM, Balen FG, Buckenham T, Lees WR, MacGregor GA. Noninvasive screening for renal artery stenosis with ultrasonud contrast enhancement. *J Hypertens* 1996; 14: 519-524.

71. Tuncel E. Klinik Radyoloji. 2. Baskı, İstanbul: Nobel & Güneş tıp Kitapevi, 2008: 87-90.
72. Kim EE, Barron BJ, Lamki LM, Podoloff DA. Genitourinary nuclear medicine. Sandler MP, Patton JA, Coleman RE, Gottschalk A, Wackers FJT, Hoffer PB (editors). Diagnostic Nuclear Medicine. 3. Baskı, Baltimore: Williams & Wilkins, 1988; 1191-1208.
73. Keolliker SL, Cronan JJ. Acute urinary tract obstruction. Imaging update. Urol Clin North Am 1997; 24: 571-582.
74. Kass EJ, Fink- Bennett D. Contemporary techniques for the radioisotopic evaluation of dilated urinary tracts. Urol Clin North Am 1990; 17: 273-289.
75. Dubovsky EV, Russell CD. Advances in radionuclide evaluation of urinary tract obstruction. Abdominal Imaging 1998; 23: 17-26.
76. Lorberboym M, Kapustin Z, Elias S, Nikolov G, Katz R. The role of renal scintigraphy and unenhanced helical computerized tomography in patients with ureterolithiasis. Eur J Nucl Med 2000; 27: 441-446.
77. Sfakianakis GN, Cohen DJ, Braunstein RH, Leveillee RJ, Lerner I, Bird VG, et al. MAG3-F0 scintigraphy in decision making for emergency intervention in renal colic after helical CT positive for a urolith. J Nucl Med 2000; 41: 1813-1822.
78. Altun E, Semelka RC, Cakit C. Nephrogenic systemic fibrosis and management of high risk patients. Acad Radiol 2009; 16: 897-905.
79. Menon M, Resnick MI. Urinary lithiasis: etiology, diagnosis and medical management. Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED and Wein AJ (editors). Campbell's Urology. 8. Baskı, Philadelphia: WB Saunders Company, 2006: 3267-3286.
80. Nolte-Ernsting CC, Tacke J, Adam GB, Haage P, Jung P, Jakse G, et al. Diuretic enhanced gadolinium excretory MR urography: comparison of conventional gradient-echo sequences and echo-planar imaging. Eur Radiol 2001; 11: 18-27.
81. Nolte-Ernsting CC, Bückler A, Adam GB, Neuerburg JM, Jung P, Hunter DW, et al. Gadolinium-enhanced excretory MR urography after low-dose diuretic injection: comparison with conventional excretory urography. Radiology 1998; 209: 147-157.

82. Nolte-Ernsting C, Adam G, Bucker A, Berges S, Bjornerud A, Gunther RW, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance urography: first experimental results with a polymeric gadolinium bloodpool agent. *Invest Radiol* 1997; 32: 418-423.
83. Kahraman AD. riner Obstrksiyonlu Olgularda MR rografi ile İntravenöz rografi Sonularının Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, İstanbul: TC. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Blm, 2006.
84. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, et al. Acute flank pain: comparison of noncontrast enhanced CT and intravenous urography. *Radiology* 1995; 194: 789-794.
85. Niall O, Rusell J, MacGregor R, Duncan H, Mullins J. A comparison of noncontrast computerized tomography with excretory urography in the assessment of acute flank pain. *J Urol* 1999; 161: 534-537.
86. Chong WK, Wysoki M, Heller LG, Zegel HG. Renal carcinoma presenting with flank pain: a potential drawback of unenhanced CT. *AJR* 2000; 174: 667-669.
87. Kaya T, Adapınar B, zkan R. Temel Radyoloji Tekniği. 2. Baskı, Bursa: Güneş & Nobel, 1997.
88. Bushong SC. Radiologic Science for Technologists : Physics, Biology and Protection. 6. Baskı, St. Louis: Mosby, 1997: 1-40.
89. Hoon J, Jeffrey D, Koenraad J, Walter W, Pablo R. Hepatic imaging with multidetector CT. *Radiographics* 2001; 21: 71-80.
90. Chen MY, Zagoria RJ. Can noncontrast helical computed tomography replace intravenous urography for evaluation of patients with acute urinary tract colic. *J Emerg Med* 1999; 17: 299-303.
91. Cohan RH, Caoili EM. CT urography. Morcos SK, Cohan RH (editors). New techniques in uroradiology. 3. Baskı, New York: Taylor & Francis Group, 2006; 69-100.
92. Lang EK, Macchia RJ, Thomas R, Ruiz-Deya G, Watson RA, Richter F, et al. Computerized tomography tailored for the assessment of microscopic hematuria. *J Urol* 2002; 167: 547-554.

93. Lang EK, Macchia RJ, Thomas R, Watson RA, Marberger M, Lechner G, et al. Improved detection of renal pathologic features on multiphasic helical CT compared with IVU in patients presenting with microscopic hematuria. *Urology* 2003; 61: 528-532.
94. Lang EK, Macchia RJ, Thomas R, Davis R, Ruiz-Deya G, Watson RA, et al. Detection of medullary and papillary necrosis at an early stage by multiphasic helical computed tomography. *J Urol* 2003; 170: 94-98.
95. Agrawal SK, Morcos SK. Imaging the urinary tract in patients with neurogenic bladder dysfunction. *Eur Radiol* 2003; 13: 26-28.
96. Sudakoff GS, Guralnick M, Langenstroer P, Foley WD, Cihlar KL, Shakespear JS, et al. CT urography of urinary diversions with enhanced CT digital radiography: preliminary experience. *AJR* 2005; 184: 131-138.
97. Thiruchelvam N, Mostafid H, Ubhayakar G. Planning percutaneous nephrolithotomy using multidetector computed tomography urography, multiplanar reconstruction and three-dimensional reformatting. *BJU Int* 2005; 95: 1280-1284.
98. Akbar SA, Morteale KJ, Baeyens K, Kekelidze M, Silverman SG. Multidetector CT urography: techniques, clinical applications, and pitfalls. *Semin Ultrasound, CT, MRI* 2004; 25: 41-54.
99. Dillman JR, Caoili EM, Cohan RH, Ellis JH, Francis IR, Nan B, et al. Comparison of urinary tract distension and opacification using single-bolus 3-Phase vs split-bolus 2-phase multidetector row CT urography. *J Comput Assist Tomogr* 2007; 31: 750-757.
100. Kawamoto S, Horton KM, Fishman EK. Opacification of the collecting system and ureters on excretory-phase CT using oral water as contrast medium. *AJR* 2006; 186: 136-140.
101. Warshauer DM, McCarthy SM, Street L, Bookbinder MJ, Glickman MG, Richter J, et al. Detection of renal masses: sensitivities and specificities of excretory urography/linear tomography, US, and CT. *Radiology* 1988; 169: 363-365.

- 102.** Silverman SG, Lee BY, Seltzer SE, Bloom DA, Corless CL, Adams DF. Small renal masses: correlation of spiral CT features and pathologic findings. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 163: 597-605.
- 103.** Sudakoff GS, Dunn DP, Hellman RS, Laguna MA, Wilson CR, Prost RW, et al. Opacification of the genitourinary collecting system during MDCT urography with enhanced CT digital radiography: nonsaline versus saline bolus. *AJR Am J Roentgenol*. 2006; 186: 122-9.
- 104.** McNicholas MM, Raptopoulos VD, Schwartz RK, Sheiman RG, Zormpala A, Prassopoulos PK, et al. Excretory phase CT urography for opacification of the urinary collecting system. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 170: 1261-1267.
- 105.** Sanyal R, Deshmukh A, Singh Sheorain V, Taori K. CT urography: a comparison of strategies for upper urinary tract opacification. *Eur Radiol* 2007; 5: 18-36.
- 106.** Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, Bissery A, Meric JB, Daudon M, et al. Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT-attenuation values and density. *Eur Radiol* 2004; 14: 2134-2140.

## 6. ÖZGEÇMİŞ

23.07.1981 tarihinde Kahramanmaraş'ın Afşin ilçesinde doğdum. İlkokulu Alemdar İlköğretim Okulu, Ortaokulu Afşin Merkez Ortaokulunda, liseyi Afşin Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesinde okudum. Tıp eğitimimi 1999 -2005 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesinde tamamladım. 2006 yılında Muş Malazgirt Adaksu Sağlık Ocağında sözleşmeli hekim olarak çalıştım. 2006-2007 yılları arasında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesinde Fizyoloji asistanlığı yaptım. 2007 Eylül Tıpta Uzmanlık Sınavı ile Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesinde Radyoloji bölümünü kazandım. Bu klinikte hala Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Evliyim ve bir çocuk sahibiyim.