



**DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**ÜROLOJİ ANABİLİM DALI**

**18 YAŞINDAN KÜÇÜK PEDİATRİK HASTALARDA**  
**UYGULANAN FARKLI PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ**  
**PROSEDÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. CEM ALAN**  
**UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Yrd. Doç. Dr. ONUR DEDE**

**DİYARBAKIR, 2017**



**DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**ÜROLOJİ ANABİLİM DALI**

**18 YAŞINDAN KÜÇÜK PEDIATRİK HASTALARDA**  
**UYGULANAN FARKLI PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ**  
**PROSEDÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. CEM ALAN**  
**UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Yrd. Doç. Dr. ONUR DEDE**

**DİYARBAKIR, 2017**

## TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Onur Dede'ye; uzmanlık eğitimim süresince engin bilgi, deneyim, ahlaki değerleri ile mesleki ve insani yönde ışık tutmuş hocalarım Sayın Prof. Dr. Kamuran Bircan'a, Sayın Doç. Dr. Yaşar Bozkurt'a, Sayın Doç. Dr. Abdullah Gedik'e, Sayın Doç. Dr. Namık Kemal Hatipoğlu'na, Sayın Yrd. Doç. Dr. Mansur Dağgüllü'ye ve değeri ölçülemeyecek kadar üzerimde emekleri olan birlikte çalışma fırsatını yakalamış olduğum diğer saygıdeğer hocalarıma;

Değerli çalışma arkadaşlarım Dr. Mehmet Salih Köse'ye, Dr. Gürkan Yılmaz'a, Dr. Erdoğan Bilici'ye, Dr. Mehmet Aktaş'a ve birlikte çalıştığım asistan ağabeylerime;

Klinik, poliklinik, ameliyathane ve taş kırma bölümlerimizin değerli her bir çalışanına;

Hayatım boyunca hayır duasını ve desteğini esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime;

Zorlu ihtisas süresince hep yanımda olan sevgili eşim Ezgi'ye ve hayatımıza ayrı bir renk katan canım oğlum Berkin'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Cem Alan

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	ii
KISALTMA LİSTESİ .....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	4
BÖBREĞİN ANATOMİSİ.....	4
Böbreğin yerleşimi ve komşulukları.....	4
Böbreğin parankimi ve toplayıcı sistemi .....	6
Böbreğin arteriyel, venöz ve lenfatik yapısı .....	8
ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞI.....	11
Epidemiyoloji.....	11
Etiyoloji .....	12
Ürolitiaziste predispozan faktörler ve rekkürrens için yüksek risk grupları.....	14
Taşların kimyasal kompozisyonu ve metabolik değerlendirmesi.....	16
Taş hastalığının klinik değerlendirmesi ve tanısında görüntüleme yöntemleri ..	19
TAŞ HASTALIĞINDA TEDAVİ SEÇENEKLERİ.....	23
Konservatif takip ve medikal ekspulsif tedavi (MET).....	23
Farmakolojik selektif tedavi/çözündürücü ajanlar (kemolizis).....	25
Vücut dışı şok dalga tedavisi/ Ekstrakorporal şok dalga litotripsi (ESWL) .....	27
Retrograd İntra Renal Cerrahi (RIRC).....	28
Laparoskopik Cerrahi .....	30
Açık Cerrahi.....	30
Perkütan Nefrolitotomi (PNL) .....	31

MATERYAL – METOD .....	39
BULGULAR.....	44
TARTIŞMA.....	50
SONUÇ.....	69
KAYNAKLAR.....	70



## KISALTMA LİSTESİ

- PNL:** Perkütan nefrolitotomi  
**UMP:** Ultra-mini perkütan nefrolitotomi  
**Mini-PNL:** Mini perkütan nefrolitotomi  
**Mikro-PNL:** Mikro perkütan nefrolitotripsi  
**ESWL:** Extracorporeal shock wave lithotripsy  
**URS:** Ureterorenoskopi  
**BT:** Bilgisayarlı tomografi  
**DÜSG:** Direk üriner sistem grafisi  
**İVÜ:** İntravenöz ürografi  
**USG:** Ultrasonografi  
**MRG:** Manyetik rezonans görüntüleme  
**MET:** Medikal ekspulsiyon tedavisi  
**VKİ:** Vücut kitle indeksi  
**RİRC:** Retrograd intrarenal cerrahi  
**KÖRF:** Klinik önemsiz rezidü fragman  
**EAU:** European association of urology  
**ÜÜT:** Üst üriner trakt  
**SFR:** Stonefree rate- taşsızlık oranı  
**HU:** Hounsefield Unite  
**DJS:** Double-J stent  
**Hb:** Hemoglobin  
**UPJ:** Üreteropelvik juntion - üreteropelvik bileşke

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Resim 1:</b> Böbreğin genel yerleşimi.....	5
<b>Resim 2:</b> Böbreğin transvers kesitte görünümü ve komşulukları.....	5
<b>Resim 3:</b> Böbreğin komşulukları.....	6
<b>Resim 4:</b> Böbreğin parankim yapısı.....	7
<b>Resim 5:</b> Böbreğin kaliksiyel sistem yapısı.....	8
<b>Resim 6:</b> Segmental arter anatomisi.....	9
<b>Resim 7:</b> İntrarenal arter anatomisi.....	9
<b>Resim 8:</b> Sol böbreğin venöz drenajı ve kolleteral dolaşım.....	10
<b>Resim 9:</b> PNL için pron hasta pozisyonu.....	33

## TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Tablo 1:</b> Taşların etiyolojiye göre sınıflandırılması.....	14
<b>Tablo 2:</b> Taş oluşumu için yüksek risk grupları.....	15
<b>Tablo 3:</b> Taşların X-ray karakterleri.....	21
<b>Tablo 4:</b> Farklı radyolojik görüntüleme yöntemlerinde alınan radyasyon dozları.....	22
<b>Tablo 5:</b> Avrupa Üroloji Birliği taş hastalığı cerrahi tedavi kılavuzu.....	31
<b>Tablo 6:</b> Modifiye Clavien komplikasyon derecelendirme sistemi.....	43
<b>Tablo 7:</b> Hastaların demografik verileri ve taşa ait veriler.....	45
<b>Tablo 8:</b> Operasyona ait veriler.....	48
<b>Tablo 9:</b> Modifiye Clavien sisteme göre komplikasyon oranları.....	49



## ÖZET

### **Amaç:**

Bu çalışmada kliniğimizde standart perkütan nefrolitotomi (PNL), mini perkütan nefrolitotomi (mini-PNL), ultra-mini perkütan nefrolitotomi (UMP) ve mikro perkütan nefrolitotripsi (mikro-PNL) prosedürleri uygulanan 18 yaş altı pediatrik hastaların demografik, perioperatif ve postoperatif verilerinin karşılaştırılması amaçlandı.

### **Materyal ve Metod:**

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Kliniği'nde Mart 2011 ile Ekim 2015 tarihleri arasında böbrek taşı tedavisi için farklı PNL prosedürleri uygulanan 18 yaş altı pediatrik hastaların verileri retrospektif olarak incelendi. Hastaların demografik özellikleri, perioperatif ve postoperatif verileri kaydedildi. Hastalar operasyonda uygulanan dilatasyon çapına göre standart PNL (30 Fr-24 Fr) (Grup 1), mini-PNL (20 Fr-16 Fr) (Grup 2), UMP (14 Fr-12 Fr) (Grup 3) ve mikro-PNL (4,8 Fr) (Grup 4) şeklinde dört gruba ayrıldı. Belirlenen bu 4 grup arasında hastaların yaşı, cinsiyeti, taş boyutu, taş yerleşimi, taş opasitesi, hidronefroz derecesi, giriş tekniği, dilatasyon derecesi, kullanılan nefroskop çapı, operasyon süresi, skopi süresi, kanama miktarı, postoperatif birinci aydaki taşsızlık durumu, yatış süresi, drenaj yöntemi, diversiyon yöntemi, yapılan ek müdahaleler ve sonrasındaki taşsızlık durumu ve komplikasyon dereceleri birbiriyle karşılaştırıldı.

### **Bulgular:**

Grup 1'de 73, Grup 2'de 75, Grup 3'de 78, Grup 4'de 46 hasta çalışmaya dâhil edildi. Grup 2'de 2 hastaya, Grup 3'de 1 hastaya aynı seansta bilateral PNL uygulandı. Cinsiyet dağılımı erkek/kız olarak Grup 1'de 39/34, Grup 2'de 45/30, Grup 3'te 53/25, Grup 4'te 23/23 olup istatistiksel anlamlı fark saptanmadı ( $p=0,165$ ). Hastaların yaş ortalaması standart PNL'de  $12,9\pm 3,9$  yıl, mini-PNL'de  $7,9\pm 5,2$  yıl, UMP'de  $3,9\pm 3,3$  yıl, mikro-PNL'de  $6,1\pm 4,9$  yıl hesaplandı ve istatistiksel anlamlı fark görüldü ( $p<0,001$ ). Taş boyutu ortalaması sırasıyla  $40,9\pm 16,1$  milimetre (mm),  $26,2\pm 9,2$  mm,  $19,4\pm 7,7$  mm,  $16\pm 5,3$  mm olarak saptandı ve istatistiksel anlamlı fark izlendi ( $p < 0,001$ ).

Ortalama operasyon süresi Grup 1'de  $56,3\pm 21,6$  dakika (dk), Grup 2'de  $49,9\pm 15,3$  dk, Grup 3'te  $57,3\pm 16,2$  dk, Grup 4'te  $61,7\pm 22,6$  dk şeklinde olup istatistiksel anlamlı fark izlendi ( $p=0,006$ ). Skopi süresi ortalaması Grup 1'de  $1,7\pm 1,1$  dk, Grup 2'de  $1,5\pm 0,9$  dk, Grup 3'te  $2,3\pm 1,3$  dk, Grup 4'te  $1,6\pm 1,2$  dk saptandı ve istatistiksel anlamlı fark olduğu görüldü ( $p<0,001$ ). Genel yatış süresi ortalaması  $3,6\pm 2,1$  gün (1-14) olup; Grup 1'de  $3,2\pm 1,7$  gün, Grup 2'de  $3,7\pm 2,3$  gün, Grup 3'te  $3,7\pm 2$  gün, Grup 4'te  $3,9\pm 2$  gün olarak saptandı ve

istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p=0,222$ ). Hemoglobinin (Hb) miktarındaki azalma ortalama olarak Grup 1’de  $1,4\pm 1,5$  gr/dL, Grup 2’de  $1,1\pm 1,2$  gr/dL, Grup 3’te  $0,8\pm 0,9$  gr/dL, Grup 4’te  $0,5\pm 0,9$  gr/dL saptandı ve istatistiksel anlamlı fark izlendi ( $p<0,001$ ). Dilatasyon çapı düştükçe Hb düşüşü de orantılı olarak azaldığı, özellikle 20 Fr ve üstündeki çaplarda hemoglobinin istatistiksel olarak anlamlı daha fazla düşüş olduğu görüldü ( $p=0,003$ ).

Operasyon sonrası 1. ayda yapılan değerlendirmede başarı oranına bakıldığında Grup 1’de 39 (%53,4), Grup 2’de 60 (%80), Grup 3’te 64 (%82,1), Grup 4’te 37 (%80,4) hastada tamamen taşsızlık sağlanabildiği ve istatistiksel anlamlı fark olduğu izlendi ( $p<0,001$ ). Grup 1’de 22 hastaya, Grup 2’de 10 hastaya, Grup 3’te 2 hastaya, Grup 4’te 4 hastaya ek müdahale yapıldı. Ek müdahale sonrası taşsızlık sağlanan hasta sayısının sırasıyla Grup 1’de 61’e (%83,6), Grup 2’de 70’e (%93,3), Grup 3’te 66’ya (%84,6), Grup 4’te 41’e (%89,1) yükseldiği görüldü ve istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p=0,093$ ).

Çalışmadaki hastaların 70’inde (%25,7) komplikasyon izlendi. Komplikasyon gelişen hastaların Modifiye Clavien skalasına göre derecesi ve sayısı gruplara göre sırasıyla Grade 1 komplikasyon için 3 (%4,1), 2 (%2,7), 4 (%5,1), 3 (%6,5) hastada, Grade 2 komplikasyon için 7 (%9,6), 12 (%16), 9 (%11,5), 5 (%10,9) hastada görüldü. Grade 3a komplikasyon için sırasıyla 2 (%2,7), 6 (%8), 2 (%2,6), 2 (%4,3) hastada görüldü. Grade 3b komplikasyon gelişen hasta sayısı sırasıyla 8 (%10,9), 2 (%2,7), 0 (%0), 1 (%2,2) olduğu görüldü. Grade 4 komplikasyon sadece kolon perforasyonu olup Grup 1’de 1 (%1,4) hastada, Grup 2’de 1 (%1,3) hastada görüldü. Gruplar arasında genel komplikasyon oranları açısından istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p=0,374$ ). Grup 1’de 6 (%8,2), Grup 2’de 9 (%12), Grup 3’te 2 (%2,6), Grup 4’te 1 (%2,2) hastaya kan transfüzyonu ihtiyacı oldu. Grup 1’de 4 hastada ve Grup 4’te 1 hastada perioperatif hemoraji nedeniyle operasyon sonlandırıldı.

### **Sonuç:**

Çalışmamızda 18 yaş altı pediatrik hasta grubunda farklı PNL prosedürlerinin benzer başarı ve komplikasyon oranları görülmesine rağmen; kanama miktarının UMP ve mikro-PNL’de istatistiksel anlamlı daha düşük olduğu görüldü. Bu yaş grubunda akses, dilatasyon ve fragmentasyon esnasında minyatür enstrümanlar kullanılarak daha düşük kanama oranı ile benzer başarı ve etkinlik sağlanabilir.

### **Anahtar Kelimeler:**

Perkütan nefrolitotomi, Mini-PNL, Ultra-mini PNL, Mikro-PNL, Pediatrik nefrolitiazis

## ABSTRACT

### **Objective:**

In this study the aim was to compare the demographic, perioperative and postoperative data of pediatric patients under 18 year who underwent standard percutaneous nephrolithotomy (PNL), mini percutaneous nephrolithotomy (mini-PNL), ultra-mini percutaneous nephrolithotomy (UMP) and micro percutaneous nephrolithotripsy (micro-PNL) procedures in our clinic.

### **Material and Method:**

Data of pediatric patients under the age of 18 were analyzed retrospectively who underwent different PNL procedures between March 2011 and October 2015 in Dicle University Medical Faculty Urology Clinic. The demographic characteristics, perioperative and postoperative data of the patients were recorded. Patients were stratified into four groups according to dilatation diameter during operation in terms of standard PNL (30 Fr-24 Fr) (Group 1), mini-PNL (20 Fr-16 Fr) (Group 2), UMP (14 Fr-12 Fr) (Group 3) and micro-PNL (4,8 Fr) (Group 4). Age, gender, stone size, stone location, stone opacity, degree of hydronephrosis, access technique, degree of dilatation, nephroscope diameter, operation time, fluoroscopy time, amount of bleeding, stone-free status, duration of hospitalization, drainage method, diversion method, additional interventions and later stone-free status and complications degrees were compared between each group.

### **Results:**

There were 73 patients in Group 1, 75 patients in Group 2, 78 patients in Group 3 and 46 patients in Group 4. Two patients in Group 2 and one patient in Group 3 underwent bilateral PNL in the same session. Gender distribution male/female was 39/34 in Group 1, 45/30 in Group 2, 53/25 in Group 3, 23/23 in Group 4 and statistically significant difference was not observed between groups ( $p=0,165$ ). Mean age of the patients was  $12,9\pm 3,9$  years in standard PNL group,  $7,9\pm 5,2$  years in mini-PNL group,  $3,9\pm 3,3$  years in UMP group,  $6,1\pm 4,9$  years in micro-PNL group and statistically significant difference was observed between groups ( $p<0,001$ ). The mean stone size was  $40,9\pm 16,1$  mm,  $26,2\pm 9,2$  mm,  $19,4\pm 7,7$  mm,  $16\pm 5,3$  mm respectively and statistically significant difference was observed between groups ( $p < 0,001$ ).

Mean operation time was  $56,3 \pm 21,6$  minutes in Group 1,  $49,9 \pm 15,3$  minutes in Group 2,  $57,3 \pm 16,2$  minutes in Group 3,  $61,7 \pm 22,6$  minutes in Group 4 and statistically significant difference was observed between groups ( $p=0,006$ ). Mean fluoroscopy time was  $1,7 \pm 1,1$  minutes Group 1,  $1,5 \pm 0,9$  minutes Group 2,  $2,3 \pm 1,3$  minutes Group 3,  $1,6 \pm 1,2$  minutes Group 4, besides statistically significant difference was detected ( $p<0,001$ ). Mean duration of hospitalization was  $3,6 \pm 2,1$  days (1-14) in general;  $3,2 \pm 1,7$  days in Group 1,  $3,7 \pm 2,3$  days in Group 2,  $3,7 \pm 2$  days in Group 3,  $3,9 \pm 2$  days in Group 4 and statistically significant difference was not observed between groups ( $p=0,222$ ). Mean hemoglobin decrease was  $1,4 \pm 1,5$  gr/dL,  $1,1 \pm 1,2$  gr/dL,  $0,8 \pm 0,9$  gr/dL,  $0,5 \pm 0,9$  gr/dL respectively and statistically significant difference was observed between groups ( $p<0,001$ ). The dilatation diameter and hemoglobin decline were proportional and hemoglobin was found to decrease more significantly especially at diameters of 20 Fr and above ( $p=0,003$ ).

At the first month assesment after operation stone-free status was achieved 39 (%53,4) patients in Group 1, 60 (%80) patients in Group 2, 64 (%82,1) patients in Group 3, 37 (%80,4) patients in Group 4 and statistically significant difference was observed ( $p<0,001$ ). Additional intervention was performed for 22 patients in Group 1, 10 patients in Group 2, 2 patients in Group 3, 4 patients in Group 4. The stone-free rate after additional intervention was 61 (%83,6) patients in Group 1, 70 (%93,3) patients in Group 2, 66 (%84,6) patients in Group 3, 41 (%89,1) patients in Group 4 and statistically significant difference was not observed between groups ( $p=0,093$ ).

Complications were observed in 70 (%25,7) patients. The distribution of complications according to Modified Clavien classification Grade 1 complication was seen 3 (%4,1) patients in Group 1, 2 (%2,7) patients in Group 2, 4 (%5,1) patients in Group 3, 3 (%6,5) patients in Group 4 and Grade 2 complication was seen 7 (%9,6), 12 (%16), 9 (%11,5), 5 (%10,9) patients respectively. Grade 3a complication was seen 2 (%2,7), 6 (%8), 2 (%2,6), 2 (%4,3) patients respectively. Grade 3b complication was seen 8 (%10,9) patients in standard PNL, 2 (%2,7) patients in mini-PNL, 1 (%2,2) patient in micro-PNL and was not seen in UMP group. Grade 4 complication which only colon perforation was seen 1 (%1,4) patient in Group 1, 1 (%1,3) patient in Group 2. There was no statistically significant difference for complication rate between these groups ( $p=0,374$ ). Blood transfusion was needed 6 (%8,2) patients in Group 1, 9 (%12) patients in Group 2, 2 (%2,6) patients in Group 3, 1 (%2,2) patient in Group 4. Perioperative bleeding occurred in 4 patients in Group 1 and 1 patient in Group 4, which required quitting the operation.

**Conclusion:**

Although similar success and complication rates were seen between different PNL procedures for under 18 year pediatric group in our study; bleeding amount statistically significant was lower in UMP and micro-PNL. In this age group, similar success and efficiency can be achieved with lower bleeding rate via using miniature instruments during access, dilatation and fragmentation.

**Keywords:**

Percutaneous nephrolithotomy, Mini-PNL, Ultra-mini-PNL, Micro-PNL, Pediatric nephrolithiasis



## GİRİŞ

Ürolitiazis (üriner sistem taş hastalığı) bulunan kişiler gündelik üroloji pratiğinin önemli bir kısmını oluşturmakla birlikte bir insanın hayatı boyunca üriner sistem taş hastalığı ile karşılaşma ihtimalinin %10-15 olduğu bildirilmiştir (1). Dünya genelindeki yaygınlığına bakıldığında özellikle pediatrik taş hastalığı Türkiye’de, Pakistan’da ve bazı Güney Asya, Afrika ve Güney Amerika ülkelerinde endemik olduğu görülmektedir ve doğuya, güneye gidildikçe insidansı artmaktadır (2). Özellikle pediatrik ürolitiazis gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler arasında geniş varyasyon göstermekte olup prevalansı sırasıyla %5-15, %1-5 arasındadır (3). Mevcut güncel çalışmalar pediatrik taş hastalığı insidansının ve prevalansının gelişmekte olan ülkelerin yanı sıra batı ülkelerinde de giderek arttığını ortaya koymaktadır (4).

Bu hastalıkla en iyi biçimde başa çıkılabilmesi için tanı ve tedavinin modern ilkeleri hakkında bilgi sahibi olunması ve taş oluşumunda etiyolojik faktörlerin ve metabolik risk değerlendirmesinin nasıl yürütüleceği konusunda temel bir anlayış kazanılması gerekmektedir. Erişkinlerle kıyaslandığında özellikle çocuklarda taş oluşumu anatomik ve metabolik anormallikler veya enfeksiyöz hastalıklarla daha sık birliktelik göstermekte ve yüksek oranda rekürrens riski vardır (5).

Taşların çıkarılmasında kaydedilen teknolojik ilerlemeler sayesinde açık prosedürlerden daha az invaziv olan ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL) ve perkütan nefrolitotomi (PNL), ureterorenoskopi (URS), retrograde intrarenal cerrahi (RIRC) gibi endoskopik tekniklere doğru değişim göstermekte olup açık cerrahi gereksinimi %0,7- %4'lere kadar gerilemiştir (6). Özellikle çocukların yalnızca küçük bir kısmında açık cerrahi yaklaşımı gerek duyulabilir (7). Özellikle çocuklardaki yüksek rekürrens riskinden dolayı minimal invaziv yöntemlerin seçilmesi önemlidir. Tedavi şekline karar verilirken taşların sayısı, büyüklüğü, yeri, bileşimi ve üriner sistemin anatomisi temel alınır (8).

Birçok taş etkili ve güvenli bir şekilde ESWL ile yönetilebilir olmasına rağmen sistin taşları, ESWL dirençli taşlar ve açık cerrahi/ESWL sonrası rezidü taşlar için PNL güvenle uygulanabilir (9; 10) ve altın standart tedavi haline gelmiştir. Bu durum erişkinler kadar pediatrik hastalar için de kabul edilir hale gelmiştir. PNL %86,9-98,5 gibi yüksek başarı oranlarına sahip olmasının yanı sıra (11; 12); PNL’de majör komplikasyon oranı %7, minör komplikasyon oranı %25 civarında olup en sık görülen komplikasyon %1-10 arasında orana sahip hemorajidir (13). Çocuklarda diğer komplikasyon oranlarına bakıldığında ise idrar

ekstravazasyonu (%7,2), transfüzyon gerektiren kanama (%11,2-17,5) ve postoperatif ateş (%21-32,1) civarındadır (14; 15; 16). Son dönem yayınlanan serilerde transfüzyon gerektiren kanama oranı %10'ların altında ve üriner trakt enfeksiyonu ile birlikte veya birliktelik gösterilemeyen postoperatif ateş oranı %15'lerin altında belirtilmektedir (17; 18; 19).

Yetişkin ölçülerdeki enstrümanlarla pediatrik yaş grubunda yapılan PNL böbrek parankiminin daha frajil, böbrek boyutunun ve kaliksiyel sistemin daha küçük ve hareketliliğin daha az olması nedeniyle bir takım sorunları beraberinde getirmektedir (20). Ayrıca çocuklarda erişkin boyutta enstrümanlar kullanılması konusunda parankim yaralanması ve buna bağlı böbrek fonksiyonunda etkilenme, kanama ve sepsis gibi komplikasyonların daha yüksek ihtimalde olması, ayrıca floroskopiye bağlı radyasyondan daha fazla etkilenme nedeniyle ürologlar temkinli ve daha çekimser davranmaktadır (17). Bununla birlikte çocuklarda PNL yapmanın avantajları arasında daha küçük cilt insizyonu, single-step dilatasyon ve sheat yerleştirme, pediatrik enstrümanlarla farklı boyutta çalışabilme ve düşük maliyet vs. sayılabilir (21; 22). Okul çağı yaş gruplarında erişkin boyutta enstrümanlarla yapılan PNL çalışması oldukça fazla sayıda literatürde belirtilmişken infantil grupta (0-3 yaş) yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır (23; 24).

Komplikasyonlar genellikle renal akses ve dilatasyon esnasında meydana geldiğinden; dilatasyon derecesi ve kullanılan nefroskop boyutunun kanama miktarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Daha düşük çapta trakt oluşturulmasının daha az parankimal ve vasküler hasara neden olacağı öngörülmektedir (17).

Literatürde belirtilen komplikasyonlar ve sınırlayıcı faktörlerin yönlendirmesiyle komplikasyon oranını azaltmak için teknolojinin gelişmesi ile birlikte PNL'de kullanılan enstrümanların minyatürize edilmesi arayışı içerisine girilmiştir (5; 25). Standart PNL'de 24-30 Fr kadar dilatasyon yapılırken, tanımlanan mini-PNL yönteminde dilatasyon 16-20 Fr kadar yapılmakta ve daha az kanama ile birlikte benzer sonuçların alınabileceği rapor edilmiş ve pediatrik vakalar için daha uygun bir seçenek olarak sunulmuştur (26). Daha sonra yayınlanan çalışmalarda ise 12-14 Fr dilatasyon yapılarak uygulanan operasyon 'ultra-mini PNL' (UMP) olarak isimlendirilmiştir (27). Sadece pediatrik yaş grubunda değil aynı zamanda erişkinlerde de uygun vakalarda 24-30 Fr sheatlerin yerine 12-20 Fr sheatler kullanılarak benzer sonuçlar alınmıştır (28).

Son dönemde 'all-seeing-needle' şeklinde ifade edilen 4.8 Fr mikro-optik sistemle gerçekleştirilen mikro perkütan nefrolitotripsi (mikro-PNL) yöntemi tanımlanmıştır (29). Bu yöntemde dilatasyona gerek kalmadan tek aşamada mikro-optik endovizüel sistemle ya da 14G-16G intravenöz kanül (30) ile böbreğe akses sağlanıp lazer fiberi ile taşın fragmente

edilerek akses esnasındaki komplikasyonların en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Ancak hemoraji gibi kan transfüzyonu gerektirecek önemli komplikasyonların görüldüğü vakalar da literatürde bildirilmiştir (31). Bu yöntemde taşa ulaşıldığında lazer fiberi ile taş fragmente edilir ve spontan pasaj için yerinde bırakılır (32). Dezavantajlar arasında kırılan taşın traktan çıkarılamaması, büyük taşlarda operasyon süresinin çok uzaması ve görüntü sağlamak için pompayla sıvı verilme esnasında böbrek içi basıncın kontrol edilememesidir (33).

İşlemden önce toplayıcı sistemi opak madde ile dilate etmek ve böbrek kaliksiyel sistemin anatomisini ve taşın lokalizasyonu belirlemek için retrograde üreter katateri uygulanması gerekmektedir. PNL'de klasik olarak hasta PNL için yüzüstü (pron) yatırılır. Sırtüstü (supin) pozisyon da mümkündür (34). Kısa cerrahi süresi, eşzamanlı retrograde transüretal işleme imkân vermesi ve daha kolay anestezi; supin pozisyonun avantajlarıdır. Dezavantajları ise; uygun ekipman ihtiyacı ve cerrahi aletlerle sınırlı manevra kabiliyetidir (35). Genellikle en uygun alt kaliks olmakla beraber taş lokalizasyonu ve hasta anatomisine bağlı olarak farklı kaliklerden giriş yapmak mümkündür. Ponksiyon/akses; floroskopi, ultrasonografi (USG) altında gerçekleştirilebilir. Anatomik anormalliklerin bulunduğu seçilmiş olgularda bilgisayarlı tomografi (BT) kılavuzluğunda akses sağlanması bir seçenek olabilir (36). Atnalı böbrek, pelvik böbrek veya cross ektopik böbrek gibi anatomik varyantları olan hastalarda başarılı laparoskopik yardımcı PNL ile ilgili veriler de mevcuttur (37). Aksesini klasik olarak schiba iğnesi ile yapılabildiği gibi uygun pediatrik hastalarda 14G-16G intravenöz kanül (anjio-cut) ile yapmak da mümkündür (30). Taşlar, doğrudan doğruya çıkarılabileceği gibi ultrasonik, elektrohidrolik, holmium-lazer ya da hidropnömotik litotriptörler ile parçalandıktan sonra da çıkarılabilir. Prosedürün tamamlanmasından sonra yolun tamponlanması ve toplayıcı sisteme erişimi sağlamak için nefrostomi tüpü uygulanır. Bununla birlikte seçilmiş hastalarda özellikle 2cm'den küçük taşı olan ve komplike olmayan hastalarda; hasta konforu ve kısa hospitalizasyon süresi, yara iyileşmesi vb. için tüpsüz (nefrostomi tüpü olmadan) PNL güvenli alternatif olabilir (38; 39; 40). Bazı hastalarda önceden var olan nefrostomi tüpüyle ikinci defa bakılması (second look) gerekli olabilir (41).

Bu çalışmada kliniğimizde böbrek taşı tedavisi için standart PNL, mini-PNL, UMP ve mikro-PNL prosedürleri uygulanan 18 yaş altı pediatrik hastaların demografik, perioperatif ve postoperatif verilerinin karşılaştırılması amaçlandı.



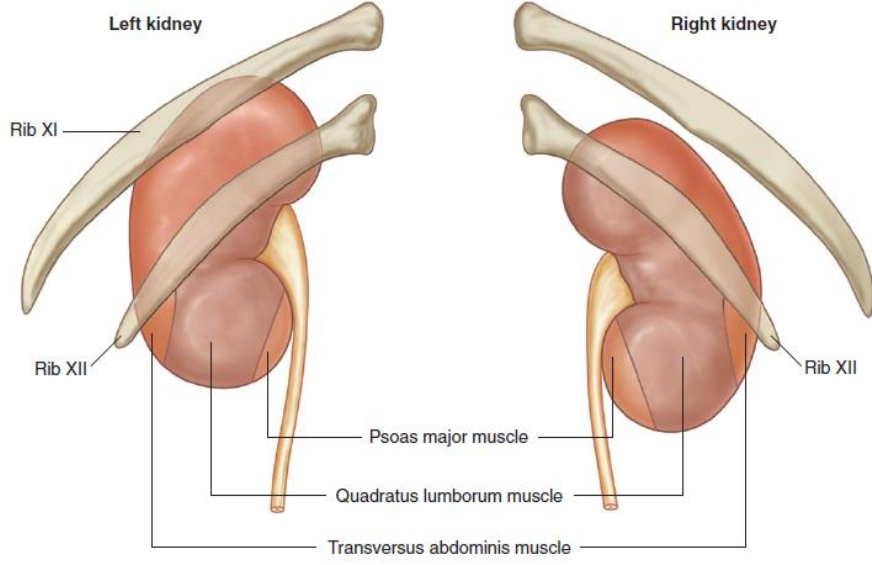
## GENEL BİLGİLER

### BÖBREĞİN ANATOMİSİ

#### Böbreğin yerleşimi ve komşulukları

Böbrekler retroperitoneal yerleşimli olup sağ böbrek genellikle karaciğerden dolayı sol böbreğe göre 1-2 cm daha aşağıda yer almaktadır. Sağ böbrek L1–L3, sol böbrek T12–L3 seviyesinde bulunur (Resim 1). Retroperiton arkada quadratus lumborum, sakrospinal kaslar ve lumbodorsal fasyadan oluşan karın arka duvarı ile önde periton, üstte diafragma, lateralde preperitoneal yağ doku tarafından sınırlanır (Resim 2). Böbrekler posterior abdominal duvarda M. Psoas major üzerinde longitudinal aksa paralel şekilde ve oblik olarak yer alır. Üst pole, alt pole göre daha medialde ve posteriodadır. Renal hilusun anteriora rotasyonu nedeniyle böbreklerin lateral kenarları posterior yerleşimli olup bu rotasyondan dolayı böbreğin frontal eksenini vücudun frontal eksenine ile 30 veya 50°' lik bir açı yapar.

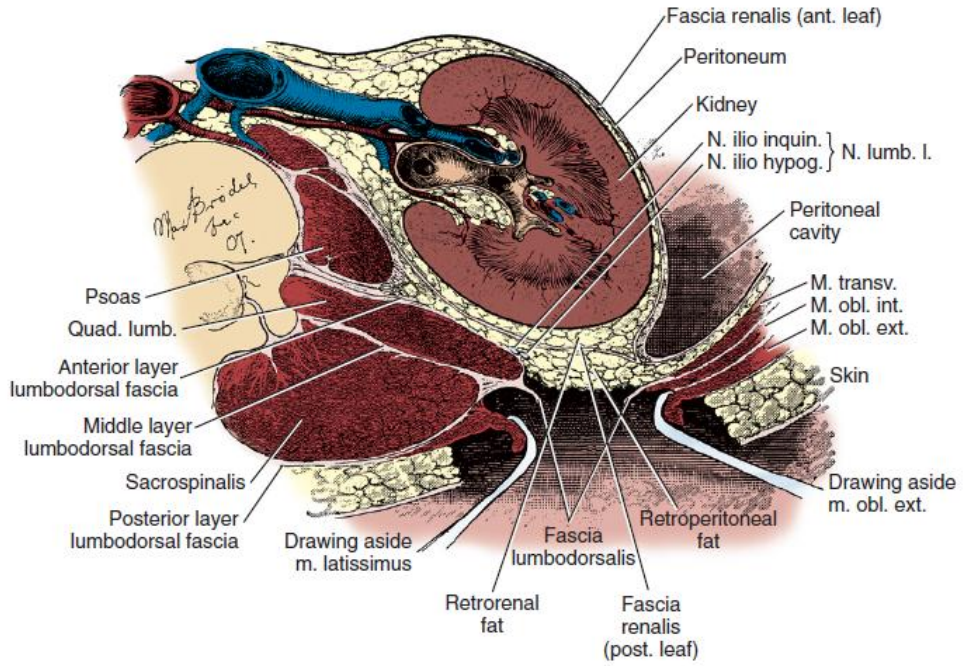
Böbrek, adrenal bez, perinefrik yağ dokusu Gerota fasyası ile gevşekçe sarılmaktadır. Bu anatomik yapı böbrek ile peritoneal organlar arasında önemli bir bariyer oluşturur. Sağ böbreğin komşulukları üstte sürrenal, önde karaciğer, hilus yakınlarında duodenum, vena kava inferior, altta kolonun hepatik fleksurası şeklindedir. Sol böbrek ise üstte sürrenal, üst dışta dalak, hilusta pankreas kuyruğu, ön üstte mide, altta intestinal yapılarla komşudur. Böbreğin kolon ile komşuluğu çok önemlidir. Retrorenal kolon varlığında kolon böbrek alt polü ile komşuluk gösterir (Resim 3). Perkütan renal girişim öncesinde BT ile retrorenal kolon varlığının değerlendirilmesi komplikasyonları önleme açısından oldukça kıymetlidir. Diafragma böbrek üst polünü plevranın alt ucuna çok yakın komşulukla örter. Bu sebepten dolayı böbrek üst polüne yönelik girişimlerde plevra yaralanması açısından dikkatli olunması gerekmektedir.



**Resim 1:** Böbreğin genel yerleşimi

**Kaynak:** Gray's anatomy for students. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM.

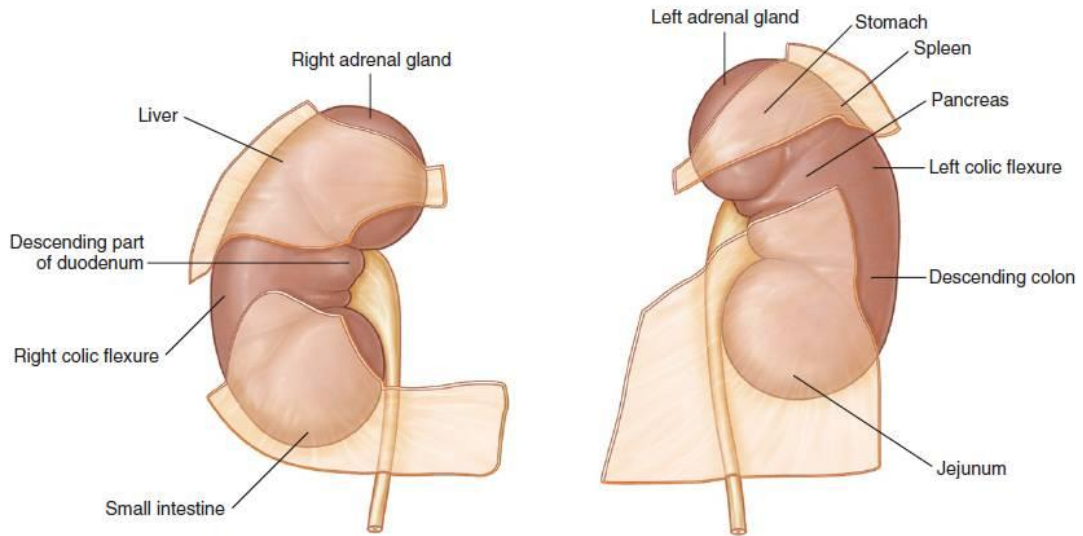
Philadelphia: Elsevier; 2005. Sayfa 322



**Resim 2:** Böbreğin transvers kesitte görünümü ve komşulukları

**Kaynak:** After Kelly and Burnam, from McVay C. Anson & McVay surgical

anatomy. 6th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1984



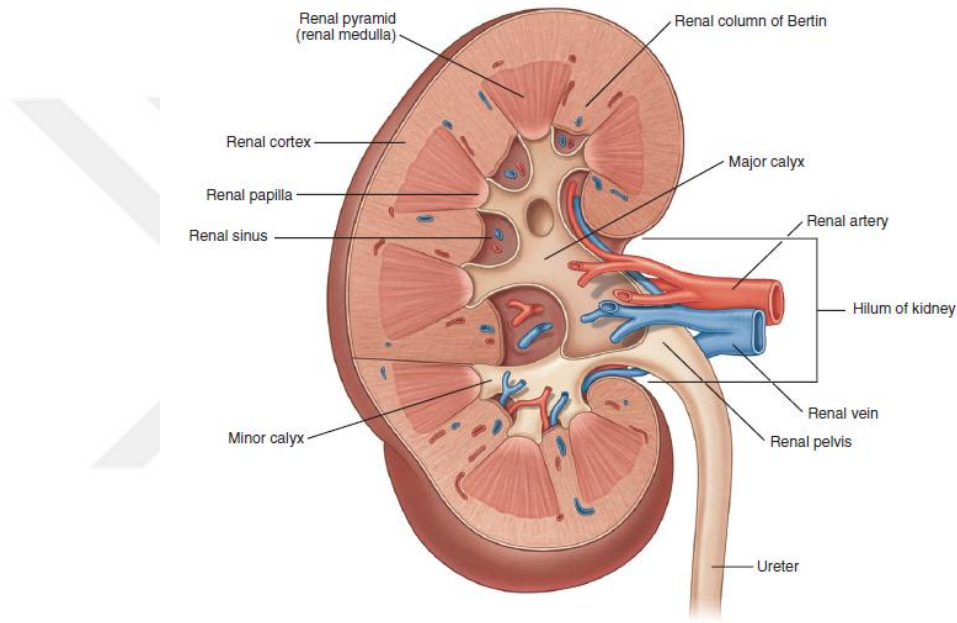
### **Resim 3:** Böbreğin komşulukları

**Kaynak:** Gray's anatomy for students. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Philadelphia: Elsevier; 2005. Sayfa 323

### **Böbreğin parankimi ve toplayıcı sistemi**

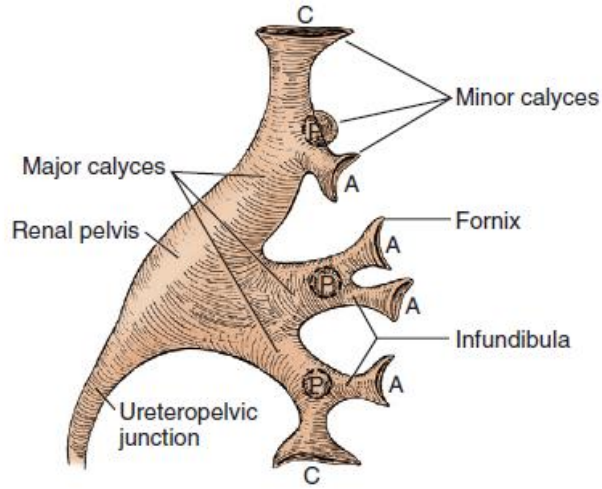
Böbrek çepeçevre sağlam fibröz bir kapsülle çevrilidir. Katlar daha sonra içeri doğru korteks, medulla ve toplayıcı sistem olarak devam eder. Kortekste glomerüller, proksimal ve distal tübüller ve toplayıcı kanallar mevcuttur. Medullanın korteks komşuluğunda henle kulpu, vaza rektalar ve toplayıcı kanalların terminal uçları bulunur. Medullada tabanı kortikomedüller hatta tepesi pelvise girinti yapan üçgen şeklinde yapılar bulunur ve renal piramidler olarak adlandırılırlar. Renal korteks, piramidleri periferal olarak çevreleyip, parankim içine doğru uzantı oluşturur. Piramidler arasındaki parankimi böbrek sinüsüne kadar doldurur (Resim 4). Korteksin piramidler arasındaki bölümü Bertini kolonu olarak adlandırılır. Damarlar parankime buradan girer ve çıkarlar. Piramidin toplayıcı sisteme girinti yapan ucuna papilla denir ve her bir minör kalikse 1-3 adet papilla açılır. Minor kalikslerin birleşmesiyle major kaliksler oluşur ve major kaliksler renal pelvise dökülmektedir (Resim 5). Üst, orta ve alt major kaliksler olmak üzere üç renal kaliksiyel grup bulunur. Üst ve alt major kaliksler genellikle birleşiktir ve kutup bölgelerine doğru değişik açıyla ilerler. Ortadaki kaliksler ise anterior ve posterior konumda yer alır. Perpendiküler kalikslerin infundibulumları dar olduğundan bu lokalizasyondaki taşlar için ESWL daha uygun bir seçenek olarak görülmektedir. Perpendiküler kalikslere yerleşimli taşlara perkütan kolayca giriş yapılabilir

ancak kaliksin arteriyel ve venöz yapılarla ilişkisi bilinmediğinde bu tür vakalara PNL uygulamak damarsal yapılara zarar verme açısından büyük risk taşımaktadır. Kaliksiyel yapılar çeşitli varyasyonlar göstermekte ve müdahale yapılırken anatominin iyi değerlendirilmesi gerekmektedir (42; 43). Renal pelvis üreteropelvik bileşkeye doğru daralarak üreter şeklinde devam eder. Renal hilusta önden arkaya doğru sırasıyla ven, arter ve renal pelvis bulunur.



**Resim 4:** Böbreğin parankim yapısı

**Kaynak:** Gray's anatomy for students. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Philadelphia: Elsevier; 2005. Sayfa 323



**Resim 5:** Böbreğin kaliksiyel sistem yapısı

**Kaynak:** Campbell Walsh Urology 10.th edition Elsevier; 2012. Sayfa 30

### **Böbreğin arteriyel, venöz ve lenfatik yapısı**

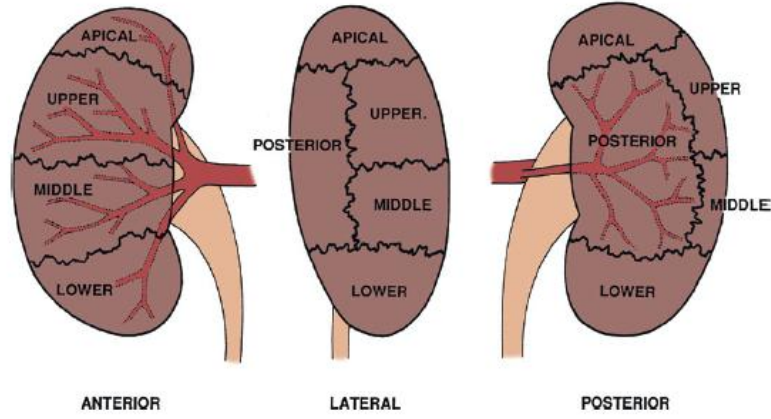
Renal arterler aortanın süperior mezenterik arterin distalinden her iki yana doğru kaynaklanmaktadır. Sağ böbreğin daha aşağıda olması ve aortadan daha uzak olması nedeniyle sağ renal arter daha uzun ve daha eğiktir. Arterler hiluma girmeden inferior sürrenal ve üreterik dallar verirler. Renal arter genellikle hiluma kadar seyrettikten sonra pelvisin posterioruna yönelen ve kutuplar haricinde posterior segmentleri besleyen posterior segmental dalı verdikten sonra 4 adet anterior segmental dala ayrılmaktadır (Resim 6). Bununla birlikte; damarsal varyasyonlar %25-40 gibi sık oranlarda görülebilmektedir Bu varyasyon birden fazla renal arter veya ven görülmesi şeklinde olabilmektedir (44). Renal arterler gerçek end-arterler olup kollateral ilişkileri bulunmamaktadır. Lateralde Brödell hattı denilen cerrahi müdahalelere kolaylık sağlayan avasküler alan bulunur. Segmental arterler, interlobar, arkuat, interlobüler, afferent ve efferent glomerüler arterler olarak devam eder (Resim 7).

Asendan vaza rektadan interlobar ve segmenter venlerle renal vene dökülür. Sol renal ven aortu çaprazlayarak, sağ ven direk olarak vena kavaya dökülmektedir. Renal venöz yapıda arterlerin aksine çok sayıda kollateral ağ izlenmesinden dolayı (Resim 8); venöz yaralanma durumunda böbrekte parankimde konjesyon çok sık gözlenmemektedir.

Böbreğin zengin bir lenfatik drenajı mevcut olup ve sinüsten çıkan kan damarlarını izleyerek renal sinüste birkaç büyük lenfatik trunkus oluşturur. Sol böbreğin lenfatik drenajı öncelikle sol lateral paraaortik lenf nodlarına olmaktadır. Bunlar inferior mezenterik arter

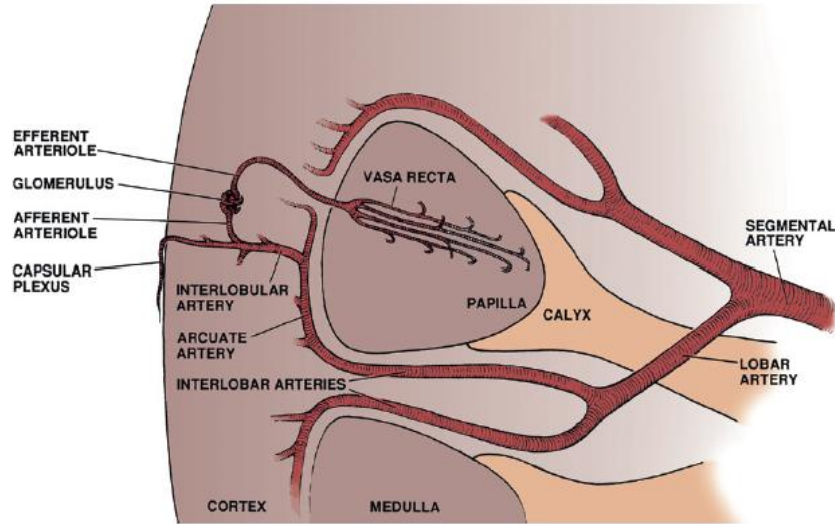


düzeyinden daha aşağıdadır. Sağ böbreğin lenfatikleri interaortokaval ve sağ parakaval lenf nodlarına drene olur. Parakaval lenf nodları common iliak arterlerin altından, diafragma üzerine kadar yayılan bölgedeki ön ve arka lenf nodlarını da kapsamaktadır (44).



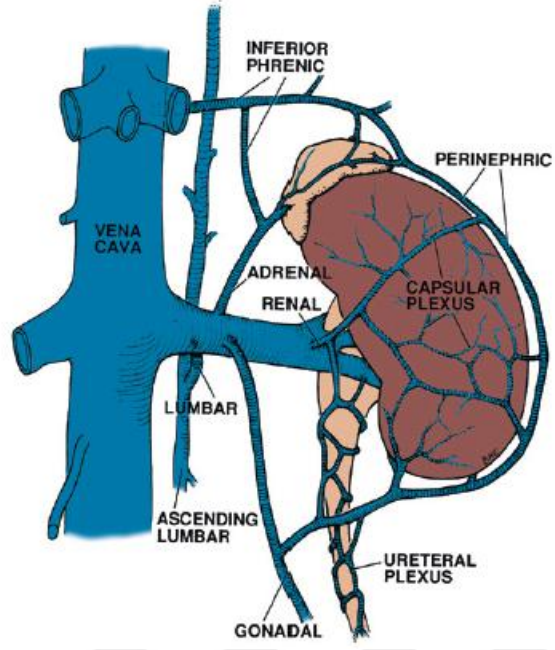
**Resim 6:** Segmental arter anatomisi

**Kaynak:** Campbell-Walsh Urology. Kavoussi L, Partin A. Philadelphia: Saunders; 2012. Sayfa 25



**Resim 7:** İntrarenal arter anatomisi

**Kaynak:** Campbell-Walsh Urology. Kavoussi L, Partin A. Philadelphia: Saunders; 2012. Sayfa 25



**Resim 8:** Sol böbreğin venöz drenajı ve kolleteral dolaşım

**Kaynak:** Campbell-Walsh Urology. Kavoussi L, Partin A. Philadelphia: Saunders; 2012. Sayfa 26

## ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞI

### Epidemiyoloji

Taş hastalığı; yaşanılan coğrafik iklim, genetik yapı, beslenme alışkanlığı, yaşam tarzı gibi birçok faktörün etkilediği durumdur. Taş hastalığı prevalansı ülkelere göre %1-20 gibi çok değişkenlik göstermekte olup (45) bazı bölgelerde son 20 yılda bu oranın %37'e kadar çıktığını belirten çalışmalar da mevcuttur (46). Pediatrik yaş grubunda ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde prevalans sırasıyla %1-5, %5-15 arasındadır (3). Pediatrik taş hastalığı Türkiye, Pakistan ve Güney Asya, Afrika, Amerika ülkelerinde endemiktir (2). Mevcut güncel çalışmalar pediatrik taş hastalığı insidansının ve prevalansının gelişmekte olan ülkelerin yanı sıra batı ülkelerinde de giderek arttığını belirtmektedir (4).

Ülkemizden bildirilen çalışmalarda ise taş hastalığı insidansı çocuklarda ~%20 olarak belirtilmiş; Akdeniz bölgesi, Karadeniz bölgesi ve Güneydoğu illerinde sıklığın diğer bölgelere kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiş (47).

Erişkinlerdeki erkek oranının daha fazla olmasına karşın; çocuklarda cinsiyet farkı pek bulunmamaktadır.

Endüstriyel toplumlarda böbrek taşının en sık görülen tipi kalsiyum oksalat ya da hidroksiapatit kombinasyonudur. Çocuklarda taşların %70'i kalsiyum oksalat içermekte olup; enfeksiyon taşları küçük yaş gruplarında daha sıktır (48). Geriye kalan taşların %4-8'i ürik asit, %2-6 sistin, %5 civarında da enfeksiyon (struvit) taşlarıdır (49). Pediatrik taşların çoğu üst üriner trakta (ÜÜT) yer alırken; az gelişmiş ülkelerde özellikle diyetle bağlı olarak mesane taşları daha sık olup amonyum asid urat ve ürik asit komponentinde olmaktadır (50). Mesane augmentasyonu yapılan hastalarda bu risk %15'lere kadar çıkmaktadır (51).

Sıcak iklimlerde taş hastalığı daha sık görülmekle birlikte kesin bir ilişki ortaya konulamamasının yanı sıra; güneş ışığı maruziyetinin artmasına bağlı barsaktan kalsiyum emiliminin artışı veya rölatif sıvı kaybına bağlı taş oluşumuna yatkınlık üzerinde durulan konulardandır. Günlük su tüketim miktarı da taş oluşumunda önemli yeri bulunmaktadır. Günlük idrar miktarını 800 ml'den 1200 ml'ye çıkarmak bile taş oluşumunu %86 gibi büyük bir oranda azaltabilmektedir (52). Diürezin idrardaki iyon aktivitesini çoğaltarak kristal oluşumunu arttırdığı; ancak serbest kristal parçacıklarının böbrekte kalma süresini kısaltıp idrarla bunların atılmasını hızlandırdığı belirtilmektedir.

Diyet şeklinin de taş oluşumunda önemli role sahip olduğu bilinmektedir. Kalsiyum, pürin, oksalat, fosfat ve diğer maddelerin diyetle fazla alınması dolayısıyla idrarla bu maddelerin aşırı atılması taş oluşumunun kolaylaşmasına neden olabilir (53). Çalışmaların bir



kısmında kalsiyum, fosfat gibi maddeleri içeren aşırı sert suların taş oluşumunu kolaylaştırdığı bildirilirken diğer bazı çalışmalar da sodyum karbonat gibi maddeleri içeren yumuşak suların da bu olayı artırdığı bildirilmektedir. Ancak idrar pH değeri yüksek alkali suların kullanımının taş oluşumunun önlenmesinde önemli olduğu belirtilmektedir. Taş hastalığının sedanter yaşam sürenlerde daha sık olduğu öne sürülmektedir (54).

### **Etiyoloji**

Üriner taş hastalığı metabolik, anatomik, genetik, enfeksiyon, kullanılan ilaçlar, genetik faktörleri içeren kompleks sebeplere bağlı gelişebilen bir durumdur (55).

Patogeneizde taş oluşum mekanizması bazı teorilerle açıklanmaya çalışılmıştır (56);

1. Supersaturasyon - kristalizasyon teorisi
2. İdrar inhibitörlerinin yokluğu teorisi
3. Matriks - nükleasyon teorisi
4. Epitaksi teorisi

Supersaturasyon - kristalizasyon: Sıvı ortamda iyonize olabilen moleküller uygun pH, sıcaklık ve konsantrasyonda çözülmüş halde bulunabilirler. Ancak doyumluk seviyesinden daha fazla iyon bulunması halinde ya da sıvının pH, sıcaklık değişimine bağlı olarak iyonlar eriyik halde daha fazla kalmaz ve kristalizasyon başlar. İnsan vücudunda bu dengeyi değiştirecek ölçüde sıcaklık değişimi olmamaktadır. Kristalizasyonda asıl etkili faktörler solüt yük miktarı ve idrar pH'ıdır. Bir elementin sudaki doyumluk değeri ile idrardaki doyumluk değeri birbirinden farklıdır. İdrarda birden fazla iyon bulunur ve bu kompleks yapıdan dolayı idrar suya oranla daha fazla maddeyi eriyik halde barındırma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle idrar supersatüre solüsyon kabul edilir. İdrardaki sitratın da bu konuda kolaylaştırıcı etkisi bulunmaktadır. Örneğin kalsiyum oksalatın kristalizasyon etkisi kalsiyum ve oksalatın idrardaki toplam konsantrasyonundan daha ziyade iyonların kimyasal aktivitesi ile ilgilidir. Sitrat ve fosfat gibi maddeler kalsiyum ile, magnezyum ve sodyum gibi elementler de oksalat ile kompleks oluşturarak serbest iyon konsantrasyonu azaltırlar. Fakat bir iyonun veya elementin idrardaki miktarı doyumluk seviyesinin üstüne çıkması halinde çökelme işlemi başlar ve kristal çekirdeği oluşur. İdrar birçok iyonun bulunduğu bir çözelti olarak kabul edildiğinden dolayı supersaturasyon-kristalizasyon mekanizmasında idrarın seyreltik olup olmaması oldukça önemlidir. Az su tüketilen günlük idrar miktarının azaldığı durumlarda kalsiyum, oksalat, urat veya fosfat atılımı oranı artar ve kalsiyum oksalat supersaturasyonu hızlanır. Üriner sistemde taş oluşumunun ilk basamağı kristalin meydana gelmesidir. Ancak taş oluşumu ve büyümesi için idrarın bu kristallerle sürekli süpersatüre olması şart değildir.

Dehidratasyonda ya da postprandiyal dönemdeki gibi gün içindeki aralıklı supersatürasyon periyodları da yeterli olabilmektedir. Kristalizasyonun yerleşimi ilk olarak papilla ucunda belirmektedir. Randall plakları olarak adlandırılan bu yapılar interstisyel alanda heterojen şekilde birikip dışarı atılan kalsiyum oksalat veya kalsiyum fosfat kristalleridir. Kristallerin papillada oluştuktan 3–5 dakika sonra renal pelvis, üreter oradan da mesaneye hızlı geçişinden dolayı böbrek tübüllerini obstrükte edecek kadar büyümeden pasaj sağlanmış olur. Ancak kristallerin atılmaması için ya çok aşırı supersaturasyonla hızlı büyümesi ya da üriner sistemde staza neden olan bir patolojinin bulunması gerekmektedir (56).

Inhibitör eksikliği: İdrarında kristal bulunan kişilerde taş oluşmaması; taş hastalığında öngörülen kristalizasyon dışında farklı mekanizmaların olabileceği düşüncesine yönelmiştir. Aynı kalsiyum oksalat ve ürik asit miktarına sahip kişilerde taş görülme oranı farklı olabilmektedir. Normal fizyolojik olarak idrarda kristal gelişimini ve agregasyonunu engelleyen inhibitör maddeler bulunmaktadır. Sitratlar, düşük molekül ağırlıklı peptidler, büyük molekül glikoproteinler, sülfhidril bağı içeren üromukoidler, matriks–A maddesi, nefrokalsin, Tamm-Horsfall proteini, alanin ve üre organik inhibitörlere örnek verilebilir. Pirofosfatlar, fosfatlar, çinko, magnezyum ise kristalizasyonu önleyen inorganik inhibitörlerdir. Nefrokalsin ve Tamm-Horsfall proteini kristal agregasyonunun etkili inhibitörlerindedir. Taş hastalığı bulunan bireylerin idrarlarında supersaturasyon-kristalizasyon mekanizmasının yanı sıra kristalizasyon-agregasyon inhibitörü eksikliği de söz konusu olabilmektedir (56).

Matriks–Nükleasyon Teorisi: Yapısal anlamda idrarda fizyolojik olarak bulunan üromukoidlere benzeyen, taş oluşumunda iskelet görevi görerek taşın yapısına katılan protein, heksan ve heksanaminlerden oluşan yapıya matriks denir. Farklı taş kompozisyonlarında farklı oranlarda bulunmaktadır. Genellikle kalsiyum taşlarının %3'ünü, ürik asit taşlarının %2'sini ve matriks taşlarının ise %65'ini meydana getirir. Proksimal tübül hücrelerinde üromukoidlerden N-asetil Nöraminidaz enzimi ile siyalik asitin çıkarılması sonucu oluşur. İdrarın enfekte olması matriks taşı oluşumu için predispozan faktördür. İdrarda bulunan yabancı cisimler, epitelyum döküntüleri, albumin,  $\alpha$ -1 globulin,  $\alpha$ -2 globulin matriks rolü oynayıp kristalizasyon ve agregasyon için uygun ortam oluşturarak taş oluşumuna yol açabilmektedir. Matriks taşları genellikle radyolusendir (56).

Epitaksi Teorisi: İdrarda supersature olup kristalize olan bir maddenin nükleizasyon süreci başladıktan sonra çekirdek yapısını oluşturan madde konsantrasyonu azalabilmesi durumunda kristalin aynı maddeyle büyümesi durur. Fakat oluşan ilk oluşan kristalin yüzeyine konsantrasyonu yüksek başka bir element epitaksi yoluyla tutunarak dış tabakayı

sarıp taşın büyümesini devam ettirebilir. Böylelikle nüvesi ve dış tabakası farklı cins maddelerden oluşan taşlar görülebilir. Bunun sık görülen örneklerinden biri ürik asit kristallerinin üzerine kalsiyum oksalatın tutunduğu taşlardır. Sistin başka bir nükleusun üstüne tutunamaz (52; 56).

Bazı hastalarda taş hastalığı oluşum mekanizması yukarıda bahsedilen teorilerden sadece biri ile değil birkaçı ile açıklanabilmektedir. Kimi kaynaklarda 'kombine teori' olarak bahsedilen bu durumda birden fazla faktör ve mekanizmanın rol oynadığı öngörülmektedir. Daha dar bir hasta grubunda ise taş oluşumu hiçbir teori ile açıklanamaz ve idiyopatik taş hastalığından bahsedilir. Taşların etiyojolojiye göre sınıflandırılması Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1:** Taşların etiyojolojiye göre sınıflandırılması (49)

Enfeksiyon olmayan taşlar
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kalsiyum oksalat</li><li>• Kalsiyum fosfat</li><li>• Ürik asit</li></ul>
Enfeksiyon taşları
<ul style="list-style-type: none"><li>• Magnezyum amonyum fosfat</li><li>• Karbonat apatit</li><li>• Amonyum urat</li></ul>
Genetik nedenliler
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistin</li><li>• Xanthine</li><li>• 2,8-Dihidrooksiadenin</li></ul>
İlaçlara bağlı oluşan taşlar

### **Ürolitiaziste predispozan faktörler ve rekkürrens için yüksek risk grupları**

Taş hastalığı rekürrens gösterebildiğinden farmakolojik tedavi için taş oluşumu ile ilgili risk değerlendirmesi yapmak zorunludur. Taş oluşan hastaların %50'sinde hayatların bir döneminde rekürrens taş oluşumu gerçekleşmektedir (1; 57). Hastaların %10'undan biraz daha yüksek oranda rekürrens hastalık görülmektedir. Taş tipi ve hastalık şiddeti, düşük veya yüksek nüks riski belirlemektedir (58). Tablo 2'de bu yüksek risk grupları belirtilmektedir.

**Tablo 2:** Taş oluşumu için yüksek risk grupları (49)

<p>Genel faktörler</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ürolitiyazisin erken başlangıçlı olması (özellikle çocuklar ve gençler)</li><li>• Ailesel taş oluşumu</li><li>• Brushite (<math>\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math>), ürik asit ve ürat içeren taşlar</li><li>• Enfeksiyon taşları</li><li>• Soliter böbrek (böbreğin kendisi başlı başına taş oluşma riskini arttırmaz ancak taş rekürrensini önlenmesi daha önemli hale gelmektedir)</li></ul>
<p>Taş oluşumu ile ilişkili hastalıklar</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hiperparatiroidizm</li><li>• Metabolik sendrom</li><li>• Nefrokalsinozis</li><li>• Polikistik böbrek hastalığı (PBH)</li><li>• Gastrointestinal hastalıklar (jejuno-ileal bypass, barsak rezeksiyonu, Crohn hastalığı, malabsorptif durumlar, üriner diversiyon sonrası enterik hiperoksalüri) ve bariatrik cerrahi (59)</li><li>• Sarkoidoz</li><li>• Spinal kord yaralanması, nörojenik mesane</li></ul>
<p>Genetik olarak belirlenmiş taş oluşumu</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sistinüri (tip A, B ve AB)</li><li>• Primer hiperoksalüri (PH)</li><li>• Renal tübüler asidoz (RTA) tip I</li><li>• Xanthineüri, 2,8-Dihidrooksiadeninüri</li><li>• Lesch-Nyhan sendromu</li><li>• Kistik fibrozis</li></ul>
<p>Taş oluşumu ile ilişkili ilaç kullanımı</p>
<p>Taş oluşumu ile ilgili anatomik anomaliler</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Medullar sünger böbrek (tübüler ektazi), atnalı böbrek</li><li>• Üreteropelvik bileşke obstruksiyonu</li><li>• Kaliksiyel divertikül, kaliksiyel kist</li><li>• Üreteral striktür, ureterosele</li><li>• Vesiko-üretero-renal reflü</li></ul>

## **Taşların kimyasal kompozisyonu ve metabolik değerlendirmesi**

Ürolitiazisi olan her acil veya acil olmayan hasta, görüntülemenin yanı sıra idrarda ve kanında basit biyokimyasal bir incelemeye ihtiyaç duyar. Bu noktada, yüksek ve düşük riskli hastalar arasında taş oluşumu için herhangi bir ayırım yapılmaz. Normal idrar dipstik testinde kırmızı ve beyaz hücreler, nitrit, idrar pH, idrar mikroskobisi ve/veya idrar kültürü, kanda kreatinin, ürik asit, kalsiyum, sodyum, potasyum, kan hücre sayımı, C-reaktif protein, kan pıhtılaşma zaman testlerini (PTZ, INR) çalışmak gerekmektedir. Tüm taş hastalarında biyokimyasal inceleme benzerdir. Bununla birlikte, herhangi bir müdahale planlanmazsa, sodyum, potasyum, C-reaktif protein ve kan koagülasyon süresinin incelenmesi atlanabilir.

Sadece taş rekürrensi riski yüksek olan hastalar daha spesifik analitik bir programa tabi tutulmalıdır (50). Doğru tanıya ulaşmanın en kolay yolu uygun bir yöntemden geçirilmiş bir taşın analiz edilmesidir. Bir kez mineral kompozisyonu bilinirse potansiyel bir metabolik bozukluk tespit edilebilir. Taş analizi tüm taş oluşan hastalarda yapılmalıdır. Bununla birlikte tekrarlayan taş analizleri ise; farmakolojik tedavi ve önlemeye rağmen tekrarlayan taş oluşumunda, girişimsel yöntemle komplet tedavi sonrası erken rekürrenste, uzun taşsız dönemden sonra geç rekürrenste (taş kompozisyonu değişebilir) yapılması gereklidir (60; 61).

Çocuklarda ürolitiazis için predispozan faktörlerin yüksek insidansı ve yüksek taş rekürrens oranları nedeniyle, idrar taşına sahip her çocuğa tam bir metabolik değerlendirme yapılması gerekmektedir (62).

Metabolik değerlendirme şunları içerir: (49)

- Aile ve hastanın varsa metabolik problemleri ile ilgili öykü;
- Taş bileşiminin analizi (taş analizinden sonra metabolik değerlendirme belirli taş türüne göre değiştirilebilir);
- Elektrolitler, kan / üre / azot, kreatinin, kalsiyum, fosfor, alkalın fosfataz, ürik asit, toplam protein, karbonat, albümin ve paratiroid hormonu (eğer hiperkalsemi varsa);
- Kalsiyum ile kreatinin oranı da dâhil olmak üzere üriner analiz ve kültür;
- İdrar testleri; kalsiyum, fosfor, magnezyum, oksalat, ürik asit, sitrat, protein ve kreatinin klirensi için 24 saatlik idrar toplama;
- Sistinüri şüphesi varsa 24 saatlik sistin analizi (pozitif sodyum nitroprusid testi, sistin taşı, idrardaki sistin altıgen kristalleri).

Üriner taşı olan pediatrik hastalar tekrarlama riski yüksek olmasından dolayı yüksek riskli hastalar için geçerli olan standart tanı ve değerlendirme yöntemleri uygulanmalıdır. Tüm pediatrik hastalarda, mümkün ise metabolik değerlendirme taş analizi ile tamamlanması gerekmektedir (49). Metabolik bozuklukların yanı sıra taş oluşumunu kolaylaştıran en yaygın metabolik olmayan bozukluklar vezikoüreteral reflü, üreteropelvik bileşke darlığı, nörojenik mesane ve diğer işeme zorlukları olup şüphelenildiği durumda bunlar açısından da inceleme yapmak gerekir (63) .

#### 1-Kalsiyum taşları

Kalsiyum taşları genellikle kalsiyum okzalat veya kalsiyum fosfattan yapılıdır. Kalsiyum oksalat taşlarının oluşumunda kalsiyumun (hiperkalsiüri) ve oksalatın (hiperoksalüri) supersaturasyonu veya sitrat (hipositratüri) ve magnezyum (hipomagnezemi) gibi inhibitörlerin azalmış konsantrasyonu rol oynamaktadır.

Hiperkalsiüri: Bu ifade; 60 kg'dan küçük bir çocukta 24 saatlik idrarda 4 mg/kg/gün (0,1 mmol/kg/gün)'den fazla kalsiyum atılımını tanımlar. Üç aydan küçük bebeklerde ise normal kalsiyum atılımının üst sınırı 5 mg/kg/gün (0,125 mmol/kg/gün) olarak kabul edilir (64).

Hiperkalsiüri idiyopatik veya sekonder olarak sınıflandırılabilir. İdiopatik hiperkalsiüri; normal serum kalsiyum seviyesi ile birlikte idrarda fazla atılan kalsiyumun altında klinik, laboratuvar veya radyolojik herhangi bir neden bulunamamasıdır. Sekonder hiperkalsiüri; yüksek serum kalsiyum seviyesi (hiperkalsemik) olup bu yüksek seviyenin arkasında artmış kemik rezorpsiyonu (hiperparatiroidizm, hipertiroidizm, immobilizasyon, asidoz, metastatik hastalık) veya artmış gastrointestinal absorpsiyon (hipervitaminoz D) yer alır (65).

Hiperkalsiüri için ideal tarama testi üriner kalsiyumun kreatinine olan oranına bakmaktır. Çocuklarda normal kalsiyum/kreatinin oranı <0,2'dir. Eğer oran 0,2'den büyük çıkarsa tekrar hesaplanması gerekmektedir. Neonatal ve infant bebekler daha büyük çocuklara göre idrarda daha fazla kalsiyum ve daha düşük kreatinin atılımı yapmaktadır (65). Eğer oran normal çıkarsa hiperkalsiüri için ek bir test yapmaya gerek yoktur ancak oranın tekrar yüksek çıkması halinde 24 saatlik idrar toplanır ve kalsiyum ekskresyonu hesaplanmalıdır.

24 saatlik kalsiyum ekskresyon testi hiperkalsiüri tanısı için standart kriter testtir. Kalsiyum atılım miktarı 4 mg/kg/gün (0,1 mmol/kg/gün)'den fazla olması halinde hiperkalsiüri doğrulanır ve ileri tetkikler yapılması gerekmektedir. Bunlar içerisinde; serum bikarbonat, kreatinin, alkalın fosfataz, kalsiyum, magnezyum, pH ve serum kalsiyumu yüksek

ise paratiroid hormonu da yer almalıdır. Ayrıca 24 saatlik idrarda kalsiyumun yanı sıra, fosfor, sodyum, magnezyum, sitrat ve oksalatın ölçümü de yapılmalıdır (65; 66).

Hiperoksalüri: Oksalik asit böbreklerden atılan bir metabolit olup, oksalatın sadece %10-15'i diyetten gelmektedir. Ortalama çocuklar 50 mg (0,57 mmol)/1,73 m<sup>2</sup>/gün'den daha az atılım gösterirken, bebekler dört kat daha fazla salgırlar (67). Hiperoksalüri artmış beslenme alımından, enterik hiperabsorpsiyondan (kısa barsak sendromunda olduğu gibi) veya doğuştan metabolizma bozukluğundan kaynaklanabilir.

Primer hiperoksalüride, oksalat metabolizmasında rol oynayan iki karaciğer enziminden biri yetersiz olabilir. Böbrek ve idrarda kalsiyum oksalat birikimi olur. Teşhis; şiddetli hiperoksalüri laboratuvar bulgularına ve klinik semptomlara dayanarak konur. Kesin tanı koyabilmek için, enzim aktivitesini ölçmek amacıyla karaciğer biyopsisi gerektirir.

Hiperoksalürinin diğer formları; inflamatuvar barsak sendromunda, pankreatitte ve kısa barsak sendromunda oksalatın hiperabsorpsiyonundan kaynaklanabilir. Bununla birlikte, idrarda yüksek oksalat salgısı olan çocukların çoğunda kanıtlanmış herhangi bir metabolik problem ya da herhangi bir diyet nedeni bulunmayabilir. Bu idiyoatik "hafif" hiperoksalüri olarak bilinir ve idrar oksalat seviyeleri bu vakalarda hafif derecede yükselmiştir.

Hipositratüri: Sitrat; üriner taş inhibitörüdür. Sitrat, kalsiyuma bağlanarak ve kalsiyum oksalatın yanı sıra kalsiyum fosfat kristallerinin büyümesini ve agregasyonunu doğrudan inhibe ederek etki göstermektedir. Bu nedenle düşük idrar sitrat miktarı, kalsiyum taşı hastalığının önemli bir nedeni olabilir. Yetişkinlerde hipositratüri 320 mg/gün'den (1,5 mmol/gün) daha az sitrat atılımını ifade ederken; bu değer çocuklar için vücut boyutuna göre ayarlanması gerekmektedir (68).

Hipositratüri genellikle eşzamanlı herhangi bir semptom kaybı veya metabolik asidoz, distal tübüler asidoz, diare gibi metabolik bozulmayla birlikte görülebilir. İdrar sitratını düşüren çevresel faktörler içerisinde yüksek protein ve tuz alımı yer alır. Birçok çalışmada çocuk kalsiyum taşında hipositratürinin önemi vurgulanmakta olup; kalsiyum taşı olan çocuklarda hipositratürinin varlığı %30-60 arasında belirtilmektedir (69; 70).

## 2-Ürik asit taşları

Ürik asit taşları çocuklarda üriner taşların %4-8'inden sorumludur (49). Ürik asit pürin metabolizmasının son ürünü olup; hiperürikosüri, çocuklarda ürik asit taşının ana nedenidir. Günlük 10 mg/kg/gün'den (0,6 mmol/kg/gün) fazla ürik asit çıkışı hiperürikosüri olarak ifade edilir (2). Ürik asit taşlarının oluşumu asidik idrar kompozisyonunun varlığına bağlıdır. Ürik

asit dissosiasyonu ve çözünürlüğü, <5,8 pH'da şiddetle azalır. pH daha alkali hale geldiğinde, ürik asit kristalleri daha çözünür hale gelir ve ürik asit taşı oluşumu riski azalır.

Hiperürikosürinin ailesel veya idiyopatik formunda çocukların serum ürik asit seviyeleri genellikle normaldir. Diğer çocuklarda doğuştan gelen metabolizma bozukluklarına, miyeloproliferatif bozukluklara veya hücre parçalanmasının diğer nedenlerine bağlı olarak ürik asit aşırı üretilmesi neden olmaktadır. Hiperürikosüri aynı zamanda yüksek pürin ve protein alımından kaynaklanır. Hiperürikosüri, yetişkinlerde kalsiyum oksalat taşı oluşumu için bir risk faktörü olmasına rağmen, çocuklarda anlamlı bir risk faktörü olarak görünmemektedir (49).

### 3-Sistin taşları

Sistinüri; sistin taşının oluşum nedenidir ve çocuklarda tüm üriner taşlarının %2-6'sını oluşturur. Sistinüri, renal tübüllerin dört temel aminoasit olan sistin, ornitin, lizin ve arginin reabsorbsiyonun başarısız olması ile karakterize inkomplet otozomal resesif bozukluktur. Bu dört aminoasitten sadece sistin idrarda zayıf çözünürlüğe sahiptir, bu nedenle idrarda aşırı atılım durumunda sistin taşları ancak oluşabilir. Sistin çözünürlüğü pH'ya bağlıdır ve sistin çöktelisi <7,0 pH düzeylerinde başlar. Hiperkalsiüri, hipositratüri ve hiperürikosüri gibi diğer metabolik koşullar sistinüriye eşlik edebilir, bundan dolayı karışık kompozisyon taşlarının oluşumuna yol açabilir (49).

### 4-Enfeksiyon taşları ( Struvit taşları)

Enfeksiyona bağlı taşlar çocuklarda üriner taşların yaklaşık %5'ini oluşturur (49), ancak insidans genç yaşlarda ve endemik olmayan bölgelerde %10'u aşar (48; 71). Üreaz enzimi üretebilen bakteriler (Proteus, Klebsiella, Pseudomonas) bu taşların oluşumundan sorumludur (56). Üreaz, üreyi amonyak ve bikarbonata dönüştürür, idrarı alkalineleştirir ve bikarbonatı karbonata dönüştürür. Alkaline ortamda üçlü fosfatlar oluşması ile nihayetinde taş oluşumuna neden olan magnezyum amonyum fosfat ve karbonat apatitin aşırı doymuş bir çevresi meydana gelir.

### **Taş hastalığının klinik değerlendirmesi ve tanısında görüntüleme yöntemleri**

Klinik tablo yaşa bağlı olma eğilimindedir; yan ağrısı gibi semptomlar ve hematüri daha ileri yaştaki çocuklarda daha sık görülür. Çok küçük yaştaki çocuklarda genellikle kusma, irritabilite gibi spesifik olmayan semptomlar vardır. Genelde ağrılı ya da ağrısız olarak ortaya çıkan makroskopik hematüri çocuklarda daha az yaygındır. Bununla birlikte,



mikroskopik hematüriler tek gösterge olabilir ve çocuklarda daha sık görülür. Bazı vakalarda, idrar yolu enfeksiyonu bir taşın tanımlandığı radyolojik görüntülemeye yol açan tek bulgu olabilir (63).

Taş hastalığı tanısında anamnez ve fizik muayenenin yanında hekimin en çok başvurduğu tetkik radyolojik görüntülemedir. Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG), intravenöz ürografi (İVÜ), ultrasonografi (USG), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) pratikte kullanılan başlıca yöntemlerdir.

Ateş varlığı, hasta soliter böbrekli ise ve teşhis şüpheli ise acil görüntüleme endikedir. Hastaya göreye sıralama değişmekle beraber genellikle görüntüleme olarak radyasyon içermemesi, güvenli, tekrarlanabilir ve ucuz olması nedeniyle ilk USG yapılması gerekmektedir (49).

Üriner taş hastalığı olan çocuklar rekkürrens riski yüksek olduğundan yüksek riskli hastalar için geçerli standart tanı testleri kullanılması gerekmektedir. Çocuklarda ürolitiazisi ortaya koyarken bunların kooperasyonu düşük olduğu, anestezi ihtiyacı olabileceği ve radyasyona daha duyarlı oldukları akılda tutulmalıdır. Yine, düşük olduğu kadar makul derecede ulaşılabilir “ALARA” (As Low As Reasonably Achievable) ilkesine dikkat edilmelidir (49).

DÜSG: Genellikle USG ile birlikte ilk başvuru görüntüleme yöntemidir. Sensitivite ve spesifitesi sırasıyla %44-77, %80-87’dir (49). Özellikle müdahale yapılan veya takip edilen taşların kontrolü, takibi ve karşılaştırmada oldukça pratik bir yöntemdir. DÜSG’te taşlar radyopak ya da semiopak şekilde görülür. Böbrekte oluşan taşların %90 kadarı radyopaktır. Yapısında kalsiyum bulunan taş kompozisyonlarının grafilerdeki opasitesi daha net ve keskin sınırlıdır. Örneğin kalsiyum oksalat ve kalsiyum fosfat taşları radyopaktır. Opasitesi çevre dokulara kıyasla daha az ve sınırları net olmayan taşlara ‘semiopak’ denir. Bu taşlara da struvit veya matriks taşları örnek verilebilir. Sistin taşları ise daha az yoğun ‘buzlu cam’ görüntüsü şeklinde izlenir. Opasite izlenmeyen radyolusent (nonopak) taşlar ise ürik asit taşlarıdır. Eğer ürik asit taşının üzerinde başka bir komponent varsa grafide görülmesi mümkün olabilmektedir. Taşların X-ray karakterisitesi Tablo 3’te özetlenmiştir. Grafide böbrek lojunda gibi görülen lenf nodu kalsifikasyonu, safra kesesi taşı, barsakta yabancı cisme ait opasiteler bazen taşla karışabilir. Bu durumda yan grafi veya başka görüntüleme yöntemine başvurulması doğru olacaktır.

İVÜ: Kesitsel görüntüleme yöntemlerinin yaygınlaşması ile birlikte kullanımının nispeten azaldığı söylenebilir fakat tanı ve tedavi yaklaşımını yönetmede sağladığı önemli veriler nedeniyle halen önemini korumaktadır. Taş dışında üriner sistem patolojilerinin klasik

tanı yöntemidir. İntravenöz yoldan verilen kontrast madde sonrası seri grafi çekimi esasına dayanır. Böbreklerin fonksiyonu, kaliksiyel anatomi, taşın şekli, taşın yerleşimi varsa obstrüksiyon hakkında çok değerli bilgiler sunmaktadır. Opak olmayan taşlar İVÜ’de kontrast içinde dolum defekti olarak görülür. Çocuklarda kullanımı nadirdir ancak perkütan nefrolitotomi veya açık cerrahi öncesi kaliksiyel anatomiye ortaya koymak için kullanılması gerekebilir (49). İVÜ için radyasyon dozu, voiding sistoüretrografi ile (0.33 mSV) karşılaştırılabilir (72). Bununla birlikte, kontrast madde enjeksiyonuna duyulan ihtiyaç önemli bir dezavantajdır. Kontrast madde alerjisi ve böbrek yetmezliği durumunda kontrendikedir.

**Tablo 3:** Taşların X-ray karakterleri (49)

Radyoopak	Düşük radyoopak (semiopak)	Radyolüsent (nonopak)
Kalsiyum oksalat dihidrat	Magnezyum amonyum fosfat	Ürik asit
Kalsiyum oksalat monohidrat	Apatit	Amonyum urat
Kalsiyum fosfatlar	Sistin	Xanthine
		2,8-Dihidroksidenin
		İlaçlara bağlı oluşan taşlar

USG: Taşın opak olup olmaması ile değil akustik gölge vermesi prensibine dayandığı için her türlü taş için uygunabilir. Radyasyon içermemesi, güvenilir, anestezi gerektirmemesi, tekrarlanabilir ve ucuz olması nedeniyle taş görüntülemesinde ilk başvuru yöntemidir. Ayrıca radyasyon içermemesi sayesinde çocuk ve gebelerde primer görüntüleme haline gelmiştir (73). Taşların kaliksiyel sistem, pelvis, proksimal üreter, dolu mesane ile distal üreter, üreterovezikal bileşke ve mesanedeki lokalizasyonu hakkında bilgi verir. Kaliksiyel sistem ve üreterin dilatasyonu, ayrıca ek organ patolojisi hakkında bilgi edinilmesini sağlar. USG’nin sırasıyla sensitivitesi ve spesifitesi üreter taşları için %45-94 böbrek taşları için %45-88’dir (74; 75). Yinede; taşların tanısında pediatrik hastaların %40’ında başarısızdır (76). Eğer taştan şüphelenirse ve USG’da yetersiz veya tatmin edici veri yok ise DÜSG veya BT çekilmesi uygundur. Böbrek fonksiyonu hakkında yeterli bilgi verememesi, deneyim gerektirmesi ve yapılacak yorumun uygulayan kişiye bağımlı olması yönüyle subjektif olması USG’nin sınırlayıcı faktörleridir.

BT: Kontrastsız BT’nin taş hastalığı tanısında kullanıma girmesi yüksek sensitivitesi nedeniyle büyük kolaylık sağlamıştır. Kontrastsız gelişmiş BT akut yan ağrısı olan hastalarda

standart tanı yöntemi haline gelmiş ve İVÜ'nün yerini almıştır (77). Opak olsun olmasın kalsiyum oksalat, kalsiyum fosfat, struvit, sistin, ürik asit taşlarının tamamı rahatlıkla görülebilir. İndinavir taşının görülmemesi bunun tek istisnasıdır (78). Kontrastsız BT; tedavi modalitesini etkileyen taşın çapı, yoğunluğu (dansitesi), taşın iç yapısını, cilt taş mesafesini ve çevre anatomi hakkında da bilgi verebilmektedir (79). Kontrastsız BT üriner sistemde taş tanısında en fazla sensitiviteye sahip görüntüleme olup güvenilir ve hızlı olması ile birlikte sensitivitesi %97, spesifitesi %96 olarak belirtilmektedir (80). BT'nin taş tanısında kullanımını sınırlayan en önemli konu hastanın maruz kaldığı radyasyondur. Taş hastalığının tekrarlayabilir olduğu düşünüldüğünde alınan kümülatif radyasyon dozunun yüksek olması endişe verici bir durumdur. Yapılan güncel çalışmalarda aynı görüntü kalitesinde radyasyon dozu düşürmek için geliştirilen 'azaltılmış/düşük doz BT'nin taş için 'normal doz BT' ile aynı sensitivitede olduğu gösterilmiştir (81). Vücut kütle indeksi (VKİ) <30 olan hastalarda, düşük doz BT'nin ureter taşlarında <3mm olanlar için sensitivitesi %86, >3mm olanlar için sensitivitesi %100 olarak gösterilmiştir (82). Prospektif çalışmalarla ilgili yapılan bir metaanalizde azaltılmış doz BT'nin taş için sensitivitesi %96,6 spesifitesi %94,9 saptanmıştır (83). Çocuklarda yalnızca taşların %5'i kontrastsız BT taramasında gözden kaçır (84). Böbrek fonksiyonu hakkında net bilgi vermemesi, nadir de olsa çocuklarda anestezi veya sedasyon ihtiyacı olabilmesi yine düşük düzeyde de olmasına rağmen belli bir radyasyon dozu içermesi BT'nin kısıtlayıcı yönleridir. Ayrıca özellikle çocuklarda olmak üzere yüksek tanı değerine sahip olmasına rağmen radyasyon dozu ve maliyetinden dolayı BT; yeterli bilgi sağlanamayan USG ve DÜSG sonrası kullanım hakkı saklı tutulması tavsiye edilmektedir (49). Farklı radyolojik görüntüleme yöntemlerinde alınan radyasyon dozu Tablo 4'te özetlenmiştir.

**MRG:** Radyasyon maruziyetinin olmaması ve kontrast maddesinin böbrek yetmezliğinde uygulanabilir olması nedeniyle taş hastalığında ve obstruktif durumlarda alternatif bir yöntem olabilmektedir.

**Tablo 4:** Farklı radyolojik görüntüleme yöntemlerinde alınan radyasyon dozları (49)

Metod	Radyasyon dozu (mSv)
DÜSG	0.5-1
İVÜ	1.3-3.5
Azaltılmış doz BT	0.97-1.9
Normal doz BT	4.5-5

## TAŞ HASTALIĞINDA TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Günümüzde üriner sistem taş hastalığının tedavisindeki en önemli sorunlardan biri, hastalarda saptanan taşların etkili yöntemler kullanılarak ve başarıyla tedavi edilebilmesine karşın, yüksek taş rekkürrens oranı (%50) nedeniyle aynı hastada yeni operasyonlar gerekmesi olasılığının fazla olmasıdır (85). Tedavinin amacı, ilk olarak hastanın ağrısı varsa hastanın bu ağrıdan kurtarılıp rahatlatılmasıdır, daha sonra taşın tespit edilip olabildiğince temizlenmesi ve sonraki aşamada yeni taş oluşumunun veya var olan taşın büyümesinin engellenmesidir.

Akut renal koliği olan hastaların %20-40'nın hastaneye ihtiyaç duyabilmekte olup; oral tedavi ile semptomları kontrol edilemeyen hastalar, sıklıkla soliter böbrekte görülen taş varlığında anürinin olması veya taşın üriner sistemde obstrüksiyon yapması, enfeksiyon ve yüksek ateşin eşlik etmesi öncelikli hastaneye yatış ve tedavi endikasyonları arasındadır.

Tedavi yöntemine karar verilirken taşın yerleşim yeri, taşın boyutu, kaliksiyel sistemin anatomisi, taşın obstruktif olmasına sekonder pyonefrozun veya ürosepsis varlığının belirlenmesi gereklidir (7). Üreterde yerleşen taşlarda şiddetli kolik varsa uygun analjezik tedavi veya obstrüksiyonun ortadan kaldırılması öncelikli prensiptir. Taşın çıkarılması seçeneklerinde açık cerrahiden ziyade endikasyon doğrultusunda artık teknolojinin gelişmesi ile birlikte daha minimal invaziv endoskopik cerrahilere yönelik işlem yapılması uygundur. Tedavi kararları alınırken komorbidite ve hasta tercihini göz önünde bulundurmak gerekmektedir (49).

### **Konservatif takip ve medikal ekspulsif tedavi (MET)**

Konservatif takip ve tedavi öncelikle hangi taşlara ve hastalara yapılması gerektiği konusunda iyi değerlendirme yapılması gerekmektedir.

Semptomatik olmayan böbrek taşlarına yönelik hangi durumda konservatif takip yapılması veya aktif çıkarılması için gerekli endikasyonlar ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Hangi kaliksiyel taşların tedavi edilip edilemeyeceği sorusu hala cevapsız ise de, taş büyümesi, de novo obstrüksiyon, ilişkili enfeksiyon ve akut ve/veya kronik ağrı tedavi endikasyonudur (86). Asemptomatik taşları olan hastalarda semptomatik atak geçirme veya müdahale etme ihtiyacı riski yıllık olarak %10-25,5 (87; 88).

Taş boyutuna göre spontan taş pasaj ile ilgili sınırlı veri mevcuttur (89). Birçok yayında klinik olarak 5 mm'den küçük taşların üretere girse bile kendiliğinden düşeceği kabul edilir. Yapılan bir çalışmada 4 mm'e kadar olan taşların %95'inin 40 gün içinde spontan

düştüğü belirtilmiştir (90). Mevcut kanıtların analizine dayanarak, kendiliğinden düşebilecek taş boyutu için kesin bir cutt-off değeri verilememektedir. Bu nedenle güncel kılavuzda böbrek taşları için öneriye taş boyutunu dâhil etmeme kararı verilmiş taş boyutu arttıkça spontan taş düşürme oranının düştüğünün ve bireysel hastalar arasında farklılıkların olduğu belirtilmiştir (49).

Üreter taşların geçişini kolaylaştırmak için hastaya uygun yaşam stili değişikliği önerilmeli ve uygun farmakolojik ilaçlar verilmelidir; bu sürece medikal ekspulsif tedavi (MET) denilmektedir. Ancak; MET uygulanacak hasta ve yakınları süreç hakkında detaylı bir şekilde bilgilendirilmesi gerekmektedir. Komplikasyonlar gelişirse (enfeksiyon, refrakter ağrı, böbrek fonksiyonunun bozulması) tedavi kesilmelidir ve gerekli cerrahi müdahale, ek medikal tedavi değişikliğine gidilmelidir. MET için seçilecek hastada ağrı kontrolünün iyi yapılabilmesi, sepsise ait bulgu olmaması ve yeterli böbrek rezervinin olması gerekmektedir. Öncelikle kolik ağrı varsa analjezik özelliğin yanı sıra ödemi azaltmak için non-steroidal antiinflamatuvar ajanlar (diklofenak sodyum, ibuprofen vb.) ilk seçenek olmaktadır. Enfeksiyon mevcut ise ampirik antibiyotik uygulanmalıdır. Taşın pasajını kolaylaştırmak için MET’te öncelikli olarak alfa-bloker ajanlar (tamsulosin, terazosin, silodosin vs.) kullanılmaktadır (49). Alfa blokerlerin yanı sıra, kalsiyum kanal blokerleri (nifedipine vs.), steroid ilaçlar ve antikolinergik ilaçların etkinlikleri ile ilgili yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Ancak bunların etkinliği ve çocuklarda kullanımı ile ilgili yeterli veri yoktur. Bunun yanı sıra bol sıvı alınması ve fiziksel aktivite de pasajı hızlandıran faktörlerdir. Taşın yerleşim yerinin takibi ve hidronefroz derecesini değerlendirmek için hastaları kısa aralıklarla görüntüleme yaparak takip edilmesi önerilmektedir.

Çocuklardaki deneyim sınırlı olmasına rağmen, yakın dönemde yayınlanmış üç randomize ve iki retrospektif çalışmanın yeni bir meta analizi, MET ile yapılan tedavinin, spontan üreteral taş geçiş olasılığını arttırdığını ve düşük yan etki oranları ile sonuçlandığını ortaya koymaktadır (91). Literatürde primer üreter taşla ilgili MET etkinliğine dair çalışmaların yanı sıra, erişkinlerde cerrahiler sonrası rezidü fragmanların spontan pasajı arttırdığı ve taşsızlık oranını (Stonefree rate) arttırdığına yönelik yapılmış datalar da mevcuttur (92; 93). Ancak çocuklarda perkütan nefrolitotomi sonrası rezidüel fragmanlar vakaların sadece %20-25’inde spontan düştüğü, %40’ının semptomatik hale gelebileceği ve %20’sinin taşının yeniden büyüme gösterdiği bildiren çalışmalar olup (94; 95); kılavuzlarda çocuk popülasyondaki ekspulsif etkisi ve yan etkilerle ilgili sınırlı veri nedeniyle MET önerilemeyeceği belirtilmektedir (49).

### **Farmakolojik selektif tedavi/çözündürücü ajanlar (kemolizis)**

Taş hastalığının değişik tiplerinin tanı kriterlerinin formulize edilmesi ve patofizyolojilerinin açıklığa kavuşması selektif tedavi yöntemlerinin benimsenmesine olanak sağlamıştır.

Perkütan irrigasyon kemolizis: Böbreğe yerleştirilen bir kateterden direk böbrek içine verilerek sistemdeki taşın erimesini hedefleyen tedavi yöntemidir. Taşın ve idrarın kimyasal yapısı göz önünde bulundurularak planlanır. Kemoliz; PNL veya ESWL sonrası kalan taş fragmanların tedavisi için de bir seçenek olmaktadır. Günümüzde perkütan irrigasyon kemolizi tekniğin zorluğu ve muhtemel komplikasyonlar nedeniyle nadiren kullanılmaktadır. Bu teknik enfeksiyon ve ürik asit taşları için bir seçenek olabilir (96). Struvit taşlarının çözünmesi için Suby's G solüsyonu (%10 hemiasidrin, pH 3.5-4) kullanılabilir (97).

Oral kemolizis: Ürik asitten oluşan ancak sodyum veya amonyum ürat içermeyen taşlar oral kemoliz ile çözülebilir. Oral kemolizis; alkalik sitrat, sodyum bikarbonat uygulaması ile idrarın alkalizasyon prensibine dayanır (98). İdrar pH 7,0-7,2'e ayarlanmalıdır. Struvit taşlarında aksine enfeksiyon kontrolü yapılması ve idrarı asidifiye edilmesi gerekmektedir.

Genel prensipler aynı olmakla beraber çocuklara özgün olmak üzere selektif medikal tedavi aşağıda belirtilmiştir.

Kalsiyum taşları;

Hiperkalsiüri için başlangıç tedavi olarak sıvı alımı ve idrar oluşumu artırmak birincil önem arz eden husustur. Diyet değişikliği, etkili tedavinin zorunlu bir parçasıdır. Günlük alınan kalsiyum, hayvansal protein ve sodyum miktarını doğru olarak değerlendirmek için diyetisyen kılavuzluğunda diyet düzenlenmelidir. Çocuğun günlük ihtiyaçlarına uygun şekilde kalsiyum alımının sürdürülmesinin yanı sıra, diyetle sodyum kısıtlaması da önerilmektedir (99). Düşük kalsiyum diyetinin kısa süreli denenmesi, eksojen kalsiyum alımının yüksek idrar kalsiyumuna katkıda bulunup bulunmadığını belirlemek için yapılabilir. Bununla birlikte, uzun süre kalsiyum alımını kısıtlamaya çalışırken çok dikkatli olunmalıdır. Hiperkalsiüriyi 2 mg/kg/gün miktarda sürdürmek durumunda olan idiyopatik hiperkalsiüride hidroklorotiyazid ve diğer tiazid tipi diüretikler 0,5-1 mg/kg/gün başlangıç dozunda tedavi etmek için kullanılabilir (2; 100; 101). Tiyazid tip diüretiklerin uzun süreli kullanımında üçüncü aydan sonra hipokalsiürik etkinin azalması görülebilir ve hipokalemi, hipositratüri, hiperürisemi, hipomagnezemiye neden olabilir. Bu nedenle, kan ve serum değerlerinin kontrolü düzenli

aralıklarla yapılmalıdır. Sitrat seviyeleri düşükse ya da diğer tedavilere rağmen hiperkalsiüri devam ederse sitrat tedavisi yararlı olur (102).

Hiperoksalüri tedavisi, yüksek idrar akımının teşvik edilmesinden, diyetteki oksalatın kısıtlanmasından ve düzenli kalsiyum alımından oluşur. Piridoksin idrar düzeylerini azaltmada, özellikle primer hiperoksalüride yararlı olabilir (2).

Hipositratürde artmış taş riski nedeniyle normal sitrat düzeylerinin restorasyonu taş oluşumunu azaltmaya yöneliktir. Bazı çalışmalar, erişkin popülasyonda sitrat replasman tedavisinin taş oluşum riskini azalttığını göstermesine rağmen, çocuklarda çok az sayıda ilgili çalışma bulunmaktadır. Hipositratüri 2 doza bölünmüş şekilde 1 mEq/kg potasyum sitrat başlangıç dozu ile tedavi edilir (68). Potasyum sitratın yan etkileri çok nadirdir ve çoğu zaman spesifik olmayan gastrointestinal şikayetlerini içerir. Hiperkalemik ve kronik böbrek yetmezliği durumlarında potasyum sitrat dikkatle kullanılmalıdır (49).

Ürik asit taşları;

İdrarın alkalinizasyonu, ürik asit taşları için terapi ve önlemenin temel dayanak noktasıdır. Sitrat preparatları alkalineleştirici ajanlar olarak yararlıdır. Ürik asit taşlarının engellenmesi için 6-6,5'lik bir idrar pH'sının muhafaza edilmesi yeterlidir (2). Mümkünse en ideal idrar pH 7,0-7,2 aralığıdır (49). Konservatif tedavilere rağmen dirençli hiperürikosüri, taş rekürrensleri veya miyeloproliferatif olan olgularda allopurinol (10 mg/kg) kullanılabilir. Bu ilaç birkaç ilaç reaksiyonuna (döküntü, ishal, eozinofili) neden olabilir ve kronik böbrek yetmezliği hastalarında dikkatle kullanılmalıdır.

Sistin taşları;

Sistin taşlarının tıbbi tedavisi, idrardaki sistin doyunluğunu azaltmayı ve çözünürlüğünü artırmayı amaçlamaktadır. İlk işlem yüksek bir idrar akışı ve potasyum sitrat gibi alkalineleştirici ajanlar kullanılarak idrar pH'nın 7,0'ın üstünde tutulmasıdır. Ayrıca D-penisilamin de kullanılabilir. Bu tedavi başarısız olursa, alfamercaptopropionil glisin kullanımı idrarda sistin düzeylerini düşürebilir ve taş oluşumunu önleyebilir. Bu ilaçların yan etkileri çoğunlukla hafiftir ve gastrointestinal şikayetleri (tad ve koku değişiklikleri), ateş ve döküntüleri içerir; ancak kemik iliği depresyonu, nefrotik sendrom ve epidermoliz gibi ciddi yan etkiler de görülebilir (103).

Enfeksiyon taşları (struvite taşları);

Bakterilerin eliminasyonuna ilaveten, taşların enfeksiyona kaplanması ve antibiyotik tedavisinin etkili olmaması nedeniyle, taş eliminasyonu da tedavi için çok önemlidir. Staz ve enfeksiyona neden olan herhangi bir konjenital sorunun araştırılması düşünülmelidir. Genitoüriner sistem anomalileri, bu tür taşların oluşumuna yatkındır. Bakteriler genellikle

alkali idrar oluşumuna neden oldukları için idrarı asidifiye hale getirmek tedaviye katkı sağlar.

### **Vücut dışı şok dalga tedavisi/ Ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL)**

ESWL klavuzlarda 2 cm'nin altında böbrek ve proksimal üreter taşlarında güvenilir tedavi seçenekleri arasında yer almaktadır. Çocuklarda uzun dönem morbidite açısından ESWL'nin güvenle kullanılabileceği belirtilmektedir (104). Literatürde ESWL'nin taşsızlığı sağlamadaki başarı oranları farklı serilerde %75-95 arasında değişmektedir (105; 106). Taşın çapı, kompozisyonu/sertliği, lokalizasyonu, sayısı, hastanın vücut yapısı (kifoskolyoz, obezite, 100 cm'den kısa çocuk, pelvik/atnalı böbrek vs.), ESWL klinik deneyimi, kullanılan litotriptörün kalitesi ESWL başarısını etkileyen faktörler arasındadır (107).

Taş çapı arttıkça başarı oranı/SFR azalmakta olup tekrar tedavi oranı artmaktadır. Çocuklarda taş çapı ile ilişkili başarı oranları <1 cm, 1-2 cm, >2 cm ve genel olarak sırasıyla %90, %80, %60 ve %80 olarak bildirilmektedir (106; 108).

Taşın lokalizasyonu başarıyı etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Böbrek pelvis taşları ve proksimal üreter taşlarında başarı oranı en yüksek seviyede olup %90-95 arasında belirtilmiştir. Böbrek alt pole kaliksiyel taşlarında başarı oranı oldukça düşük olup birçok seride %50-62 arasında bildirilmiştir (109; 110). Orta ve distal üreterde kemik superpozisyonu nedeniyle uygulaması zordur.

Taşın sertliği kontrastsız BT'de değerlendirilip Hounsefield Ünitesi (HU) olarak birimlendirilir. ESWL en başarılı sonuçlar HU <600 ve <1000 değerlerinde alındığı belirtilmektedir (95; 111). HU >1000 üzerindeki taşların başarı oldukça düşüktür. Sistin ve kalsiyum oksalat monohidrat taş kompozisyonları ESWL ile başarısını olumsuz etkilemektedir (107).

Her seansta verilebilecek şok dalga sayısı litotriptör tipine ve şok dalgası gücüne bağlıdır. Verilebilecek maksimum şok dalga sayısı konusunda tam bir fikir birliği olmamakla beraber ortalama 1800-2000 arasında olması önerilmektedir (112). Renal hasarı azaltmaya yönelik vazokonstriksiyon sağlama amacıyla işleme daha düşük enerjiden başlanması ve kademeli güç artırımı ile devam edilmesi önerilmektedir (113). Aşamalı güç artırımı ile ilgili hayvan ve randomize kontrollü çalışmalarda daha yüksek SFR bildirilmiştir (%96 ve %72); ancak fragmentasyon ve komplikasyon kanıtı açısından fark bulunamamıştır (114; 115). Ortalama güç derecesi 14 kV ile 21 kV arasında olması gerekmektedir (112). Şok dalga frekansının 120'den 60-90 şok dalga/dk'a düşürülmesi SFR oranını arttırmaktadır (116).



Frekans arttıkça doku hasarı artmaktadır. 1,0-1,5 Hz frekansı kullanılması önerilmektedir (117; 118).

USG veya dijital floroskopi kullanılması maruz kalınan radyasyon dozunun anlamlı bir şekilde azaltılmaktadır (106; 119). Anestezi konusundaki endişeler artık bebeklik yaş grubunda bile teknik ve ilaç gelişmelerinden dolayı bir problem teşkil etmemektedir. Anestezi tipi on yaşın altındaki çocuklar için genel veya dissosiyatif olmalıdır, oysa konvansiyonel intravenöz sedasyon veya hasta kontrollü analjezi kooperasyon kurulabilinen daha büyük çocuklar için bir seçenek olabilir (120).

ESWL olacak soliter böbrekli hastalarda stent takılması gerekmektedir. Geniş taş çapı olan çocuk hastalar taş yolu oluşumu ve uzun süren obstruksiyon açısından yüksek riskli olup bu hastalar ESWL sonrası yakın takip edilmesi gerekmektedir. Post-ESWL döneminde uzun süren obstruksiyonda nefrostomi katateri veya stent uygulanması gerekebilir (121).

PNL ve URS ile kıyaslandığından ESWL genel komplikasyon oranları düşük görülmektedir (122). Çocuklarda da genellikle komplikasyonlar kendini sınırlar ve geçicidir.

ESWL'e bağlı genel komplikasyonlar;

Renal kolik (%2-4), geçici hidronefroz, dermal ekimoz, üriner trakt enfeksiyonu (%7-23), taş yolu oluşumu (%4-7), sepsis (%1-2,7), nadiren renal hematoma (<%1) (123; 124).

Taş yolu oluşumu %4-7 oranında ESWL'e bağlı gelişebilme riski vardır ve riski arttıran en önemli faktör taş çapıdır (123). 15 mm'den büyük taşlarda stent uygulanması taş yolu oluşumunu önlemektedir (125). Taş yolu oluşumunda en önemli problem üriner obstruksiyon olup vakaların %23'ünde asemptomatik görülmektedir (126). Çocuklarda ESWL sonrası taş yolu oluşumunda cerrahi müdahale önceliklidir (112).

ESWL için kontrendike olan durumlar;

Gebelik, kanama diyatezi, kontrol edilmeyen üriner enfeksiyon, taşa odaklanmayı engelleyen ciddi iskelet anomalisi ve aşırı obezite, taş çevresinde arteriyel anevrizma varlığı, taşın düşmesini engelleyecek anatomik distal obstruksiyon varlığı (127; 128).

### **Retrograd İntra Renal Cerrahi (RIRC)**

1990'lı yıllardan sonra rijid endoskopik aletlerin yanında defleksiyon ve fleksiyon manevrasının geliştirilmesi ile fleksible üreteroskopların bulunması, endoskopik aletlerin minyatürizasyonu, optik araçların kalitesinin artırılması, disposable (tek kullanımlık) aletlerin bulunması ile hem üreter taşı hemde böbrek taşı olsun URS'nin kullanımını giderek artmış, böbrek taşlarının retrograd endoskopik yaklaşım ile tedavisi yaygınlaşmış ve bugün birçok merkezde RIRC yapılmaktadır (129; 130). Özellikle alt kaliks taşlarında ESWL'nin başarı

oranının düşüklüğü ve PNL'nin morbiditesi göz önüne alındığında son yıllarda RİRC oranı artmıştır. Fleksible üreteroskop ile litotomi pozisyonunda böbreğe ulaşıp her boyut ve lokalizasyondaki taşa ulaşılarak lazer teknolojisiyle taşlar kırılıp parçaları basket kateterler yardımıyla alınır ya da milimetrik boyuta indirilen taşlar spontan düşmeye bırakılır. "Access sheath" kılıf kullanılması ise, fleksible üreteroskopinin manipulasyonunu kolaylaştırmakta ve ameliyat süresini de kısaltmaktadır. Fleksible URS doğrudan akses yapılamayan taşların daha rahat ulaşılabilir kalikslere alınmasını sağlar (131).

Küçük çaplı alt kaliks taşlarında RİRC minimal morbidite ve ESWL'ye eşdeğer başarı oranları göstermektedir. Boyutu 2 cm'ye kadar olan orta büyüklükte alt kaliks taşlarında çok daha yüksek başarı oranları saplanmıştır (132). Bununla birlikte 2 cm'den sonra taş boyutu arttıkça RİRC'de başarı oranı belirgin olarak düşmektedir. Gerekli olgulara ikinci ya da üçüncü seans yapılabilir. Başarı oranı 1-2 cm arasındaki taşlarda % 90-98'dir. Daha büyük taşlarda iki seansta başarı oranı % 90'dır (132).

Operasyon sonrası hastada yara olmaması, hastanın gündelik hayatına çabuk dönebilmesi avantajları iken; alet ve gereksinimlerinin pahalı olması, büyük taşlarda multipl seans gerekebilir olması ve operasyon süresi uzadıkça komplikasyon oranının artması dezavantajlarıdır. Komplikasyon oranları %0-25 arasındadır (13). Minor komplikasyonları kanama (<%5), mukozal yırtıklar, ekstravazasyon, termal yaralanmadır. Major komplikasyonları üreteral avulsiyon, intussisepsiyon ve perforasyondur. Postoperatif olarak renal kolik, taş yolu, ateş (%2-28), uzamış antibiyotik kullanımı (%4-5), sepsis (%3-5), striktür ve vezikoüreteral reflü gelişmesi sayılabilir (133).

Literatürde yakın zamanda yayınlanan çocuklarda fleksible URS'nin kullanım sayısının giderek arttığını belirten seriler mevcuttur. Hem üreter hem de böbrek taşı tedavisi mümkündür (134). Bu serilerde operatörler genellikle aktif orifis dilatasyonu uygulamamış ancak mümkün olan hastalarda akses sheath kullanılmıştır. Bununla birlikte bu serilerde olguların yaklaşık yarısında üretere retrograd akses sağlanamamıştır (135). Stent uygulandıktan sonra orifis ve üreterin pasif dilatasyona bırakılarak işlemin ikinci seansta yapılması ile bu problemin üstesinden gelinebilir. Çocuklarda ihmal edilebilir komplikasyon oranları ile birlikte başarı oranı %60-100 arasında değişkenlik göstermektedir (136). Ek prosedürlerin ihtiyacı taş çapı ile ilişkilidir. Karşılaştırmalı bir çalışmada daha az seanslarla 3 ay sonra RİRC'nin ESWL ile benzer SFR'nına sahip olduğu gösterilmiş (136).

Obezite, kanama diatezi, ESWL'ye dirençli taşlarda, karışık intrarenal anatomi varlığı (atnalı böbrek, pelvik böbrek vs.), multipl taşlı, PNL'ye uygun olmayan ve tedavi sonrası rezidü taşı olanlarda RİRC ilk tedavi modilitesi olarak uygulanabilir.

EAU kılavuzlarında böbrek taşlarında RİRC primer olarak önerilmemektedir ancak; renal pelviste, üst ve orta kaliklerde 2 cm'den küçük taşlarda ESWL ile birlikte PNL/RİRC birlikte önerilmekte; 2 cm den büyük taşlarda ilk tercih PNL önerilmekte eğer PNL mümkün değilse stent uygulanma ihtiyacı riski artmakla beraber ikinci seçenek olarak RİRC veya ESWL önerilmekte; yine alt pole 1 cm'den büyük taşlarda eğer ESWL için mümkün değilse PNL veya RİRC önerilmektedir (112). Fakat deneyimlerin artması ve teknolojinin ilerlemesi ile birlikte RİRC'nin yakın tarihte böbrek taşlarının tedavisindeki yerinin artacağı öngörülmektedir.

### **Laparoskopik Cerrahi**

Üriner sistem taşlarının laparoskopik tedavisi özellikle böbrek santralinde yerleşimli büyük taşlarda PNL'ye alternatif olarak yapılabilmektedir. Daha öncesinde başarısız endoskopik cerrahi öyküsü olan, kompleks renal anatomisi olan (ektopik böbrek veya retrorenal kolon vs.) taş ile üreteropelvik bileşke darlığı veya kaliksiyel divertikül birlikteliği olan, megaüreter olup üreter taşı olan veya impakte büyük üreter taşı olan hastalarda laparoskopik cerrahi tercih edilebilir (112; 137).

Laparoskopik taş cerrahisi ile yapılmış sınırlı sayıda seçilmiş özel vaka sayısı az olması sebebiyle ESWL, RİRC, PNL ile başarı oranları kıyaslamak pek mümkün olmamaktadır (138; 139). Laparoskopi üriner taş tedavisinde asıl teknik olmamakla birlikte özellikle ektopik böbrekli hastalarda PNL için aksesi direkt görüş altında yapabilmek imkânı sağlaması nedeniyle yardımcı teknik olarak da kullanılabilir (37).

### **Açık Cerrahi**

Teknolojinin ilerlemesi, yeni cerrahi enstrüman ve tekniklerin geliştirilmesi, yüksek başarı oranlarını daha az komplikasyon ve morbidite ile yakalamayı sağlayan minimal invaziv yöntemleri cazip hale getirmiştir. Endoürolojik teknolojinin gelişmesi ile çocuklarda üriner taşlarda payının arttırmasına rağmen halen açık cerrahi gereksinimi %0,7-4 civarındadır (6).

Birçok taşın ESWL, PNL, RİRC ile tedavisi artık mümkün olmakla beraber endoürolojik veya ESWL'nin başarısız olduğu, cerrahi müdahale gerektiren konjenital obstruksiyonu da olan (üreteropelvik darlık vs.), kaliksiyel divertikülü, iskelet deformitesi, ektopik böbrek olan hastalarda açık cerrahi yöntem uygulanabilir. Ancak eğer mümkün ise (ör. taş böbrekte merkezi yerleşimli) açık cerrahiden önce deneyim doğrultusunda laparoskopi öncelikle tercih edilmesi önerilmektedir (112).

## Perkütan Nefrolitotomi (PNL)

Cerrahi teknik olarak böbrek taşı olan hastada cilt ile kaliksiyel sistem arasında istenen kalibrasyonda bir trakt oluşturup endoskopik aletlerle sistem içine girilerek kaliksiyel sistem içindeki taşın fragmantasyonu ve bunların trakttan dışarı çıkartılması şeklinde tarif edilmesi mümkündür. Böbreğe tedavi amacıyla ilk perkütan girişim Goodwin ve arkadaşlarının 1955 yılında hidronefrotik böbreğe perkütan nefrostomi takması ile başlamıştır (140). PNL ameliyatı ilk defa 1976 yılında Fernstrom ve Johannsson tarafınca gerçekleştirilmiş (141). İlk pediatrik PNL serisi ortalama 14 yaş olan (5-18) 7 hastayı kapsamakta olup 1985 yılında Woodside ve ark. tarafınca yayınlanmıştır (142). Jackman ve ark. 1997'de mini-PNL'yi tariflemiştir (26). Desai ve ark. 2011'de mikro-PNL ile ilgili ilk seriyi sunmuş, 2013 yılında UMP'yi tariflemiştir (27; 32).

Bu operasyonda cilt, ciltaltı dokular, fasya, kas yapıları ve renal parankimde açık cerrahideki gibi bir insizyon olmamakta dolayısıyla doku bütünlüğü çok daha az bozulmaktadır. Zaman içinde teknik ilerlemeler ve kullanılan enstrümanların gelişmesiyle daha az komplikasyon oranları ile yüksek başarı elde edilmiştir. Büyük çapta taşlarda artık ilk tercih edilen tedavi yöntemi olmuş; preoperatif değerlendirme, endikasyon ve teknik olarak çocuklar erişkinlerle benzerlik göstermektedir. Kullanılan malzemeler daha küçük çapta olmakla beraber erişkin boyutta ve çapta enstrümanlarda uygun yaş, VKİ olan çocuklarda da kullanılabilir. Güncel kılavuzlarda 2 cm'den büyük böbrek taşlarında önerilen ilk seçenek tedavi yöntemi PNL'dir (112). Böbrek taşı için European Association of Urology (EAU) kılavuzunda önerilen tedavi algoritması Tablo 5'de belirtilmiştir.

Tedavi edilmemiş üriner trakt enfeksiyonları, öngörülen giriş traktında tümör varlığı, o böbrekte eş zamanlı tümör varlığı, gebelik kontrendike olduğu durumlarıdır.

**Tablo 5:** Avrupa Üroloji Birliği taş hastalığı cerrahi tedavi kılavuzu (112)

Taş boyutu	Tedavi önerisi
>20 mm	1) PNL
	2) RIRS veya ESWL
10 - 20 mm	ESWL veya Endoüroloji*
<10 mm	1) ESWL veya RIRS
	2) PNL

\* Endoüroloji tanımı bütün PNL ve URS/RIRC müdahalelerini kapsamaktadır

İşlem öncesi hasta değerlendirilirken USG, IVÜ veya kontrastsız BT çekilerek taş ve böbrek kaliksiyel anatomisi değerlendirilmelidir (143). Ancak hem taş ve böbrek lokalizasyonu, anatomik varyasyonu (ektopik, atnalı, rotasyon anomalisi vs.) hem de çevre organların pozisyonel durumu (splenomegali, retrorenal kolon vs) değerlendirilmesi yönünde bilgiler sağladığı ve giriş traktını belirleyerek komşu organ yaralanmasından kaçınmak açısından ve gelişmiş cihazlar sayesinde radyasyon dozu daha az olduğu için kontrastsız BT kullanılması IVÜ'ye göre daha avantajlıdır (144).

Steril idrar kültürü postoperatif bakteriüriyi engellemez. Üriner bakteriler taşları barınak olarak kullanabilmektedir. O yüzden preoperatif dönemde steril idrar kültürü olmasına rağmen taş fragmentasyonu ile önceden bakterilerin üretmiş olduğu endotoksinler veya canlı bakteriler açığa çıkabilir, dolaşıma geçerek enfeksiyon ve ateşe neden olabilir (145). Üriner enfeksiyon hikayesi olmayan hastalara profilaktik antibiyotik verilmelidir; çünkü ürolojik endoskopik işlemlerin tümü, enfeksiyon görülmesi bile, temiz kontamine bir işlem olarak kabul edilir. Sefalosporinler, enfekte olmayan taş hastalarının cerrahi işlem profilaksisi için kullanılan en uygun antibiyotiklerdir.

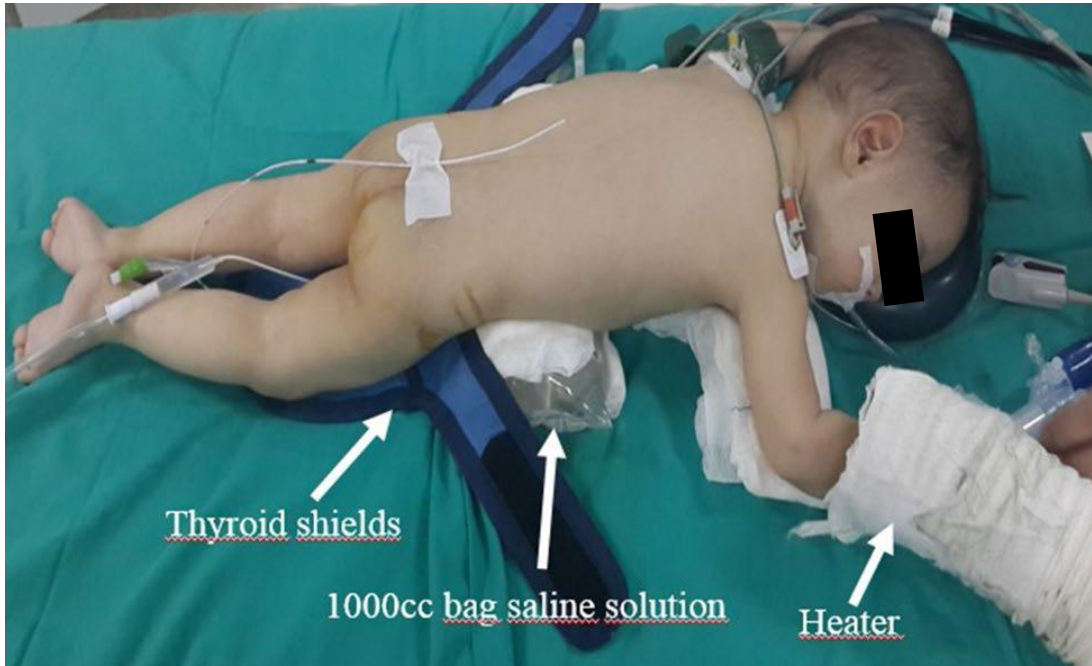
PNL genel, epidural ve lokal anestezi altında yapılabilir. Özellikle üst pol girişlerinde solunum hareketlerinin kontrolü açısından mutlaka anesteziden destek alınmalıdır. Lokal anestezi genellikle sedasyon ile birlikte uygulanır ancak bu yöntem genel anestezinin kontrendike olduğu durumlarda uygulanır. Genel anestezi, pron pozisyonunda hava yolunu en iyi koruma olanağı sağladığı için tercih edilen anestezi tipidir (13).

İşlem öncesinde rutin olarak litotomi pozisyonunda sistoskop/urs/panendoskopta mesaneye girilerek müdahale planlanan tarafın ureterine böbreğe ulaşan iki ucu açık 3 Fr-6 Fr kalınlığında bir ureter kateter yerleştirilip bu kateter foley sondaya sabitlenmektedir. Bu sayede böbreğe perkütan giriş sırasında kaliksiyel sisteme retrograd kontrast madde ile boyanabilmekte ve giriş traktın belirlenmesinde ve ilerleyen aşamalarda operasyonu sonlandırmayı gerektirecek bir komplikasyon durumunda etkili üriner diversiyon için güvenli bir yol elde edilmektedir.

PNL eğer hasta için pozisyonel veya medikal bir problem oluşturmayacaksa genellikle pron pozisyonunda yapılır. Fakat bu pozisyon obez hastalarda bazen kardiyak veya respiratuvar açıdan riskli olabilmektedir. Ayrıca ciddi derecede kifoskolyoz, spastik paralizisine bağlı vücut kontraktürü olan hastalara pron pozisyonu vermek zor olabilir; bu durumlarda supin, modifiye supin veya flank pozisyonunda da PNL yapılabileceği bildirilmiştir (146). Pron pozisyonunda multiple akses, alet manipülasyonu, üst pole akses için daha fazla alan imkânı sunmaktadır (147; 148). Supin ile pron pozisyonu arasında operasyon süresi ile ilgili birçok

çalışma olup net bir konsensus bulunmamaktadır (149). Komplikasyon oranları karşılaştırıldığında ise supin PNL’de kolon veya solid organ yaralanması açısından herhangi bir risk artışı saptanmamıştır (150). Kılavuzlarda bununla ilgili yeterince veri olmamakla beraber iki pozisyonunda aynı derece güvenilir olduğu belirtilmiş ileri ki toplantılarda bu konunun daha fazla irdeleneceği belirtilmektedir (112). Pron pozisyonunda özellikle pediatrik grupta gonadları radyasyondan korumak için pelvik bölge altına kurşun troid kalkanı, göğüs kafesi ile pelvik bölge arasını açlandırmak için masanın bükülmesi, gerekli ise bu bölgeye mayi torbası veya silikon destek, ayrıca hastanın anestezi tarafınca rahat havalandırılabilmesi amacıyla göğüs baskısını azaltmak için omuzlarının altına silikon destek konulmalıdır (Resim 9). Pozisyonlar için uygun masa ve X-ray ekipmanlarının olması gerekmektedir.

Böbreğe giriş yapılırken en sık kontrast maddeyle sistemin boyandığı floroskopi yardımcı teknik kullanılmakla birlikte retrorenal kolon olan hastalarda kolondan kaçınmak, ya da rotasyon anomalisi, atnalı böbrek veya kifoskolyozlu hastalarda daha güvenilir akses sağlama amacıyla USG yardımcı perkütan giriş de yapılabilmektedir (151; 152). Akses yapılırken en çok kullanılan 16G Schiba giriş iğnesi olup, özellikle mikro-PNL’de drenaj imkanı ile intrarenal basıncı düşürme, kısa olması nedeniyle manipulasyon kolaylığı sağlama ve ucuz olması gibi avantajları sayesinde uygun vakalarda 14G veya 16G intravenöz kanül (anjiocut) kullanılabilmektedir (30).



**Resim 9:** PNL için pron hasta pozisyonu

**Kaynak:** Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Kliniği Arşivi

Operasyonun en önemli basamağı böbreğe uygun ve güvenli bir aksesin sağlanmasıdır. Dolayısıyla girilecek kaliks için trakt seçimi çok önemlidir. Böbreğin anatomisi ve taşın yerleşimine göre değişebilmekle birlikte komplikasyon oranının daha düşük olması nedeniyle önerilen giriş traktı alt pol posterior kalikstir. Vasküler yapıların anatomik dağılımından dolayı alt pole girişlerin daha az kanamaya neden olduğu unutulmamalıdır. Vasküler yaralanma riskinin artacağından dolayı renal pelvis ve kaliks boynundan girişlerden kaçınılmalıdır (153). İdeal giriş kaliks forniksinden yapılan olandır. Onikinci kosta altından alt kalikse ulaşan trakt en kısa ve uygun olanıdır. Hedefe yönelik düşünüldüğünde genel yaklaşım rijid nefroskopi mümkün olan en fazla taşın çıkarılmasına izin veren trakt en iyi trakttır.

C-kollu röntgen cihazının kullanıldığı floroskopi yardımıyla girişte hasta pron pozisyondayken daha önceden üretere konulan kateterden kontrast madde verilip kaliksiyel sistem görüntülenir ve giriş iğnesi ile yine eş zamanlı floroskopi yardımıyla istenen kalikse yönlendirilir. Girişte monoplanar, biplanar ve triangulasyon yöntemi sık kullanılan tekniklerdir. Bunlar içerisinde biplanar yönteminde C kollu dik pozisyonda iken toplayıcı sistem gözlenir ve uygun kaliks tespit edilir. C kollu 90° kalikse girişte medial dik düzlem belirlenir. C kollu floroskopiye daha sonra 30° rotasyon yaptırılır. Kaliks belirlendikten sonra; schiba iğnesi ile C kollu 30° pozisyondayken floroskopi ekranında 'boğa gözü işareti' elde edilmesiyle iğnenin uygun yönü belirlenerek girilir. Monoplanar yöntemde ise yine C kollu floroskopi 90° getirilerek akses yapılacak kaliks ve horizontal yön belirlenir. Daha sonra böbreğin anatomik olarak yaklaşık 30° açı ile vucuda göre rotasyon göstermesi nedeniyle floroskopi açısı hiç değişmeden iğne vücuda yaklaşık 30° açı dikleştirilerek akses yapılır (154). Bunlar arasında akses süresi ve maruz kalınan radyasyon dozu karşılaştırması ile ilgili birçok çalışma yapılmış olup edinilmiş deneyim ve tecrübe doğrultusunda cerrah herhangi bir yöntemi kullanabilmektedir.

Kalikse schiba iğnesi girildikten sonra idrarla karışık retrograd verilen mayinin geldiği gözlenir, iğne içerisinde 0,038 inch kalınlığında yaklaşık 180 cm uzunluğunda yumuşak uçlu kılavuz tel antegrad olarak üretere gönderilir. Bazen taş nedeniyle tel üretere gitmez kaliksiyel sistem içerisinde kalır bu durumda dilatasyon esnasında kılavuz telin çıkmamasına oldukça dikkatli olunması gerekmektedir.

Cilt ile kaliksiyel sistem arasında kılavuz tel üzerinden bir yol oluştuktan sonra yapılacak işlem dilatasyondur. Bu iş için metal teleskopik dilatatör, semirijid Amplatz dilatatör veya balon dilatatör kullanılabilir. Alken (metal) koaksiyal dilatatörler, paslanmaz çelikten yapılmış ve birbirine teleskopik düzende geçen ve radyo anteni benzeri

dilatatörlerdir. Dilatatörler trakt dilate oluncaya kadar bir biri üzerinden geçirilerek uygulanırlar. Bu dilatasyon sistemi rijid olduğundan daha önce cerrahi geçirmiş ve perirenal fibröz doku gelişmiş olanlarda teorik olarak mükemmel görünürler. Sistemin başlıca dezavantajı dilatasyon sırasında sarfedilen kuvvetin kontrol güçlüğüdür. Renal pelvis perforasyonu ve sonuç olarak da ekstremitasyon, hemoraji risklerinden kaçınmak için dış dilatatör itilirken merkezdeki çubuk kuvvetli olarak sabit tutulmalıdır (155). Balon dilatasyonun amacı bir seri dilatasyona ihtiyaç duymadan trakt formasyonunun tek bir adımda başarılmasıdır. 10-12 mm çapında 10-15 cm uzunluğunda ve 15 atmosferik yüksek basınca sahip yüksek-basınç balonları mevcuttur. Bu balonların kullanılması kolay olmakla birlikte diğer sistemlerden daha pahalıdır. Ayrıca retroperitoneal skar ya da yoğun fasyal doku varlığında balonlar sıklıkla etkili olamamaktadır.

Kurt Amplatz kendi adı verilen Amplatz dilatasyon sistemini 1982 yılında geliştirmiştir. Set "CookUrological" tarafından imal edilmektedir ve 0,038 inch rehber telin üzerinden geçecek şekilde inceltilmiş 8 Fr politef kateter içermektedir. Bu kateter, üreterden aşağıya kaydırılır ve daha büyük poliüretan kateterler bunun üzerinden geçirilerek dilatasyona devam edilir. Dilatasyon kateterleri 2 Fr aralıklı olarak 12 Fr' den 30 Fr' e kadar büyüyen çapta yapılmışlardır. Dış politef kılıflar mavi poliüretan dilatatörlerin üzerinden geçecek şekilde dizayn edilmişlerdir ve 12 Fr'den 30 Fr'e kadar olan dilatatörlerin kılıfları mevcuttur. Mevcut setlerde 18 Fr ve 22 Fr'dilatatörlerin kılıfları bulunmamaktadır. Her politef kılıfın dış çapı iç çapından 4 Fr daha büyüktür. Yani 34 Fr kılıf 30 Fr dilatatörün üzerinden kayacak şekilde dizayn edilmiştir. Mevcut serilerde amplatz dilatasyon ile ilgili seri veya one-step yöntemi ile ilgili veriler mevcuttur. PNL'nin en sık komplikasyonu olan hemoraji miktarının ve operasyon süresinin one-step yöntemi ile azaltılmasına yönelik çalışmalar literatürde mevcut olup one step yöntemi ile aynı etkinliğe olduğu belirtilmektedir (156).

Kılıf içerisinden çeşitli genişliklerde olabilen rijid veya fleksible nefroskoplarla girilerek intrakorporeal litotripsi amacıyla pnömotik, ultrasonik, elektrohidrolik ve lazer litotriptörler kullanılmaktadır. Elektrohidrolik litotriptörler oldukça etkili olmalarına rağmen, çevre dokuya zarar verme olasılıklarının yüksek olmasından dolayı günümüzde pek tercih edilmemektedir (157). Rijid nefroskoplar genellikle kullanıldığından ve etkinlikleri yüksek olduğu için ultrasonik ve pnömotik litotriptörler yaygın kullanılmaktadır. Minyatürize aletler kullanıldığı zaman taşın migrasyonunu daha minimize etmek için pnömotik litotriptör yerine lazer litotriptörler kullanılmaktadır (158). Fleksible nefroskop kullanıldığı zaman ise Ho:YAG tip lazer litotriptörler kullanılması gerekmektedir (159).



Kırılan fragmanlar forsepsle toplanarak veya yıkama yapılarak kılıf içinden böbrek dışına alınır. Taşların temizlenmesi tamamlandıktan sonra klasik olarak nefrostomi katateri uygulanır ve cilde sabitlenerek işlem sonlandırılır. Ancak aletlerin minyatürizasyonu ve teknolojinin ilerlemesi ile birlikte cerrahi deneyimin artması nedeniyle komplike olmayan vakalarda artık nefrostomi tüpü konulmadan (tüpsüz-tubeless) PNL tamamlanmaktadır. Hatta üreter katateri veya djs de konulmadan da yapmak mümkündür (total tubeless) (160). PNL sonrası nefrostomi yerleştirilmesini gerektiren faktörler olarak; rezidü taş varlığı, second-look prosedür gerekliliği, belirgin hemoraji varlığı, idrar ekstravazasyonu, üreteral obstrüksiyon, enfekte taşlara bağlı bakteriüri varlığı, soliter böbrek, kanama diatezi, perkütan kemoliz planlanması sayılabilir (112). Küçük çapta nefrostomilerde postoperatif ağrının daha az olduğunu belirten yayınlar mevcuttur (161). Ancak hastanede kalış süresinin az olması dışında genellikle pek bir avantajı olmadığı belirtilmekle beraber uygun vakalarda bu prosedürün güvenle uygulanabileceği belirtilmektedir (162; 163).

Çoğu vakada PNL monoterapi olarak kullanılır, ancak diğer terapilere yardımcı prosedür olarak da kullanılır. Monoterapi olarak, PNL oldukça etkili ve güvenlidir. Tek bir seanstan sonra, son literatürde bildirilen taşsızlık oranları %86,9-98,5 arasındadır. Bu oranlar, ikinci seans PCNL, SWL ve URS ile artmaktadır. Tamamen staghorn taşlarda bile, tek bir seanstan sonra %89 temizleme oranı elde edilmiştir (41; 164).

PNL'de majör komplikasyon oranı %7, minör komplikasyon oranı %25 civarında olup en sık görülen komplikasyon %1-10 arasında orana sahip hemorajidir (13). Çocuklarda diğer komplikasyon oranlarına bakıldığında ise idrar ekstravazasyonu (%7,2), transfüzyon gerektiren kanama (%11,2-17,5) ve postoperatif ateş (%21-32,1) civarındadır (14; 15; 16). Son dönem yayınlanan serilerde transfüzyon gerektiren kanama oranı %10'ların altında ve üriner trakt enfeksiyonu ile birlikte veya birliktelik gösterilemeyen postoperatif ateş oranı %15'lerin altında belirtilmektedir (17; 18; 19). Seitz C. ve ark. 2012 yılında 11,929 hasta üzerinde yapmış oldukları PNL ile ilgili geniş serili komplikasyon çalışmasında %10,8 ateş, %7 transfüzyon gerektiren kanama, %0,2 ürünom, %0,4 embolizasyon, %0,4 komşu organ yaralanması, %1,5 plevra yaralanması, %0,5 sepsis, %0 ölüm görülmüştür (165).

En sık görülen komplikasyonlardan biri olan kanama perkütan giriş esnasında, trakt dilatasyonu sırasında veya taşa yönelik manipülasyona bağlı laserasyon nedeniyle görülebilir. Giriş sonrasında yerleştirilen kılıf operasyon süresince parankimal kanamaya tampon görevi görürken, kılıf çıktıktan sonraki kanama kontrolü parankimin kendi üzerine kollapsı sayesinde olmaktadır. Nefrostomi tüpü yerleştirildikten sonra devam eden kanama durumunda tüpü klemplenmesi önerilmektedir. Nadir görülmekle birlikte devam eden, kontrol altına

alınamayan kanamalarda eksplorasyon veya nefrektomi gerekebilir. Geç dönem kanamalar ise AV-fistül veya psödoanevrizma nedeniyle görülür ve önerilen ilk müdahale anjiyografik embolizasyondur (165).

Preoperatif dönemde steril idrar görülmesine rağmen postoperatif dönemde özellikle enfeksiyon taşlarının kırılması ile birlikte daha önce üretilmiş endotoksinlerin veya taş içinde yerleşmiş bakterilerin açığa çıkması ile ateş görülebilir; bunun için özellikle enfeksiyon taşları kırılması esnasında perioperatif alınan kültür postoperatif dönemde olabilecek enfeksiyon tedavisi için verilecek antibiyotiğı belirlemede önemli olabilir (166). İntraoperatif irrigasyon basıncını <30 mmHg tutmak ve postoperatif drenajın sağlanması postoperatif sepsisi önleme açısından önemlidir (112).

Çevre organ yaralanması da dikkat edilmesi gereken diğeri bir konudur. İnterkostal girişlerde pnömotoraks/hidrotoraks, retrorenal kolon varlığında veya çok lateralden yapılan girişlerde barsak yaralanması, karaciğer / dalak gibi solid organ yaralanmaları görülebilmektedir. Barsak yaralanması ekstraperitoneal ise nefrostomi tüpü kolona düşürülür, böbreğe üreteral stent yerleştirilip iki sistem birbirinden ayrılır ve oral kesilerek geniş etkili antibiyotik başlanarak konservatif tedavi uygulanır. İntraperitoneal barsak yaralanmasında ise açık eksplorasyonla onarım gerekir (165; 167).

Dilatasyon çapı düştükçe kanama miktarının azalması ile birlikte çocuklarda daha küçük insizyon, küçük çaplı aletlerin manipülasyonunun daha rahat olması, böbrek hareketliliğinin daha az olması, düşük maliyet ve uzunlukta olmaları ayrıca küçük çapta aletlerin kullanım ve çocuk böbreğinde çalışmanın avantajlarıdır (21).

Literatürde belirtilen komplikasyonlar ve sınırlayıcı faktörlerin yönlendirmesiyle komplikasyon oranını azaltmak için teknolojinin gelişmesi ile birlikte PNL'de kullanılan enstrümanların minyatürize edilmesi arayışı içerisine girilmiştir (25). Standart PNL'de 24 Fr-30 Fr kadar dilatasyon yapılırken, tanımlanan mini-PNL yönteminde dilatasyon 16 Fr-20 Fr kadar yapılmakta ve daha az kanama ile birlikte benzer sonuçların alınabileceği rapor edilmiş ve pediatrik vakalar için daha uygun bir seçenek sunulmuştur (26). Daha sonra yayınlanan çalışmalarda ise 12 Fr-14 Fr dilatasyon yapılarak uygulanan operasyon 'ultra-mini PNL' olarak isimlendirilmiştir (27). Artık sadece pediatrik yaş grubunda değil aynı zamanda erişkinlerde de uygun vakalarda 24 Fr-30 Fr sheatlerin yerine 12 Fr-20 Fr sheatler kullanılarak benzer sonuçlar alınmıştır (28).

Son dönemde 'all-seeing-needle' şeklinde ifade edilen 4,8 Fr mikro-optik sistemle gerçekleştirilen mikroperkütan nefrolitotripsi yöntemi tanımlanmıştır (29; 32). Bu yöntemde dilatasyona gerek kalmadan tek aşamada mikro-optik endovizüel sistemle ya da 14G-16G

intravenöz kanül (30) ile böbreğe akses sağlanıp lazer fiberi ile taşın fragmente edilerek akses esnasındaki komplikasyonların en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Ancak hemoraji gibi kan transfüzyonu gerektirecek önemli komplikasyonların görüldüğü vakalar da literatürde bildirilmiştir (31). Bu yöntemde taşa ulaşıldığında lazer fiberi ile taş fragmente edilir ve spontan pasaj için yerinde bırakılır (32). Dezavantajlar arasında kırılan taşın traktan çıkarılmaması, büyük taşlarda operasyon süresinin çok uzaması ve görüntü sağlamak için pompayla sıvı verilme esnasında böbrek içi basıncın kontrol edilememesidir (33).

Ayrıca pelvik böbrek gibi ektopili hastalarda laparoskopi PNL'nin güvenli bir şekilde yapılmasına yardımcı teknik olarak kullanılabilir. Pelvik böbrekte direkt görüş altında olmadan nefrostomi traktı oluşturulması denenirse barsak yaralanması kaçınılmaz olacaktır. Laparoskopi ile direkt görüş altında barsaklar böbrek ön yüzden deglave edilerek, kolonun mezosu disseke edilerek veya transmezokolik yöntemlerle diğer bir porttan laparoskopik enstrüman yardımıyla ve floroskopik görüntüleme ile PNL için uygun ve güvenli nefrostomi traktı oluşturmak mümkündür. Atnalı böbrek, pelvik böbrek veya cross ektopik böbrek gibi anatomik varyantları olan hastalarda başarılı laparoskopik yardımcı PNL ile ilgili veriler de mevcuttur (37; 168).

Sonuç olarak PNL geniş tabanlı serilerde yüksek başarı oranı ve kabul edilebilir komplikasyon oranları ile etkinliğini ve güvenilirliğini kanıtlamış bir yöntemdir.

## MATERYAL – METOD

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Kliniği'nde Mart 2011 ile Ekim 2015 tarihleri arasında böbrek taşı tedavisi için farklı PNL prosedürleri uygulanan 18 yaş altı pediatrik hastaların verileri retrospektif olarak incelendi. Çalışma öncesinde Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 25.12.2015 tarihli ve 93 nolu izni alındı. Çalışmaya dâhil edilen hastaların demografik özellikleri, perioperatif ve postoperatif verileri kaydedildi. Hastalar operasyonda uygulanan dilatasyon çapına göre standart PNL (30 Fr-24 Fr) (Grup 1), mini-PNL (20 Fr-16 Fr) (Grup 2), UMP (14 Fr-12 Fr) (Grup 3) ve mikro-PNL (4.8 Fr) (Grup 4) şeklinde dört gruba ayrıldı. Belirlenen bu 4 grup arasında hastaların yaşı, cinsiyeti, taş boyutu, taş yerleşimi, taş opasitesi, hidronefroz derecesi, giriş tekniği, dilatasyon derecesi, kullanılan nefroskop çapı, operasyon süresi, skopi süresi, kanama miktarı, postoperatif birinci aydaki taşsızlık durumu, yatış süresi, drenaj yöntemi, diversiyon yöntemi, yapılan ek müdahaleler ve sonrasındaki taşsızlık durumu ve komplikasyon dereceleri birbiriyle karşılaştırıldı.

Bütün hastaların operasyon öncesi öykü, fizik muayene ile değerlendirmeleri yapıldı. Tam kan sayımı, üre - kreatinin ölçümünü içeren serum biyokimyasal tetkiki, kanama-pıhtılaşma testleri, serolojik testler (HIV, HBV, HCV) yapıldı. Tam idrar tetkiki ve idrar kültür antibiyogram çalışması yapıldı. Kültürde üremesi olan hastalar uygun antibiyoterapi ile tedavisi tamamlandıktan sonra opere edildi. Kültürde üremesi olmayan hastalara ise operasyon öncesi kiloya uygun dozda seftriakson İV verilerek profilaksi uygulandı.

Bütün hastalar operasyon öncesinde DÜSG, üriner USG ve kontrastsız azaltılmış doz BT ile değerlendirildi.

### Hasta hazırlığı ve operasyon tekniği:

Bütün hastalar genel anestezi altında opere edildi. Öncelikle litotomi pozisyonunda bütün perineal alan %10'luk povidon iodin solüsyonu ile boyandı ve steril kumaşlarla gerekli cerrahi örtünüm yapıldı. Sistoskopi için 9,5 Fr panendoskoplara (Karl-Storz), endovizyon sistemi görüntülemesi eşliğinde transüretral girilerek mesaneye ulaşıldı. Taşına müdahale edilecek tarafın üreter orifisinden iki ucu açık 3 Fr -5 Fr üreter kateteri gönderilip C-kollu taşınabilir floroskopi cihazı kontrolünde böbrek pelvisine ilerletildi. Çocukların boyutuna göre 6 Fr-12 Fr foley sonda uygulanarak üreter kateteri foley sondaya ipek sütürle bağlanıp sabitlendi.

Hastalar anestezi ekibinin de yardımıyla yüzüstü çevrilerek pron pozisyonu verildi. Hastaların göğüs altına ve karın üst bölgesine silikon destekler konuldu. Özellikle küçük

yaşdaki hastaların hipotermiye maruz kalmaması için ısıtıcı kullanıldı. Gonadları korumak amacıyla pelvik bölgenin altına troid koruyucu kalkan konuldu ve üreter katateri alt ucu sırtta operasyon alanında olacak şekilde kalça üst hizasından masaya tutunacak şekilde flaster uygulanarak sabitlendi (Resim 10).

Hasta pozisyonu verildikten sonra müdahale edilecek alan %10'luk povidon iodin solüsyonuyla silinerek irigasyon sıvısının toplanabileceği poşet cebi de tespit edecek şekilde steril kumaşlarla örtünüm sağlandı. Ultrason rehberliğinde giriş yapılan hastalarda USG probu steril kılıf geçirilerek alana dahil edildi. Floroskopi eşliğinde giriş yapılan hastalarda üreter kateterinden radyoopak madde verilip kaliksiyel sistem görüntülendi. Taşa ulaşılacak en uygun kaliks belirlendi. Böbreğe giriş için uygun hastalarda 14G-16G anjiocut, diğer hastalarda 16G schiba iğnesi kullanıldı. İstenen kalikse floroskopi veya USG yardımıyla akses sağlandıktan sonra kılavuz tel kaliksiyel sisteme gönderildi. Floroskopi eşliğinde akseste farklı cerrahlara bağlı olarak monoplanar veya biplanar teknik uygulandı.

Kılavuz tel üzerinden 8 Fr mavi politef katater (koaksiyel) kaydırılarak, koaksiyel üzerinden trakt mekanik dilatatörler ile standart PNL'de 24 Fr-30 Fr arasında, mini-PNL'de 16 Fr-20 Fr arasında ardışık sıralı veya single step yöntemiyle, UMP'de koaksiyel olmadan direkt kılavuz tel üzerinden 12 Fr-14 Fr arası ardışık sıralı veya single step yöntemi ile dilate edildi. Standart ve mini-PNL'de birer hasta balon dilatatör ile trakt dilate edildi. Akses kılıf yerleştirilip dilatatör ve koaksiyel çıkarılıp kılavuz tel akses kılıf içinde bırakılarak UMP'de 9,5 Fr pediatrik sistoskopl (Karl-Storz, Germany), mini-PNL'de 16 Fr dilatasyonda 9,5 Fr pediatrik sistoskopl, 20 Fr dilatasyonda 17 Fr mini nefroskopl (Karl-Storz, Germany), standart PNL'de 24 Fr dilatasyonda 17 Fr mini nefroskopl, 26-30 Fr dilatasyonda 26 Fr nefroskopl (Olympus, Japan) sisteme girilip taşa ulaşıldı. Mikro-PNL uygulanan hastalarda ise turuncu anjiocut ya da mikro iğne (all-seeing needle, PolyDiagnost, Pfaffenhofen, Germany) ile USG veya floroskopi yardımı ile sisteme girildikten sonra kılavuz tel gönderilmeden ve dilatasyon yapılmadan mikro kılıf içerisinde direkt mikro-optik ile sisteme giriş yapıldı.

Laparoskopi yardımcı perkütan nefrolitotomi yapılan hastaların (pelvik böbreği olan) oda hazırlığında laparoskopi ile birlikte PNL için gerekli laparoskopi ve perkütan nefrolitotomi ekipmanı eş zamanlı hazır bulundurulup, ayrı ayrı vizualizasyon amacıyla iki adet endovizyon sistemi iki cerrahın aynı anda çalışabilmesine yönelik uygun pozisyonda yerleştirildi. Diğer hastalarda olduğu gibi hasta öncelikle litotomi pozisyonuna alınarak retrograd üreter katateri yerleştirilerek retrograd pyelografi çekilip böbreğin yerleşimi, kaliksiyel sistem anatomisi ve taş lokalizasyonu belirlendi. Daha sonra hasta supin

pozisyonuna alınarak operasyon masası pelvik böbreğin karşısına doğru 30<sup>0</sup> yan yatırılarak (ör. sağ pelvik böbrekte masa sola doğru çevrildi) pozisyon verildi. Uygun steril arınım ve örtümü yapıldıktan sonra pelvik böbreğin karşısı olacak şekilde paraumblikal hatta (ör. sağ pelvik böbrekte umbilicusun hemen solunda) insizyon yapılarak laparoskopik kamerası için bir adet trokar yerleştirilerek laparoskopik kamerası ile batın içi vizualizasyon sağlandı. Daha sonra böbreğin pozisyonuna uygun şekilde standart PNL ve mini-PNL'de yardımcı ekipmanları kullanmak için 2 adet trokar, mikro-PNL yapılan hastada bir adet trokar yerleştirildi. Standart PNL ve mini-PNL yapılan hastalarda barsak ve periton deglave edilmeden sadece pelvik böbrek ön yüzünde yer alan kolonun mezosu disseke edilerek (mesocolon disseksiyon) pelvik böbrek ön yüzü ( parankim ve pelvis ) açığa çıkarıldı. Disseksiyon işlemi bittikten sonra perkütan schiba iğnesi ile eşzamanlı laparoskopik görüş hem de retrograde opak madde verilerek floroskopi görüntü altında istenilen kalikse akses sağlanıp kılavuz tel sisteme gönderildikten sonra batın içi basınç düşürülerek klasik perkütan dilatasyon ve nefroskop ile taş ulaşma işlemi gerçekleştirildi. Mikro-PNL yapılan hastada ise kolon mezosu disseke edilmeden yine eşzamanlı laparoskopik ve floroskopi görüntü altında mikro iğne ile istenilen kalikse transmezenterik akses (transmesocolic puncture) yapıldı.

Taşların fragmentasyonu mikro-PNL dışındaki prosedürlerde kullanılan nefroskoba uygun çapta ve uzunluktaki pnömotik litotriptör probuyla (EMS Swiss Lithoclast), mikro-PNL'de uygun çapta Ho:YAG lazer ile yapıldı. Fragmanlar yıkama yapılarak veya taş çıkarma forsepsiyile tutularak dışarı alındı, mikro-PNL'de taş fragmanları dışarı çıkarılmadan kaliksiyel sistemde bırakıldı. Laparoskopik yardımcı prosedürde kaliksiyel sistemden batın içine ekstretravaze olan yıkama mayisi laparoskopik aspiratör ile dışarı alındı. Taşın temizliği tamamlandıktan sonra akses kılıf içinden dilatasyon çapına göre uygun nefrostomi tüpü konularak kılıf çıkarılıp nefrostomi tüpü cilde suture edilerek sabitlenip işlem sonlandırıldı. Uygun hastalarda işlem tüp konulmadan (tüpsüz-tubeless) sonlandırıldı. Mikro-PNL'de bütün vakalar tüpsüz yapıldı. Laparoskopide ise perkütan nefrolitotomi traktından nefrostomi tüpü trokar yerinden de batın içine bir adet dren yerleştirildi. Trokar yerleri suture edilerek kapatıldı. Gerekli görülen hastalarda drenaj için perop ureter kateteri çekilerek antegrad yoldan 3 Fr- 4,8 Fr Double-j stent (DJS) uygulandı.

Hastalardan postoperatif ilk saatte ve 1. günde hemoglobun (Hb) takibi yapıldı. Hb düşüklüğü olup gerekli hastalarda kiloya uygun eritrosit süspanasyonu replasmanı yapıldı. Postoperatif 1. günde hastaların foley sonda ve ureter kateteri çekildi, nefrostomi tüpü postoperatif 1. günün ikinci yarısında ya da 2. günde çekildi. 6 saat boyunca traktan ısıtması olmayan genel durum ve vitalleri stabil olan hastalar uygun analjezi ve antiinflatuar ile

taburcu edildi. Laparaskopi yapılanlarda postoperatif 1. veya 2. günde nefrostomi tüpü, 24 saat sonra getireni olmaması halinde dren çekildi. Uygulanan vakalarda Double-j stent 1 ay sonra çekildi. Her dört grupta da hastanın kilosuna uygun dozda seftriakson IV ile yapılan profilaksi foley sonda çekilene kadar sürdürüldü. Vital bulgu takiplerinde 38 °C ve üzerinde olan ateş anlamlı kabul edildi. Ateş yüksekliği olan hastalarda idrar ve kan kültür antibiyogram çalışması yapılarak gereğinde tedavi revizyonu yapıldı.

Hastalar postoperatif 1. gün DÜSG çekilerek, operasyon sonrası 1. ay kontrolünde ise DÜSG, üriner USG ve gerekli görülürse kontrastsız azaltılmış doz BT çekilerek taşsızlık durumu değerlendirildi. Hastalarda operasyon esnasında veya sonrasında görülen komplikasyonlar kaydedilip modifiye Clavien derecelendirme sistemi esas alınarak gruplandırıldı (Tablo 6) (169).

**Başarısızlık:** Operasyon sonrası 1. ay USG ve/veya BT ile kontrolünde 4 mm'den daha büyük rezidü taş fragmanı kalması olarak değerlendirildi.

**Klinik önemi olmayan rezidüel fragman (KÖRF):** Operasyon sonrası 1. ay kontrolünde ağrı, enfeksiyon ve obstrüksiyona sebep olmayan 4 mm'den küçük fragman olarak tanımlandı.

**Başarı:** Operasyon sonrası 1. ay USG ve/veya BT ile kontrolünde böbrekte tamamen taşsızlığın sağlanması olarak değerlendirildi. PNL sonrası taşsızlık sağlanamayan ve ek müdahale yapılan hastalarda takip formuna 1 ay sonra uygulanan ikinci müdahale yöntemi ve taşsızlık sağlanma durumu kaydedildi.

**İstatistiksel Analiz:** Veriler IBM İstatistics SPSS version 14.0 programı kullanılarak analiz edildi. Ölçülebilir veriler ortalama± standart sapma ile kategorik veriler ise sayı ve yüzde şeklinde belirtildi. Hastalar ve operasyona ait verilerin gruplar arası karşılaştırması için çoklu sayısal gruplar için One-Way ANOVA testi kullanıldı. Kategorik değişkenler için Ki-kare testi kullanıldı.  $P < 0,05$  değeri anlamlı kabul edildi.

**Tablo 6:** Modifiye Clavien komplikasyon derecelendirme sistemi (169)

Derece	Açıklama	Klinik örnek	
1	Farmakolojik tedavinin yeterli olduğu cerrahi, endoskopik veya radyolojik müdahalenin gerekmediği durumlar. İzin verilen ilaçlar; antiemetik, antipiretik, analjezik, diüretik ve elektrolitlerdir.	Ateş, kreatinin seviyesinde geçici yükselme	
2	Derece 1’de kullanılan medikal tedavi haricinde ilaç kullanılan durumlar	Kan transfüzyonu, idrar yolu enfeksiyonu, pnömoni, nefrostomi traktından 12 saatten kısa süren ıslatma	
3	Cerrahi, endoskopik, radyolojik müdahale gerektiren durumlar	3a: Genel anestezi gerekmeyen	Ürinom, pnömotoraks, 24 saati geçen ıslatmaya bağlı double-j stent uygulama, pıhtıya bağlı üriner retansiyon
		3b: Genel anestezi gereken	Üreter/mesane taşı, müdahale gereken perirenal hematoma, operasyonu sonlandırmayı gerektiren perioperatif kanama, AV fistül, perinefrik abse
4	Hayatı tehdit eden komplikasyon	4a: Tek organ işlev kaybı	Komşu organ yaralanması, miyokard infarktüsü, nefrektomi, akciğer yaralanması
		4b: Çoklu organ işlev kaybı	Ürosepsis
5	Ölüm		



## BULGULAR

Böbrek taşı nedeniyle 18 yaş altı olup standart-PNL uygulanan 73 hasta (Grup 1), mini-PNL uygulanan 75 hasta (Grup 2), UMP uygulanan 78 hasta (Grup 3), mikro-PNL uygulanan 46 hasta (Grup 4) çalışmaya dâhil edildi. 2 hastaya aynı seansta bilateral mini-PNL, 1 hastaya aynı seansta bilateral UMP prosedürü uygulandı. Cinsiyet dağılımı erkek/kız olarak Grup 1’de 39/34, Grup 2’de 45/30, Grup 3’te 53/25, Grup 4’te 23/23 şeklindeydi. Hastaların yaş ortalaması ve minimum/maksimum yaş; Grup 1’de 12,9±3,9 yıl (3 yıl-17 yıl), Grup 2’de 7,9±5,2 yıl (7 ay-17 yıl), Grup 3’te 3,9±3,3 yıl (6 ay-14 yıl), Grup 4’te 6,1±4,9 yıl (8 ay-17 yıl) şeklinde belirlendi. Taş boyutu ortalaması ve minimum/maksimum taş boyutu sırasıyla 40,9±16,1 mm (16/76 mm), 26,2±9,2 mm (12/64 mm), 19,4±7,7 mm (9/45 mm), 16±5,3 mm (9/36 mm) olarak saptandı. Dört grup arasında yaş ortalaması ve ortalama taş boyutu açısından istatistiksel anlamlı fark izlenirken ( $p < 0,001$ ), cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel anlamlı fark görülmedi ( $p=0,165$ ).

Anatomik varyasyon olarak sırasıyla Grup 1’de 2 hastanın kifoskolyozu, 1 hastanın ektopik pelvik böbreği, 2 hastanın retrorenal kolonu, Grup 2’de 1 hastanın kifoskolyozu, 1 hastanın ektopik pelvik böbreği, 1 hastanın retrorenal kolonu, 1 hastanın atnalı böbreği, 1 hastanın inkomplet duplike üriner sistemi, Grup 3’te 1 hastanın kifoskolyozu, 3 hastanın retrorenal kolonu, 1 hastanın inkomplet duplike üriner sistemi, Grup 4’te 1 hastanın ektopik pelvik böbreği, 2 hastanın retrorenal kolonu olduğu görüldü. Hastaların demografik verileri ve taşa ait veriler Tablo 7’de verilmiştir.

Operasyona ait bulgulara bakıldığında ortalama operasyon süresi ve minimum/maksimum süre; Grup 1’de 56,3±21,6 dk (25-160 dk), Grup 2’de 49,9±15,3 dk (20-110 dk), Grup 3’te 57,3±16,2 dk (29-100 dk), Grup 4’te 61,7±22,6 dk (30-150 dk) şeklinde olup istatistiksel anlamlı fark izlendi ( $p=0,006$ ). En uzun operasyon süresine sahip olan vakalar sırasıyla Grup 1’de 57 mm’lik taşı olan 15 yaşında hasta, Grup 2’de ektopik pelvik böbrekli olup laparoskopi yardımlı mini-PNL yapılan hasta, Grup 3’te 6 yaşında retrorenal kolon olan ve USG eşliğinde akses yapılarak 22 mm taşına UMP yapılan hasta, Grup 4’te ektopik pelvik böbrekli olup laparoskopi yardımlı mikro-PNL yapılan hastalardır. Bilateral mini-PNL yapılan 2 hastanın her iki tarafın ayrı ayrı operasyon süreleri 25/28 dk, 30/35 dk, bilateral UMP yapılan hastanın her iki tarafın ayrı ayrı operasyon süreleri 29/36 dk kadar sürdü.

**Tablo 7:** Hastaların demografik verileri ve taş a ait veriler

n, ± ss n: 272	Grup-1 (standart)	Grup-2 (mini)	Grup-3 (ultra mini)	Grup-4 (mikro)	p değeri
Hasta sayısı (n,%)	73(%26,8)	75(%27,6)	78(%28,7)	46(%16,9)	
Yaş (mean, ± ss)(yıl)	12,9(±3,9)	7,9(±5,2)	3,9(±3,3)	6,1(±4,9)	<0,001
Cinsiyet (n, %)					
Erkek	39(%53,4)	45(%60)	53(%67,9)	23(%50)	0,165
Kadın	34(%46,6)	30(%40)	25(%32,1)	23(%50)	
Taraf (n, %)					
Sağ	40(%54,8)	32(%42,7)	45(%57,7)	22(%47,8)	0,252
Sol	33(%45,2)	43(%57,3)	33(%42,3)	24(%52,2)	
Hidronefroz derecesi (n,%)					
Yok	2(%2,7)	8 (%10,7)	27(%34,6)	11(%23,9)	0,027
Grade-1	9(%12,3)	33(%44)	32(%41)	12(%26,1)	
Grade-2	27(%37)	15(%20)	14(%17,9)	14(%30,4)	
Grade-3	22(%30,1)	13(%17,3)	3(%3,8)	9(%19,6)	
Grade-4	13(%17,8)	6(%8)	2(%2,6)	0(%0)	
Taş boyutu (mean,±ss)(mm)	40,9(±16,1)	26,2(±9,2)	19,4(±7,7)	16(±5,3)	<0,001
Radyoapasite (n,%)					
Opak	69(%94,5)	66(%88)	39(%50)	34(%73,9)	<0,001
Nonopak	0(%0)	7(%9,3)	39(%50)	12(%26,1)	
Semiopak	4(%5,5)	2(%2,7)	0(%0)	0(%0)	
Taş yerleşimi (n,%)					
Pelvis	3(%4,1)	23(%30,7)	38(%48,7)	28(%60,9)	<0,001
Alt kaliks	11(%15,1)	4(%5,3)	8(%10,3)	8(%17,4)	
Orta kaliks	0(%0)	1(%1,3)	0(%0)	9(%19,6)	
Üst kaliks	0(%0)	1(%1,3)	0(%0)	1(%2,2)	
Multikaliks	59(%80,8)	46(%61,3)	32(%41)	0(%0)	

ss: standart sapma

Skopi süresi ortalaması ve minimum/maksimum skopi süresi Grup 1’de 1,7±1,1 dk (0,3-6,5), Grup 2’de 1,5±0,9 dk (0,4-4,4), Grup 3’te 2,3±1,3 dk (0-5,6), Grup 4’te 1,6±1,2 dk (0-6) saptanmış olup istatistiksel anlamlı fark saptandı (p<0,001).

Hemoglobin miktarındaki azalma ortalama olarak Grup 1’de 1,4±1,5 gr/dL, Grup 2’de 1,1±1,2 gr/dL, Grup 3’te 0,8±0,9 gr/dL, Grup 4’te 0,5±0,9 gr/dL saptandı ve istatistiksel anlamlı fark izlendi (p<0,001). Dilatasyon çapı düştükçe Hb düşüşü de orantılı olarak azaldığı, özellikle 20 Fr ve üstündeki çaplarda hemoglobin düşüşünün istatistiksel olarak anlamlı daha fazla olduğu görüldü (p=0,003).

Kliniğimizin çalışmasında genel yatış süresi 3,6±2,1 gün (1-14) olduğu görüldü. Gruplar için sırasıyla Grup 1’de 3,2±1,7 gün, Grup 2’de 3,7±2,3 gün, Grup 3’te 3,7±2 gün, Grup 4’te 3,9±2 gün olarak saptandı ve istatistiksel anlamlı fark izlenmedi (p=0,222). Maksimum yatış süresine bakıldığında standart PNL yapılan 5 yaşındaki hastada traktan uzun süren enfekte akıntı olması nedeniyle 11 gün, mini-PNL yapılan 16 yaşındaki hastada 2,5

gr/dL hemoglobin düşüşü ve intrarenal ve perirenal ~4 cm genişliğinde hematoma gelişmesi nedeniyle DJS uygulanmasından dolayı 14 gün, UMP yapılan 2 yaşındaki hastada postop komplike üriner trakt enfeksiyonu gelişmesi nedeniyle antibiyoterapi almasından dolayı 14 gün, mikro-PNL yapılan pelviste perforasyon nedeniyle DJS uygulanan 11 aylık hastada postoperatif gelişen komplike üriner trakt enfeksiyonuna yönelik antibiyoterapi verilmesinden dolayı 10 gün olduğu görüldü.

Retrorenal kolonu olan tüm hastalara (8 hasta) USG eşliğinde akses yapıldı, pelvik ektopik böbreği olan tüm hastalara (3 hasta) laparoskopi yardımlı PNL yapıldı. UMP yapılan bir hastada ve mikro-PNL yapılan sekiz hastada hiç skopi kullanılmadı.

Üç ayrı kalikte ayrı ayrı taşı bulunan 17 yaşında olan hastaya yapılan mikro-PNL'de 3 ayrı akses yapıldı.

Standart PNL ve mini-PNL'de birer hastaya balon dilatasyonu yapıldı.

UMP yapılan 2 yaşındaki hastada 10 Fr nefrostomi kateteri konulduktan sonra perioperatif üreter kateteri çekilip drenaj için ek kateterizasyon yapılmadı. Operasyona ait veriler Tablo 8'te özetlenmiştir.

Operasyon sonrası 1. ayda DÜSG, USG ve/veya kontrastsız BT ile yapılan değerlendirmede başarı oranına bakıldığında Grup 1'de 39 hastada (%53,4), Grup 2'de 60 hastada (%80), Grup 3'te 64 hastada (%82,1), Grup 4'te 37 hastada (%80,4) taşsızlık sağlanabildiği görüldü ve istatistiksel anlamlı fark izlendi ( $p < 0,001$ ). Bu sonuçlara göre Grup 1'de rezidü taşı olan 30 hastadan 9'una ESWL, 3'üne URS/RİRC, 8'ine re-PNL, 2'sine multiple ek müdahale, Grup 2'de rezidü taşı olan 11 hastadan 1'ine ESWL, 2'sine URS/RİRC, 5'ine re-PNL, 2'sine multiple ek müdahale, Grup 3'te rezidü taşı olan 10 hastadan 2'sine ESWL, Grup 4'te rezidü taşı olan 7 hastadan 1'ine URS/RİRC, 1'ine re-PNL, 2'sine mutiple ek müdahale yapıldı. Ek müdahale sonrası başarı oranına bakıldığında taşsızlık oranının sırasıyla Grup 1'de 61 hastaya (%83,6), Grup 2'de 70 hastaya (%93,3), Grup 3'te 66 hastaya (%84,6), Grup 4'te 41 hastaya (%89,1) yükseldiği görüldü ve istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p = 0,093$ ).

Komplikasyon durumu incelendiğinde genel komplikasyon oranı %25,7 (70 hasta) olarak bulundu. Grup 1'de 21 (%28,8) hastada, Grup 2'de 23 (%30,7) hastada, Grup 3'te 15 (%19,2) hastada, Grup 4'te 11 (%23,9) hastada komplikasyon gelişti. Gruplar arasında genel komplikasyon oranları açısından istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p = 0,374$ ).

Modifiye Clavien skalasına göre Grade 1 komplikasyon gelişen hasta sayısı gruplar için sırasıyla 3 (%4,1), 2 (%2,7), 4 (%5,1), 3 (%6,5) olduğu görüldü. Grade 2 komplikasyon gelişen hasta sayısı Grup 1'de 7 (%9,6) hastada, Grup 2'de 12 (%16) hastada, Grup 3'te 9

(%11,5) hastada, Grup 4'te 5 (%10,9) hastada görüldü. Grade 3a komplikasyon gelişen hasta sayısı Grup 1'de 2 (%2,7) hastada, Grup 2'de 6 (%8) hastada, Grup 3'te 2 (%2,6) hastada, Grup 4'te 2 (%4,3) hastada görüldü. Grade 3b komplikasyon gelişen hasta sayısı Grup 1'de 8 (%10,9) hastada, Grup 2'de 2 (%2,7) hastada, Grup 4'te 1 (%2,2) hastada görüldü. Grade 4 komplikasyon sadece kolon perforasyonu olup Grup 1'de 1 hastada (%1,4), Grup 2'de 1 hastada (%1,3) görüldü. Modifiye Clavien skalasına göre görülen komplikasyonların detaylı bilgisi Tablo 9'da gösterilmiştir.

Grup 1'de 1 hastaya operasyon sonrası nefrostomi traktında uzun süren enfekte akıntı ve fistül gelişimi olup çekilen sintigrafisinde düşük GFR olması nedeniyle operasyondan yaklaşık 1,5 ay sonra nefrektomi ve fistül eksizyonu yapıldı. Grup 2'de 1 hastada post op dönemde Hb düşüklüğü nedeniyle kan transfüzyonu yapıldı ve renal kolikleri, ateş, intrarenal hematom görülmesi nedeniyle postoperatif 4. günde DJS uygulandı; Hb'i düzelen, vitalleri sitabil olan hasta taburcu edildikten 1 ay sonra çekilen kontrastsız BT'de hemotomun tamamen rezorbe olduğu görülmesi üzerine DJS çekildi. Mikro-PNL yapılan 1 hastada operasyonun acilen sonlandırılmasına neden olan perioperatif hemoraji olup postoperatif dönemde kan transfüzyonu yapılması ihtiyacı doğdu. Grup 1'deki kolon perforasyonu olan hasta perioperatif direkt görüldü ve ekstrapéritoneal olup perioperatif DJS uygulanıp nefrostomi tüpü kolona düşürülerek sistemler izole edilip konservatif yöntemle nefrostomi kontrollü çekilerek ek müdahale gerektirmeden tedavi edildi. Grup 2'deki kolon perforasyonu olan hasta postoperatif dönemde akut batın vermesi nedeniyle çekilen görüntülemeye tanısı konulup ve intraperitoneal olup çocuk cerrahisi ekibince operasyondan 2 gün sonra açık kolon perforasyon onarımı yapılarak kolostomi uygulanmadan tedavi edildi.

**Tablo 8:** Operasyona ait veriler

n, ± ss	Grup-1 (standart)	Grup-2 (mini)	Grup-3 (ultra mini)	Grup-4 (mikro)	p değeri		
Operasyon süresi(mean, ±ss)(dk)	56,3 (±21,6)	49,9 (±15,3)	57,3 (±16,2)	61,7 (±22,6)	0,006		
Floroskopi süresi(mean,±ss)(dk)	1,7 (±1,1)	1,5 (±0,9)	2,3 (±1,3)	1,6 (±1,2)	<0,001		
Hemoglobin düşüşü (mean, ± ss )(gr/dL)	1,4 (±1,5)	1,1 (±1,2)	0,8 (±0,9)	0,5 (±0,9)	<0,001		
Yatış süresi (mean, ± ss)(gün)	3,2 (±1,7)	3,7 (±2,3)	3,7 (±2)	3,9 (±2)	0,222		
Akses tipi (n, %)					0,132		
Skopi	67 (%91,8)	70 (%93,3)	69 (%88,5)	37 (%80,4)			
Usg	5 (%6,8)	4 (%5,3)	9 (%11,5)	8 (%17,4)			
Laparoskopik	1 (%1,4)	1 (%1,3)	0 (%0)	1 (%2,2)			
Akses yeri (n, %)					0,055		
Alt kaliks	59 (%80,8)	69(%92,0)	69 (%88,5)	35 (%76,1)			
Orta kaliks	9 (%12,3)	4 (%5,3)	8 (%10,3)	6 (%13)			
Üst kaliks	3 (%4,1)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)			
Multiple kaliks	2 (%2,7)	2 (%2,7)	1 (%1,3)	5 (%10,9)			
Çift akses (n,%)	2 (%2,7)	4 (%5,3)	1 (%1,3)	4 (%8,7)			
Anjiocot kullanımı (n,%)					0,430		
Yok	58 (%79,5)	64 (%85,3)	60 (%76,9)	34 (%73,9)			
Var	15 (%20,5)	11 (%14,7)	18 (%23,1)	12 (%26,1)			
Dilatasyon çapı (n,%) (Fr)	30Fr	38 (%52,1)	20 Fr	47 (%62,7)	14 Fr	66 (%84,6)	
	28 Fr	10 (%13,7)					
	26 Fr	5 (%6,8)	16 Fr	28 (%37,3)	12 Fr	12 (%15,4)	
	24 Fr	20 (%27,4)					
Drenaj (n,%)					0,873		
Üreter katateri	54 (%74)	58 (%77,3)	55 (%70,5)	34 (%73,9)			
Double-j stent	19 (%26)	17 (%22,7)	22 (%28,2)	12 (%26,1)			
Diversiyon (n,%)					<0,001		
Nefrostomili	73 (%100)	71 (%94,7)	64 (%82,1)	0 (%0)			
Nefrostomisiz (tüpsüz)	0 (%0)	4 (%5,3)	14 (%17,9)	46 (%100)			
Rezidü boyutu (mean,±ss)(mm)	15,3 (±9,6)	10,2 (±3,3)	5,7 (±0,8)	6,8 (±1,7)	<0,001		
Başarı oranı (n,%) (1. Ay kontrol)					<0,001		
Taşsızlık	39 (%53,4)	60 (%80)	64 (%82,1)	37 (%80,4)			
Rezidü taş	30 (%41,1)	11 (%14,7)	10 (%12,8)	7 (%15,2)			
Körf	4 (%5,5)	4 (%5,3)	4 (%5,1)	2 (%4,3)			
Başarı oranı (n,%) (ek müdahale sonrası)					0,093		
Taşsızlık	61 (%83,6)	70 (%93,3)	66 (%84,6)	41 (%89,1)			
Rezidü taş	8 (%11)	1 (%1,3)	8 (%10,3)	3 (%6,5)			
Körf	4 (%5,5)	4 (%5,3)	4 (%5,1)	2 (%4,3)			
Ek müdahale (n,%)							
Yok	8 (%26,7)	1 (%9,1)	8 (%80)	3 (%42,9)			
ESWL	9 (%30)	1 (%9,1)	2 (%20)	0 (%0)			
URS/RIRC	3 (%10)	2 (%18,2)	0 (%0)	1 (%14,3)			
PNL	8 (%26,7)	5 (%45,5)	0 (%0)	1 (%14,3)			
MULTIPLE OP.	2 (%6,7)	2 (%18,2)	0 (%0)	2 (%28,6)			

**Tablo 9:** Modifiye Clavien sisteme göre komplikasyon oranları

Komplikasyon derecesi (n,%) (% : grup içi - total)	Grup-1 (standart)	Grup-2 (mini)	Grup-3 (ultra mini)	Grup-4 (mikro)	p değeri
<b>Genel</b>	21 (%28,8)(%7,7)	23 (%30,7)(%8,6)	15 (%19,2)(%5,5)	11 (%23,9)(%4,1)	0,374
<b>Grade 1</b>					
Ateş	3 (%4,1)(%1,1)	2 (%2,7)(%0,7)	4 (%5,1)(%1,5)	3 (%6,5)(%1,1)	
<b>Grade 2</b>					
<12 saat trakta üriner ıslatma		1 (%1,3)(%0,4)		2 (%4,3)(%0,7)	
Kan transfüzyonu	6 (%8,2)(%2,2)	9 (%12)(%3,3)	2 (%2,6)(%0,7)		
Üriner trakt enfeksiyonu	1 (%1,4)(%0,4)	2 (%2,7)(%0,7)	6 (%7,7)(%2,2)	3 (%6,5)(%1,1)	
Pnömoni			1 (%1,3)(%0,4)		
<b>Grade 3a</b>					
>24 saat trakta üriner ıslatma nedeniyle Djs uygulanması		3 (%4)(%1,1)			
Pelvis yaralanması ve UPJ darlık nedeniyle Djs uygulanması	2 (%2,7)(%0,7)	2 (%2,7)(%0,7)	2 (%2,6)(%0,7)	2 (%4,3)(%0,7)	
Ürinom		1 (%1,3)(%0,4)			
<b>Grade 3b</b>					
Üreter –mesane taşı	2 (%2,7)(%0,7)	1 (%1,3)(%0,4)			
UPJ obstruksiyon-balon dilatasyonu	1 (%1,4)(%0,4)				
Müdahale gerektiren perirenal hematom		1 (%1,3)(%0,4)			
Perinefretik abse/trakta fistül oluşup püy akıntısı	1 (%1,4)(%0,4)				
Operasyonun sonlandırılmasına neden olan perop hemoraji	4 (%5,5)(%1,5)			1 (%2,2)(%0,4)	
<b>Grade 4</b>					
Komşu organ yaralanması (kolon)	1 (%1,4)(%0,4)	1 (%1,3)(%0,4)			

## TARTIŞMA

Kılavuzlarda 2 cm'den büyük böbrek taşları için önerilen ilk tedavi seçeneği PNL iken 10-20 mm taşlarda tedavi önerisi ESWL veya endoürolojik girişimdir (112). Öte yandan gelişen böbrekler üzerinde uzun dönem etkileri net bilinmemekle birlikte birçok yayında taşın sayısı ve çapı arttıkça başarı oranının azaldığı bildirilmektedir (170). Birden fazla seans gerekebilir olması ve çocuklar için genel anestezi ihtiyacı olabilmesi ESWL'nin diğer dezavantajları arasındadır (38). Bununla birlikte kaliks boynu darlığı, taşın sertliği, infundibulo-pelvik açının uygun olmayışı gibi faktörler ESWL başarısını olumsuz yönde etkilemektedir (171). Tekrarlayan ESWL ihtiyacı önemli durumlardan biri olup Caione ve ark. 2010 yılında 232 çocuk hasta üzerinde yapmış olduğu çalışmada (19 ay-17 yıl) 195 hastaya (%60,8) ESWL yapılmış, yapılan re-ESWL ile birlikte hasta başına ortalama 2,3 seans olup toplamda 233 seans ESWL yapılarak %77 oranında başarı elde edilmiş (172). Dolayısıyla farklı boyut ve yerleşimli taşlarda ESWL'nin başarısız olduğu durumlarda veya ESWL için sınırlayıcı faktörlerin varlığında PNL ve fleksible URS (RIRC) gibi endoürolojik tekniklerin kullanım alanı genişlemektedir.

İlk dönemlerde ürologlar; çocuklarda geniş kalibreli enstrümanların kullanılmasına bağlı parankim hasarı, renal fonksiyon kaybı, floroskopiye bağlı radyasyon maruziyeti, sepsis ve kanama gibi majör komplikasyonlardan dolayı PNL uygulamasından kaçınılmaktaydı (173). Uygulamanın yaygınlaşmasıyla birlikte tecrübeli merkezlerde PNL yüksek başarı oranlarıyla yapılmaktadır. Elde edilen yüksek başarı oranlarıyla birlikte görülen kanama gibi komplikasyonların azaltılabilmesi için PNL'de birtakım modifikasyonlar yapılma yoluna gidilmiştir. PNL'deki komplikasyonlar genellikle böbreğe giriş ve trakt dilatasyonu sırasında olmasından dolayı taşa ulaşabilmek için renal parankimde oluşturulan traktın kalibrasyonunu azaltmaya yönelik farklı PNL teknikleri geliştirilmiştir (14). Standart PNL'de trakt 30 Fr'e kadar dilate edilmektedir. İlk kez 1997'de tanımlanan ve daha sonra pratik kullanımda yaygınlaşan mini-PNL tanımı ise 20 Fr ve daha küçük kalibrasyonda dilatasyon yapılan prosedürleri içermektedir (26). Takip eden yıllar içinde ultra-mini PNL olarak Desai ve ark. tarafından sunulan metodda ise trakt dilatasyonu en küçük kalibrede akses kılıfı içinden taşın alınmasına imkan sunacak şekilde 12 Fr'e kadar yapılmaktadır (27). Kullanılan enstrümanların kalibrasyonunu küçültme çabalarının en son ürünü ise dilatasyon yapılmaksızın yaklaşık 4,8 Fr boyutunda bir trakt içinden lazer fiberi ile taşın fragmentasyonuna imkân veren mikro-PNL yöntemidir. Optik teknolojinin ilerlemesi ile geliştirilen mikro-PNL sisteminde all-seeing needle endovizüel sistemiyle direkt görüş altında

katlar geçilerek taşa güvenli bir yolla ulaşma imkânı elde edilmektedir (32). Yöntemlerde hiçbir zaman duraksama olmayıp en küçük kalibrasyonlu mikro-PNL'de dahi komplikasyonları ve başarıya arttırmaya yönelik all-seeing needle yöntemiyle kıyaslanabilir güvenilir ve etkinlikte 14G intravenöz kanülün kullanıldığı mikrosheat yöntemi gibi modifikasyonlar yapılmaya devam edilmektedir (174).

Çocuklarda preoperatif değerlendirme, endikasyon, cerrahi teknik erişkin hasta ile benzerlik göstermekle birlikte çocuk hastaları anatomik ve fizyolojik farklılıklarından dolayı erişkin hastalardan ayrı değerlendirmek gerekir. Gerek erişkin grupta gerekse pediatrik grupta PNL ve modifiye tipleri ile ilgili başarısı hakkında literatürde birçok yayın mevcuttur. İlk pediatrik seri 1985 yılında Woodside ve ark. tarafınca yaşları 5-18 arasında (ort. 14) olan 7 hastada yapılmış ve stone-free oranı %100 olarak gösterilmiş ve hiçbir komplikasyon yaşanmadığı kaydedilmiştir (142). Bu çalışmada standart PNL dilatasyon ekipmanları kullanıldığı ancak çocuklarda daha küçük trakt ve aletlerin kullanılması gerekebileceği ifade edilmiştir.

Birçok olguda PNL monoterapi iken bazı durumlarda ek prosedür olarak da yerini almaktadır. Monoterapi olarak çocuklarda başarısı güncel birçok yayında %86,9-98,5 arasında belirtilmektedir (17; 41). Komplet staghorn taşlarda monoterapi olarak %89 gibi yüksek başarı oranına ulaşıldığı gösterilmiştir (164). Bu başarı second-look PNL, re-PNL, ESWL, URS/RIRC gibi ek prosedürlerle daha da yüksek seviyeye çıkarılabilmektedir (175; 176).

Güneş ve arkadaşlarının 23 çocuk hastada erişkin tip enstrüman kullanarak yaptıkları PNL çalışmasında %70,8 başarı elde edilmiş ve bu başarı oranı ek müdahaleler ile %91,6'ya yükseldiği görülmüş (177).

Ünsal ve ark. yapmış olduğu çalışmada 18 yaş altı 44 çocuk hasta 3 gruba ayrılarak değerlendirilmiş (grup 1:  $\leq 7$  yaş pediatrik enstrüman kullanılan 17 hasta, grup 2a: 8-16 yaş pediatrik enstrüman kullanılan 12 hasta, grup 2b: 8-16 yaş erişkin enstrüman kullanılan 15 hasta) gruplarda başarı oranları sırasıyla %82,4-%83,3-%81,3 bulunmuş, ESWL ve URS ile yapılan ek müdahaleler ile birlikte başarı oranları %94,1-%91,7-%93,7'e yükseldiği kaydedilmiş ve elde edilen başarı oranının benzer olduğu görülmüş (17).

Zeng ve arkadaşlarının 2012 yılında 19 infantta 14 Fr-16 Fr ile yapmış oldukları PNL çalışmasında monoterapi ile %85 başarı oranı second-look PNL ile %95'e çıkarılmış (25). Caino ve ark. ise 33 çocuk hastada monoterapi PNL ile ulaştıkları %74 başarı oranını ek ESWL tedavileri ile %88'e çıkarmayı başarmışlar (172).

Kullanılan ekipman çapının komplikasyon oranlarını değerlendirmek üzere 24 Fr üstü ve altı boyutta enstrümanlarının karşılaştırıldığı Özden ve ark. 17 yaşından küçük 51 çocukta



yapmış oldukları çalışmada komplet taşsızlık %73,6 hastada sağlanılmış. Dört hastaya ESWL ve üç hastaya re-PNL yapılarak başarı oranı %86,8'e yükseldiği görülmüş (176).

Düşük basınçta yüksek etkinlik gibi tanımlamalar yakıştırılan UMP'ye ait birçok single ve karşılaştırmalı çalışma literatürde yüksek başarı ve düşük komplikasyon oranları ile yerini almıştır. Dede ve ark. UMP yapılan 39 çocuk hasta değerlendirmiş ve monoterapi ile başarı oranının %82'den ek müdahale ile %87,1'e ulaştığı görülmüş (178).

Taş cerrahisinde minimal invazivite ile birlikte yüksek başarı açısından büyük umutlar doğuran mikro-PNL'nin etkinliği ve güvenilirliğine dayalı birçok çalışma mevcuttur. Dağgüllü ve ark. yaş aralığı 7 ay-16 yıl olan 40 çocuk hastaya uygulamış oldukları mikro-PNL yönteminde %80 gibi bir başarı oranı sağlanırken, taş yükü, vücut kitle indeksi, yaş açısından istatistiksel fark olmayan 58 çocuk hastada mikro-PNL ve 40 çocuk hastada mini-PNL uygulayan Tok ve ark. çalışmalarında stonefree oranlarını kabul edilebilir yüksek seviyede benzer bulmuşlardır (%86,2 ve %82,5, p=0,66) (179; 180).

Bizim çalışmamızda gruplarda elde edilen başarı monoterapi sonrası sırasıyla %53,4-%80-%82,1-%80,4 olup (p<0,001) daha sonra ek müdahalelerle başarı oranları sırasıyla %83,6-%93,3-%84,6-%89,1'e yükselerek istatistiksel benzer sonuçlara ulaşılmış (p=0,093). Ek müdahaleyle elde edilen başarı oranları literatürle uyumlu olmakla beraber ilk seansta standart PNL de düşük başarı oranının elde edilmesinin nedeni olarak öncelikle bu grupta taş yükünün diğer gruplara göre anlamlı daha fazla olması diye söyleyebiliriz (gruplar için sırasıyla 40,9±16,1 mm, 26,2±9,2 mm, 19,4±7,7 mm, 16±5,3 (p <0,001)).

Ayrıca çalışmamızda mikro-PNL'de başarı oranını düşüren faktörlerden birisinin taş yükü olduğu ve 13 hastada 20 mm üstü taş yükü olduğu görüldü. Ancak kılavuzlarda ve birçok yayında mikro-PNL'nin 20 mmden büyük taşı olan ve hidronefrotik böbreklerde başarı oranının düşeceği ve pelviste 20mm den küçük ESWL'e dirençli taşlarda, alt polde 10 mm den küçük ESWL'e dirençli taşlarda ikincil tedavi modalitesi olarak uygulanması gerektiği yönündedir (112; 179).

Çocuklarda PNL başarısını arttırmak ve komplikasyonları düşürmeye yönelik çeşitli boyutlarda ve çaplarda enstrümanlarla yapılan çalışmalar mevcut olması ile beraber, çocuklarda erişkin boyutta enstrümanla yapılan PNL için kabul edilebilir başarılı ve düşük komplikasyonlu sonuçlar da alınmıştır. Yaş ortalaması 9,6 yıl olan 31 çocuk hastada Kapoor ve ark. staghorn taşı olan ve yaşı büyük olan çocuklarda 30 Fr dilatasyon uygularken, daha düşük yaşta ve taş yükü olanlarda 24 Fr dilatasyon gerçekleştirerek; 1 mg/dL ortalama hemoglobin düşüşü ile monoterapi ile %83,9, ESWL ek müdahalesi ile %90,3 gibi yüksek başarı elde etmişler (20).

Pediyatrik ürolitiazis yönetiminde yetişkin ölçekli enstrümanlar kullanılarak yapılan PNL'nin güvenilirliğini ve etkinliğini değerlendirmeyi amaçlayan Etemadian ve ark 15 yaşından küçük 38 çocuk hastada 26 Fr-30 Fr trakt dilatasyonu ile yapmış oldukları 45 sayıda PNL operasyonu ile sadece 1 hastada kan transfüzyonu ihtiyacı ile %67 başarı oranı elde etmişler (10).

Pediyatrik hastalarda erişkin çapta enstrüman ile PNL'nin etkili ve güvenilir yapılabileceğini göstermeyi amaçlayan Nouralizadeh ve ark. 2009 yılında 5 yaşından küçük 20 hastada 26 Fr dilatasyon yapıp 24 Fr nefroskop eşliğinde PNL uygulamış, monoterapi sonrası %79,1 başarıyı ESWL ile bu oran %91,6'a yükseltilmiş (175).

Staghorn taşı olan okul öncesi yaş grubundaki çocuklarda geniş trakta PNL uygulamanın etkinliğini vurgulayan Aron ve ark. yaş aralığı 20 aylık- 5 yıl olan 19 çocuk hastada 13'üne (%68) 2 akses yapılmış, 1 çocuğa 3 akses, 5 çocuğa (%26) tek akses yaparak 24 Fr dilatasyon ile 19 Fr nefroskop kullanmış. Monoterapi ile başarı oranı %89 iken ESWL ek prosedürü ile başarı oranı %94,7'ye yükseldiği görülmüş (181).

Altintas ve ark. 2014 yılında pediyatrik PNL'deki enstrüman tiplerinin önemini araştırmaya amaçladıkları çalışmada yaş aralığı 8 ay-17 yıl olan toplamda 173 pediyatrik hastada operasyonlar 3 grupta değerlendirilip (grup 1: 17 Fr nefroskoplara-82 hasta, grup 2: 24 Fr nefroskoplara-73 hasta, grup 3: 26 Fr nefroskoplara-18 hasta), stone-free oranları sırasıyla %75,6-%79,4-%72,2 olarak bulunmuş ve istatistiksel anlamlı fark izlenmemiş (p=0,730) ve genel stone-free oranı %76,8 olarak hesaplanmış (182).

Bizim çalışmamızda 5 yaş altı olup erişkin çapta enstrüman ile uyguladığımız standart PNL (28 Fr-26 Fr dilatasyon) ve mini-PNL (20 Fr dilatasyon) pediyatrik hasta sayısı sırasıyla 5 (%6,8)-11(%14,7)'dir. Standart PNL olanlar içerisinde monoterapi ile 4 hastada, 1 hastaya ise tek seans ESWL ek prosedürü ile stonefree olmuş (%80-%100). Mini-PNL olanlar içerisinde monoterapi ile 8 hastada stonefree olurken, 1 hastaya RIRC ve UMP, 1 hastaya mikro-PNL, 1 hastaya re-mini-PNL ek prosedürleri uygulanarak stonefree sağlanılmış (%72,7-%100). Bakıldığında 5 yaş altı hastalarımızda monoterapi veya ek müdahalelerle birlikte oldukça yüksek başarı oranları elde edilmiş ve literatürde benzer sonuçlara varılmış ancak sonuçların daha anlamlı olabilmesi için daha fazla vaka serisine ihtiyaç bulunmaktadır.

İnfantlarda böbreğin küçük, cilt böbrek mesafesinin kısa, kaliksiyel sistemin oldukça dar, böbreğin erişkine göre daha mobil olması, mukoza ile böbrek parankimi arasında net ayırım yapılamaması nedeniyle, parankim perforasyonu yapılmaması ve ekstra majör komplikasyon yaşanmaması açısından akses, dilatasyon ve fragmentasyon esnasında oldukça kibar davranılması ve ekipmanın kontrollü bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Teknolojinin

ilerlemesi ile bu hususlardan kaçınabilmek ve başarı oranını etkilemeden komplikasyon riskini azaltma prensibi ile UMP ve mikro-PNL ortaya çıkmış ve güncel yayınlarda 1 yaşından küçük 5 aylığa varan infantlarda dahi nefrolitotomi işlemi başarı ile yapılabilmesine imkan vermiştir. Dağgüllü ve ark 2016 yılında yayınladıkları mikro-PNL uyguladıkları 40 çocuk hasta serili ve en küçük hastanın 7 aylık olduğu çalışmada 14 hastanın 3 yaş altında olduğu belirtilmiştir. Monoterapi ile %80 başarı elde edilmiştir. Küçük böbrek taşı ve nonobstrükte toplayıcı sistemleri olan çocukların mikro-PNL için uygun olduğunu belirten Dağgüllü mikro-PNL'nin bu yaş grubunda güvenle uygulanabileceğini belirtmiş (179).

Okul öncesi ve 3 yaş altı infantlarda PNL ilgili birçok yayının literatürde bulunduğunu belirterek, minimal invazivitenin 1 yaş altı infantlarda da PNL'nin güvenilir etkinlikte uygulanabilmesine imkân tanıdığını belirten Dağgüllü ve ark. yapmış oldukları başka bir çalışmada en küçüğü 5 aylık ve yaş ortalaması 9,5 ay olan 1 yaş altı 16 infantta (toplam 20 ünite) 5 hastaya 20 Fr, 15 hastaya 14 Fr dilatasyon yaparak uyguladıkları prosedürde tek seansta %80 başarı elde ettiklerini belirtmiştir (24).

Farklı enstrümanların kullanıldığı 173 pediatrik hastada PNL etkinliğinin ve güvenilirliğini değerlendiren Altıntaş ve ark. en küçük hasta yaşının 8 aylık olduğunu belirtip, Bodakçı ve ark. yaş ortalaması 24 ay olan 3 yaş altı 40 infantta en küçük vakanın 5 aylık olduğunu belirtip 20 Fr dilatasyon ile monoterapi ile %81,2 ek müdahalelerle bu oranın %100'e çıktığını belirtmiş (23; 182).

Nouralizadeh ve ark ise 5 aylık infantta 26 Fr dilatasyon yaparak ve 20 Fr nefroskoplara başarılı ve komplikasyonsuz PNL yaptıklarını bildirmiş (175).

Açık cerrahiye göre üstün ara daha küçük cilt insizyonu, ağrı, hastane yatış süresi olup ve ciddi komplikasyon oranını düşüren minimal invaziv PNL'nin her yaşta teknolojinin imkanları doğrultusunda etkin kullanılabilirliğine vurgu yapan Dede ve ark. en küçüğü 8 aylık olan 2 yaşından küçük 24 infant üzerinde yapmış oldukları mikro-PNL çalışmasında ortalama 0,51 gr/dL hemoglobin düşüşü ile hiç kan transfüzyonuna ihtiyaç olmadan monoterapi ile %83,3 başarı elde ettiklerini bildirmişler (183).

Kendi çalışmamızda standart PNL'yi en küçük 3 yaşında bir hastada 26 Fr dilatasyon yaparak komplikasyonsuz tamamen taşsızlık sağlanıp, diğer prosedürlerde  $\leq 1$  yaş infantlarda uyguladığımız PNL hasta sayıları, en küçük hasta yaşı mini/ultra-mini/mikro gruplarında sırasıyla; 4 hasta/7 aylık, 13 hasta/6 aylık, 9 hasta/8 aylık olup; monoterapi ile stonefree sağlanan hasta sayısı ve görülen komplikasyonlar mini-PNL'de 4 (%100) infant/1 hastada kan transfüzyonu ihtiyacı, UMP'de 10 (%76,9) infant/ 1 hastada postoperatif ateş, mikro-PNL'de 8 (%88,9) infant /1 hastada postoperatif ateş, 1 hastada üriner trakt enfeksiyonu görüldü. Bu

yaş grubuna bakıldığında sonuçlarımızın literatürle benzer derecede başarılı ve düşük komplikasyonlarla birliktelik göstermesinin yanı sıra bu yaş grubu için ölçülebilir anlamlı sonuçlar elde edebilmek için daha fazla vaka serisi oluşturmak gerekmektedir. Ayrıca 1 yaşından küçük infantlarda PNL uygulanacağı vakit; minimal akses dilatasyon yapılması, küçük çapta enstrümanların kullanılması ve işlemin erişkinler ya da büyük yaşta çocuklarda deneyim kazanmış cerrahlar tarafınca yapılması gerektiği yönünde düşünmekteyiz.

Önemli konulardan birisi olan operasyon süresi olup etkileyen faktörleri ve süreyi kısaltma amacıyla uygulanan yöntemler hakkında birçok çalışma mevcuttur. Genellikle çalışmalarda özellikle bir faktörün etkili olmadığı ve multifaktöriyel bir durum olduğuna dikkat çekilmektedir.

Ünsal ve ark. 18 yaş altı 44 çocukta 3 farklı çapta enstrüman ile yapmış oldukları çalışmada ortalama operasyon sürelerini 94,4-87,3-77,5 dk bulmuş. Bu çalışmada toplayıcı sisteme akses süresi, operasyon süresi arasında gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadığını belirtip; bununla birlikte daha az sayıda taşı olan ve küçük yaşta olan hastalarda küçük çapta alet kullanıldığında operasyon süresinin uzamadığı ve benzer başarı oranına sahip olduğu belirtilmektedir (17).

Jackman çalışmasında kılavuz teli gönderdikten sonra 11 Fr single step dilatatör uygulaması ile zaman ve hemoraji miktarında azalma olduğu belirtmekte; ancak taşın alınması küçük çapta olduğu için operasyon süresinin daha fazla olduğu vurgulamaktadır (22).

Nourullazadeah'in ve ark. ortalama taş çapının 33 mm (20-46) olan ve 26 Fr dilatasyon yaparak 5 yaşından küçük 20 infantta uyguladıkları PNL çalışmasında ortalama operasyon süresi 93,2 dk (78-174) olarak bulunmuş. Nourullazadeah bu çalışmasında; taş çapı büyüdükçe küçük çaplı aletlerle multiple akses yapılması gerektiği, bu yüzden geniş çaplı aletlerle büyük taş yükü olan uygun hastalarda düşük operasyon süresinde düşük komplikasyon ile birlikte yüksek başarı oranı elde edilebileceğini belirtmiştir (175).

Çalışmasında USG eşliğinde akses ve dilatasyon yapmanın etkinliği ve güvenilirliğini irdeleyen Penbegül ve ark. 15 yaşından küçük 17 hastaya USG eşliğinde PNL yaparak 67,9±14,5 dk'lık operasyon süresine ulaşmışlar. Bu çalışmada 10 hastaya hiç retrograd üreteral kataterizasyon uygulamaya gerek kalmadığı ve böylece operasyon süresinin oldukça düşürüldüğü vurgulanmış (151).

Özden ve ark. ortalama taş yükü 654±92,4 mm<sup>2</sup> olan kompleks taşlı 51 pediatik hastada uyguladıkları PNL 'de 90±4,7 dk (30-220) operasyon süresine ulaşırken; ortalama taş

boyutu 22 mm olan 14 Fr-16 Fr dilatasyon ile 3 yaş altı 19 infantta uyguladıkları PNL'de Zeng ve ark. 77,5 dk (35-120) gibi daha kısa operasyon süresini bulmuş (25; 176).

Çocuklarda total tubeless kriterlerini tanımlamayı amaçlayan Göktuğ ve ark. çalışmasında 20 Fr dilatasyon ile 18 Fr nefroskobu kullanarak 12 hastada total tubeless (üreteral drenaj katateri yok ve nefrostomi tüpü yok) 15 hastada nefrostomi tüpü konularak (üreteral drenaj katateri var veya yok) prosedür uygulamış floroskopi süresinin total tubeless grubunda istatistiksel anlamlı daha düşük olduğunu belirtmiş (15,8 dk ve 48,6 dk,  $p=0,0001$ ) (160).

Karatağ ve ark. 2015 yılında 112 hasta serilik yapmış oldukları çalışmada hidronefrozun başarı ve komplikasyon oranlarına etkisini incelemiş olup; taş boyutu ve vücut kitle indeksi açısından istatistiksel benzer olan hidronefrozu ile hidronefrozu olmayanlar arasında operasyon süresi ve akses süresinde istatistiksel anlamlı fark izlenmediği belirtilerek ( $p=0,185$ ); hidronefroz varlığının mikro-PNL prosedürlerinde başarı oranları ve ameliyat süresini önemli ölçüde etkilemediği vurgulanmış (184).

Buldu ve ark. 2016 yılında yayınladıkları mikro-PNL ile standart PNL'nin kombine uyguladıkları ( biri mikro diğeri standart olmak üzere tüm hastalara çift akses yapılmış) çalışmada ortalama taş boyutu 54,3 mm olan 21 hastada ortalama 88,2 dk'lık operasyon süresi elde etmiş olup (185); Tok ve ark. mikro-PNL ile mini-PNL'yi karşılaştırdığı 98 çocuklu 2016 yılı çalışmasında mikro-PNL'nin mini-PNL'ye göre istatistiksel anlamlı daha düşük operasyon süresi olduğu görülmüş ( $43,02\pm 27,98$  dk /  $52,25\pm 23,09$  dk,  $p = 0,006$ ) (180).

Tepeler ve ark. ise konvansiyonel PNL'de mikro-PNL'ye göre daha uzun operasyon süresi olduğu tespit etmiş (33).

Kendi çalışmamızda ortalama operasyon süresi; Grup 1'de  $56,3\pm 21,6$  dk (25-160), Grup 2'de  $49,9\pm 15,3$  dk (20-110), Grup 3'te  $57,3\pm 16,2$  dk (29-100), Grup 4'te  $61,7\pm 22,6$  dk (30-150) şeklinde olup istatistiksel anlamlı fark izlenmiştir ( $p=0,006$ ). Ayrıca UMP ile mini-PNL karşılaştırıldığında operasyon sürelerinin istatistiksel olarak benzer olduğu görüldü ( $p=0,069$ ). Mikro-PNL ile standart PNL ve UMP arasında istatistiksel anlamlı fark görülmezken (sırasıyla  $p=0,426$ ,  $p=0,594$ ), mikro-PNL'nin mini-PNL'ye göre istatistiksel anlamlı daha uzun operasyon süresine sahip olduğu görüldü ( $p = 0,005$ ). Burada mikro-PNL'nin daha uzun sürmesinin nedenlerinden birinin genellikle çok küçük yaşta çocuk ve infantlarda (ort. yaş  $6,1\pm 4,9$  yıl) ( $p<0,001$ ) bu prosedürü uygulamanın vermiş olduğu zorluk ve diğer sebeplerden birisi kronolojik olarak bakıldığında kliniğimizde ilk dönemlerde deneyimimizin eksik olması nedeniyle daha uzun operasyon süresi olduğu ancak deneyim kazandıkça sürenin giderek düştüğü şeklinde ifade edebiliriz. Mikro-PNL hasta sayısının

diğer gruplara göre az olmasından dolayı bu grupta vaka serisinin artması ile operasyon süresindeki bu farklılığın ortadan kalkabileceği kanatındeyiz.

Çalışmamızda gruplar arasında taş yükü açısından istatistiksel anlamlı fark olmasına rağmen taş boyutu arttıkça operasyon süresinin uzadığı görüldü ( $p=0,001$ ). Bununla birlikte hidronefroz derecesi arttıkça operasyon süresinin arttığı ancak istatistiksel anlamlı fark izlenmediğini bulduk ( $p=0,179$ ). Aynı grup içerisindeki uygulanan farklı dilatasyon çaplarının operasyon süresine olan etkisine bakıldığında çaplar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmediği görüldü. Ancak burada farklı dilatasyon çaplarının farklı taş boyutunda uygulandıklarını görüyoruz. Bundan dolayı çapın operasyon süresine olan etkisini daha iyi anlamak için aynı taş boyutunda farklı çaplarda dilatasyon uygulanması gerekmektedir.

Akses sayısının operasyon süresine etkisine baktığımızda çalışmamızda ortalama operasyon süresinin 260 tek akses'de  $54,7\pm 17,9$  dk, 11 çift aksesde  $75,8\pm 29,4$  dk, üç akses yapılan bir mikro hastasının 98 dk olduğu görüldü ve akses sayısı arttıkça operasyon süresinin istatistiksel olarak anlamlı arttığını bulduk ( $p<0,001$ ). Ancak bu sonucu daha da kabul edilebilir kılabilmek için önemli olan eşit sayıda gruplara ihtiyacımız olduğu gerekliliğidir.

Bulgularımız arasında akses tipinin ortalama operasyon süresine etkisini incelediğimizde; skopi eşliğinde olan 243 hastada 54,7 dk, USG eşliğinde olan 26 hastada 58,7 dk, laparoskopi eşliğinde olan 3 hastada 116 dk olup skopi eşliğinde olanlar ile USG grubu arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmezken ( $p=0,512$ ), laparoskopik grupta diğer iki gruba göre istatistiksel anlamlı daha uzun olduğu görüldü ( $p<0,001$ ).

Operasyon süresi kısa olduğunda bilateral böbrek taşı olan hastalarda eş zamanlı PNL yapılabilir olup kendi çalışmamızda; bilateral mini-PNL yapılan 2 hastanın her iki tarafın ayrı ayrı operasyon süreleri 25/28 dk, 30/35 dk, bilateral UMP yapılan hastanın her iki tarafın ayrı ayrı operasyon süreleri 29/36 dk kadar sürdü. Toplam 3 hastada da komplikasyon yaşanmadan stonefree sağlandı. Perioperatif hemoraji gibi herhangi bir komplikasyon yaşanmaması ve operasyon süresi kısa olması durumunda bilateral böbreğinde taş olan çocuklarda uygun enstrüman ile eş zamanlı bilateral PNL güvenilir ve başarılı bir şekilde uygulanabilir düşüncesindeyiz.

Operasyon süresi birçok faktörün etkisinde olan bir durum olup; taş yüküne ve hasta yaşına göre uygun çapta dilatasyon ve ekipman kullanılması, hidronefroz ve taş yerleşimine göre uygun yerden, güvenilir hızda ve yöntemle akses yapılması, güvenilir ve etkili litotriptörün kullanılması ve en önemlisi cerrahın deneyiminin artması durumlarında operasyon sürelerinin daha da kısalacağı yönünde düşünmekteyiz.

PNL de kaçınılmaz durumlardan bir tanesi radyasyon maruziyetidir. Radyasyon maruziyeti erişkinlere göre özellikle gonadal matürasyonun tamamlanmamış olan infantlarda ve çocuklarda radyasyon dozunun azaltılması gerektiği ve gonadları korumak için pelvik bölge altına troid kalkanı koyulabileceği bildirilmiştir (186).

Hem hastanın hem de cerrahi ekibini etkileyen radyasyon maruziyeti ile ilgili problemi çözmeye yönelik ve başka komplikasyon durumlarına yönelik geliştirilmiş yöntemler mevcuttur. Bu metodlardan bir tanesi USG eşliğinde trakt aksesini sağlamaktır.

Başarı oranının ek müdahalelerle %82,3'den %100'e çıktığı USG eşliğinde akses ve dilatasyon yapmanın etkinliğini ve güvenilirliğini araştıran 2012 yılında yapılmış bir çalışmada ortalama floroskopi süresi  $17,7 \pm 15,5$  saniye olduğu görülmüş ve floroskopi süresinde istatistiksel anlamlı düşüş sağladıklarını belirtmiş (151).

Mini-PNL'nin 1 yaşından küçük infantlardaki etkinliğini ve güvenilirliğini ölçen 2014 tarihli başka bir çalışmada 40 infanttın 10'una USG eşliğinde akses yapılmak istenmiş ancak 7 hastada floroskopi kullanılmadan akses gerçekleştirilerek ortalama skopi süresi 3,7 dk olarak hesaplanmış. Radyasyona maruziyeti azaltmanın yanı sıra retrorenal kolon varlığında kolon perforasyonu gibi ek komplikasyonlardan kaçınmak için uygun hastada gerekirse deneyimli ellerde öncelikle USG eşliğinde akses yapılması önerilmektedir (23). Ayrıca hidronefrotik böbreklerde bu işlemin daha kolay olabilmesinden dolayı öncelikli tercih edilmesi yönünde sunular mevcuttur (24). Bununla birlikte hidronefrozu olan hastalarla ve olmayanlar arasında floroskopi süresinde istatistiksel anlamlı fark olmadığını bildiren yayınlar da bildirilmiştir (184).

İnfanlarda mikro-PNL etkinliği ile ilgili 2016 tarihli güncel bir çalışmada 11 hastada USG eşliğinde 13 hastada floroskopi eşliğinde akses yapılmış ortalama floroskopi süresini  $1,4 \pm 0,9$  dk gibi literatürle benzer ölçüde sonuç elde edilmiş (183).

Kullanılan ekipmanın çapının birçok duruma olan etkisi ile ilgili çok sayıda çalışma olup 18 yaş altı çocuklarda 2 farklı yaş ve 2 farklı çapta enstrüman ile yapılmış başka bir çalışmada (grup 1:  $\leq 7$  yaş pediatrik enstrüman kullanılan 17 hasta, grup 2a: 8-16 yaş pediatrik enstrüman kullanılan 12 hasta, grup 2b: 8-16 yaş erişkin enstrüman kullanılan 15 hasta) ortalama floroskopi süresi sırasıyla 2,4-2,1-2,7 dk bulunmuş ve istatistiksel anlamlı fark saptanmamış (17).

Tok ve ark. mikro-PNL ile mini-PNL'yi karşılaştırdığı 2016 yılı çalışmasında floroskopi sürelerini sırasıyla  $112,05 \pm 72,5$  sn ve  $138,53 \pm 56,39$  sn olarak bulmuş ve istatistiksel anlamlı fark saptanmış ( $p=0,006$ ) (180).

Göktuğ ve ark. güncel çalışmasında floroskopi süresini total tubeless grubunda nefrostomi konulan hastalara göre istatistiksel anlamlı daha düşük olduğu görülmüş. ( 2,2 dk-4,4 dk) (p=0,0001) (160).

Bizim çalışmamızda ortalama skopi süreleri sırasıyla Grup 1’de 1,7±1,1 dk (0,3-6,5), Grup 2’de 1,5±0,9 dk (0,4-4,4), Grup 3’te 2,3±1,3 dk (0-5,6), Grup 4’te 1,6±1,2 dk (0-6) saptanmış olup istatistiksel anlamlı fark saptandı (p<0,001). Burada UMP’nin skopi süresinin diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı daha yüksek olduğu görüldü (standart: p=0,010; mini: p<0,001; mikro: p=0,005). Diğer grupların kendi aralarında istatistiksel olarak benzer olduğu görüldü. UMP’de skopi süresinin daha yüksek olmasının nedenini toplam 58 nonopak taşlı hasta serisinde 39 hastanın (%67,2) UMP grubunda yer alması olarak görmekteyiz. Çünkü radyoopasiteye göre skopi süreleri arasındaki ilişkiye bakıldığında radyopak taşlarda ortalama skopi süresi 1,7±1,2 dk, nonopak taşlarda 2,1±1,1 dk, semiopak taşlarda ise skopi süresi 1,4±0,7 dk olup nonopak taşlarda istatistiksel anlamlı daha fazla skopi süresi olduğu görüldü (p=0,039). Ancak taş opasitesi ile operasyon süresi arasında ise istatistiksel anlamlı ilişki bulunamadı (p=0,820).

Ayrıca taş boyutu ile skopi ilişkisine bakıldığında çalışmamızda taş boyutunun skopi süresinde istatistiksel anlamlı fark yaratmadığı görüldü (p=0,257). Ayrıca hidronefroz dereceleri arasında skopi süresi açısından istatistiksel anlamlı fark olmadığı görüldü (p=0,581). Burada hidronefroz derecesi ve taş boyutunun floroskopi süresini en çok etkileyen faktörler olmadığı ve skopi süresini etkileyen multiple faktörlerin olmasından dolayı bu farkın oluşmadığı düşüncesindeyiz.

Kendi çalışmamızda 243 (%89,3) hastaya floroskopi eşliğinde akses yapılmış olup ortalama skopi süresi 1,92 ±1,13 dk (0,3-6,5), USG eşliğinde akses yapılan 26 (%9,6) hasta olup ortalama skopi süresi 0,74±0,81 dk (0-3), laparoskopisi eşliğinde akses yapılan 3 hastada ise 1,8±1,2 dk (0-2,1) bulundu ve USG kullanılanlarda floroskopi eşliğinde yapılan akseslere göre skopi süresi istatistiksel anlamlı daha düşük olduğu görüldü (p<0,001). Ancak laparoskopisi eşliğinde yapılan aksesin skopi süresi ile hem floroskopi eşliğinde hem de USG eşliğinde yapılanlarla benzer olduğu görüldü. Sonuçlar literatürle uyumlu görünmekle birlikte kanıt düzeyi yüksek karşılaştırma yapılabilmesi için homojen hasta serisine ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmamızda USG eşliğinde akses yapılan UMP’de 1 hastada, mikro-PNL’de 8 hastada hiç skopi kullanılmadı. Skopi süresini en çok etkileyen faktörün akses tipi ve deneyimin olduğunu düşünmekteyiz.

Perkütan nefrolitotomi tekniğindeki minyatürizasyona gidilme çabaları aynı etkinlikte ve başarıda olup komplikasyon oranlarını azaltma yönündedir. Pediatrik böbreklerin



küçüklüğü ve mobilitesi, hassas böbrek parankimi ve toplayıcı sisteminin küçüklüğü nedeniyle bebeklerde ve okul öncesi yaş grubundaki çocuklarda yetişkin boyutlu enstrümanlarla perkütan nefrolitotomi problem yaratabilir (10). Bunun yanı sıra Bilen ve ark. yapmış oldukları çalışmada 16 yaşından küçük hastalarda 3 farklı çapta enstrümanın kullanımını karşılaştırmış komplikasyon oranları farklı olmadığı görülmüş (9).

Perkütan nefrolitotomi sırasında karşılaşılan en sık ve ciddi komplikasyonlardan biri, literatürde bildirilen birçok çalışmada %7-15'e yaklaşan hemorajidir. Kanama, hem hasta mortalitesini hem de taşsız oranları etkileyen önemli bir faktördür. Kullanılan aletlerin kalibreleri, taş yükü ve çalışma zamanı çocuk yaş grubunda kan transfüzyonu gerekliliğini etkileyen faktörler olarak rapor edilmiştir (20).

Desai ve ark. çocuklarda PNL uygulamasında intraoperatif hemoraji miktarının dilatasyon çapına ve sayısına bağlı olduğu gösterilmiş ve teknik modifikasyonlara ihtiyaç olduğu belirtmiş (187).

Güven ve ark. 3 yaş altı 17 infantda yapmış oldukları monoterapide %94,7 gibi yüksek başarı oranına sahip çalışmalarında; küçük çapta dilatasyon yapılanlara göre 20 Fr ve üzerinde dilatasyon yapılanlarda daha fazla hemoraji ve hemoglobin düşüşü olduğu görülmüş ( $p=0,025$ ) (188).

İlk dönemlerde yayınlanan çalışmalarda kanama miktarı ve kan transfüzyon ihtiyacı oranları oldukça yüksek iken hem minyatürizasyonun etkisi hem de deneyiminin artması ile bu oran oldukça düşük seviyelere kadar inmiştir. Zeren ve ark. 67 PNL prosedüründe 16 hastaya (%23,9) kan transfüzyonuna ihtiyaç duydukları 2002 yılında yapmış oldukları çalışmada operasyon süresi, taşın çapı ve dilatasyon çapı ile intraoperatif kanama miktarı arasında anlamlı korelasyon olduğunu göstermiş (189).

Mahmud ve Zaidi tarafınca 29 çocukta 17 Fr nefroskop ile PNL uygulamış ve içinde hiperpreksi ve 2 kan transfüzyonu olan en düşük komplikasyon oranı (%6) elde edilmiş (3).

PNL'de kan kaybını etkileyen faktörleri inceleyen Akman ve ark 2011 yılında yayınlamış oldukları çalışmada kan kaybını etkileyen faktörlerin dilatasyon çapı, operasyon süresi, akses sayısı, taş çapının olduğu göstermiş (190).

Çocuklarda erişkin tip enstrüman kullanarak monoterapi ile %70,8 ek müdahaleler ile %91,6 gibi başarı oranı elde eden Güneş ve ark. genel komplikasyon oranı %30,4 (7/23), 7 yaşından küçük hastalarda ise genel komplikasyon oranı %71,4 (5/7) olduğu, ortalama hemoglobin düşüşününün 2,0 gr/dL olduğu saptanmış. Bu çalışmada 2 hastada (%8,7) postoperatif kan transfüzyonu ihtiyacı gerekmiş. Güneş çalışmasında erişkin tip enstrüman

kullanımında 7 yaşından küçük olan veya staghorn taşı olanlarda daha yüksek komplikasyon insidansı olduğunu belirtmiş (177).

Literatürde dilatasyon çapının hemorajiye etkisinin oldukça önemli olduğu ve farklı çaplarda toplayıcı sisteme giriş süresi aynı olmasına rağmen trakt çapının artması ile Hb düşüşünün istatistiksel anlamlı arttığı, çapın 24 Fr ve üstüne çıktığında bu düşüşün daha fazla olduğu ve çocuklarda 12 Fr- 18 Fr'in etkili ve güvenilir olduğunu bildiren yayınlar mevcut. Ayrıca fleksible nefroskop kullanılması, nitinol basket kullanılması kanama miktarının azaltılabileceği belirtilmekte (17).

Ayrıca aynı çapta sheatin böbrek büyüklüğüne oranına vurulduğunda çocukta 24 Fr'in erişkinde 72 Fr'e karşılık geldiği belirtilmekte (22).

Ayrıca trakt çapının yanı sıra trakt sayısı ve taş boyutunun hem hemoglobin hem de kan transfüzyonu ihtiyacına olan etkisini araştıran birçok çalışma olup Özden ve ark. 51 çocuk hastalı çalışmasında; ortalama  $1,6 \pm 0,16$  gr/dL hemoglobin düşüşü ile %17'lik kan transfüzyonu ihtiyacı görülmüş. Bu çalışmada trakt çapına bakıldığında Hb düşüşleri ortalama (24 Fr ve düşük olanlarda (30 hasta) 1,4 gr/dL, 24 Fr'den büyük olanlarda (23 hasta) 1,9 gr/dL) istatistiksel anlamlı fark izlenmiş ( $p=0,002$ ). Kan transfüzyonu ise sırası ile %16,6 ve %17,4 olup istatistiksel anlamlı fark izlenmemiş ( $p=0,9$ ). Trakt sayısı ile ilişkili Hb düşüşleri ortalama ( tek trakta (32 hasta) 1,2 gr/dL, multiple trakta (21 hasta) 2,0 gr/dL) istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmiş ( $p=0,01$ ), kan transfüzyonunda ( tek trakta %9,4 multiple trakta %28,6) istatistiksel anlamlı fark izlenmemiş ( $p=0,7$ ). Taş yüküne bakıldığında ise Hb düşüşü ortalama ( $675 \text{ mm}^2$  den düşük olanlarda (38 hasta) 1,5 gr/dL,  $675 \text{ mm}^2$  den büyük olanlarda (15 hasta) 2 gr/dL ) istatistiksel anlamlı fark izlenmemiş ( $p=0,1$ ), ancak kan transfüzyonunda ise (sırasıyla %7,9 ve %40) istatistiksel anlamlı fark izlenmiş ( $p=0,01$ ). Bu çalışmanın özeti olarak trakt çapı ve trakt sayısı hemoglobin düşüşüne, taş yükü ise kan transfüzyonu ihtiyacına istatistiksel anlamlı etki ettiği görülüyor. Bu çalışmada da trakt çapında cut-off değeri 24 Fr olduğu görülmekle birlikte ilk 25 vakada %24 kan transfüzyonu ihtiyacı olmuşken son 28 vakada %10 kan transfüzyon ihtiyacı olmuş ancak istatistiksel anlamlı fark izlenmemiş (176).

Kapoor ve arkadaşları da çocuk hastalarda trakt çapının 24 Fr'e indirilmesi veya mümkünse daha küçük çapa düşürülmesi önermektedir (20).

Trakt çapının düşmesi ile kanamanın ve kan transfüzyonu ihtiyacının düştüğü yönünde birçok çalışma olmakla beraber; küçük çaplarda hatta mikro-PNL sonrası hematoglobe gelişmesi ve 5 ünite eritrosit süspansiyonu transfüzyonu ihtiyacı doğacak kadar makro komplikasyonlar görülebileceği akıldaki tutulması gerekenlerdendir (31).

Bunun yanı sıra hemoglobin düşüşü açısından oldukça avantajı ve güvenilirliği olan mikro-PNL'nin güncel yayınlara bakıldığında; Desai ve arkadaşları Hb düşüşünü  $1,4\pm 1,0$  gr/dL (32), Armağan ve arkadaşları Hb düşüşünü  $0,1\pm 0,3$  gr/dL bulmuş (191).

Düşük basınç ve yüksek başarı oranları sağlayan UMP'nin uygun taş boyutlarında kullanıldığında düşük kanama oranları bildirilmektedir. Güncel yayınlara bakıldığında mini-PNL ile UMP'nin 1 yaş altında infantlarda uygulandığı bir çalışmada sadece mini-PNL yapılan 2 hastada kan transfüzyonu ihtiyacı doğduğu (24), pediatrik hastalarda UMP'nin uygulandığı başka bir çalışmada ise ortalama hemoglobin düşüşü  $0,9\pm 0,6$  gr/dL (0-1,7) olduğu ve hiçbir hastada kan transfüzyonu ihtiyacı gerekmediği saptanmış (178). Kendi çalışmamızda ise UMP yapılan 78 hastadan ortalama hemoglobin düşüşü  $0,8\pm 0,9$  gr/dl ile sadece 2 hastada (%2,6) postoperatif dönemde kan transfüzyonu ihtiyacı doğduğu ve literatürle benzer olduğu görüldü.

USG rehberliğinde yapılan PNL ilgili çalışmalarda ortalama Hb düşüşü  $1,6$  gr/dL olup Penbegül ve ark. 26 hastaya USG eşliğinde akses yapmış oldukları prosedürde Hb düşüşü  $1,2$  gr/dL olup literatürle uyumlu olmakla birlikte skopi eşliğinde yapılanlar ile arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmediğini belirtmiş ( $p=0,575$ ) (151). USG eşliğinde akses yapılması topografik olarak deneyime bağlı olarak daha zor olabilmekle birlikte akses süresi oryantasyon sağlama nedeniyle bir miktar daha uzun olmasının yanı sıra; son dönemde yapılmış çalışmalarda Doppler USG kullanımının özellikle hemotokrit düşüklüğü gibi PNL aksesine bağlı komplikasyonlarında anlamlı düşüş sağladığı yönünde bildirimler mevcut (192).

Birçok faktörün yanı sıra kanama miktarında kullanılan dilatör çeşidinin de önemli olduğu yönünde yayınlar mevcut. Koaksiyel veya metalik dilatör ile longitudinal dilatasyon yerine balon dilatör ile radyal dilatasyonun daha az kanamaya neden olabileceği yönde yayınlar mevcut (193). Ancak çocuklardaki serilerde yazarlar genellikle amplatz veya metalik dilatör kullandığı görülmekte. Bizim çalışmamızda da sadece standart ve mini gruplarında birer hastaya balon dilatasyonu yapıldı. Yeterli balon dilatasyonu serisi olmadığı için bu durumla ilgili istatistiksel net bir veri sunulamadı.

Bizim çalışmamızda %25,7 (70 hasta) genel komplikasyon oranı olup gruplar arası baktığımızda; komplikasyon gelişen hasta sayısı / grup içi yüzde / total hasta içinde yüzde olarak sırasıyla Grup 1: 21 hasta-%28,8-%7,7, Grup 2: 23 hasta-%30,7-%8,4, Grup 3: 15 hasta-%19,2-%5,5, Grup 4: 11 hasta-%23,9-%4,4 olup istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı izlendi ( $p=0,374$ ). Bulgularımız literatürle uyumlu olup her çapta enstrümanla çocuk hastalarda PNL güvenilir şekilde uygulanabilir düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda hemogloblin düşüşü sırasıyla Grup 1'de  $1,4\pm 1,5$  gr/dL, Grup 2'de  $1,1\pm 1,2$  gr/dL, Grup 3'te  $0,8\pm 0,9$  gr/dL, Grup 4'te  $0,5\pm 0,9$  gr/dL saptandı ve istatistiksel anlamlı fark izlendi ( $p<0,001$ ). Standart PNL'de bu düşüşün istatistiksel anlamlı daha düşük olduğu görüldü. Çalışmamızdaki gruplardaki hemogloblin düşüşlerin literatürle uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca yine trakt çapına bakıldığında dilatasyon çapı ile Hb değişimi arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuş, çap düştükçe Hb düşüşü de orantılı olarak azaldığı görüldü. Özellikle 20 Fr ve sonrasında bu hemogloblin düşüşünün daha fazla olduğu görüldü ( $p=0,003$ ). Bununla birlikte Grup 1'de 6 hastaya, Grup 2'de 9 hastaya, Grup 3'te 2 hastaya Grup 4'te 1 hastaya kan transfüzyonu ihtiyacı oldu. Ayrıca Grup 1'de 4 hastada ve Grup 4'te 1 hastada peroperatif hemoraji nedeniyle operasyonu sonlandırma gerekliliği oluştu. Ancak akses sayısı ile Hb düşüşü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamadı ( $p=0,715$ ). Akses sayısının artması ile hemogloblin düşüşünün arttırdığını düşündüğümüzü belirtmekle beraber; çalışmamızda bu istatistiksel anlamlı farkın olmamasının nedeni olarak toplam 272 hastadan sadece 11 hastada çift akses yapılmış olmakla beraber bunlarda aynı zamanda dilatasyon çapları farklı olduğu için akses sayısının Hb düşüşüne etkisi net görülemediğinin kanatındeyiz. Bunun için anlamlı istatistik için daha fazla oranda çift akses yapılmış homojen hasta serisine ihtiyaç vardır. Bununla birlikte akses yerinin ve taşın radyopasite derecesinin hemogloblin düşüşünde istatistiksel anlamlı fark yaratmadığını gördük ( $p=0,787$ ,  $p=0,356$ ). Taş boyutunun etkisine bakıldığında taş boyutu arttıkça hemogloblin düşüşünün istatistiksel olarak arttığı ( $p<0,001$ ), operasyon süresinin ise istatistiksel anlamlı etki etmediği görüldü ( $p=0,727$ ). Akses süresini ve dilatasyon sürelerini ayrı ayrı hesapladığımız vakit; sürelerin etkisi hakkında daha güçlü ve anlamlı sonuçlar çıkarabileceğimiz düşünmekteyiz. Bizim kendi çalışmamızda aynı seansta bilateral mini-PNL yapılan 2 hastada Hb düşüşü  $0,6$  gr/dL ve  $1,2$  gr/dL ve bilateral UMP yapılan 1 hastada ise  $0,2$  gr/dL olup herhangi bir komplikasyon gerçekleşmedi. Çalışmamızda mikro-PNL'de kanama nedeniyle görüntü bozulması nedeniyle 1 hastada UMP'e geçtik, 1 hastada ise yine hemoraji nedeniyle operasyon sonlandırıldı ve hastaya postop 1 ünite eritrosit süspansiyonu replasmanı yapıldı (daha sonra bu hastaya farklı zamanda UMP komplikasyonsuz başarı ile uygulandı). UMP'de ise 2 hastada taş yükünden dolayı mini-PNL'ye geçildi. Sonuç olarak PNL'de hemorajinin trakt çapı, taş yükü, trakt sayısı ile ilişkili olduğu ve bu komplikasyonun düşürülmesi için cerrahın, hastanın yaşı, taş boyutu ve yerleşimine uygun boyutta ekipmanlarla nazik manipulasyonlar yapması gerektiğini düşünüyoruz.

PNL ile ilgili erken postoperatif komplikasyonlardan birisi olan ateş ve üriner trakt enfeksiyonları son dönem güncel yayınlarda %5-15 arasında bildirilmektedir (18). Ancak

Unsal ve arkadaşları ateş ve üriner trakt enfeksiyonu için sırasıyla %11,4-%29,5 gibi yüksek oranlar bildirirken (17), Altıntaş ve ark. farklı enstrüman çaplarının karşılaştırdığı serilerinde ateş için %4,9-5-%6,8-%5,5 enfeksiyon için %1,2-%5,4-%0 gibi düşük oranlar görüldüğünü ve gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmediğini belirtmiş (182). Bu oranların yüksek çıktığı yayınlar incelendiğinde genellikle hasta serisinin düşük olduğunu görmekteyiz (25).

Çalışmamızda ateş görülen hasta sayısı ve oranları sırasıyla 3(%4,1)-2(%2,7)-4(%5,1)-3(%6,5) genelde ise 12 hasta (%4,4) olup gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p=0,767$ ). Bunun yanı sıra üriner trakt enfeksiyon için sırasıyla 1(%1,4)-2(%2,7)-6(%7,7)-3(%6,5) genelde ise 12 hasta (%4,4) olup gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi ( $p=0,201$ ). Bulgularımızın güncel yayınlarla benzer olduğunu görmekteyiz. Çalışmamızda ateş ve üriner trakt enfeksiyonun düşük görülmesinde teknik olarak en büyük faktörlerden bazılarının; düşük kalibrasyonlu olan prosedürlerde kontrollü irrigasyon basıncı sağlamaya çalışmamız, sıvı akışını sağlamak ve görüntü oluşturabilmek için hastalara genellikle retrograd olarak iki ucu açık ureter katateri uygulamamız ve mikro-PNL'de 14G intravenöz kanül gibi sıvı akışını sağlayarak düşük intrarenal basınç oluşturan mikrosheat yöntemini uygulamaya çalışmamız olduğunu düşünmekteyiz (174).

Preoperatif dönemde steril idrar görülmesine rağmen postoperatif dönemde özellikle enfeksiyon taşlarının kırılması ile birlikte daha önce üretilmiş endotoksinlerin veya taş içinde yerleşmiş bakterilerin açığa çıkması ile ateş görülebilir; bunun için özellikle enfeksiyon taşları kırılması esnasında perop alınan kültür postoperatif dönemde olabilecek enfeksiyon tedavisi için verilecek antibiyotiği belirlemede önemli olabilir (166). İntraoperatif irrigasyon basıncını  $<30$  mmHg tutmak ve postoperatif drenajın sağlanması sepsisi önlemek açısından önemlidir (112). Çalışmamızda ürosepsis olgusu görülmedi.

Perkütan nefrolitotomi sırasında karşılaşılan en ciddi komplikasyonlardan biri retrorenal kolon, atnalı böbrek gibi anatomik malformasyonlu hastalarda sıklıkla görülebilen kolon perforasyonudur (194). Güncel serilerde kolon perforasyonu oranı %0,2-0,8 arasında gösterilmektedir (195). Perkütan nefrolitotomi sırasında gelişen kolonik perforasyonun tedavisi ile ilgili olarak; ekstrapéritoneal kolon perforasyonu ilk başta konservatif yöntemle tedavi edilirken, konservatif tedaviye yanıt alınamayan ekstrapéritoneal kolon perforasyonu ve intraperitoneal kolon perforasyonları için primer cerrahi gereklidir (112).

Genellikle çalışmalarda %1 olarak belirtilen retrorenal kolon hasta popülasyonu bizim çalışmamızda ise 8 hastada (%2,9) retrorenal kolon mevcut olduğu görüldü. Bunların hepsine USG eşliğinde ve genellikle orta polden akses yapıldı. Hiç birinde kolon perforasyonu

görülmedi. Çalışmamızda kolon perforasyonu olan 2 hastada (%0,7) daha önce çekilmiş BT'lerinde retrorenal kolon olmadığı görüldü. Grup 1'deki kolon perforasyonu operasyon esnasında direkt fark edilip peroperatif DJS uygulanıp nefrostomi tüpü kolona düşürülerek konservatif yöntemle, Grup 2'deki kolon perforasyonu olan hasta postoperatif dönemde akut batın vermesi üzerine çekilen görüntülerde kolon perforasyonu olduğu anlaşılıp çocuk cerrahisi ekibince postoperatif ikinci günde açık kolon perforasyon onarımı yapılarak tedavi edildi.

Önemli komplikasyonlardan birisi olan hidropnömotoraks nadir görülen ancak oldukça ciddi bir durumdur. Erken tanı ve yönetimi oldukça elzemdir. Güneş ve ark. erişkin çapta ekipmanla PNL uyguladıkları 25 hasta serili çalışmalarında 1 hastada (%4,3) hidropnömotoraks geliştiği hastaya toraks tüpü takıldığı ve ek müdahaleye gerek kalmadığı bildirilmiş (177). Özden ve ark. da 51 hastadan 11-12 interkostal aralıkta akses yaptıkları 1 hastada hidropnömotoraks geliştiği ve benzer tedavi uyguladıklarını belirtmişlerdir (176). Bizim çalışmamızda 3 hastada üst kaliksten akses yapılmış olup hiçbir hastada hidropnömotoraks yaşanmamıştır.

Pediyatrik yaş grubunda böbreğin küçük olması ve parankimin daha frajil olması ve böbrek parankimi ile pelvis ayrımının zor olması gibi faktörler pelvis perforasyonu ve sıvı ekstrevasyonu açısından risk oluşturmaktadır. Ayrıca pelvis perforasyonu olmadan da uzun süre küçük kalibreli yüksek basınçta sıvı irrigasyonu yapıldığında traktan sıvı ekstrevasyon riski artmaktadır. Yıkama sıvısının üriner traktan dışarı sızmasından dolayı periton irritasyonu yapıp, batın distansiyonu, solunum baskısı, hava yolunun direncinin artmasına neden olmaktadır (24). Özellikle mikro-PNL'de all-seeing needle yöntemi kullanıldığında kontrolsüz irrigasyon basıncı ile bu komplikasyon riskinin arttığı ve bu durumu azaltmaya yönelik 14G intravenöz kanül ile mikrosheat yöntemi uygulanması önerilmektedir (174). DJS ve nefrostomi tüpünün; %7,2 gibi oranda verilen ekstrevasyon durumlarında konulması gerektiği önerilmekle birlikte sadece nefrostomi tüpü konularak tedavi edildiğini belirten yayınlar da mevcuttur (175). Ekstrevasyona bağlı batın distansiyonu geliştiğinde peroperatif 16G intravenöz kanül yardımı ile USG eşliğinde batından sıvı aspire edilerek tedavi edildiğini bildiren yayınlar da mevcut (179). Çalışmamızda toplam 5 hastada (%1,8) pelvis perforasyonu olup bunların tamamına perioperatif DJS konularak ek müdahaleye gerek kalmadan tedavi edilmişlerdir. Hiçbir hastamızda ekstrevasyona bağlı batın distansiyonu veya ek komplikasyon görülmedi.

PNL'nin bir başka potansiyel komplikasyonu, özellikle bu yaş grubunda hipotermidir. Pediyatrik PNL'de erişkin PNL'ye göre hipotermi riski daha yüksektir (196). Hipotermiye

bağlı bir dizi komplikasyon ve yan etki, kardiyak aritmiler ve iskemi, azalmış ilaç metabolizması, anesteziden geç çıkma ve geç dönem iyileşme, zihinsel durum değişiklikleri, böbrek fonksiyonlarında bozulma, yara iyileşmesinde bozulma, enfeksiyon oranı artışı, kanama bozuklukları, yüksek oksijen tüketimi, bozulmuş periferik dolaşım, hiperkarpni, hipoksi ve laktik asidoz olabilir (197). Vücut sıcaklığındaki azalma, işlemin süresiyle ve preoperatif hazırlıkla korelasyon gösterir (29). Kullanılan irrigasyon sıvısı vucutta açılan venöz yapılar ile vücuda karışabilmekte ve perirenal alana ekstravaze olabilmekte; bundan dolayı oda ısısı ile birlikte kullanılan sıvının sıcaklığı da uygun olmalıdır (198). Bizim çalışmamızda bütün hastalar uygun oda sıcaklığında opere edilmesine, işlem esnasında ve uyandırılma esnasında sıcak hava insüflatör ile sürekli ısıtılmasına, kullanılan irrigasyon sıvısının vücut sıcaklığına uygun (37<sup>0</sup>) ısıtılmasına dikkat ettik ve hiçbir hastamızda hipotermi durumu oluşmadı.

Minör komplikasyonlardan bir tanesi %8 gibi bir oranda görülen nefrostomi tüpü çekildikten sonra uzun dönem süren traktan idrar gelmesidir. Literatürde 24 saatten fazla süren nefrostomi traktında ıslatması olan bu tür vakalarda DJS yerleştirilmesi önerilmektedir (20). Bunun yanı sıra ıslatma miktarı az olduğu için konservatif takip edilip DJS yerleştirilmesine gerek kalmadan 5. günde ıslatması spontan kesilip taburcu edilen hasta bildirimini de olmuştur (23). Burada dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi çalışmalarda farklı nefrostomi çekme prosedürlerinin uygulanmasıdır. Özden ve ark. çalışmasında rutin olarak ekstra bir durum olmayan tüm hastalara postoperatif 2. günde antegrad pyelogram çekilip eğer rezidü fragman veya ekstravazasyon yok ise nefrostomi klemplenip daha sonra ağrı, tüp etrafında üriner ıslatma yok ise nefrostomi tüpü postoperatif 3. günde çekilerek işlem uygulanmış (176). Nouralizadeh ve ark. ise postoperatif 1. günde foley ve üreter katateri çekilirken nefrostomi tüpü klemplenip daha sonra ağrı, üriner kaçak olmaz ise postoperatif 2. günde nefrostomi çekildiği bildirilmekte (175). Ancak çalışmaların çoğunluğunda erken perioperatif ve postoperatif komplikasyon yaşanmayan hastalarda nefrostomi katateri çekilmeden önce DÜSG ve USG ile rezidü kontrolü yapıldığı belirtilmekte (183). Kendi serimizde Grup 2’de 3 hastada (%1,1) 24 saatten uzun süren üriner trakt ıslatma olup, postoperatif çekilen görüntülerde sadece bir hastada rezidü taşın üretere düştüğü görüldü. Diğer iki hastada rezidü fragman görülmedi. Tüm hastalara postop 3. günde DJS uyguladık ve ıslatması kesilen hastalar 5. günde komplikasyon yaşanmadan taburcu edildi. Rezidü üreter taşı olan hastanın 30 gün sonra URS ile taşı fragmente edildi. Ayrıca çalışmamızda; herhangi bir komplikasyon gelişmeyen veya ekstra durum arzuetmeyen hastalara rutin olarak postoperatif 1. günde DÜSG ve USG ile kontrol yapılarak foley ve

üreter katateri çkildikten sonra, genellikle postoperatif 2. günde hemoraji olmayan nefrostomi katateri ekstra işlem yapılmayıp direkt çekilerek işlem uygulandı.

PNL'de postoperatif hastane yatış süresi ile ilgili birçok çalışma mevcut olup etkileyen faktörlere bakıldığında, tubeless olup olmaması, kullanılan enstrüman çapı, operasyon başarısı, operasyon süresi, hemoraji miktarı gibi komplikasyonların varlığı, sosyo kültürel anlayış gibi bir çok durum söylenebilir. Zeng ve ark. yapmış oldukları çalışmada ortalama yatış süresi 15,2 gün olup (7-31) literatüre göre uzun olan bu yatış süresini; birçok Çin'li hastanın tamamen günlük hayata dönecek şekilde iyi olmadığı sürece hastaneden taburcu olmak istememesi gibi kültürel durum ve Çin sağlık sistemi ile ilişkili olduğu belirtilmiş (25). Birçok çalışmada mini-PNL'nin standart PNL'ye göre kanama ve hastanede yatış süresi açısından daha avantajlı olduğu yönünde veriler mevcut (28). Bunun yanı sıra Altıntaş ve ark. farklı çaplardaki enstrümanlarla uyguladığı prosedürlerde hastane yatış süresi gruplar için sırasıyla 5,4±1,1 gün, 5,7±2,1 gün, 5,4±0,9 gün olup istatistiksel anlamlı fark izlenmediğini belirtmiş (p=0,547) (182). Etemadian ve ark. ise çocuklarda erişkin çapta uyguladıkları PNL serisinde tubeless olanların nefrostomi konulan standart PNL'ye göre istatistiksel anlamlı daha kısa yatış süresi olduğu görülmüş (p<0,02) (10). Birçok yayında tubeless PNL yapılan hastalarda daha kısa hastane yatış süresi olduğu ve daha az postoperatif analjezi ihtiyacı olduğu belirtilmiş (199). Ancak tubeless ile standart PNL arasında yatış süresi açısından fark görülmediğini belirten yayınlar da mevcut (10).

Kliniğimizde çalışmada genel yatış süresi 3,6±2,1 gün (1-14) olduğu görüldü. Gruplar için sırasıyla Grup 1'de 3,2±1,7 gün, Grup 2'de 3,7±2,3 gün, Grup 3'te 3,7±2 gün, Grup 4'te 3,9±2 gün olarak saptandı ve istatistiksel anlamlı fark izlenmedi (p=0,222) ve literatürle benzer olduğu görüldü. Maksimum yatış süresine bakıldığında standart PNL yapılan 5 yaşındaki hastada traktan uzun süren enfekte akıntısı olan 11 gün, mini-PNL yapılan 16 yaşındaki hastada 2.5 gr/dL hemoglobin düşüşü ve intrarenal ~4 cm genişliğinde hematoma gelişmesi nedeniyle DJS uygulanan 14 gün, UMP yapılan 2 yaşındaki hastada postoperatif komplike üriner trakt enfeksiyonu gelişmesi nedeniyle antibiyoterapi almasından dolayı 14 gün, mikro-PNL yapılan pelviste perforasyon nedeniyle DJS uygulanan 11 aylık hastada postoperatif gelişen komplike üriner trakt enfeksiyonuna yönelik antibiyoterapi verilmesinden dolayı 10 gün olduğu görüldü. Serimizde taş boyutunun, dilatasyon çapının ve operasyon süresinin hastane yatış süresinde istatistiksel anlamlı fark yaratmadığı görüldü (p=0,589; p=0,121; p=0,670). Akses tipleri ve sayıları arasında yatış süresi açısından istatistiksel anlamlı fark olmadığı izlendi (p=0,610; p=0,502). Hemoglobin değişikliğinin yatış süresine anlamlı etki etmediği izlendi (p=0,378). Kendi çalışmamızda mini-PNL'de 4 (%5,3) hasta, UMP'de



14 hasta (%17,9) tubeless olup tüpsüzler ile standart PNL'ler arasında Hb düşüşü, yatış süresi vs. açısından karşılaştırma yapmak için yeterli vaka bulunmamaktadır. Ancak tüpsüz yapılan hastalarda istatistiksel anlamlı fark olmasa da yatış süresinin ve Hb düşüşünün daha az olduğu görüldü ( $p=0,973$ ). Yatış süresine istatistiksel anlamlı fark yaptıran tek faktör olarak gerçekleşen komplikasyon derecesi olduğu ve komplikasyon şiddeti artması ile yatış süresi korelasyon gösterdiği izlendi ( $p<0,001$ ).

PNL sonrası kalan klinik olarak önemsiz fragmanların zararlı etkileri tamamen aydınlatılamamış ve bu konuda tam anlamıyla konsensus sağlanamamıştır. Bazı çalışmalarda  $\leq 3$  mm ve bazılarında ise  $\leq 4$ mm olarak kabul edilmiş (24). Bildirilen bazı çalışmalarda KÖRF'lerin spontan düşmesi ile operasyondan 1 hafta sonra başarı oranının %70'ten %81'e gibi büyük bir fark olduğu bildirilmiş (23). Bazı çalışmalarda üreteropelvik bileşke yerleşimli KÖRF varlığı, KÖRF boyutu, hiperkalsüri, ESWL hikâyesi varlığının PNL sonrası orta-vadeli semptomatik KÖRF atakları için bağımsız risk faktörleri olduğu gösterilmiş (200). Bazı çalışmalarda ise taş hastalığı öyküsü, rezidü fragmanların klinik öneminin tek göstergesi olduğu belirtilmiş (95). Yapılan başka bir çalışmada KÖRF'li çocukların altı aydan uzun süren takiplerde %40'ının semptomatik hale gelebileceği ve %20'sinin taşının yeniden büyüme gösterdiği saptanmış. Fragmanların sadece beşte birinin herhangi bir komplikasyon olmadan spontan düştüğü belirtilmiş. Bu nedenle, çocuklarda postoperatif rezidü fragmanlar için "KÖRF" teriminin kullanılmasının uygun olmadığı ifade edilmiş (94). Birçok yayın KÖRF ifadesinin çocuk hastalar için uygun olmadığı ve semptomatik ya da yeniden büyüme riskinin yüksek olmasından dolayı bu hastaların uzun dönem boyunca yakın takibe alınması gerektiği yönündedir. Bizim çalışmamızda 1 ay sonra çekilen görüntülemelerde olan  $\leq 4$ mm fragmanlar bu terim için kullanıldı ve başarı oranına katılmadı; ancak bu antide için uzun dönem takip sonuçlarımız bulunmamaktadır.

## SONUÇ

Perkütan nefrolitotomi, büyük ve kompleks renal taşların tedavisinde kullanılan standart bir tedavi yöntemidir. Gelişen teknoloji ile beraber PNL tekniği pek çok değişikliğe uğramıştır. Ekipmanın minyatürleştirilmesi arttıkça mini, ultramini ve mikro teknikleri geliştirilmiştir. Artan deneyim ile birlikte supin PNL yaklaşımı eşzamanlı kombine retrograd ve antegrad ameliyatı mümkün kılmış; tüpsüz PNL yöntemi, uygun seçilmiş hastalarda güvenilir bir uygulama haline gelmiştir.

Çalışmamızda taş konusunda epidemik bir coğrafyada olan merkezimizin pediatrik yaş grubunda farklı PNL prosedürlerinin sonuçlarını paylaştık. Benzer başarı ve komplikasyon oranları görülmesine rağmen en önemli durumlardan birisi olan kanama miktarının UMP ve mikro-PNL'de istatistiksel anlamlı daha düşük olduğu görüldü. Bu yaş grubunda böbreğin küçük olması, cilt böbek mesafesinin kısa olması, kaliksiyel sistemin oldukça dar olmasından dolayı erişkin hastalara göre manuplasyon alanı sınırlanmaktadır. Komplikasyon yaşanmaması açısından akses, dilatasyon ve fragmentasyonun kontrollü yapılması gerekli olup; daha minyatür enstrümanlar kullanılarak daha düşük kanama oranı ile benzer başarı ve etkinlik sağlanabilir.

Çalışma sonucunda dört farklı yaklaşımın da 18 yaş altındaki hastalarda kabul edilebilir başarı ve komplikasyon oranları ile güvenilir olduğu görüldü. Bu geniş serinin PNL ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanaatindeyiz.

## KAYNAKLAR

1. Menon M, Resnick MI. Urinary lithiasis: etiology, epidemiology and pathogenesis. Campell's Urology, editör in chief: Alan J.Wein. Sounders,2007, 9. Edition, 2. Volüme, 42. Chapter.
2. Bartosh SM. Medical management of pedyatric stone disease. Urol Clin North Am, 2004. 31:575-87.
3. Mahmud M. et al. Percutaneous nephrolithotomy in children before school age: experience of a Pakistani centre. BJU Int, 2004. 94:1352-4.
4. Novak T.E. et al. Sex prevalence of pedyatric kidney stone disease in the United States: an epidemiologic investigation. Urology, 2009. 74:104-7.
5. Dogan HS. et al. Management of pedyatric stone disease. Curr Urol Rep, 2007. 8:163-73.
6. Matlaga BR. et al. Changing indications of open Stone surgery. Urology, 2002. 59:490-4.
7. Raza A. et al. Paediatric urolithiasis: 15 years of local experience with minimally invasive endourological management of paediatric calculi. J Urol, 2005. 174:682-5.
8. Rizvi SA. et al. Paediatric urolithiasis: developing nation perspectives. J Urol, 2002. 168:1522-5.
9. Bilen CY. et al. Percutaneous nephrolithotomy in children: lessons learned in 5 years at a single institution. J Urol, 2007. 177:1867-71.
10. Etemadian M. et al. Pedyatric percutaneous nephrolithotomy using adult sized instruments: our experience. Urol J, 2012. 9:465-71.
11. Goldwasser B. et al. Factors affecting the success rate of percutaneous nephrolithotripsy and the incidence of retained fragments. J Urol, 1986. 136:358-60.
12. Segura JW. The role of percutaneous surgery in renal and ureteral stone removal. J Urol, 1989. 141:780-1.
13. Matlaga BR. Lingeman JE. Urinary Lithiasis: Surgical Management of Upper Urinary Tract Calculi. Campell's Urology, editör in chief: Alan J. Wein Sounders, 2012, 10. Edition, 2. Volume 48. Chapter; 1357-1410.
14. Michel MS. et al. Complications in percutaneous nephrolithotomy. Eur Urol, 2007. 51:899-906.
15. Unsal A. et al. Prediction of morbidity and mortality after percutaneous nephrolithotomy by using the Charlson Comorbidity Index. Urology, 2012. 79:55-60.
16. Skolarikos A. et al. Prevention and treatment of complications following percutaneous nephrolithotomy. Curr Opin Urol, 2008. 18:229-34.
17. Unsal A. et al. Safety and efficacy of percutaneous nephrolithotomy in infants, preschool age, and older children with different sizes of instruments. Urology, 2010. 76:247-52.
18. Ozden E. et al. Modified Clavien classification in percutaneous nephrolithotomy: assessment of complications in children. J Urol, 2011. 185:264-8.
19. Guven S. et al. Successful percutaneous nephrolithotomy in children: multicenter study on current status of its use, efficacy and complications using Clavien classification. J Urol, 2011. 185:1419-24.

20. Kapoor R. et al. Safety and efficacy of percutaneous nephrolithotomy in the pediatric population. *J Endourol*, 2008. 22:637-40.
21. Wu HY. et al. Surgical management of children with urolithiasis. *Urol Clin North Am*, 2004. 31:589-94.
22. Jackman SV. et al. Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology*, 1998. 52:697-701.
23. Bodakci MN. et al. Minipercutaneous nephrolithotomy in infants: a single-center experience in an endemic region in Turkey. *Urolithiasis*, 2014. 42:427-33.
24. Daggulli M. et al. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: an effective treatment for kidney Stones in infants under 1 year of age. A single-center experience. *Urolithiasis*, 2015. 43:507-12.
25. Zeng G. et al. Percutaneous nephrolithotomy in infants: evaluation of a single-center experience. *Urology*, 2012. 80:408–11.
26. Jackman SV. et al. The "mini-perc" technique: a less invasive alternative to percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol*, 1998. 16:371-4.
27. Desai J. et al. A novel technique of ultra-mini-percutaneous nephrolithotomy: introduction and an initial experience for treatment of upper urinary calculi less than 2 cm. *Biomed Res Int*, 2013. 2013:490793.
28. Mishra S. et al. Prospective comparative study of miniperc and standard PNL for treatment of 1 to 2 cm size renal stone. *BJU Int*, 2011. 108:896–9; discussion 899-900.
29. Bader MJ. et al. The "all-seeing needle": initial results of an optical puncture system confirming access in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol*, 2011. 59:1054–9.
30. Penbegul N. et al. An alternative and inexpensive percutaneous access needle in pediatric patients. *Urology*, 2012. 80:938–40.
31. Dede O. et al. A case of micro-percutaneous nephrolithotomy with macro complication. *Turk J Urol*, 2015. 41:99-103.
32. Desai MR. et al. Single-step percutaneous nephrolithotomy (microperc): the initial clinical report. *J Urol*, 2011. 186:140–5.
33. Tepeler A. et al. Comparison of intrarenal pelvic pressure during micro-percutaneous nephrolithotomy and conventional percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis*, 2014. 42:275-9.
34. Ibarluzea G. et al. Supine Valdivia and modified lithotomy position for simultaneous anterograde and retrograde endourological access. *BJU Int*, 2007. 100:233-6.
35. Tokatlı Z. et al. Supine or prone position for mini-PNL procedure: does it matter. *Urolithiasis*, 2015. 43:261-4.
36. Matlaga BR. et al. Computerized tomography guided access for percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*, 2003. 170:45-7.
37. Soylemez H. et al. Laparoscopy assisted percutaneous stone surgery can be performed in multiple ways for pelvic ectopic kidneys. *Urolithiasis*, 2016. 44:345–52.

38. Bilen CY. et al. Tubeless mini percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool children: a preliminary report. *J Urol*, 2010. 184:2498–502.
39. Daggulli M. et al. Determining standard criteria for tubeless PCNL. *Urolithiasis*, 2014 . 42:281.
40. Song G. et al. Advantages of tubeless mini-percutaneous nephrolithotomy in the treatment of preschool children under 3 years old. *J Pediatr Surg*, 2015. 50:655-8.
41. Desai MR. et al. Percutaneous nephrolithotomy for complex paediatric renal calculus disease. *J Endourol*, 2004. 18:23-7.
42. Anafarta K. Urogenital Organların anatomik ve histolojik yapısı. *Uroloji*. Yaman S, Goğuş O. ve ark. (ed) 3.baskı Güneş Kitabevi. Ankara. 1990: 7 – 15.
43. Drake LD. Vogl W. Mitchell AW. *Grace Anatomy for student demonstration of retroperitoneal region. (Turkce Ceviri) Güneş Kitabevi*, 2007. S:321–323.
44. Anderson JKC., J A. *Surgical Anatomy of the Retroperitoneum, Adrenals, Kidneys and Ureters in Campbell-Walsh Urology*, L.N. Kavoussi, A.; Partin, A.; Peters, C., Editor. 2012, Saunders: Philadelphia. 25-92.
45. Trinchieri et al. *Epidemiology, in Stone Disease*, K.S. C.P. Segura JW, Pak CY, Preminger GM, Tolley D., Eds. Health Publications: Paris. 2003.
46. Stamatelou KK. et al. Time trends in reported prevalence of kidney stones in the United States: 1976-1994. *Kidney Int*, 2003. 63:1817-23.
47. Akinci M. et al. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. *Eur Urol*, 1991. 20: 200-3.
48. Kirejczyk JK. et al. An association between kidney stone composition and urinary metabolic disturbances in children. *J Pediatr Urol*, 2014. 10:130-5.
49. Türk C. et al. EAU guidelines on diagnosis and conservative management of urolithiasis. *Eur Urol*, 2016. 69:468-74.
50. Straub M. et al. Diagnosis and metaphylaxis of stone disease. Consensus concept of the National Working Committee on Stone Disease for the upcoming German Urolithiasis Guideline. *World J Urol*, 2005. 23:309-23.
51. Metcalfe PD. et al. What is the need for additional bladder surgery after bladder augmentation in childhood? *J Urol*, 2006. 176:1801-5.
52. Ozkeceli RS. Üriner sistem taş hastalığı in *Temel Üroloji*, K.A. Anafarta, N.; Beduk, Y., Editor. 2007, Güneş Kitabevi: Ankara. 621–645.
53. Assimos DG. et al. Role of diet in the therapy of urolithiasis. *Urol Clin North Am*, 2000. 27: 255-68.
54. Lieske JC. et al. Renal stone epidemiology in Rochester, Minnesota: an update. *Kidney Int*, 2006. 69:760-4.
55. Yasui T. et al. A replication study for three nephrolithiasis loci at 5q35.3, 7p14.3 and 13q14.1 in the Japanese population. *J Hum Genet*, 2013. 58:588-93.
56. Pearle MS., Lotan Y. *Urinary Lithiasis: Etiology, Epidemiology, and Pathogenesis. Campell's Urology*, editör in chief: Alan J. Wein Saunders, 2012, 10. Edition, 2. Volume 45. Chapter ; 1257-1286.

57. Hesse A. et al. Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur Urol*, 2003. 44:709-13.
58. Keoghane S. et al. The natural history of untreated renal tract calculi. *BJU Int*, 2010. 105:1627-9.
59. Gonzalez RD. et al. Kidney stone risk following modern bariatric surgery. *Curr Urol Rep*, 2014. 15:401.
60. Mandel N. et al. Conversion of calcium oxalate to calcium phosphate with recurrent stone episodes. *J Urol*, 2003. 169:2026-9.
61. Pearle MS., AJR., Coe FL. et al. Medical management of urolithiasis. 2nd International consultation on Stone Disease, ed. K.S. Denstedt J, 2008.
62. Tekin A. et al. Ureteropelvic junction obstruction and coexisting renal calculi in children: role of metabolic abnormalities. *Urology*, 2001. 57:542.
63. Sternberg K. et al. Pediatric stone disease: an evolving experience. *J Urol*, 2005. 174:1711-4.
64. Kruse K. et al. Reference values for urinary calcium excretion and screening for hypercalciuria in children and adolescents. *Eur J Pediatr*, 1984. 143:25-31.
65. Sargent JD. et al. Normal values for random urinary calcium to creatinine ratios in infancy. *J Pediatr*, 1993. 123:393-7.
66. Stapleton FB. et al. Hypercalciuria in children with urolithiasis. *Am J Dis Child*, 1982. 136:675-8.
67. Morgenstern BZ. et al. Urinary oxalate and glycolate excretion patterns in the first year of life: a longitudinal study. *J Pediatr*, 1993. 123:248-51.
68. Tekin A. et al. A study of the etiology of idiopathic calcium urolithiasis in children: hypocitruria is the most important risk factor. *J Urol*, 2000. 164:162-5.
69. Kovacevic L. et al. From hypercalciuria to hypocitraturia a shifting trend in pediatric urolithiasis? *J Urol*, 2012. 188:1623-7.
70. Celiksoy MH. et al. Metabolic disorders in Turkish children with urolithiasis. *Urology*, 2015. 85:909-13.
71. Rellum DM. et al. Pediatric urolithiasis in a non-endemic country: a single center experience from The Netherlands. *J Pediatr Urol*, 2014. 10:155-61.
72. Stratton KL. et al. Implications of ionizing radiation in the pediatric urology patient. *J Urol*, 2010. 183:2137-42.
73. Palmer LS. Pediatric urologic imaging. *Urol Clin North Am*, 2006. 33:409-23.
74. Ray AA. et al. Limitations to ultrasound in the detection and measurement of urinary tract calculi. *Urology*, 2010. 76:295-300.
75. Smith-Bindman R. et al. Ultrasonography versus computed tomography for suspected nephrolithiasis. *N Engl J Med*, 2014. 371:1100-10.
76. Palmer JS. et al. Diagnosis of pediatric urolithiasis: role of ultrasound and computerized tomography. *J Urol*, 2005. 174:1413-6.

77. Worster A. et al. The accuracy of noncontrast helical computed tomography versus intravenous pyelography in the diagnosis of suspected acute urolithiasis: a meta-analysis. *Ann Emerg Med*, 2002. 40:280-6.
78. Wu DS. et al. Indinavir urolithiasis. *Curr Opin Urol*, 2000. 10:557-61.
79. Patel T. et al. Skin to stone distance is an independent predictor of stone-free status following shockwave lithotripsy. *J Endourol*, 2009. 23:1383-5.
80. Memarsadeghi M. et al. Unenhanced multi-detector row CT in patients suspected of having urinary stone disease: effect of section width on diagnosis. *Radiology*, 2005. 235:530-6.
81. Kwon JK. et al. Usefulness of low-dose nonenhanced computed tomography with iterative reconstruction for evaluation of urolithiasis: diagnostic performance and agreement between the urologist and the radiologist. *Urology*, 2015. 85:531-8.
82. Poletti PA. et al. Low-dose versus standard-dose CT protocol in patients with clinically suspected renal colic. *AJR Am J Roentgenol*, 2007. 188:927-33.
83. Niemann T. et al. Diagnostic performance of low-dose CT for the detection of urolithiasis: a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*, 2008. 191:396-401.
84. Cody DD. et al. Strategies for formulating appropriate MDCT techniques when imaging the chest, abdomen, and pelvis in pediatric patients. *AJR Am J Roentgenol*, 2004. 182: 849-59.
85. Sarıca K. *Uriner Sistem Taş Hastalığı*. Muslumanoğlu AY, Esen T, Tefekli A. (ed.); 2007. 9–18.
86. Brandt B. et al. Painful caliceal calculi. The treatment of small nonobstructing caliceal calculi in patients with symptoms. *Scand J Urol Nephrol*, 1993. 27:75-6.
87. Burgher A. et al. Progression of nephrolithiasis: long-term outcomes with observation of asymptomatic calculi. *J Endourol*, 2004. 18:534-9.
88. İnci K. et al. Prospective long-term followup of patients with asymptomatic lower pole caliceal stones. *J Urol*, 2007. 177:2189-92.
89. Skolarikos A. et al. The role for active monitoring in urinary stones: a systematic review. *J Endourol*, 2010. 24:923-30.
90. Preminger GM. et al. 2007 guideline for the management of ureteral calculi. *J Urol*, 2007. 178:2418-34.
91. Velazquez N. et al. Medical expulsive therapy for pediatric urolithiasis: Systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Urol*, 2015. 11:321-7.
92. Pickard R. et al. Medical expulsive therapy in adults with ureteric colic: a multicentre, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*, 2015. 386:341-9.
93. Singh SK. et al. Role of tamsulosin in clearance of upper ureteral calculi after extracorporeal shock wave lithotripsy: a randomized controlled trial. *Urol J*, 2011. 8:14-20.
94. Dıncel N. et al. Are small residual stone fragments really insignificant in children? *J Pediatr Surg*, 2013. 48:840-4.

95. El-Assmy A. et al. Clinically insignificant residual fragments: Is it an appropriate term in children? *Urology*, 2015. 86:593-8.
96. Bernardo NO. et al. Chemolysis of urinary calculi. *Urol Clin North Am*, 2000. 27: 355-65.
97. Tiselius HG. et al. Minimally invasive treatment of infection staghorn stones with shock wave lithotripsy and chemolysis. *Scand J Urol Nephrol*, 1999. 33:286-90.
98. Becker G. et al. The CARI guidelines. Kidney stones: uric acid stones. *Nephrology*, 2007. 12: S21-5.
99. Borghi L. et al. Comparison of two diets for the prevention of recurrent stones in idiopathic hypercalciuria. *N Engl J Med*, 2002. 346:77-84.
100. Choi JN. et al. Low-dose thiazide diuretics in children with idiopathic renal hypercalciuria. *Acta Paediatr*, 2011. 100: e71-4.
101. Naseri M. et al. Role of high-dose hydrochlorothiazide in idiopathic hypercalciuric urolithiasis of childhood. *Iran J Kidney Dis*, 2011. 5:162-8.
102. Tekin A. et al. Oral potassium citrate treatment for idiopathic hypocitruria in children with calcium urolithiasis. *J Urol*, 2002. 168:2572-4.
103. Tekin A. et al. Cystine calculi in children: the results of a metabolic evaluation and response to medical therapy. *J Urol*, 2001. 165:2328-30.
104. Sarica K. et al. Long-term follow-up of renal morphology and function in children after lithotripsy. *Urol Int*, 1995. 54:95-8.
105. Muslumanoglu AY. et al. Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteric stones in children. *Int Urol Nephrol*, 2006. 38:225-9.
106. Ather MH. et al. Does size and site matter for renal stones up to 30-mm in size in children treated by extracorporeal lithotripsy? *Urology*, 2003. 61:212-5; discussion 215. .
107. D'Addessi A. et al. Extracorporeal shockwave lithotripsy in pediatrics. *J Endourol*, 2008. 22:1-12.
108. Raza A. et al. Pediatric urolithiasis: 15 years of local experience with minimally invasive endourological management of pediatric calculi. *J Urol*, 2005. 174:682-5.
109. Onal B. et al. The impact of caliceal pelvic anatomy on stone clearance after shock wave lithotripsy for pediatric lower pole stones. *J Urol*, 2004. 172:1082-6.
110. Ozgur Tan M. et al. The impact of radiological anatomy in clearance of lower calyceal stones after shock wave lithotripsy in paediatric patients. *Eur Urol*, 2003. 43:188-93.
111. McAdams S. et al. Preoperative stone attenuation value predicts success after shock wave lithotripsy in children. *J Urol*, 2010. 184:1804-9.
112. Türk C. et al. EAU guidelines on interventional treatment for urolithiasis. *Eur Urol*, 2016. 69:475-82.
113. Handa RK. et al. Optimising an escalating shockwave amplitude treatment strategy to protect the kidney from injury during shockwave lithotripsy. *BJU Int*, 2012. 110:E1041-7.
114. Maloney ME. et al. Progressive increase of lithotripter output produces better in-vivo stone comminution. *J Endourol*, 2006. 20:603-6.



115. Honey RJ. et al. Shock wave lithotripsy: a randomized, double-blind trial to compare immediate versus delayed voltage escalation. *Urology*, 2010. 75:38-43.
116. Yilmaz E. et al. Optimal frequency in extracorporeal shock wave lithotripsy: prospective randomized study. *Urology*, 2005. 66:1160-4.
117. Moon KB. et al. Optimal shock wave rate for shock wave lithotripsy in urolithiasis treatment: a prospective randomized study. *Korean J Urol*, 2012. 53:790-4.
118. Ng CF. et al. A prospective, randomized study of the clinical effects of shock wave delivery for unilateral kidney stones: 60 versus 120 shocks per minute. *J Urol*, 2012. 188:837-42.
119. Muslumanoğlu AY. et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract stones in children: a large scale retrospective analysis. *J Urol*, 2003. 170:2405-8.
120. Uğur G. et al. Anaesthetic/analgesic management of extracorporeal shock wave lithotripsy in paediatric patients. *Paediatr Anaesth*, 2003. 13:85-7.
121. Al-Busaidy SS. et al. Pediatric staghorn calculi: the role of extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy with special reference to ureteral stenting. *J Urol*, 2003. 169: 629-33.
122. Pearle MS. et al. Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *J Urol*, 2005. 173:2005-9.
123. Lucio J. 2nd. et al. Steinstrasse predictive factors and outcomes after extracorporeal shockwave lithotripsy. *Int Braz J Urol*, 2011. 37:477-82.
124. Skolarikos A. et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy 25 years later: complications and their prevention. *Eur Urol*, 2006. 50:981-90.
125. Al-Awadi KA. et al. Steinstrasse: a comparison of incidence with and without J stenting and the effect of J stenting on subsequent management. *BJU Int*, 1999. 84: 618-21.
126. Madbouly K. et al. Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *J Urol*, 2002. 167:1239-42.
127. Strem SB. et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with bleeding diatheses. *J Urol*, 1990. 144:1347-8.
128. Carey SW. et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy for patients with calcified ipsilateral renal arterial or abdominal aortic aneurysms. *J Urol*, 1992. 148:18-20.
129. Wendt-Nordahl G. et al. Do new generation flexible ureterorenoscopes offer a higher treatment success than their predecessors? *Urol Res*, 2011. 39:185-8.
130. Binbay M. et al. Is there a difference in outcomes between digital and fiberoptic flexible ureterorenoscopy procedures? *J Endourol*, 2010. 24:1929-34.
131. Auge BK. et al. Ureteroscopic management of lower-pole renal calculi: technique of calculus displacement. *J Endourol*, 2001. 15: 835-8.
132. Cooper A. et al. Confronting shockwave lithotripsy (SWL), *Eur Urol Suppl*, 2009. 8:233.
133. De La Rosette J. et al. The clinical research office of the endourological society ureteroscopy global study: indications, complications, and outcomes in 11.885 patients. *J Endourol*, 2014. 28:131-9.

134. Abu Ghazaleh LA. et al. Retrograde intrarenal lithotripsy for small renal stones in prepubertal children. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 2011. 22: 492-6.
135. Kim SS. et al. Pediatric flexible ureteroscopic lithotripsy: the children's hospital of Philadelphia experience. *J Urol*, 2008. 180:2616-9.
136. Erkurt B. et al. Treatment of renal stones with flexible ureteroscopy in preschool age children. *Urolithiasis*, 2014. 42:241-5.
137. Al-Hunayan A. et al. Management of solitary renal pelvic stone: laparoscopic retroperitoneal pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*, 2011. 25: 975-8.
138. Singh V. et al. Prospective randomized comparison of retroperitoneoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for solitary large pelvic kidney stones. *Urol Int*, 2014. 92:392-5.
139. Wang X. et al. Laparoscopic pyelolithotomy compared to percutaneous nephrolithotomy as surgical management for large renal pelvic calculi: a meta-analysis. *J Urol*, 2013. 190:888-93.
140. Goodwin WE. et al. Percutaneous trocar (needle) nephrostomy in hydronephrosis. *J Am Med Assoc*, 1955. 157:891-4.
141. Fernstrom I. et al. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol*, 1976. 10:257-9.
142. Woodside JR. et al. Percutaneous stone removal in children. *J Urol*, 1985. 134:1166-7.
143. Jessen JP. et al. Percutaneous nephrolithotomy under combined sonographic/radiologic guided puncture: results of a learning curve using the modified Clavien grading system. *World J Urol*, 2013. 31:1599-603.
144. Andonian S. et al. Does imaging modality used for percutaneous renal access make a difference? A matched case analysis. *J Endourol*, 2013. 27: 24-8.
145. Scherz HC. et al. Prophylactic antibiotics in urology. *Urol Clin North Am*, 1987. 14:265-71.
146. De Sio M. et al. Modified supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy for renal stones treatable with a single percutaneous access: a prospective randomized trial. *Eur Urol*, 2008. 54:196-202.
147. Astroza G. et al. Effect of supine vs prone position on outcomes of percutaneous nephrolithotomy in staghorn calculi: results from the Clinical Research Office of the Endourology Society Study. *Urology*, 2013. 82: 1240-4.
148. Zhang X. et al. Is the supine position superior to the prone position for percutaneous nephrolithotomy (PCNL)? *Urolithiasis*, 2014. 42:87-93.
149. Liu L. et al. Systematic review and meta-analysis of percutaneous nephrolithotomy for patients in the supine versus prone position. *J Endourol*, 2010. 24:1941-6.
150. Tuttle DN. et al. Risk of injury to adjacent organs with lower-pole fluoroscopically guided percutaneous nephrostomy: evaluation with prone, supine, and multiplanar reformatted CT. *J Vasc Interv Radiol*, 2005. 16:1489-92.

151. Penbegul N. et al. Safety and efficacy of ultrasound-guided percutaneous nephrolithotomy for treatment of urinary stone disease in children. *Urology*, 2012. 79:1015–9.
152. Osman M. et al. Percutaneous nephrolithotomy with ultrasonography-guided renal access: experience from over 300 cases. *BJU Int*, 2005. 96:875-8.
153. Kicken PJ. et al. Effectiveness of lead aprons in vascular radiology: result of clinical measurements. *Radiology*, 1995. 197:473-8.
154. Hatipoglu NK. et al. Monoplanar access technique for percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis*, 2013. 41:257-63.
155. Seman O., Alken P. Dilatation of the nephrostomy tract: Use of metal dilators. In Smith AD (ed): *Controversies in endourology*. Philadelphia, WB Saunders, 1995. :42-49.
156. Frattini A. et al. One shot: a novel method to dilate the nephrostomy access for percutaneous lithotripsy. *J Endourol*, 2001. 15:919-23.
157. Hofbauer J. et al. Electrohydraulic versus pneumatic disintegration in the treatment of ureteral stones: a randomized, prospective trial. *J Urol*, 1995. 153: 623-5.
158. Ganesamoni R. et al. Prospective randomized controlled trial comparing laser lithotripsy with pneumatic lithotripsy in miniperc for renal calculi. *J Endourol*, 2013. 27:1444-9.
159. Gupta PK. et al. Is the holmium:YAG laser the best intracorporeal lithotripter for the ureter? A 3-year retrospective study. *J Endourol*, 2007. 21:305-9.
160. Goktug HNG. et al. Totally tubeless percutaneous nephrolithotomy: selecting for success in children. *Adv Clin Exp Med*, 2013. 22:565–70.
161. Desai MR. et al. A prospective randomized comparison of type of nephrostomy drainage following percutaneous nephrostolithotomy: large bore versus small bore versus tubeless. *J Urol*, 2004. 172: 565-7.
162. Istanbuluoglu MO. et al. Effectiveness of totally tubeless percutaneous nephrolithotomy in selected patients: a prospective randomized study. *Int Urol Nephrol*, 2009. 41:541-5.
163. Garofalo M. et al. Tubeless procedure reduces hospitalization and pain after percutaneous nephrolithotomy: results of a multivariable analysis. *Urolithiasis*, 2013. 41: 347-53.
164. Boormans JL. et al. Percutaneous nephrolithotomy for treating renal calculi in children. *BJU Int*, 2005. 95:631-4.
165. Seitz C. et al. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. *Eur Urol*, 2012. 61:146-58.
166. Gonen M. et al. Factors affecting fever following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. *J Endourol*, 2008. 22: 2135-8.
167. Akbulut F. et al. Colon perforation related to percutaneous nephrolithotomy: from diagnosis to treatment. *Urolithiasis*, 2015. 43: 521-6.
168. Stein RJ. et al. Management of urolithiasis in the congenitally abnormal kidney (horseshoe and ectopic). *Curr Opin Urol*, 2007. 17:125-31.

169. Dindo D. et al. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of a 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*, 2004. 240:205–13.
170. Lottmann HB. et al. Monotherapy extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of staghorn calculi in children. *J Urol*, 2001. 165:2324–7.
171. Sampaio FJ. et al. Limitations of extracorporeal shockwave lithotripsy for lower caliceal stones: anatomic in sight. *J Endourol*, 1994. 8:241-7.
172. Caione P. et al. Stone treatment in children: where we are today? *Arch Ital Urol Androl*, 2010. 82:45-8.
173. Smaldone MC. et al. Endourological management of pediatric stone disease: present status. *J Urol*, 2009. 181:17-28.
174. Penbegul N. et al. Microsheath for microperc: 14-gauge angiocath. *J Endourol*, 2013. 27:835–9.
175. Nouralizadeh A. et al. Experience of percutaneous nephrolithotomy using adult-size instruments in children less than 5 years old. *J Pediatr Urol*, 2009. 5:351-4.
176. Ozden E. et al. Percutaneous renal surgery in children with complex stones. *J Pediatr Urol*, 2008. 4:295-8.
177. Gunes A. et al. Percutaneous nephrolithotomy for pediatric stone disease-- our experience with adult-sized equipment. *Scand J Urol Nephrol*, 2003. 37:477-81.
178. Dede O. et al. Ultra-mini-percutaneous nephrolithotomy in pediatric nephrolithiasis: both low pressure and high efficiency. *J Pediatr Urol*, 2015. 11:253.e1-6.
179. Daggulli M. et al. Micro-percutaneous nephrolithotomy in the treatment of pediatric nephrolithiasis: A single-center experience. *J Pediatr Surg*, 2016. 51:626-9.
180. Tok A. et al. Comparison of microperc and mini-percutaneous nephrolithotomy for medium-sized lower calyx stones. *Urolithiasis*, 2016. 44:155-9.
181. Aron M. et al. Percutaneous nephrolithotomy for complete staghorn calculi in preschool children. *J Endourol*, 2005. 19:968-72.
182. Altintas R. et al. The importance of instrument type in paediatric percutaneous Nephrolithotomy. *Urolithiasis*, 2014. 42:149–53.
183. Dede O. et al. Micro-percutaneous nephrolithotomy in infants: a single-center experience. *Urolithiasis*, 2016. 44:173-7.
184. Karatag T. et al. Does the presence of hydronephrosis have effects on micropercutaneous nephrolithotomy? *Int Urol Nephrol*, 2015. 47:441-4.
185. Buldu I. et al. Combined micro-and standard percutaneous nephrolithotomy for complex renal calculi. *Turk J Urol*, 2016. 42:150-4.
186. Soylemez H, Sancaktutar AA, Altunoluk B, et al. Re: radiation protection in pediatric radiology. *Urol Res* 2012;40:621–622.
187. Desai M. et al. Endoscopic management of stones in children. *Curr Opin Urol*, 2005. 15:107-12.
188. Guven S. et al. Percutaneous nephrolithotomy is highly efficient and safe in infants and children under 3 years of age. *Urol Int*, 2010. 85:455-60.

189. Zeren S. et al. Percutaneous nephrolithotomy in the management of pediatric renal calculi. *J Endourol*, 2002. 16:75-8.
190. Akman T. et al. Factors affecting bleeding during percutaneous nephrolithotomy: single surgeon experience. *J Endourol*, 2011. 25: 327-33.
191. Armagan A. et al. Micropercutaneous nephrolithotomy in the treatment of moderate-size renal calculi. *J Endourol*, 2013. 27:177–81.
192. Tzeng BC. et al. Doppler ultrasound-guided percutaneous nephrolithotomy: a prospective randomized study. *Urology*, 2011. 78:535-9.
193. Turna B. et al. Percutaneous nephrolithotomy: variables that influence hemorrhage. *Urology*, 2007. 69:603-7.
194. Vallancien G. et al. Colonic perforation during percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*, 1985. 134:1185–7.
195. Ozturk H. et al. Gastrointestinal system complications in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. *J Endourol*, 2014. 28:1256-67.
196. Roberts S. et al. Hypothermia associated with percutaneous nephrolithotomy. *Urology*, 1994. 44:832–5.
197. Tekgul ZT. et al. A prospective randomized double-blind study on the effects of the temperature of irrigation solutions on thermoregulation and postoperative complications in percutaneous nephrolithotomy. *J Anesth*, 2015. 29:165-9.
198. Tander B. et al. Risk factors influencing inadvertent hypothermia in infants and neonates during anesthesia. *Paediatr Anaesth*, 2005. 15:574-9.
199. Gupta NP. et al. Comparison of standard with tubeless percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*, 2008. 22:1441–6.
200. Li X. et al. Medium-term follow-up of clinically insignificant residual fragments after minimal invasive percutaneous nephrolithotomy: prognostic features and risk factors. *Int J Clin Exp Med*, 2015. 8:21664-8.