T.C.
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Üroloji Anabilim Dalı

BÖBREK TAŞ TEDAVİSİNDE KULLANILAN RETROGRAT İNTRARENAL CERRAHİDE THULİUM FİBER LAZER İLE HOLMİUM: YAG LAZER LİTOTRİPSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: RANDOMİZE PROSPEKTİF BİR ÇALIŞMA

Dr. Bakytbek KOZUBAEV

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Şenol ADANUR

ERZURUM-2024

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİ ve TEZİ İLE İLGİLİ BİLGİLER	
Adı, Soyadı : BAKYTBEK KOZUBAEV	**Sınav tarihi:** 17/ 05 / 2024
Anabilim Dalı : ÜROLOJİ	
Tez Danışmanı ve Atanma Tarihi: PROF. DR. ŞENOL ADANUR	
Tezin Konusu ve Başlığı : Böbrek Taş Tedavisinde Kullanılan Retrograt İntrarenal Cerrahide Thulium Fiber Lazer ile Holmium:YAG Lazer Litotripsinin Karşılaştırılması: Randomize Prospektif Bir Çalışma **Belirlenme Tarihi** : 22.07.2022	
Tezin Niteliği : ☒ Tıpta Uzmanlık Tezi ☐ Klinik Çalışmalar ( ) Prospektif ( ) Retrospektif ( ) Kesitsel ☐ Laboratuvar Çalışmaları ( ) Invitro (Cansız) Çalışmaları ( ) Hayvan Çalışmaları	
Tez Sınavının Nasıl Yapıldığı: ☒ Yüz yüze katılım sağlanarak ☐ Online (Jürinin teşkil edilmesinde kurum dışından belirlenecek olan jüri üyesi, aynı il sınırları içerisinde bulunmadığından, tez sınavı dijital ortamda yapılmıştır.)	

II. KARAR

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. maddesi gereğince yapılan tez savunma sınavının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezinin, jüri üyelerince "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak;

☒ Kabulüne

1.Tez Sınavı ☐ Reddine (Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması için uzmanlık öğrencisine, TUEY'nin 19. Maddesinin 6. fıkrası gereğince altı aylık ek bir süre verilmesine)

2.Tez Sınavı ☐ Reddine (TUEY'nin 19. Maddesinin 7. fıkrası gereğince, uzmanlık öğrencisinin uzmanlık öğrenciliği ile ilişiğinin kesilmesine)

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

III. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

IV. JÜRİ ÜYELERİ

	Unvanı Adı Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurum Bilgisi	İmza
Jüri Başkanı	PROF. DR. ÖZKAN POLAT	ÜROLOJİ	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	PROF. DR. TURGUT YAPANOĞLU	ÜROLOJİ	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	PROF. DR. ŞENOL ADANUR	ÜROLOJİ	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER ..... **i**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **iii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **iv**
RESİMLER DİZİNİ ..... **v**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vi**
TEŞEKKÜR ..... **vii**
ÖZET ..... **viii**
ABSTRACT ..... **x**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
2. GENEL BİLGİLER **3**
2.1. Böbrek Anatomisi 3
2.1.1. Böbreğin Anatomisi 3
2.1.2. Böbreğin Damarsal Yapıları 4
2.1.3. Böbrek Parankimi ve Toplayıcı Sistemi 4
2.2. Üriner Sistem Taş Hastalığı 5
2.2.1. Epidemiyoloji ve Etiyoloji 5
2.2.2. Taş Oluşum Teorileri 6
2.2.3. Böbrek Taşlarının Sınıflandırılması 6
2.2.4. Ürolitiyazsiste Tanı 6
2.2.4.1 Anamnez 6
2.2.4.2. Klinik Bulgular 7
2.2.4.3. Fizik Muayene Bulguları 7
2.2.4.4. Laboratuvar Bulguları 8
2.2.5. Ürolitiyaziste Görüntüleme Yöntemleri 8
2.2.5.1 Böbrek-Üreter-Mesane Radyografisi (KUB) 8
2.2.5.2. Üriner Sistem Ultrasonografisi (USG) 9
2.2.5.3. İntravenöz Pyelografi (IVP) 9
2.2.5.4. Non-Kontrast Bilgisayarlı Tomografi (NCCT) 9
2.2.5.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) 10
2.2.6. Üriner Sistem Taş Hastalığında Tedavi Yöntemleri 10
2.2.6.1. Konservatif Yaklaşım 10

2.2.6.3. Beden Dışı Şok Dalga Tedavisi (Shock Wave Lithotripsy, SWL)..... 11
2.2.6.4. Retrograd İntra Renal Cerrahi (RİRC) 12
2.2.6.4.1. Retrograd İntra Renal Cerrahide Üniteler..... 13
2.2.6.4.2. RİRC'nin Komplikasyonları..... 18
2.2.6.5. Laparoskopik Taş Cerrahisi..... 18
2.2.6.6. Perkütan Nefrolitotomi (PNL)..... 19
2.2.6.7. Açık Cerrahi 20
3. MATERYAL VE METOT..... 20
4. İSTATİKSEL ANALİZ..... 26
5. BULGULAR..... 27
6. TARTIŞMA 36
7. SONUÇ..... 44
KAYNAKLAR 46

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 5.1. Hasta popülasyonunun demografik, laboratuvar özellikleri ve taş karakteristikleri 28
Tablo 5.2. Ho:YAG lazer litotripsi uygulanan grubun demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri 29
Tablo 5.3. TFL litotripsi uygulanan grubun demografik, laboratuvar özellikleri ve taş karakteristikleri 30
Tablo 5.4. Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların demografik, laboratuvar ve taş karakteristiklerinin karşılaştırılması 32
Tablo 5.5. Ho:YAG lazer litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulguları 33
Tablo 5.6. TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulguları 33
Tablo 5.7. Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulgularının karşılaştırılması 34
Tablo 5.8. Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların postoperatif komplikasyonlarının ve taşsızlık oranlarının karşılaştırılması 35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Böbreğin damarsal ve parankimal anatomisi..... 5
Şekil 2.2. Avrupa Üroloji Derneğinin 2023 kılavuzuna göre böbrek taşları için tedavi algoritması. 13

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1. Böbrek-Üreter-Mesane radyografi görüntüsü. Sol renal taş.....8
Resim 2.2. Non-Kontrast Bilgisayarlı Tomografi görüntüsü. Sol renal taş.Koronal kesit.....10
Resim 3.1. RİRC'de kullanılan üniteler; A: Endovizyon ünitesi, B: C-kollu floroskopi, C: Ho:YAG lazer litotriptör, D: Thulium fiber lazer litotriptör.....23
Resim 3.2. RİRC'de kullanılan üniteler; A: 272µ lazer probu, B: Anqing marka dijital f-URS, C: D-J stent, D: Kılavuz tel 24
Resim 3.3. RİRC'de kullanılan üniteler; A: Taş yakalama forsepsi, B: Ultra Thin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr. Richard Wolf, C: Üreter erişim kılıfı, D: Lazer ile taşın fragmante edilmesi.....25

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

µ : Mikron
ark : Arkadaşları
CRP : C-reaktif protein
DJ : Double-J
EAU : Avrupa Üroloji Derneği
f-URS : Fleksible Üreterorenoskopi
Ho: YAG : Holmium: Yttrium-Aluminum-Garnet
HU : Hounsfield Unite
Hz : Hertz
IVP : İntravenöz Pyelografi
IYE : İdrar Yolu Enfeksiyonu
J : Joule
KUB : Böbrek-Üreter-Mesane radyografisi
MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme
NCCT : Non-Contrast Bilgisayarlı Tomografi
PNL : Perkütan Nefrolitotomi
RİRC : Retrograt İntrarenal Cerrahi
SWL : Shock Wave Litotripsi, beden dışı taş kırma
TFL : Thulium Fiber Lazer
UAS : Üreteral Acces Sheath, Üreteral erişim kılıfı
URS : Üreteroskopi
USG : Ultrasonografi
ÜSTH : Üriner Sistem Taş Hastalığı, ürolitiyazis

TEŞEKKÜR

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimime katkıda bulunan, tecrübe ve bilgilerini aktaran, her zaman desteklerini hissettiğim değerli Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Özkan POLAT başta olmak üzere kıymetli hocalarım Prof. Dr. Yılmaz AKSOY, Prof. Dr. Turgut YAPANOĞLU, Doç. Dr. Fatih ÖZKAYA ve Doç. Dr. Şaban Oğuz DEMİRDÖĞEN'e,

Tezimin konusunun belirlenmesinden, yazılmasına kadar her aşamada, bilgi ve deneyimi ile yol gösteren, ilgisini ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Şenol ADANUR'a,

Emeklilikleri nedeniyle aramızdan ayrılan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Güray OKYAR, Prof. Dr. Azam DEMİREL, Prof. Dr. İsa ÖZBEY ve Doç. Dr. Tevfik ZİYPAK'a,

Birlikte çalışmaktan gurur duyduğum değerli asistan görevlisi arkadaşlarıma,

Servis, taş kırma, poliklinik ve ameliyathane; hemşire, teknisyen ve personellerine,

Tıp eğitimimi sayelerinde tamamladığım, tüm hayatım boyunca her zaman destekleri ile yanımda olan aileme,

Asistanlık süremiz boyunca omuz omuza yol yürüdüğüm sevgili eşim Meerim'e ve yürüdüğümüz bu yolda neşemiz olan canım kızlarım Kamila ve Safiya'ya,

Sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Dr. Bakytbek KOZUBAEV

ÖZET

Böbrek Taş Tedavisinde Kullanılan Retrograt İntrarenal Cerrahide Thulium Fiber Lazer ile Holmium:YAG Lazer Litotripsinin Karşılaştırılması: Randomize Prospektif Bir Çalışma

Amaç: 20 mm altı böbrek taşların retrograt intrarenal cerrahisinde (RİRC) altın standart olan Holmium: Yttrium Alüminyum Garnet (Ho:YAG) lazer litotripsi ile son zamanda yeni bir lazer teknolojisi olarak bilinen Thulium fiber lazer (TFL) litotripsinin sonuçlarını karşılaştırılmayı amaçladık.

Materyal ve Metot: Eylül 2022–Kasım 2023 tarihleri arasında kliniğimizde 20 mm altı renal taş nedeniyle Ho:YAG lazer ve TFL litotriptörlerini kullanılarak RİRC uygulanan 126 hastanın preoperatif demografik verileri, taş özellikleri, çekilen KUB, USG ve NCCT bulguları prospektif olarak incelendi. Operasyon süresi, lazer kullanım süresi, postoperatif taşsızlık oranı (SFR), peroperatif ve postoperatif gelişen komplikasyonlar kaydedildi. Tüm hastalar kullanılan lazer litotriptöre göre TFL ve Ho:YAG olarak iki grubu ayrıldı. Lazer seçimi ise işlem öncesi ameliyathane hemşiresi tarafından yapılan kapalı zarf usulü kura ile belirlendi.

Bulgular: Çalışmaya toplamda 126 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 49.16 ± 15.18 yıl olarak belirlendi. Bu hastaların %64.3'çü (81) erkek, %35.7'si (45) kadındı. TFL grubunda 64 hasta (%50.8), Ho:YAG lazer grubunda ise 62 hasta (%49.2) bulunmaktaydı. Operasyon ve lazer kullanım sürelerine bakıldığında, TFL grubunda Ho:YAG lazer grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kısa olduğu gözlendi: TFL grubunda operasyon süresi 45.77 ± 15.67, lazer kullanım süresi 29.84 ± 13.32; Ho:YAG lazer grubunda ise operasyon süresi 52.79 ± 18.11, lazer kullanım süresi 36.39 ± 15.75 olarak belirlendi (sırasıyla **p=0.031** ve **p=0.024**). Ancak, SFR açısından gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmedi.

Sonuç: 20mm'den küçük böbrek taşlarınında kullanılan lazer litotiripsi tedavisinde; Thulium fiber lazer ve Ho:YAG lazer litotirpsisi benzer etkinlik, güvenilirlik ve düşük komplikasyon oranları ile kullanılabilmektedir. Thulium fiber

lazer kullanımıyla operasyon süresinin daha kısa olması gibi önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu konuda yapılacak daha geniş serilerdeki çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ürolitiyazis, Thulium fiber lazer, Ho:YAG lazer

ABSTRACT

The Comparison of Thulium Fiber Laser and Holmium: YAG Laser Lithotripsy in Retrograde Intrarenal Surgery for Kidney Stone Treatment: A Randomized Prospective Study

Purpose: We aimed to compare the results of Holmium: yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG) laser lithotripsy, which is the gold standard in retrograde intrarenal surgery (RİRS) for kidney stones under 20 mm, and Thulium fiber laser (TFL) lithotripsy, which is recently known as a new laser technology.

Materials and Methods: Preoperative demographic data, stone characteristics, KUB, USG and NCCT findings of 126 patients who underwent RIRS using Ho:YAG laser and TFL lithotriptors due to renal stones under 20 mm in our clinic between September 2022 and November 2023 were prospectively examined. Operation time, laser use time, postoperative stone-free rate (SFR), and perioperative and postoperative complications were recorded. All patients were divided into two groups as TFL and Ho:YAG according to the laser lithotripter used. The laser selection was determined by a closed envelope draw made by the operating room nurse before the procedure.

Results: A total of 126 patients were included in the study. The average age of the patients was determined as 49.16 ± 15.18 years. 64.3% (81) of these patients were male and 35.7% (45) were female. There were 64 patients (50.8%) in the TFL group and 62 patients (49.2%) in the Ho:YAG laser group. When the operation and laser usage times were examined, it was observed that they were statistically significantly shorter in the TFL group compared to the Ho:YAG laser group: In the TFL group, the operation time was 45.77 ± 15.67, the laser usage time was 29.84 ± 13.32; In the Ho:YAG laser group, the operation time was 52.79 ± 18.11 and the laser usage time was 36.39 ± 15.75 ($p=0.031$ and $p=0.024$, respectively). However, no significant difference was observed between groups in terms of SFR.

Conclusion: Laser lithotripsy treatment used in kidney stones smaller than 20 mm; Thulium fiber laser and Ho:YAG laser lithotripsy can be used with similar effectiveness, reliability and low complication rates. Important results such as shorter

operation time have been achieved with the use of Thulium fiber laser. Studies in larger series on this subject will contribute to the literature.

Key Words: Urolithiasis, Thulium fiber laser, Ho:YAG laser

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Üriner sistem taş hastalığı (ÜSTH/ürolitiyazis), çağdaş tıbbın en önemli sorunlarından biri olarak kabul edilmekte olup, gelişmiş ülkelerde hastalığın prevalansı genellikle %2 ila %3 arasında değişmektedir [1]. Ürolitiyazis ürolojik cerrahi hastalıklar arasında önde gelen bir konumdadır ve genellikle en sık 20 ila 60 yaşları arasında görülmektedir [2]. Türkiye'de ÜSTH'nın prevalansı genellikle %10 ila %18 arasında değişmektedir ve özellikle Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bu oran daha da yüksektir [3].

Üriner sistem taşlarının sık tekrarlama eğilimi, önemli bir özellik olarak dikkat çeker; yaklaşık olarak 10 yıl içinde %50 oranında rekürrens gözlenebilir. Ürolitiyazisin polietiyolojik yapısı, hem hastalığın önlenmesini hem de tedavisini karmaşıklaştırır [4].

ÜSTH'nın tedavisinde Retrograt İntrarenal Cerrahi (RİRC), şok dalga litotripsi (SWL), perkütan nefrolitotomi (PNL), laparoskopik cerrahi yaklaşımlar ve bunların kombinasyonları kullanılabilir. Teknolojik ilerlemeler ve endoskopik tedavi tekniklerinin gelişmesi, açık cerrahi gereksinimini önemli ölçüde azaltmıştır. Bu nedenle, açık cerrahi uygulama oranı genellikle %0,7 ile %4 arasında değişmektedir [5].

Son yıllarda gelişen endoürolojik teknolojiler ve çeşitli lazer sistemleriyle birlikte, RİRC renal taşların tedavisinde standart bir yöntem haline gelmiştir. Avrupa Üroloji Derneği (EAU) ürolitiyazis kılavuzları, RİRC'nin genellikle tedavi edilmemiş idrar yolu enfeksiyonu (İYE) gibi belirli kontrendikasyonları olmayan hastalarda kullanılabileceğini belirtmektedir. Ayrıca, kılavuzlar RİRC'yi 20 mm boyutunun altındaki renal taşların tedavisinde ilk öneri olarak sunmaktadır [6].

Holmium:yttrium-aluminum-garnet (Ho:YAG) lazer üreter ve böbrek taşlarının tedavisinde bugüne kadar kullanılan altın standart bir yöntem olarak kabul edilmektedir [7]. Ancak son yıllarda yeni teknoloji olarak Thulium Fiber Lazer (TFL)

üriner sistem taş hastalıklarında ve benign prostat hiperplazisinin cerrahi tedavisinde endoskopik enükleasyon ameliyatında sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır [8].

Çalışmamızda, 20 mm altındaki böbrek taşlarının tedavisinde RİRC sırasında kullanılan Ho:YAG lazer litotripsi ile TFL litotripsinin sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Böbrek Anatomisi

2.1.1. Böbreğin Anatomisi

Böbrekler, kırmızı-kahverengi renge sahip, her iki tarafında spinal kolonun retroperitoneal bölgesinde derinlemesine yerleşmiş, iyi korunan çift organlardır [9]. Sağ böbrek, T12-L3 seviyeleri arasında yer alırken, sol böbrek T11-L2 seviyelerinde bulunur. Karaciğerin etkisiyle sağ böbrek, sol böbreğe göre biraz daha aşağıda yer alabilir ve daha kısa olabilir [10]. Böbreklerin ağırlığı erişkin erkeklerde 150gr, kadınlarda ise daha düşük olup yaklaşık 135 gr' dır. Uzunluğu 10-12 cm, genişliği 5-7 cm ve kalınlığı 3 cm' dir [9].

Her bir böbreğin ön ve arka yüzeyi, üst ve alt kutbu ile medial ve lateral olarak iki kenarı bulunmaktadır. Lateral kenar genellikle konvekstir, renal hilumun bulunduğu medial kenar ise konkavdır. Bu yapısal özellikleriyle, böbrek sıklıkla bir fasulyeye benzetilmektedir [11].

Böbrekler, kalın sırt kasları tarafından arkadan, üstte ve yandan 11. ve 12. kostalarla çevrilmiş, önde ve yandan ise karın duvarı kasları ile çevrilmiştir. Arkada, 1. ve 2. lomber vertebra prosesus transversuslarından başlayıp 11. ve 12. kostalara yelpaze şeklinde uzanan fibröz Henle ligamentleri, bu dış koruyucu tabakaya katkı sağlar [12]. Bu kas tabakasının altında, pararenal yağ dokusu bulunur. Kalın pararenal yağ dokusunun altında ise renal fasya (Gerota fasyası) yer alır. Gerota fasyasının ön ve arka yaprakları, medialde büyük damarlar düzeyinde birleşir. Gerota fasyası, bir taraftan böbrekleri desteklerken aynı zamanda retroperitoneal enfeksiyonları ve böbrekteki patolojik durumları sınırlayan önemli bir anatomik bariyer olarak görev yapar. Bu şekilde, böbrekler insan vücudunda en iyi korunan organlardan biri olarak kabul edilir [12, 13].

2.1.2. Böbreğin Damarsal Yapıları

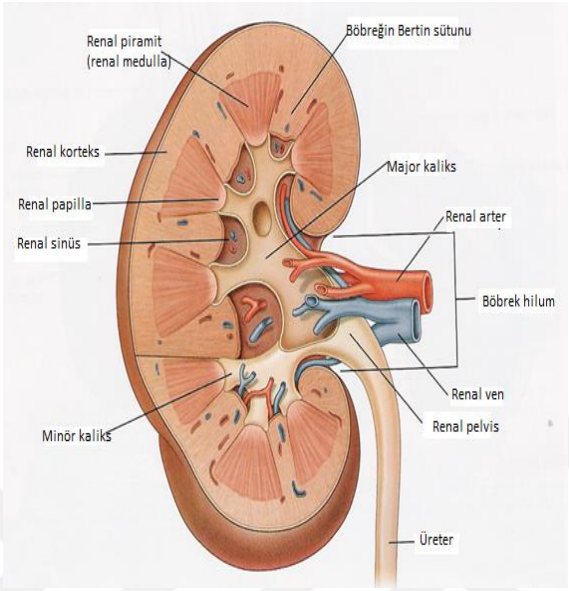
Arteriyel Sistem: Renal arterler, renal hilusta anterior ve posterior dallara ayrılır. Anterior segmental arter, üst ve alt böbrek kutuplarını ile ön yüzü besler. Bu arter, apikal, üst, orta ve alt dallara ayrılır [14]. Posterior dal ise böbreğin arka yüzünü besler. Bu segmental arterler, interlobar arterlere geçmeden önce böbrek parankimine dal verirler. İnterlobar arterler kortikomedullar bileşkede yer alır ve ardından arkuat arterlere bağlanır. Arkuat arterler de interlobüler arterlere dallanır. İnterlobüler arterler, afferent arteriyol adını alarak glomerüllere katılır [14, 15]. Böbrek arterleri end-arter yapıdadır, yani her bir böbrek ünitesi ayrı bir arterden beslenir. Bu nedenle, böbrek arterlerinin zarar görmesi bölgesel fonksiyon kaybına neden olabilir. Brödel hattı böbreğin lateralinde, arteryal yaralanma riskinin en düşük olduğu bölge olarak bilinir. Perkütan girişimler için güvenli bir bölge olan alt kaliks posterior forniks, interlobar ve arkuat arterlerin korunmasına yardımcı olur [16].

Venöz Sistem: Glomerülden çıkan kapillerler, interlobüler venlere drene olur. Ardından, arkuat venler, interlobüler venler ve segmental venleri oluşturmak üzere birbirine bağlanır [17]. Bu segmenter venler birleşerek renal veni oluşturur. Renal parankimal venler arasında anastomozlar sık değildir. Sağ renal ven kısa olup doğrudan vena kava inferiora açılırken, sol renal ven daha uzundur ve inferior frenik, adrenal ve gonadal venlerden drenaj alabilir [18, 19].

2.1.3. Böbrek Parankimi ve Toplayıcı Sistemi

Böbrek parankimi çepeçevre sağlam fibröz bir kapsül ile çevrilidir. Parankimin kendisi korteks ve medulladan oluşmuştur. Renal kortekste glomerüller, proksimal ve distal kıvrımlı tübüller ve toplayıcı kanallar mevcuttur. Medullada, renal piramitler bulunur ve içinde Henle kulpunu ve toplayıcı kanalları barındırır. Toplayıcı kanallar piramidin tepesinde birleşerek papiller kanalları oluşturur. Yaklaşık 20 papiller kanal birleşerek renal papillalara açılır. Renal papillalar minör kalikslere açılır. Eğer minör bir kalikse tek bir papilla açılıyorsa basit kaliks, birden fazla papilla açılıyorsa birleşik kaliks adı verilir. Kaliksin, papillanın yerleştiği en dış bölümüdür ve kaliksiyel forniks

olarak adlandırılır. Her böbrekte 5-14 arası minör kaliks bulunur [20]. Böbreğin damarsal ve parankim anatomisi Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Böbreğin damarsal ve parankimal anatomisi (Gray's anatomy for students. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Philadelphia: Elsevier; 2005. Sayfa 323)

2.2. Üriner Sistem Taş Hastalığı

2.2.1. Epidemiyoloji ve Etiyoloji

ÜSTH milattan önce 4800'den beri bilinmektedir. Mısır mumyaların incelemesi sırasında böbrek ve mesane taşlarının bulunduğu bildirilmiştir [21].

Günümüzde ürolitiyazis modern tıbbın en önemli sorunlarından biridir ve gelişmiş ülkelerde hastalığın prevalansı % 2-%3 dür [1]. Ürolojik cerrahi hastalıklar arasında ÜSTH ön sıralarda yer almaktadır, en sık olarak 20-60 yaşlar arasında görülmektedir [2]. Ülkemizde ÜSTH'nın yaygınlığı %10-%18 olup, Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde bu gösterge daha da artmıştır [3].

Böbrek taşlarının % 80 kalsiyum oksalat taşları oluşturmaktadır, kalan taşların %4- 8'i ürik asit, %2-6 sistin, %5 civarında da enfeksiyon (strüvit) taşlarıdır [22, 23].

Gelişmiş toplumlarda taşlar üst üriner sistemde sık görülürken, daha az gelişmiş ülkelerde mesane taşları daha sık görülmüştür [24].

Üst üriner sistem taş hastalığının oluşumunda cinsiyet, genetik yatkınlık, sistemik hastalıklar, etnik köken, coğrafi konum, iklimsel faktörler, meslek ve vücut kitle indeksi gibi çeşitli faktörler rol oynamaktadır [25-35].

2.2.2. Taş Oluşum Teorileri

Ürolitiyazisin etiyolojisnde tam olarak bilinmemekle birlikte, taş oluşumunu tetikleyen faktörler ile oluşumu engelleyen faktörler arasındaki denge bozulması göz önünde bulundurulabilir. Üriner taş oluşumu, böbreklerde ve idrar yollarında birbirleriyle ilişkili bir dizi sürecin sonucudur. Taş oluşma mekanizmasını açıklamak için süpersatürasyon-kristalizasyon, inhibitör eksikliği, matriks nükleasyon, epitaksi ve benzeri önde gelen teoriler öne sürülmüştür [36, 37].

2.2.3. Böbrek Taşlarının Sınıflandırılması

Üriner sistem taşları oluşum etiyolojisi, büyüklük, yerleşim, X-ışını özellikleri, kompozisyon ve tekrarlama riskine göre sınıflandırılmaktadır [38, 39, 40].

2.2.4. Ürolitiyazsiste Tanı

Her hastalığın tanısında olduğu gibi üriner sistem taş hastalığında da sırayla anamnez, klinik bulgular, laboratuvar tetkikleri ve görüntüleme yöntemleri sistematik olarak yapılmalıdır.

2.2.4.1 Anamnez

ÜSTH'da iyi bir anamnez, doğru tanıya ulaşmada önemli bir rol oynar. Ani başlayan kolik tarzında lomber ağrı, hematüri, ateş, soğuk terleme, bulantı, kusma gibi belirtiler dikkate alınmalıdır. Hastanın özgeçmişi incelenmeli; tekrarlayan taş hikayesi varsa sıklığı ve tedavi yöntemleri belirlenmelidir. Aile taş öyküsü, yaşadığı çevre,

günlük sıvı alımı, diyet ve alkol alışkanlığı da sorgulanmalıdır. Beslenme alışkanlıkları, özellikle düşük sıvı alımı, tek taraflı beslenme veya aşırı tuz tüketimi kalsiyum taşı veya ürik asit taşı riskini artırabilir. Ayrıca, metabolik hastalıkların varlığı ve immobilizasyona neden olan durumlar da değerlendirilmelidir [41].

2.2.4.2. Klinik Bulgular

Semptomlar arasında en sık görülen bulgu lomber ağrıdır. Bununla birlikte idrarda kan görülmesi, bulantı, kusma ve enfeksiyona bağlı ateş olabilir.

Böbrek pelvisinde ve kalikslerde yerleşen taşlar obstrüksiyon yapmadıkları için genelde künt ağrılara sebep olurlar. Üretere düşen böbrek taşları obstrüksiyon yaparak renal koliğe sebep olabilirler. Renal kolik genelde lomber bölgeden başlar ve lateral abdomene yayılır.

Çoğunlukta üriner sistem taş hastalığında mikroskopik hematüri görülür. Buna rağmen bazı durumlarda makroskopik hematüri de olabilir.

Üriner sistem obstrüksiyonu, enfeksiyon (strüvit) taşları üriner sistem enfeksiyonuna neden olurlar. Strüvit taşı olan hastalarda sıklıkla Proteus, Stafilokok, Providencia, Psödomonas patojenleri birlikte görülmektedir.

2.2.4.3. Fizik Muayene Bulguları

İdrar yollarında taş şüphesi olan hastaların değerlendirilmesinde detaylı bir fizik muayene önemlidir. Akut renal kolik geçiren hastalarda akut batın ile ayırıcı tanı yapılmalıdır. Renal kolikte ağrı genellikle şiddetlidir ve hasta ağrısını azaltmaya çalışarak farklı pozisyonlara geçebilir. Taşikardi, terleme ve sık bulantı gibi sistemik belirtiler sıklıkla görülür. Fizik muayenede lomber hassasiyetin perküsyonu ve hidronefrotik bir böbreğin veya perinefritik bir apsenin palpe edilmesi, böbrek veya üreter taşı olasılığını düşündürebilir.

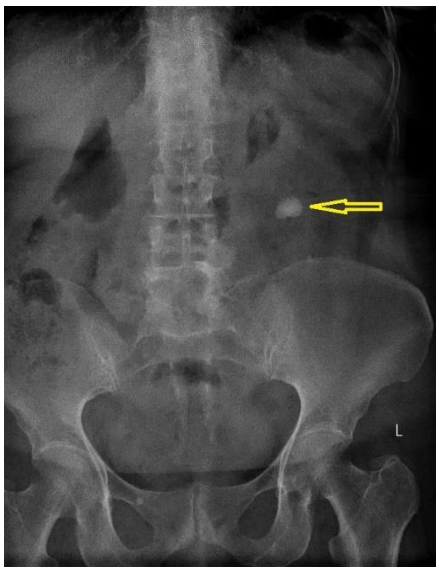
2.2.4.4. Laboratuvar Bulguları

Başka hastalıklar gibi üriner sistem taş hastalığında da tanıyı desteklemek için laboratuvar tetkikleri yapılır. Tam idrar tahlilinde hematüri, piyüri, idrar pH'sı ve ürik asit, strüvit, kristalleri görülebilir. İdrar pH'sı asidik olduğunda ürik asit ya da sistin taşı , bazik durumunda ise strüvit ve kalsiyum fosfat taşları görülmektedir. Ayrıca böbrek fonksiyonunu ve enfeksiyon parametrelerini değerlendirmek için serum kreatinin, C-reaktif protein (CRP), parathormon, ürik asit, iyonize kalsiyum, sodyum, potasyum ve idrar kültürü çalışılmalıdır.

2.2.5. Ürolitiyaziste Görüntüleme Yöntemleri

2.2.5.1 Böbrek-Üreter-Mesane Radyografisi (KUB)

Günümüzde üriner sistem taş hastalığında ucuz ve kolay çekimi ile ilk tercih edilen yöntemlerden birisidir. Ancak sadece radyoopak taşların görüntülemesinde kullanılabilmesi, sensitivite ve spesifitesinin %44-77 olması bu yöntemin gün geçtikçe fazla tercih edilmesini ortadan kaldırmıştır [42]. KUB radyografisinde sistin ve strüvit taşları zayıf opasite gösterirken, ürik asit ve matriks taşları görülmemektedir. Radyoopak taşların cerrahi yada medikal tedavisinden sonra kontrol amaçlı ve SWL planlanmasında kullanılmaktadır (Resim 2.1).



Resim 2.1. Böbrek-Üreter-Mesane radyografisindeki sol böbrek lojundaki opasite görüntüsü.

2.2.5.2. Üriner Sistem Ultrasonografisi (USG)

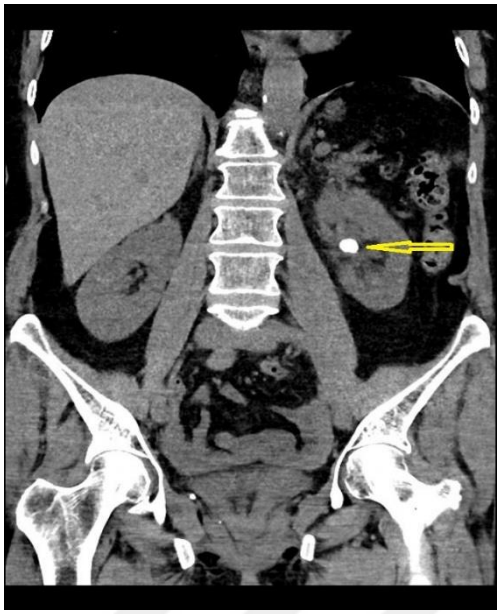
Üriner sistem ultrasonografisi, ürolitiyazis tanısında kılavuzlarda ilk tercih edilen prosedürdür. USG, hem radyoopak hem radyolüsen taşları görme yeteneğine sahiptir ve radyasyon içermez. Ayrıca, düşük maliyetlidir, böbrek parankim kalınlığını ve hidronefrozu tespit edebilir, gebelerde ve çocuk hastalarda güvenle kullanılabilir. Taş 5 mm'den büyükse, USG'nin duyarlılığı %96, özgüllüğü ise yaklaşık %100'dür. Ancak, tüm taş lokalizasyonlarında duyarlılık ve özgüllük düşer ve sırasıyla %78 ve %31'e kadar azalır [43]. Üreter taşların, 3 mm den küçük boyuttaki taşlarda, obez kişilerde, bağırsak gazlarının süperpozisyonunda taşı tespit etme oranı düşüktür. Ayrıca uygulayanın tecrübesine göre de başarı oranı değişmektedir.

2.2.5.3. İntravenöz Pyelografi (IVP)

İntravenöz yolla verilen opak maddenin her iki böbrek parankiminden geçerek (nefrogram fazı) sonrada toplayıcı sistemden atılarak (pyelogram fazı) böbreklerin fonsiyonları ve üriner sistem anatomisi hakkında bilgi verir. Ayrıca böbrekte ve üreterde izlenen nonopak taşları dolma defekt şeklinde gösterebilmektedir. Üriner sistem taşların saptama sensitivitesi %70-87 arasında değişmektedir, spesifitesi ise %94'tür [44].

2.2.5.4. Non-Kontrast Bilgisayarlı Tomografi (NCCT)

ÜSTH'nın tanısında gün geçtikçe artan ve neredeyse altın standart yöntem haline gelen, kontrast verilmeden çekilen NCCT'dir. NCCT, aksiyel ve koronal görüntülere sahip olup, indinavir taşı dışında nonopak taşlar dahil olmak üzere tüm taşları, böbrek parankiminin durumunu, hidronefrozun varlığını ve üriner sistem ile retroperitoneal alan anatomisini gösterir (Resim 2). Diğer tanı yöntemlerine göre en yüksek duyarlılık (%96-100) ve özgüllük (%95-98) oranlarına sahiptir [45]. NCCT, taşın çapı, yoğunluğu (HU), iç yapısı, cilt taşı mesafesi ve çevre anatomisi hakkında bilgi sağlayarak tedavi modalitesini etkileyebilir [46, 47].



Resim 2.2. Non-Kontrast Bilgisayarlı Tomografisinin koronal kesitinde sol renal taşın görünümü.

2.2.5.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG, gebe hastalarda ultrasonografinin yetersiz olduğu durumlarda bir alternatif görüntüleme sistemidir, aynı zamanda radyasyon içermemektedir.

2.2.6. Üriner Sistem Taş Hastalığında Tedavi Yöntemleri

ÜSTH'nın tedavisinde konservatif, endoskopik, laparoskopik, robotik ve açık cerrahi yöntemleri bulunmaktadır. Tedavi seçimi; taşın lokalizasyonu, boyutu, hastanın komorbidite durumu gibi faktörlere bağlıdır. EAU 2024 kılavuzu 20 mm altındaki renal pelvis, orta/üst pol taşları için ilk tercih olarak SWL veya endoürolojik yöntemlerin kullanımını önermektedir. Alt pol taşlarında ise 1 cm'nin altında birinçi tercih SWL veya RİRC iken; 10 mm ile 20 mm arasındaki taşlar için SWL'ye uygun olmayan faktörler mevcutsa endoürolojik yaklaşım, SWL uygunsa SWL veya endoürolojik yaklaşım ilk tercihtir [48].

2.2.6.1. Konservatif Yaklaşım

Konservatif medikal tedavi, taş tipine veya kişisel özel risk faktörlerine bağımsız tüm taş hastalarına önerilmektedir. Sıvı alımı, diyet, yaşam tarzı ile ilgili

öneriler ve taşın lokalizasyonu, taşın büyüklüğü, anatomik durumuna göre medikal ekspulsif tedavi de yer almaktadır.

2.2.6.3. Beden Dışı Şok Dalga Tedavisi (Shock Wave Lithotripsy, SWL)

SWL beden dışından gönderilen şok dalgalarıyla taşın kırılması anlamına gelir. Tedavinin amacı taşı kendiliğinden düşebilecek kadar küçük parçalara (≤4 mm) getirilmesi ve idrar ile vücuttan atılmasıdır. İlk olarak 1980'li yılların başında kullanılmaya başlanmıştır. EAU kılavuzunda <20 mm renal ve <10 mm proksimal üreter taşlarında ilk basamak tedavi olarak SWL önerilmekte olup, ancak alt kaliks taşları için başarıyı etkileyebilecek faktörlerin göz önüne alınması önerilmektedir [49]. Taşın yerleşim yeri, boyutu, sayısı, sertliği, hastanın anatomik özellikleri, SWL cihazının etkinliği ve uygulayan kliniğin tecrübesi SWL başarı oranınını etkileyen faktörlerdir. SWL tedavisinin avantajları arasında ayaktan tedavi olması, düşük morbidite ve mortalite oranları, hasta uyumu ve tedaviye daha kolay ulaşılabilir olması yer almaktadır.

SWL sırasında taşın odaklanması floroskopi ve ultrasonografi yardımı ile yapılmaktadır. Ayrıca dijital floroskopi ve USG'nin kullanılmaya başlaması ile radyasyon dozu minimalize edilmiştir [50]. Çocuk ve bebek hastalarda SWL genel anestezi altında yapılmaktadır. Soliter böbrekli hastalarda ise SWL'den önce stent konulması önerilmektedir [51].

SWL için kontrendikasyon oluşturan durumlar: gebelik, kanama diatezleri, üriner sistem enfeksiyonları, odaklamayı güçleştiren ağır iskelet deformiteleri ve obezite, batın içi anevrizmalar, taşın distalinde oluşan obstrüksiyonlardır.

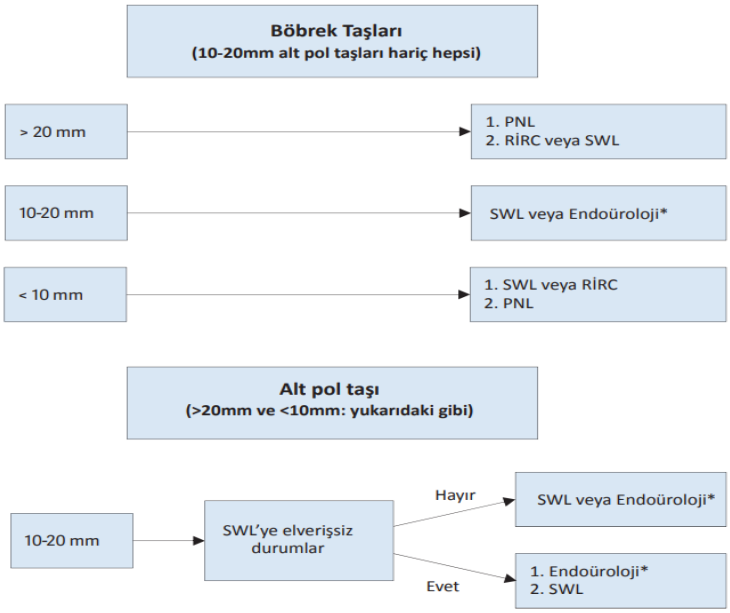
SWL tedavisinde, renal kolik (%2-4), geçici hidronefroz, dermal ekimoz, üriner trakt enfeksiyonu (%7-23), taş yolu oluşumu (%4-7), sepsis (%1-2,7) gibi komplikasyonlar görülebilir. Nadiren renal hematom (<%1) da rapor edilmiştir [52].

2.2.6.4. Retrograd İntra Renal Cerrahi (RİRC)

Fleksible üreterorenoskopi (f-URS) yöntemi ilk olarak 1964 yılında Marshall tarafından bildirilmiştir [55]. Bu dönemdeki f-URS'in efektif bir çalışma kanalının olmaması nedeniyle yalnızca tanısal işlemler için kullanılıyordu. f-URS'ler ve bunların aksesuar çalışma aletleri, 1960'lardaki ilk raporlardan bu yana muazzam tasarım ilerlemelerine maruz kalmıştır. Bu değişiklikler, f-URS endikasyonlarının genişletilmesine ve artık yalnızca tanısal uygulamalara değil terapötik uygulamalara vurgu yapılmasına olanak sağlamıştır [56]. Abdel-Razzak ve ark.'ları 1994 yılında ilk olarak bir f-URS'de küçük bir çalışma kanalı yoluyla üst üriner sistem biyopsisini tanımladı [57]. Ayrıca, Bagley ve Erhard 1995 yılında üreter taşları için ilk Ho:YAG lazer kullanımını bildirmiştir [58].

f-URS teknolojisinde özellikle son iki dekatda, optik sistemlerinde, defleksiyon mekanizmasında yapılan geliştirmeler, lazer kırıcıların etkinliklerinin arttırılması ve daha ince kalibrasyonlarda üreterorenoskoplar geliştirilmesi f-URS kullanımına ilginin artmasına ve retrograd intrarenal cerrahinin hem 20 mm'den küçük hem de 20 mm üzerindeki böbrek taşı tedavisinde ilk tercih edilecek tedaviler arasına girmesine vesile olmuştur.

2024 EAU kılavuzuna göre böbrek taşları için tedavi algoritması Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



*Endoüroloji terimi tüm PNL ve URS girişimlerini kapsamaktadır
PNL=perkütan nefrolitotomi; RİRS=Retrograd İntrarenal Cerrahi
SWL= Shock Wave Lithotripsy, URS=Üreterorenoskopi

Şekil 2.2. Avrupa Üroloji Derneğinin 2024 kılavuzuna göre böbrek taşları için tedavi algoritması.

2.2.6.4.1. Retrograd İntra Renal Cerrahide Üniteler

RİRC'de birçok yardımcı ünite kullanılmaktadır: f-URS, lazer litotriptör, klavuz tel, üreteral erişim kılıfı (UAS), basket kateter, Double-J (DJ) stentler gibi.

Fleksible Üreterorenoskopi:

f-URS'ler optik iletim sistemlerine, kullanım özelliklerine ve çalışma kanallarında göre sınıflandırılabilir.

Kullanım özelliklerine göre tek (disposable) ve çok (reusable) kullanımlık olarak iki çeşiti bulunmaktadır. Çok kullanımlık cihazların dezavantajı maliyetlerinin yüksek olması (üretim, bakım, işleme, sterilizasyon, tamir v.s) ve tecrübesiz ellerde kullanımına bağlı ömürlerinin ciddi anlamda kısalmasıdır.

Günümüzde çeşitli çaplarda ve farklı defleksiyon kapasitesine sahip olan f-URS'ler geliştirilmiştir. Yeni nesil tek lümenli modern f-URS cihazlarında çalışma kanalı çapı 3.6mm, defleksiyonu 270 dereceye kadar çıkabilmektedir. Ancak çalışma kanalında bulunan aletler defleksiyon kapasitesini azaltmaktadır [59].

Günümüzde çeşitli çaplarda ve farklı defleksiyon kapasitesine sahip olan f-URS'ler geliştirilmiştir. Yeni nesil tek lümenli modern f-URS cihazlarında çalışma kanalı çapı 3.6mm, defleksiyonu 270 dereceye kadar çıkabilmektedir. Ancak çalışma kanalında bulunan aletler defleksiyon kapasitesini azaltmaktadır [60]. Görüntü kalitesini artırmak ve defleksiyonu azaltmak için uç kısmına yonga (chip on tip) yerleştirilen dijital f-URS cihazları geliştirilmiştir. Dijital endoskoplarda, uç kısımda optik lensler ve yük bağlantılı cihaz (CCD) yongası içeren minyatür bir kamera bulunmaktadır [60]. Dijital f-URS cihazlarında, fiberlerden farklı olarak petek görüntüsü olmayan daha geniş açılı net bir görüntü elde edilir.

Kılavuz Teller:

Kılavuz teller, RİRC'nin önemli ekipmanlarından biridir. f-URS sırasında üst üriner sistem erişimini kolaylaştırmak, üreter yaralanmasını önlemek, üreterde oryantasyon kaybını önlemek ve DJ stent yerleştirmek için kullanılır. Rehber tellerin şu özelliklere sahip olması gerekmektedir: travmatik olmayan, esnek ve yumuşak bir uca, yeterli kayganlığa ve sağlam bir gövdeye sahip olmalıdır. Pratikte genellikle 145-150 cm uzunluğunda, 0.035 veya 0.038 inç çapında ve esnek ucu 3-15 cm uzunluğunda rehber teller tercih edilir. f-URS'nin çalışma kanalının korunması için, salin ile temas ettiğinde kayganlaşması artan hidrofilik kaplı rehber teller tercih edilmelidir.

Üreteral Akses Kılıflar (UAS)

Üreteral erişim kılıflar (UAS) f-URS'nin toplayıcı sisteme tekrarlayan girişleri, cihazın daha rahat hareket etmesi, artan intrarenal basıncın önlenmesi, salin irrigasyonunu kolaylaştırmak, daha iyi bir görüş sağlamak, operasyon süresini kısaltmak, taşsızlık oranını arttırmak gibi birçok görevi üstlenmektedir. İlk olarak

1974 yılında Takayasu ve Aso tarafından geliştirilmiştir [61]. UAS dış çapları 9-18 fr, uzunlukları 20-55 cm arasında değişmektedir.

Taş Toplama Aletleri

Basket kateter, grasper ve biyopsi forsepsler gibi çeşitli taş toplama aletleri bulunmaktadır. Bu aletler, böbrek alt pol taşlarında lazerle ulaşılamayan durumlarda kullanılır ve kolayca ulaşabilirler ve uygun lokalizasyona yerleştirilebilirler. Ayrıca, UAS lümeninden geçebilecek taşları çıkarmak için kullanılabilirler. Bu aletler, nitinol adı verilen bir malzemeden üretilir ve f-URS'un defleksiyon kabiliyetinde minimal kayba neden olur. Bu sayede hem başarıyı artırır hem de cihazın ömrünü uzun süreli defleksiyon nedeniyle kısaltmaktan korur.

Double-J stent (DJ stent)

Double-J stenetler RİRC'de preoperatif ve postoperatif dönemlerde kullanılmaktadır. Preoperatif stentleme her vakada gerekmeyebilir. Ancak lümeni dar üreterlerde üreteral giriş kılıfının yerleştirmesini kolaylaştırması, daha yüksek taşsızlık oranlarına ulaşıldığı ve intraoperatif komplikasyonların azaldığı bildirilmiştir. Postoperatif stentleme; mukoza ödemi, kanama ve fragmanlara bağlı obstrüksiyonu engellemesinde, üreter yaralanmasında, ve üriner enfeksiyonu önlemek için sıklıka tercih edilmektedir [62].

Lazer Litotriptörler ve Özellikleri

"Lazer" kelimesi, "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (LASER) teriminin baş harflerinden oluşmuştur, yani uyarılmış radyasyon emisyonu ile ışık amplifikasyonunun kısaltmasıdır. Bu tanım, bir lazerin nasıl çalıştığının kısa bir açıklamasıdır. Kliniğimizde Ho:YAG lazer ve TFL özellikli iki farklı lazer cihazı kullanılmaktadır.

Holmiyum ve Thulium, çekirdeğinde 67-69 proton bulunan ve nadir toprak elementine ait iki farklı kimyasal elementlerdir. Doğada ve lazer gibi endüstriyel

uygulamalarda genelde üç değerlikli iyonlar halinde bulunur. Nadir toprak elementlerin iyonları gibi holmiyum ve thulium iyonları, özellikle yakın kızılötesi aralığında benzersiz bir emisyon dalga boylarına sahiptir [8].

Yakın kızılötesi bölgedeki sıvı suyun absorpsiyon zirvesinin, holmiyum ve thulium katkılı lazerlerin lazer-doku etkileşimleri için özel bir öneme sahip olduğu gösterilmiştir [63]. Ho:YAG lazer 2120 nm'de çalışır ve su tarafından güçlü bir şekilde emilerek darbeli emisyondan sonra hızlı buhar kabarcıkları oluşumuna neden olur [64]. Termal genleşme ve su buharlaşması, suyun ilk lazer kromoforu olduğu 1940 ve 2940 nm gibi kızılötesinde suyun absorpsiyon tepe noktalarına yakın dalga boylarına sahip lazerler için sert doku ablasyonunun ana mekanizmalarıdır [65-67].

Lazer litotripsi için TFL, 22°C'de sıvı suyun yakın kızılötesi bölgesindeki absorpsiyon zirvesine çok yakın olan 1940 nm'lik bir dalga boyunda yaymak üzere optimize edilmiştir [63]. TFL'in absorpsiyon katsayısı (yaklaşık 14 mm-1), Ho:YAG lazerinkinden (yaklaşık 3 mm-1) dört kattan daha yüksek olduğundan, lehine daha düşük bir eşik ve daha yüksek ablasyon etkinliği beklenebilir. Dokulara ve suya daha düşük penetrasyon derinliği de TFL'in güvenliğini artırma potansiyeline sahiptir.

Ho:YAG lazerin ışınları bir optik boşluğun içinde bulunan holmiyum iyonları ile katkılanmış bir kristalin, genelde Xenon veya Kripton flaş lambaların yaydığı ışıklarla etkileşime girerek oluşur. Oluşan holmiyum fotonları optik boşluğun içinde serbestçe hareket eder ve boşluğun her iki ucunda bulunan aynalar tarafından yansıtılır. Optik boşluğun bir ucunda açıklık izlenmektedir ve lazer enerjisinin gerektiğinde bu açıklıktan serbestçe bulunan holmiyum fotonların çıkmasını sağlar. Ancak holmiyum fotonların bu küçük noktaya sıkı bir şekilde odaklanması zordur, bu sebepten tipik olarak Ho:YAG lazerin kullanımı 200µ çekirdek çapı veya daha büyük fiberlerle sınırlıdır [68].

Flaş lambasının geniş spektrumda yayan enerjiyi Ho:YAG lazer sistemi bu enerjiyi dar bir spektral çizgide absorbe eder ve kalan enerji boşa harcanarak lazer boşluğunun ısınmasına sebep olur. Bu nedenle Ho:YAG lazer jeneratörleri uygun bir su soğutma sistemine ihtiyaç duyar ve bu da jeneratörlerin büyüklüğüne büyük katkı

sağlar. Lazer kristali içindeki maksimum sıcaklık aralığının, tek bir Ho:YAG lazer boşluğun çalışabileceği güç ve frekans sınırını belirlemesi özellikle önemlidir (<30 W, <30 Hz). Bu sınırlamayı hafifletmek için, son yıllarda yüksek güçlü jeneratörlerin (>50 W) geliştirilmesine olanak tanıyan çok boşluklu Ho:YAG lazer jeneratörleri geliştirilmiştir.

Ho:YAG lazerin diğer bir önemli özelliği ise mimarisidir. Lazer boşluğun içindeki aynaları yerinden oynatarak yanlış hizalanmasına ve lazer jeneratöründe kalıcı hasara neden olabilecek dış şoklara karşı savunmasızlığı nedeniyle sınırlıdır. Bu sebepten Ho:YAG lazeri kullanırken veya taşırken özel dikkat ve özen gösterilmesi gerekir.

TFL, thulium iyonları ile katkılanmış ince uzun bir fiberden oluşur. Bu fiber birden fazla diyot lazerlerle uyarılır ve 1940 nm dalga boyundaki thulium ışınını yayar. Yayılan lazer ışını sürekli modda çalışabilir veya çeşitli enerji, frekans (2000 Hz'ye kadar) ve darbe şekli ayarlarının geniş bir aralığında darbeli modu benimseyebilir [69]. TFL tarafından yayılan lazer ışınının uzaysal profili, ışığın oluştuğu fiber çekirdeğinin küçük boyutundan dolayı yalnızca birkaç moddan oluşur ve Gauss şekline sahiptir [70]. Bu daha tek biçimli uzaysal ışın profili, ultra küçük fiberler (örn. 50-100µm) aracılığıyla verimli bağlantı ve yüksek güç iletimi için ışının çok küçük bir noktaya odaklanmasını kolaylaştırır [71].

TFL tasarımının verimliliği, flaş lambası ile uyarılan katı hal Ho:YAG lazerinkinden önemli ölçüde daha yüksektir çünkü lazer pompalama için kullanılan diyot lazerin emisyon spektrumu, thulium iyonlarının absorpsiyon çizgisiyle tam olarak eşleşir. Bu nedenle bir Thulium fiber lazer, su soğutmalı Ho:YAG lazer ile kıyasla daha az ısı dağıtımı gerektirir ve jeneratör içinde basınçlı hava beslemesi (örneğin, basit fan havalandırması) ile yüksek güç (> 50 W) ve yüksek frekans (2000 Hz'ye kadar) aralıklarında çalışabilir [72]. Ayrıca fiber lazerler, tasarımında ayna kullanılmadığı için, Ho:YAG lazer jeneratörlerinin aksine darbe hasarına karşı duyarsızdırlar.

Lazer litotripside amaç, taşı toz haline getirmektir ve üç ana taş kırma tekniği bulunmaktadır. Yumuşak taşlarda, boyama (painting) tekniği tercih edilir [73]. Bu teknikte, taşın sertliğine göre gücü 0.5 Joule'dan (J) başlayarak ayarlanır ve lazer fiberi, taşın üzerinde fırça gibi gezdirilerek taşı kırılmadan toz haline getirir. İkinci yöntem, daha sert taşlarda tercih edilen delme yöntemidir [73]. Taşın bir tarafından başlayıp hat boyunca delme işlemi yapılırken, fiberin taşın orta noktasına saplanması kaçınılmalıdır. Üçüncü yöntem ise fragmante taşlarda kullanılan patlamış mısır (popcorn) tekniğidir [73]. Bu teknikte, taşların yığın halinde durduğu alanlara prob sabitlenir ve ardından lazer uygulanarak, küçük ve hafif parçalar oluşturulurken daha büyük parçalar kırılır.

RİRC'de lazer litotripside çeşitli lazer fiberleri kullanılabilir. Lazer fiberi inceldikçe defleksiyon kaybı azalır ve sıvı geçişi artar. Yaygın olarak kullanılan 273µ (mikron) irrigasyonu %53.7 azaltırken defleksiyon kaybı %4.4 il %10.21 arasında olmaktadır [74].

2.2.6.4.2. RİRC'nin Komplikasyonları

RİRC'ın avantajları arasında herhangi bir kesi yapmadan tamamen endoskopik olması ve hastanede kısa yatış süresi bulunurken, dezavantajları arasında cihazın yüksek maliyeti, pozitif basınç nedeniyle sepsis riskinin artması ve cerrahın tecrübesinin önemli olması yer alabilir. Komplikasyon oranları %0-25 arasında değişmektedir ve minor komplikasyonlar arasında kanama, mukozal yırtılma ve ekstravazasyon gibi durumlar bulunurken, major komplikasyonlar arasında üreteral avulsiyon, intussepsiyon ve perforasyon yer alabilir. Postoperatif komplikasyonlar arasında renal kolik, taş yolu oluşumu, ateş (%2-28), uzamış antibiyotik kullanımı (%4-5), sepsis (%3-5), striktür ve vezikoüreteral reflü gelişimi sayılabilir [75].

2.2.6.5. Laparoskopik Taş Cerrahisi

Açık cerrahi ile yapılan taş ameliyatları laparoskopik olarak da yapılabilmektedir. Wickham tarafından 1977 yılında ilk olarak laparoskopik üreterolitotomi gerçekleştirilmiştir, ilk laparoskopik piyelolitotomi ise 1994' te Gaur

tarafından rapor edilmiştir [80, 81]. Ürolojik laparoskopinin gelişmesinde büyük katkı sağlayan başka bir neden ise retroperitoneal boşlukta balon dilatasyonunun bulunmasıdır [82]. Böylece laparoskopik taş cerrahileri hem transperitoneal, hem retroperitoneal olarak yapılabilmektedir.

Laparoskopik taş cerrahisi, hastalara küçük insizyonlara bağlı olarak iyi kozmetik sonuçlar, ameliyat sonrası daha az ağrı, kısa hastanede kalış süresi, az kanama ve düşük morbidite gibi avantajlar sunar. Endikasyonları henüz sınırlı olmasına rağmen, az invaziv ve endoskopik yöntemlerin başarısız veya uygun olmadığı durumlarda ilk alternatif tedavi seçeneği olarak tercih edilebilir.

2.2.6.6. Perkütan Nefrolitotomi (PNL)

PNL, cilt ve böbrek arasında akses yardımıyla tünel oluşturularak böbrek taşların fragmente ederek vücut dışına taşınmasıdır. 1950'li yıllarda hidronefrozlu böbreklerde yapılan perkütan iğne aracılığıyla aspirasyon tedavisi deneyimleri ve antegrad pyelografi uygulamaları sunulduktan sonra, böbreğe perkütan yolla yapılan girişimler yaygınlaşmaya başlamıştır. PNL ilk kez 1976 yılında Fernström ve Johansson tarafından tanımlanmıştır. Cerrahi tecrübelerin artması, teknolojinin gelişmesi ve cerrahi cihazların ilerlemesi, PNL'de düşük morbidite ve kısa hastanede kalma sürelerine yol açmıştır. Günümüzde PNL, 20 mm'den büyük böbrek taşları ve staghorn taşlar için birinci derecede önerilen tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir [76, 77, 78]. Ameliyat öncesi taşın lokalizasyonunu, böbrek anatomisi ve komşu organlarla ilişkisini, cilt-böbrek mesafesini ve giriş yapılacak kaliksi belirlemek için USG, NCCT, İVP gibi radyolojik görüntüler kullanılmaktadır.

Kontrol altına alınamayan kanama bozuklukları, giriş yapılacak bölgede veya böbrekte tümör şüphesi olması ve gebelik durumlar PNL'in kontrendikasyonlarını oluşturmaktadır [79]. PNL'de görülebilecek komplikasyonlar: ateş %10,8, transfüzyon %7, torasik komplikasyon %1,5, sepsis %0,5, organ hasarı %0,4, embolizasyon %0,4, ürinoma %0,2 ve ölümdür %0,05.

2.2.6.7. Açık Cerrahi

Böbrek taş hastalığının tedavisinde açık cerrahi yöntemler 1900 yıldan beri kullanılmaktadır. Minimal invaziv cerrahi yöntemlerin (URS, RİRC, SWL, PNL) gelişmesi ve yaygınlaşması sonucunda açık cerrahi tedavi yöntemlerine giderek gereksinimi azalmıştır. Günümüzde bu oran %1-5 arasında değişmektedir [53]. Bununla birlikte endoürolojik ekipmanların bozulması, yetersizliği, başarısız olması ve komplikasyonların gelişmesi gibi zorunlu durumlarda ürolog hekimlerin yeterli bir seviyede açık cerrahi tecrübelerine sahip olmaları gereklidir. Açık cerrahinin temel amacı; tamamen taşsızlığı sağlamak, parankim kaybını azaltarak görülebilecek komplikasyonları minimize etmek ve taş rekürrensini azaltmaktır. Açık cerrahide taşın lokalizasyonuna göre basit/uzatılmış pyelolitotomi, radyal (ışınsal) nefrolitotomi, anatrofik nefrolitotomi, parsiyel ve basit nefrektomi, açık üreterolitotomi ve açık sistolitotomi gibi ameliyat çeşitleri kullanılabilir.

Açık nefrolitotominin endikasyonları arasında; kompleks taş yükü, başarısız endoürolojik girişimler, komorbiditeler, hasta tercihi, taşa bağlı ksantogranülomatöz pyelonefrit gelişimi, eşlik eden üreteropelvik darlık, kaliks divertikülü, iskelet deformiteleri veya ektopik yerleşimli böbrek sayılabilir [2, 54].

3. MATERYAL VE METOT

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulundan B.30.2.ATA.0.01.00/45 sayılı 29.09.2022 tarihli etik kurulu onayı alındıktan sonra, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi Üroloji polikliniğine renal taş ön tanısı ile başvuran KUB, USG ve NCCT'yi içeren görüntüleme taramaları sonrası, NCCT ile böbrek taşı (<20 mm) tanısı konulan hastalar çalışmaya alınarak değerlendirildi.

Çalışma tek merkezli prospektif randomize olarak dizayn edildi. Çalışmaya 20 mm altı böbrek taş hastalığı ile başvuran 18 yaş üstü hastalar dahil edildi. Katılma onamı vermeyen, tedavi edilmemiş üriner enfeksiyonu, bilinen anatomik anomalileri, ürotelyal tümörü, üreteroskop ile üst üriner sistemde taşına ulaşılamayan, UAS'nın yerleştirmesine izin vermeyecek derecede üreteral darlıkları mevcut olan ve

antikaogülan ilaç kullanan hastalar çalışma dışı bırakıldı. RİRC yapılacak hastalarda kullanılacak lazer seçeneği, işlem öncesi ameliyathane hemşiresi tarafından yapılan kapalı zarf usulü kura ile belirlendi. Kura sonucuna göre operasyon sırasında Ho:YAG lazer litotriptörün kullanıldığı hastalar grup-I ve TFL litotriptörün kullanıldığı hastalar ise grup-II olarak ayrıldı. Çalışmaya katılan tüm hastalarda bilgilendirilmiş onam formu alındı ve çalışma protokolünden herhangi bir sapma olmadı.

Her iki gruptaki hastaların demografik özellikleri, taşların boyutu, lokalizasyonu, HU değerleri, postoperatif taşsızlık oranları, ameliyat süresi, lazer kullanım süresi, floroskopi zamanı, postoperatif hemoglobin değişimi, hastanede kalış süresi, perioperatif ve postoperatif komplikasyonlar, kan transfüzyonu ihtiyacı gibi veriler prospektif olarak kaydedildi. Komplikasyonlar modifiye Clavien-Dindo sınıflandırma sistemine göre sınıflandırıldı. Rezidüel taş varlığı ve ek tedavi ihtiyacı değerlendirildi. Veriler istatistiksel olarak karşılaştırılarak analiz edildi.

RİRC işlemi tüm hastalarda genel anestezi altında yapıldı. Tüm prosedürler deneyimli tek bir endoürolog tarafından gerçekleştirildi. Taş boyutu NCCT'de taşın en uzun eksenine göre ölçüldü. Tedavi öncesi tüm hastalar serum biyokimyası, tam kan sayımı ve idrar kültürü ile değerlendirildi. İdrar kültürü steril olan tüm hastalara ameliyat öncesi 2-kuşak sefalosporinler ile antibiyotik profilaksisi yapıldı. İdrar kültürü pozitif olan hastalara antibiyogram sonucuna göre uygun tedavi uygulanıp kültürler steril olunca prosedür gerçekleştirildi. Operasyon süresi, sistoskopun ilk girişinden işlemin bitiminde mesanenin boşaltılmasına kadar geçen süre olarak tanımlandı. Lazerin ilk taşa vuruşundan müdahale bitimine kadar geçen süre lazer kullanım süresi olarak belirlendi. Prosedür sonrası başarının ve rezidüel taş oranlarının belirlenmesi amacıyla, hastalar postoperatif 1. ayda üriner sistem USG'si , KUB radyografisi ve gerekli durumlarda NCCT ile değerlendirildi. Rezidüel taşlar, 3 mm'nin altındaysa klinik açıdan önemsiz fragmanlar olarak kabul edildi.

Cerrahi Teknik: Tüm hastalar uygun antibiyotik profilaksi yapıldıktan sonra genel anestezi altında litotomi pozisyonu verilerek steril örtü ile kapatıldı. Mesane mukozasın ve her iki üreter orifisin değerlendirmek için önce sistoskopi yapıldı. Sonrasında üreterorenoskopla (URS) (Ultra Thin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr.

Richard Wolf®) 0.035 inç kılavuz tel (Boston Scientific Corporation®, Natick MA) yardımı ile üreter orifisinden angaje olundu. Üreter lümeninin kalibrasyonunu ve her hangi bir patolojinin olup olmadığını gözlemlemek için üreter üst kısıma kadar çıkılarak gözlem yapıldı. Üreter lümeni değerlendirdikten sonra kılavuz tel böbreğe itilerek URS çıkıldı. Kılavuz tel üzerinden 9.5-10.5fr 35-45 cm UAS (Flexor® Ureteral Access Sheath Cook Medical) üreteropelvik bölgenin 2 cm altına kadar ilerletildi. UAS'nın içinden f-URS ile girilerek taşlar fragmente edildi. f-URS olarak tek kullanımlık Anqing® marka disposable f-URS kullanıldı. Taşların fragmantasyonu Ho: YAG lazer (Litho 35®, Quanta System, Italy) veya TFL (Fiber Dust®, Quanta System, İtaly) kullanılarak yapıldı. Her iki lazer cihazı için 272µ lazer probu kullanıldı. Sürekli izotonik suyu irrigasyonu ile görüntü sağlandı. Gereklilik halinde görüntü kalitesini arttırmak amacıyla enjektör yardımıyla manuel serum fizyolojik irrigasyonu uygulandı.

Başlangıç lazer ayarları hem Ho: YAG lazer hem de TFL için 6 Hz 0.4 J' idi. Cerrah tarafından efektif bulunmadığı durumlarda lazerin ayarları artırılabiliyordu. Fragmente edilen taş parçaları spontan düşmeye bırakılarak, üreterin üst kısmından alt kısma kadar doğrudan görüş altında f-URS sistemden çıkıldı. Tüm hastalara taş fragmantasyonu sonrasında, üreteral ödeme sekonder renal kolik ve postoperatif üreteral obstrüksiyonu önlemek amacıyla pelvikalisiyel sisteme 4,8 F 28 cm DJ stent yerleştirildi. DJ stentin kalisiyel sistemde olduğu floroskopi ile doğrulandı (Resim 3.1-3.3).

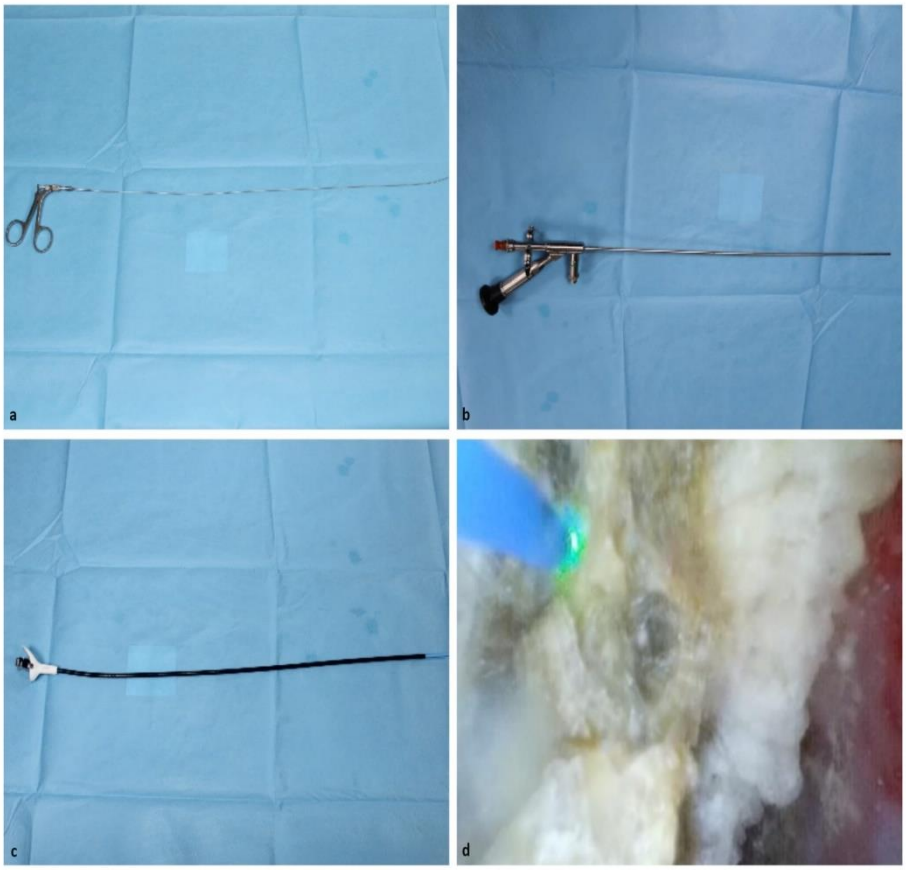
Stone-free sağlanan ve ek tedavi gerek duyulmayan hastaların DJ stentleri postoperatif 3-4 hafta sonra kısa bir anestezi ile çıkarıldı.



Resim 3.1. RİRC'de kullanılan üniteler; A: Endovizyon ünitesi, B: C-kollu floroskopi, C: Ho:YAG lazer litotriptör, D: Thulium fiber lazer litotriptör



Resim 3.2. RİRC'de kullanılan üniteler; A: 272 µ lazer probu, B: Anqing marka disposable f-URS, C: D-J stent, D: Kılavuz tel



Resim 3.3. RİRC'de kullanılan üniteler; A: Taş yakalama forsepsi, B: Ultra Thin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr. Richard Wolf, C: Üreter erişim kılıfı, D: Lazer ile taşın fragmante edilmesi

4. İSTATİKSEL ANALİZ

Veriler, bir istatistiksel yazılım paketi olan IBM SPSS İstatistik sürüm 22 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak analiz edildi. Çalışmaya dahil edilen parametreler için tanımlayıcı istatistiksel veriler sunuldu. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak, sürekli değişkenler ise ortalama ve standart sapma olarak rapor edildi. Gruplar arasında kategorik değişkenler karşılaştırılırken ki-kare testi ve Fischer-exact testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin normalliği Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenlerde bağımsız örneklemler t testi kullanılırken; normal dağılıma sahip olmayan değişkenler Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırıldı. $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

5. BULGULAR

Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde Eylül 2022-Kasım 2023 tarihleri arasında 20 mm altı renal taşlarına RİRC yapılan 126 hastanın verileri prospektif olarak değerlendirilerek çalışmaya dahil edildi. Hastalar Ho:YAG lazer ile yapılan grup I ve TFL uygulanan hastalar grup II olmak üzere iki gruba ayrıldı. Çalışmaya katılan tüm hastaların 45'i (35.7%) kadın, 81'i (64.3%) erkekti. Ortalama yaş ise 49.16 ± 15.18 yıl (18-82) olarak tespit edildi. Taşların lateralitesine bakıldığında 59'u (46.8%) sağ, 67'i (53.2%) sol böbrek yerleşimdeydi. Tüm taşların 92'i (73%) opak, 34'ü (27%) non-opak idi. Böbrekte izlenen taş sayılarını incelendiğimizde hastaların 106'sında (84.1%) tek, 17'sinde (13.5%) iki adet ve 3'ünde (2.4%) üç ve üzeri sayıda taş mevcuttu. Taşların ortalama çapı ise 12.88 ± 4.13 mm, ortalama taş dansitesi ise 1031 ± 405 HU olarak belirlendi. Hastaların 50'sinin (39.7%) taşının böbrek pelvisinde olduğu, 55'inin (43.7%) alt kaliks, 18'inin (14.3%) orta kaliks ve 3'ünün (2.4%) üst kaliks yerleşimli olduğu görüldü. Preoperatif ortalama hemoglobin seviyesi 14.61 ± 1.66(g/dl), beyaz küre sayısı 8057 ± 1733(μ/L), trombosit sayısı 280 ± 62(μ/L), kreatinin değeri 0.90 ± 0.30(mg/dl) ve ortalama INR değeri ise 1.07 ± 0.13 idi. Çalışmaya alınan tüm hastaların demografik, laboratuvar özellikleri ve taşa ait karakteristik özellikleri Tablo 5.1'de özetlendi.

Tablo 5.1. Hasta popülasyonunun demografik, laboratuvar özellikleri ve taş karakteristikleri

Ortalama yaş ± SS, (yıl)	49.16 ± 15.18
Cinsiyet, n (%)	
Erkek	81 (64.3%)
Kadın	45 (35.7%)
Taş lateralitesi, n (%)	
Sağ	59 (46.8%)
Sol	67 (53.2%)
Taş opasitesi, n (%)	
Opak	92 (73%)
Non-opak	34 (27%)
Taş sayısı, n (%)	
1 adet	106 (84.1%)
2 adet	17 (13.5%)
3 ve üzeri sayıda	3 (2.4%)
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	12.88 ± 4.13
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	1031 ± 405
Taş lokalizasyonu, n (%)	
Renal pelvis	50 (39.7%)
Alt kaliks	55 (43.7%)
Orta kaliks	18 (14.3%)
Üst kaliks	3 (2.4%)
Ortalama hemoglobin seviyesi ± SS, (g/dl)	14.61 ± 1.66
Ortalama beyaz küre sayısı ± SS, (µ/L)	8057 ± 1733
Ortalama trombosit sayısı ± SS, (10^3 µ/L)	280 ± 62
Ortalama kreatinin değeri ± SS, (mg/dl)	0.90 ± 0.30
Ortalama INR değeri ± SS	1.07 ± 0.13

SS, standart sapma; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi; g/dl, gram/desilitre; mg, miligram; INR, İnternational normalized ratio

Ho:YAG lazer kullanılarak gerçekleştirilen RİRC'de; hastaların ortalama yaşı 50.93 ± 13,78 yıl olarak tespit edildi. Hastaların 39'u (62.9%) erkek, 23'ü (37.1%) kadındı. Taşların lateralitesine bakıldığında 30 (48.4%) hastada sağ böbrekte, 32'sinde (51.6%) ise sol böbrek yerleşimliydi. Hastaların 48'inin (77.4%) taşları opak, 14'nün (22.6%) non-opak idi. Böbrekte izlenen taş sayıların incelendiğimizde hastaların 55'inde (88.7%) tek, 6'sında (9.7%) iki adet ve 1'inde (1.6%) üç ve üzeri sayıda taş izlendi. Taşların ortalama çapı ise 13.03 ± 3.84 mm, ortalama taş dansitesi ise 987 ± 375 HU idi. Hastaların 25'inin (40.3%) taşının böbrek pelvisinde olduğu, 28'inin (45.2%) alt kaliks, 8'inin (12.9%) orta kaliks ve 1'inin (1.6%) üst kaliks yerleşimli

olduğu görüldü. Preoperatif ortalama hemoglobin seviyesi 14.65 ± 1.70(g/dl), beyaz küre sayısı 8040 ± 1708 (μ/L), trombosit sayısı 274 ± 61 (μ/L), kreatinin değeri 0.89 ± 0.33(mg/dl) ve ortalama INR değeri ise 1.06 ± 0.09 idi. Ho:YAG lazer litotripsi uygulanan grubun demografik, laboratuvar özellikleri ve taş karakteristikleri Tablo 5.2'de özetlenmiştir.

Tablo 5.2. Ho:YAG lazer litotripsi uygulanan grubun demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri

Hasta sayısı n (%)	62 (49.2%)
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	50.93 ± 13.78
Cinsiyet, n(%)	
Erkek	39 (62.9%)
Kadın	23 (37.1%)
Taş lateralitesi, n(%)	
Sağ	30 (48.4%)
Sol	32 (51.6%)
Taş opasitesi, n(%)	
Opak	48 (77.4%)
Non-opak	14 (22.6%)
Taş sayısı, n(%)	
1 adet	55 (88.7%)
2 adet	6 (9.7%)
3 ve üzeri sayıda	1 (1.6%)
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	13.03 ± 3.84
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	987 ± 375
Taş lokalizasyonu, n(%)	
Renal pelvis	25 (40.3%)
Alt kaliks	28 (45.2%)
Orta kaliks	8 (12.9%)
Üst kaliks	1 (1.6%)
Ortalama hemoglobin seviyesi ± SS, (g/dl)	14.65 ± 1.70
Ortalama beyaz küre sayısı ± SS, (μ/L)	8040 ± 1708
Ortalama trombosit sayısı ± SS, (10^3 μ/L)	274 ± 61
Ortalama kreatinin değeri ± SS, (mg/dl)	0.89 ± 0.33
Ortalama INR değeri ± SS	1.06 ± 0.09

SS, standart sapma; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi; g/dl, gram/desilitre; mg, miligram; INR, İnternational normalized ratio

TFL kullanılarak gerçekleştirilen RİRC'de hastaların özellikleri incelendiğinde, hastaların ortalama yaşı 47.45 ± 16.35 yıl olarak tespit edildi. Hastaların 22'si (34.4%) kadın, 42'si (65.6%) erkekti. Taşların lateralitesine bakıldığında hastaların 29'unda (45.3%) sağ böbrekte, 35'inde (54.7%) ise sol

böbrekte idi. Hastaların 44'ünün (31.3%) taşları opak, 20'sinin (68.8%) non-opak idi. Böbrekte izlenen taş sayıları değerlendirildiğinde hastaların 51'inde (79.7%) tek, 11'inde (17.2%) iki adet ve 2'sinde ise (3.1%) üç ve üzeri sayıda taş izlendi. Ortalama taş çapı 12.73 ± 4.41 mm, ortalama taş dansitesi ise 1074 ± 431 HU idi. Hastaların 25'inin (39.1%) taşının böbrek pelvisinde, 27'sinin (42.2%) alt kaliks, 10'unun (15.6%) orta kaliks ve 2'sinin (3.1%) ise üst kaliks yerleşimli olduğu tespit edildi. Preoperatif ortalama hemoglobin seviyesi 14.57 ± 1.64(g/dl), beyaz küre sayısı 8074 ± 1769(µ/L), trombosit sayısı 286 ± 61(µ/L), kreatinin değeri 0.91±0.29(mg/dl) ve ortalama INR değeri ise 1.07 ± 0.16 idi. TFL litotripsi uygulanan grubun demografik, laboratuvar özellikleri ve taş karakteristikleri Tablo 5.3'de özetlendi.

Tablo 5.3. TFL litotripsi uygulanan grubun demografik, laboratuvar özellikleri ve taş karakteristikleri

Hasta sayısı n (%)	64 (50.8%)
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	47.45 ± 16.35
Cinsiyet, n(%)	
Erkek	42 (65.6%)
Kadın	22 (34.4%)
Taş lateralitesi, n(%)	
Sağ	29 (45.3%)
Sol	35 (54.7%)
Taş opasitesi, n(%)	
Opak	44 (31.3%)
Non-opak	20 (68.8%)
Taş sayısı, n(%)	
1 adet	51 (79.7%)
2 adet	11 (17.2%)
3 ve üzeri sayıda	2 (3.1%)
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	12.73 ± 4.41
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	1074 ± 431
Taş lokalizasyonu, n(%)	
Renal pelvis	25 (39.1%)
Alt kaliks	27 (42.2%)
Orta kaliks	10 (15.6%)
Üst kaliks	2 (3.1%)
Ortalama hemoglobin seviyesi ± SS, (g/dl)	14.57 ± 1.64
Ortalama beyaz küre sayısı ± SS, (µ/L)	8074 ± 1769
Ortalama trombosit sayısı ± SS, (10^3 µ/L)	286 ± 61
Ortalama kreatinin değeri ± SS, (mg/dl)	0.91 ± 0.29
Ortalama INR değeri ± SS	1.07 ± 0.16

SS, standart sapma; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi; g/dl, gram/desilitre; mg, miligram; INR, İnternational normalized ratio

Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların demografik, laboratuvar ve taş karakteristiklerinin karşılaştırıldığında gruplar arasında hasta sayısı, ortalama yaş ve cinsiyet açısından anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p=0.199^{c}$, $p=0.750^{a}$). Taş lateralitesi, taş opasitesi, taş sayısı, ortalama taş çapı, ortalama taş dansitesi ve taş lokalizasyonu açısından gruplar arasında istatiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmadı (sırasıyla $p=0.730^{a}$, $p=0.273^{a}$, $p=0.382^{b}$, $p=0.572^{d}$, $p=0.310^{d}$, $p=0.910^{b}$). Gruplar arasında ortalama hemoglobin seviyesi, beyaz küre sayısı, trombosit sayısı, kreatin ve INR seviyelerinde anlamlı bir farklılık izlenmedi (sırasıyla $p=0.930^{d}$, $p=0.909^{c}$, $p=0.268^{c}$, $p=0.419^{d}$, $p=0.319^{d}$). Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların demografik, laboratuvar ve taş karakteristiklerinin karşılaştırılması Tablo 5.4'de özetlenmiştir.

Tablo 5.4. Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların demografik, laboratuvar ve taş karakteristiklerinin karşılaştırılması

Parametre	Holmium grubu	Thulium grubu	p değeri
Hasta sayısı, n(%)	62 (49.2%)	64 (50.8%)	
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	50.93 ± 13.78	47.45 ± 16.35	0.199[c]
Cinsiyet, n(%)			0.750[a]
Erkek	39 (62.9%)	42 (65.6%)	
Kadın	23 (37.1%)	22 (34.4%)	
Taş lateralitesi, n(%)			0.730[a]
Sağ	30 (48.4%)	29 (45.3%)	
Sol	32 (51.6%)	35 (54.7%)	
Taş opasitesi, n(%)			0.273[a]
Opak	48 (77.4%)	44 (31.3%)	
Non-opak	14 (22.6%)	20 (68.8%)	
Taş sayısı, n(%)			0.382[b]
1 adet	55 (88.7%)	51 (79.7%)	
2 adet	6 (9.7%)	11 (17.2%)	
3 ve üzeri sayıda	1 (1.6%)	2 (3.1%)	
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	13.03 ± 3.84	12.73 ± 4.41	0.572[d]
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	987 ± 375	1074 ± 431	0.310[d]
Taş lokalizasyonu, n(%)			0.910[b]
Renal pelvis	25 (40.3%)	25 (39.1%)	
Alt kaliks	28 (45.2%)	27 (42.2%)	
Orta kaliks	8 (12.9%)	10 (15.6%)	
Üst kaliks	1 (1.6%)	2 (3.1%)	
Ortalama hemoglobin seviyesi ± SS, (g/dl)	14.65 ± 1.70	14.57 ± 1.64	0.930[d]
Ortalama beyaz küre sayısı ± SS, (µ/L)	8040 ± 1708	8074 ± 1769	0.909[c]
Ortalama trombosit sayısı ± SS, (103 µ/L)	274 ± 61	286 ± 61	0.268[c]
Ortalama kreatinin değeri ± SS, (mg/dl)	0.89 ± 0.33	0.91 ± 0.29	0.419[d]
Ortalama INR değeri ± SS	1.06 ± 0.09	1.07 ± 0.16	0.319[d]

[a] Pearson ki-square testi
[b] Fischer's-exact testi
[c] Bağımsız örneklemler t testi
[d] Man-Whitney U testi
SS, standart sapma; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi; g/dl, gram/desilitre; mg, miligram; INR, İnternational normalized ratio

Ho:YAG lazer kullanılarak gerçekleştirilen RİRC'nin ortalama operasyon süresi 52.79 ± 18.11 dakika olarak tespit edildi. Ortalama lazer kullanım süresi ise 36.39 ± 15.75 dakika idi. İntraoperatif komplikasyonlar değerlendirildiğinde 1(1.6%) hastada vizualizasyonu bozacak derecede kanama ve 1(1.6%) hastada ise kanama olmaksızın taş vizualizasyonun bozulması izlendi. Hastaların hiç birinde intraoperatif

üreteri ve pelvisi etkileyen yaralanma (perforasyon, avülisyon) gelişmedi. Ortalama hospitalizasyon süresi 1.13 ± 0.78 gün olarak tespit edildi. Hiçbir hastada genel anesteziye bağlı komplikasyon gelişmedi. Ho:YAG lazer litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulguları Tablo 5.5'te özetlendi.

Tablo 5.5. Ho:YAG lazer litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulguları

Ortalama operasyon süresi ± SS, (dk.)	52.79 ± 18.11
Ortalama lazer kullanım süresi ± SS, (dk.)	36.39 ± 15.75
İntraoperatif komplikasyonlar, n (%)	
Vizualizasyonu bozacak derecede kanama	1 (1.6%)
Taş vizualizasyonunun bozulması	1 (1.6%)
Ortalama hospitalizasyon süresi ± SS, (gün)	1.13 ± 0.78

SS, Standart sapma; dk., dakika

TFL litotripsi uygulanan hastaların ortalama operasyon süresi 45.77 ± 15.67 dakika olarak belirlendi. Ortalama lazer kullanım süresi ise 29.84 ± 13.32 dakika idi. İntraoperatif 1(1.5%) hastada vizualizasyonu bozacak derecede kanama ve 2(3.1%) hastada ise kanama olmaksızın taş vizualizasyonun bozulması gibi komplikasyonlar görüldü. Hastaların hiçbirinde intraoperatif üreteri ve pelvisi etkileyen yaralanma (perforasyon, avülsiyon) gözlenmedi. Genel anesteziye bağlı hastaların hiçbirinde komplikasyon oluşmadı. Ortalama hospitalizasyon süresi 1.27 ± 1.41 gün olarak tepit edildi. TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulguları Tablo 5.6'da özetlenmiştir.

Tablo 5.6. TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulguları

Ortalama operasyon süresi ± SS, (dk.)	45.77 ± 15.67
Ortalama lazer kullanım süresi ± SS, (dk.)	29.84 ± 13.32
İntraoperatif komplikasyonlar, n (%)	
Vizualizasyonu bozacak derecede kanama	1 (1.5%)
Taş vizualizasyonunun bozulması	2 (3.1%)
Ortalama hospitalizasyon süresi ± SS, (gün)	1.27 ± 1.41

SS, Standart sapma; dk., dakika

Ho:YAG: lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulgularını karşılaştırdığımızda ortalama operasyon süresinde istatiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p=**0.031**[b]). TFL ile gerçekleştirilen litotripsinin ortalama operasyon süresi HoYAG: lazer litotripsiye göre anlamlı oranda daha kısa idi. Araştırma grupları arasında ortalama lazer kullanım süresine bakıldığında TFL grubunda daha kısaydı ve istatiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p=**0.024**[b]). İntraoperatif vizualizayonu bozacak kadar kanama ve kanama olmaksızın vizualizasyonun bozulması gibi yaşanan komplikasyonlarda gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı (sırasıyla p=1.000[a], p=0,574[a]). Her iki grupta intraoperatif üreteri ve pelvisi etkileyen yaralanma (perforasyon, avülsiyon) ve genel anesteziye bağlı komplikasyonlar gelişmedi. Gruplar arasında hastanede yatış süreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p=0.995[b]). Ho YAG: lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulgularının karşılaştırılması Tablo 5.7'de gösterilmiştir.

Tablo 5.7. Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların perioperatif bulgularının karşılaştırılması

Parametre	**Holmium grubu**	**Thulium grubu**	**p değeri**
Ortalama operasyon süresi ± SS, (dk.)	52.79 ± 18.11	45.77 ± 15.67	**0.031**[b]
Ortalama lazer kullanım süresi ± SS, (dk.)	36.39 ± 15.75	29.84 ± 13.32	**0.024**[b]
İntraoperatif komplikasyonlar, n (%)			
Vizualizasyonu bozacak derecede kanama	1 (1.6%)	1 (1.5%)	1.000[a]
Taş vizualizasyonunun bozulması	1 (1.6%)	2 (3.1%)	0.574[a]
Ortalama hospitalizasyon süresi ± SS, (gün)	1.13 ± 0.78	1.27 ± 1.41	0.995[b]

[a] Fischer's exact testi
[b] Man-Whitney U testi
SS, Standart sapma; dk., dakika
İstatistiksel olarak anlamlı saptanan p değerleri bold olarak gösterilmiştir.

Gruplar arasında postoperatif komplikasyonlar değerlendirildiğinde Ho:YAG lazer grubunda 7(11%) hastada, TFL grubunda ise 5(7%) hastada postoperatif komplikasyon gelişti. Hasta grupları arasında postoperatif komplikasyon açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi (p=0,302[b]). Postoperatif ateş Ho:YAG lazer grubunda 4(6%) hastada, TFL grubunda ise 3(4%) hastada görüldü, postoperatif sepsis bulgusu sadece Ho:YAG lazer grubunda 1(1,6%) hastada gelişti ve elde edilen

sonuçlar her iki grupta istatiksel olarak anlamlı değildi (sırasıyla p=1.000[a], p=0,492[a]). Ho:YAG lazer grubunda postoperatif uzamış hematüri 1(1,6%) hastada ve DJ stent migrasyonu ise 1(1,6%) hastada görüldü. DJ stent migrasyonu gelişen hastaya ameliyathane şartlarında sedo aneljezi altında tekrar DJ stent yerleştirildi (Modifiye Clavien-Dindo grade IIIb). TFL uygulanan hastalarda postoperatif uzamış hematüri 1(1,5%) hastada ve DJ stent migrasyonu da sadece 1(1,5%) hastada görüldü. DJ stent migrasyonu olan hastaya aynı şekilde ameliyathane şartlarında DJ stent konuldu ve istatiksel açıdan gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p=1.000[a], p=1.000[a]). Postoperatif ateş ve sepsis gelişiminde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamasına rağmen Ho:YAG lazer grubunda bu oran daha yüksekti. Taşsızlık yüzdesi en fazla TFL litotripsi uygulanan grupta tespit edilmesine rağmen (Ho: YAG lazer grubu 91.8%, TFL grubu 93.8%) gruplar arasında elde edilen sonuçlar bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.488[a]). Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların postoperatif komplikasyonlarının ve taşsızlık oranlarının karşılaştırılması Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5.8. Ho:YAG lazer litotripsi ve TFL litotripsi uygulanan hastaların postoperatif komplikasyonlarının ve taşsızlık oranlarının karşılaştırılması

Parametre	**Holmium grubu**	**Thulium grubu**	**p değeri**
Postoperatif komplikasyonlar, n (%)	7 (11%)	5 (7%)	0.302[b]
Postoperatif ateş (Clavien-Dindo IIb)	4 (6%)	3 (4%)	1.000[a]
Sepsis (Clavien-Dindo IIb)	1 (1.6%)	0 (0%)	0.492[a]
Uzamış hematüri (Clavien-Dindo IIb)	1 (1.6%)	1 (1.5%)	1.000[a]
DJ migrasyonu (Clavien-Dindo IIIb)	1 (1.6%)	1 (1.5%)	1.000[a]
Taşsızlık, n (%)	57 (91.8%)	60 (93.8%)	0.488[a]

[a] Fischer's exact testi
[b] Ki-kare testi

6. TARTIŞMA

Üriner sistem taş hastalığı ürolojik hastalıklar arasında üriner sistem enfeksiyonları ve prostat ilişkili patolojilerden sonra sık görülen hastalıklarındandır [83]. Ürolitiyazisin tekrarlama özelliği ve polietiyolojik olması ÜSTH'ın önlemesinde ve tedavisinde zorlukları yaşatmaktadır. Bu sebeple ÜSTH günümüzde önemli bir ekonomik problem oluşturabilmektedir [84]. Ayrıca taş hastalığının kronik böbrek hastalığı gibi birçok mortalite ve morbidite yaratabilen tıbbi durumlarla ilişkili olduğu gösterilmiştir [85].

Üriner sistem taşların çoğunluğu böbrekte oluşmaktadır [86]. Böbrek taşların tedavisinde taşların boyutlarına, lokalizasyonuna, sayısına, hastanın mevcut komorbiditelerine ve üriner sistemin anatomik özelliklerine bakılarak uygun bir tedavi yöntemi seçilmelidir [87]. Günümüzde SWL, RİRC, PNL, laparoskopik ve açık cerrahiler veya bu tedavi çeşitlerin kombinasyonu sıklıkla kullanılmaktadır.

EAU 2024 kılavuzu 20 mm altındaki renal pelvis, orta/üst pol taşları için ilk tercih olarak SWL veya endoürolojik yöntemlerin kullanımını önermektedir. Alt pol taşlarında ise 1 cm'nin altında birinci tercih SWL veya RİRC iken; 1-2 cm arasındaki taşlar için SWL ye uygun olmayan faktörler mevcutsa endoürolojik yaklaşım, SWL uygunsa SWL veya endoürolojik yaklaşım ilk tercih olarak önerilmektedir [48].

SWL yöntemi beden dışından gönderilen bir şok dalga yardımı ile taşın küçük fragmanlara getirilip vücuttan idrar ile atılmasıdır. SWL'nin başarı oranı taşın yerleşim yeri, boyutu, sayısı, sertliği, hastanın anatomik özellikleri, SWL cihazının etkinliği ve uygulayan kliniğin tecrübesi gibi faktörlere bağlıdır [41]. Yetişkin hastalarda genel anesteziye ihtiyaç duyulmaması, ayaktan tedavi edilebilmesi, düşük morbidite ve mortaliteye sahip olması SWL'yi RİRC'ye göre daha avantajlı sağlamaktadır. Ancak taşların efektif fragmantasyonu için çoklu seans gerekebilmesi, gebelik, kanama diatezleri, odaklamayı güçleştiren ağır iskelet deformiteleri ve obezite, batın içi anevrizmalar, taşın distalinde oluşan obstrüksiyonlarda kullanılamaması SWL'nin dezavantajlarını oluşturmaktadır [88, 89]. Dolayısıyla RİRC bu açıdan daha avantajlıdır. Ancak RİRC'de kullanılan aletlerin oldukça pahalı olması, yüksek basınç

nedeniyle sepsis riskinin yüksek olması ve cerrahın tecrübesinin ön planda olması RİRC'ın dezavantajları olarak sayılabilmektedir [90].

RİRC genel veya spinal anestezi altında litotomi pozisyonunda f-URS yardımı ile yapılmaktadır. Mesane lümeni, her iki üreter orifisleri ve üreterin açıklığı değerlendirildikten sonra kılavuz tel böbreğe itilerek üzerinden üreteral erişim kılıfı yerleştirilmektedir. UAS'nın içinden f-URS ile girilerek lazer litotriptörlerin yardımı ile taşlar spontan düşülebilecek fragmentelere getirilir. Bugüne kadar üreterorenoskopik litotripside Ho:YAG lazer altın standart olarak bilinmektedir [91]. Ancak son zamanlarda yeni bir lazer olarak TFL tasarlanmış ve endoürolojide kullanılmaya başlanmıştır [92].

İnce ve uzun bir fiber yapısına sahip olan TFL, thulium iyonları ile zenginleştirilmiştir. Birden fazla diyot lazer tarafından uyarılan bu fiber, 1940 nm dalga boyundaki thulium ışınını yayarak çalışır. Yayılan lazer ışını, sürekli modda çalışabilir ya da geniş bir enerji, frekans (2000 Hz'ye kadar) ve darbe şekli ayarlarının çeşitli kombinasyonlarıyla darbeli modu benimseyebilir [69]. Işığın oluştuğu fiber çekirdeğinin küçük boyutu sebebiyle, TFL ürettiği lazer ışınının uzaysal profili yalnızca birkaç moda sahiptir ve Gauss şeklini almaktadır [70]. Bu homojen uzaysal ışın profili, ultra küçük fiberler (örneğin, 50-100 μ) üzerinden etkili bir bağlantı ve yüksek güç iletimi sağlamak için ışığın çok küçük bir noktaya odaklanmasını kolaylaştırır [71].

TFL'ler, lazer pompalamak için kullanılan diyot lazerin emisyon spektrumu ile thulium iyonlarının absorpsiyon çizgisi arasında tam bir eşleşme sağlar. Bu, daha etkili bir enerji transferini mümkün kılar, dolayısıyla daha yüksek verimlilik elde edilir [8]. TFL'ler, su soğutmalı Ho:YAG lazerlere kıyasla daha az ısı üretir. Bu özellik lazerin daha düşük sıcaklıklarda çalışmasına ve daha az soğutma gerektirmesine olanak tanır. Daha az ısı üretimi aynı zamanda lazerin daha uzun süreler boyunca stabil bir şekilde çalışmasına da katkı sağlar. TFL'ler basınçlı hava beslemesi ile yüksek güç (örneğin, >50 W) ve yüksek frekans aralıklarında (örneğin, 2000 Hz'ye kadar) çalışabilirler. Bu özellikler ile uygulamalarda daha esnek bir kullanım sağlarlar ve sistemlerin çeşitli ihtiyaçlara uygun olarak konfigüre edilmesine olanak tanırlar [72]. Ayrıca fiber

lazerlerin tasarımınında, Ho:YAG jeneratörlerinin aksine şoka bağlı hasarlara karşı duyarsız olmalarının nedeni, fiber lazerlerin mimarisinde herhangi bir aynanın bulunmamasıdır [8].

TFL'in 1940 nm dalga boyundaki darbeli kızılötesi ışığı suyun emilim zirvesine daha yakındır, dolayısıyla Ho:YAG lazerine göre dört kat daha yüksek emme katsayısına ulaşır [93]. Ho:YAG lazerden farklı bir özelliği de küçük bir kavitasyon kabarcık akışı üretir [94]. Bu nedenle klinik pratikte TFL'in taş fragmantasyonunda oldukça etkili olduğu düşünülmektedir [8].

Bizim çalışmamızda Eylül 2022-Kasım 2023 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde 20 mm altı renal taşı olan 126 hastada Ho:YAG lazer ve TFL litotriptörlerin kullanılarak gerçekleştirilen RİRC'nin sonuçlarını karşılaştırdık.

Ulvik ve ark.'nın yakın zamanda yaptıkları böbrek ve üreter taşı tedavisinde TFL ve Ho:YAG lazerin karşılaştırıldığı bir prospektif randomize çalışmada, böbrek taşlarında TFL grubunda Ho:YAG lazer grubuna göre istatiksel olarak anlamlı SFR elde edildiğini bildirmişlerdir (%86' ya karşı %49, p=0,001)[92]. Christopher R Haas ve ark.'nın yaptığı başka bir çalışmada ise böbrek taşlarında SFR' nın her iki lazer için benzer sonuçlara ulaştığını göstermişlerdir (%74'a karşı %71, p=0,8) [95]. Bu çalışmada Christopher R Haas ve ark. gruplar arasındaki fark olmamasını, Ho:YAG grubundaki kullanılan lazer cihazının darbe modülasyonlu yeni model bir cihaz olmasına (Moses 2.0 teknolojisine sahip Ho:YAG lazer) ve her iki lazer için de 200µ çekirdekli lazer fiberleri kullanılmasına bağlamışlardır. Christopher ve ekibi, Ulvik ve ark.'nın yaptığı çalışmada TFL'nin SFR'nın anlamlı fark bulunmasını, daha eski model düşük güçlü Ho:YAG lazer ve TFL grubu için daha iyi irrigasyon sağlanması düşünülen ince lazer probun (200µ) kullanılması sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Mark Taratkin ve arkadaşları Moses teknolojisi olmayan Ho:YAG lazeri ile TFL'i karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada TFL grubu için iki farklı çaptaki lazer probu kullanmışlar (150µ,200µ) ve aralarındaki etkinliği değerlendirmişlerdir. Ho:YAG lazer grubu ile karşılaştırmak için TFL grubundan sadece 200µ lazer probunu kullanarak RİRC uygulanan hastaları dahil etmişlerdir. Bu çalışmada 3 aylık

takiplerinde SFR'nın her iki grup için benzer olduğunu göstermişlerdir [96]. Michael E. Chua ve ekibinin yaptığı meta-analizde, Ho:YAG lazer ve TFL ile gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarına dayanarak, 11 farklı çalışmadan elde edilen 1256 vaka üzerinden yapılan değerlendirmelerine göre, gruplar arasında SFR açısından anlamlı bir fark olmadığını göstermişlerdir. Ancak, Moses teknolojisi içermeyen Ho:YAG lazer ile karşılaştırıldığında, TFL kohortunda anlamlı derecede daha yüksek bir SFR' nın görüldüğünü kaydetmişlerdir [97]. Yine başka bir Bertrand Delbarre ve ark.'nın yaptığı çalışmada, SFR'nın taş boyutuna sınıflandırmadan genel karşılaştırdıklarında her iki grup için birbirine benzer sonuç bulmuşlardır (%72'ye karşı %68,4; p=0,06). Ancak 10-20 mm arasındaki taşlara yapılan RİRC sonuçlarını karşılaştırdıklarında TFL grubunda daha yüksek SFR tespit ettiklerini rapor etmilerdir (%81,6'ya karşı %62,5; p=0,04) [98].

Bizim çalışma sonuçlarımıza baktığımızda; TFL grubunda 60(93.8%) hastada, Ho:YAG grubunda ise 57(91.8%) hastada SFR sağlanmıştır. SFR'ın TFL grubunda yüksek olmasına rağmen her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0.488[a]). Çalışmamızda her iki grup arasındaki benzer SFR'nın, her iki grup için aynı çapta (272µ) lazer probunun kullanılması ve deneyimli tek cerrah tarafından gerçekleştirilmesinden kaynaklandığını düşünüyoruz. Bugüne kadar literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Dolayısıyla, TFL'in üstünlüklerini daha iyi açıklamak için çok merkezli, karşılaştırmalı klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Her iki grubun perioperatif ve postoperatif komplikasyonları kaydedilerek karşılaştırıldı. Gelişen komplikasyonların değerlendirmesi için modifiye Clavein-Dindo sınıflanması kullanıldı. Christopher R Haas ve ark.'nın yaptığı çalışmasında postoperatif 8 haftalık takiplerinde gruplar arsında düşük sayıda ve benzer oranda komplikasyon tespit etmişlerdir. Toplam komplikasyon sayısı hem böbrek hem üreter taşları için Ho:YAG lazer grubunda 10(%20) hastada TFL grubu için ise 12(%22) hastada görmüşler ve istatistiksel olarak anlamlı fark tespit etmemişlerdir. Operasyon sonrası hastanede bulunduğu süreç içerisinde hastaların hiçbirinde herhangi bir komplikasyonun gelişmediğini ve aynı gün içinde taburcu edildiğini bildirmişlerdir [95]. Ayrıca bu çalışmada RİRC sonrası gelişen komplikasyonlar ayrı olarak

özetlenmemiş ve perioperatif gelişebilecek komplikasyonlar ile ilişkili herhangi bir bilgi verilmemiştir. Mark Taratkin ve ark.'nın yaptığı başka bir çalışmada, gruplar arsında ciddi komplikasyon vakası kaydedilmediğini bildirmişlerdir. Sadece iki hastada Clavien-Dindo derece I veya II komplikasyonları gözlendiğini ve özel olarak lazerle ilişkilendirilebilecek herhangi bir komplikasyonun tespit edilmediğini bildirmişlerdir [96]. Yazarlar bu çalışmalarında gelişen komplikasyonların hangi hasta grubunda geliştiğini belirtmemişlerdir. Ulvik ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise hem böbrek ve hem üreter taşlarında gelişen komplikasyonlar birlikte değerlendirilmiştir. İntraoperatif gelişen komplikasyonların ikisinde anlamlı fark rapor etmişleridr. Önemsiz yan etkilerin Ho:YAG lazer grubunda 16(%27) hastada TFL grubuna sadece 5(%8) hastada görüldüğünü, dolayısıyla Ho:YAG lazer grubunda önemli ölçüde daha sık meydana geldiğini tespit etmişlerdir (p=0,011). İntraoperatif görüntüyü bozan kanamanın Ho:YAG lazer grubunda 13(%22) TFL grubuna 3(%5) göre daha sık ve anlamlı fark (p=0,011) olduğunu göstermişlerdir. Postoperatif yaşanan komplikasyonlar açısından gruplar arasında belirgin bir fark saptanmadığını rapor etmişlerdir. Sadece TFL grubunda üreteral stente ihtiyaç duyan ve Clavien-Dindo derece III olarak sınıflandırılan bir hasta haricinde, tüm komplikasyonlar Clavien-Dindo derece II olarak sınıflandırılmıştır [92]. Michael E. Chua ve ekibinin yaptığı meta-analizde; TFL grubunda anlamlı derecede daha az intraoperatif komplikasyon meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Postoperatif komplikasyonların toplu kümülatif insidansını her iki grub için de benzer olduğunu göstermişlerdir. Clavien–Dindo sınıflandırmasına göre sınıflandırıldığında, Clavien–Dindo Derece <III veya >III için TFL ve Ho:YAG lazer grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir [97]. Bertrand Delbarre ve ark.'n yaptığı çalışmada, sadece postoperatif gelişen komplikasyonlar karşılaştırılmıştır ve gruplar arasında belirgin fark tespit edilmemiştir (Ho:YAG lazer %11,8, TFL %14, p=0.82). Clavien–Dindo sınıflandırmasına göre, I-II derece komplikasyonlar Ho:YAG lazer grubunda 6(%66,7), TFL grubunda ise 9(%64,3) hastada görülmüştür (p=0,96). III-V derece komplikasyonlar ise Ho:YAG lazer grubunda 3(%33,3) hastada, TFL'de ise 4(%28,6) hastada tespit edilmiştir (p=0,96) [98].

Bizim çalışmamızda hem intraoperatif hem postoperatif yaşanan komplikasyonları karşılaştırdığımızda gruplar arasında benzer sonuçları tespit ettik. Operasyon esnasında görüntüyü bozan kanama her iki grupta birer hastada görüldü (Ho:YAG lazer 1.6%, TFL 1.5%), taş görüntüsünün bozulması ise Ho:YAG lazer grubunda 1(1.6%) TFL grubunda ise 2(%3,1) hastada görüldü. Bunun dışında intraoperatif herhangi bir yan etki görülmedi. Ulvik ve ark.'nın çalışmasında intraoperatif gelişen endoskopik görmeyi bozan kanamanın Ho:YAG lazer grubunda TFL grubuna göre daha sık meydana geldiğini ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir (p=0,014). Araştırmacılar, TFL grubundaki daha düşük kanama oranının su tarafından daha yüksek enerji emilimi ve doku ablasyonu için daha düşük bir eşikle ilişkili olduğuna bağlamışlardır. Her iki grubumuzda postoperatif gelişen komplikasyonlar benzer oranda görüldü (Ho:YAG lazer; 7(%11), TFL; 5(%7), p=0.302[b]). Postoperatif ateş Ho:YAG lazer grubunda 4(%6) hastada, TFL grubunda 3(%7) hastada, sepsis ise sadece Ho:YAG lazer grubunda 1(%1,6) hastada görüldü. Çalışmamızda postoperatif enfeksiyöz komplikasyonların her iki grup arasında istatistiksel olarak benzer oranda görülmüş olmasına karşın, Ho:YAG grubunda daha fazla görüşlmesi dikkat çekmektedir. Bu durumun operasyon süresi ile direkt olarak ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Buna paralel olarak kliniğimizde 482 hasta üzerinde yapılan RİRC sonrası enfektif komplikasyonları etkileyen faktörler adlı klinik çalışmada ameliyat süresinin enfeksiyöz komplikasyonların gelişimi ile ilişkili olduğu bulunmuştur [90]. Her iki grupta birer hastada görülen uzamış hematürisi olan hastalara hidrasyon yapılarak TU sondalı takiplerinde hematürinin kendiliğinden düzeldiği izlendi. DJ stentin migrasyonu gruplar arasında yine eşit sayıda görüldü: (Ho:YAG lazer grubunda n=1 hastada (%1,6), TFL grubunda n=1 hastada (%1,5). Hastalara ameliyathane şartlarında sedo-aneljezi anestezi altında tekrar DJ stentleme işlemi yapıldı. Çalışmamızda, DJ stent migrasyonu nedeniyle tekrar DJ stentlemeye ihtiyaç duyan ve Clavien-Dindo derece IIIb olarak sınıflandırılan iki hasta dışında, tüm komplikasyonlar Clavien-Dindo derece II olarak sınıflandırılmıştır.

Gruplar arasında ortalama operasyon süresi ve ortalama lazer kullanım süresi açısından literatürde bazı çalışmalar anlamlı farklar bulmuşken, bazı çalışmalar benzer sonuçlar elde etmiştir. Ulvik ve ark.'nın yaptığı çalışmada ortalama lazer kullanım

süresi her iki grupta benzer olsa da, ortalama operasyon süresi TFL grubunda 49 dk, Ho:YAG lazer grubuna ise 57 dk ile, TFL grubunda anlamlı oranda daha kısa olduğunu göstermişlerdir (p=0,008). Bu durumu, TFL grubunda irrigasyonun daha iyi olması sebebi ile görüntüyü sağlamak için daha az zamana ihtiyaç duyulduğunu ve TFL'e ait özelliklerden biri olan retropulsiyonun daha az olmasının etkilemiş olabileceği ile açıklamaktadırlar [92]. Bununla birlikte Mark Taratkin ve ark.'nın çalışmasında tam tersine ortalama operasyon süresinde her iki hasta grubu arasında anlamlı fark bulunmamışken, lazer kullanım süresinde TFL grubunun Ho:YAG lazer grubuna göre anlamlı ölçüde daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Yazarlar çalışmasında bu sonucun Ho:YAG lazer grubunda Moses modu olmayan Ho:YAG lazer litotriptörü kullandıklarından kyanaklandığını bildirmişlerdir [96]. Christopher R Haas ve ark.'ın TFL ile moses modlu Ho:YAG lazerini karşılaştırdığı çalışmalarında gruplar arasında hem operasyon süresinde hem lazer kullanım süresinde önemli ölçüde fark saptanmamıştır. Dolayısıyla, Ulvik ve ark.'nın yaptığı çalışmada genel operasyon süresinin TFL grubunda anlamlı çıkmasının, kullandıkları Ho:YAG lazerinin Moses moduna sahip olmaması ve TFL grubu için daha iyi görüntü ve daha iyi irrigasyon gibi avantajları sağlayabilecek olan ince çaplı lazer fiberi (200µ) kullanmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir [95]. Bertrand Delbarre ve ark.'nın yaptığı çalışmada, Ho:YAG lazer grubu için 270-375µ, TFL grubu için ise 150-200µ çapındaki farklı lazer prob tiplerini kullanarak karşılaştırmışlardır. Gruplar arasındaki lazer probların farklı olmasına rağmen ortalama operasyon süresinde anlamlı fark bulunmamıştır (p=0,16). TFL grubunda ortalama taş boyutunun Ho:YAG lazer grubundan daha büyük olması, bu durumu açıklayıcı bir sebep olarak düşünmüşlerdir. Bu nedenle 10 mm ile 20 mm arasındaki renal taşlarla yapılan RİRC sonuçlarını karşılaştırdıklarında, ortalama operasyon süresinde TFL grubunda Ho:YAG lazer grubuna kıyasla anlamlı bir fark tespit etmişlerdir (p=0,04). Diğer yandan bu çalışmada, ortalama lazer kullanım süresi ayrıntılı bir şekilde belirtilmemiştir [98]. 11 çalışmadan toplanan 1256 vakayı içeren Michael E. Chua ve ark.'ı tarafından yapılan klinik çalışmaların meta-analizinde incelenen çalışmaların heterojenliği konusunda vurgu yapılmasıyla birlikte TFL'in genel operasyon süresi ve lazer kullanım süresi açısından Ho:YAG lazer ile karşılaştırıldığında daha avantajlı olduğu belirtilmiştir. Moses modlu Ho:YAG lazerde ise TFL ile benzer sonuçlar ortaya konulmuştur. Meta-

analizin genel değerlendirilmesinde kanaat TFL'in lehine olduğu görülmektedir [97]. Bizim çalışmamızın sonuçların değerlendirdiğimizde operasyon süresi ve lazer kullanım süresi gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı. TFL grubunda operasyon süresi ve lazer kullanım süresi (45.77 ± 15.67, 29.84 ± 13.32), Ho:YAG lazer grubuna göre (52.79±18.11, 36.39±15.75) literatürdeki çalışmaları destekler şekilde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha kısaydı, sırasıyla $p=0.031^{b}$, $p=0.024^{b}$. TFL grubundaki ameliyat ve lazer kullanım sürelerinin anlamlı olmasının, TFL'e özgü özelliklerden biri olan diyot lazerin emisyon spektrumu ile thulium iyonlarının absorpsiyon çizgisi arasındaki tam eşleşme ile ilgili olduğu kanaatindeyiz. Bu eşleşme, daha etkili bir enerji transferini sağlar ve dolayısıyla daha yüksek verimlilik elde edilir [72]. Başka bir açıklayıcı sebep ise TFL'nin çok düşük bir retropulsiyon üretmesidir. Bu durum, lazer fiberinin taşa doğru sürekli olarak yeniden ayarlanmasına gerek duyulmamasını sağlar. Bu özellik, çalışmamızda operasyon süresini ve lazer kullanım süresini etkilemiş olabilir [93]. Üçüncü olarak, TFL grubunda cerrah tarafından etkili bulunmadığı durumlarda, lazerin ayarları Ho:YAG lazerinin maksimum ayarından daha yüksek seviyelere çıkarılabiliyor olması ve Ho:YAG lazer grubu için darbe modülasyonu olmayan normal Ho:YAG lazer cihazının kullanılmasına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Tüm çalışmalardaki gibi bizim çalışmamızda da bazı sınırlamalar mevcuttur. Çalışmamız tek merkezli ve sınırlı hasta grubu üzerinde yapılmıştır. Ho:YAG lazer hasta grubunda darbe modülasyonu olmayan Ho:YAG lazer cihazının kullanılması çalışmamızın sınırlamalarına dahildir. Ayrıca her iki grup için başlangıç lazer ayarları aynıyken, duruma göre ayarların değiştirilmesi özellikle TFL grubunda daha yüksek seviyelere çıkarılabilmesi cerrahın kararına bağlı olarak gerçekleştirildi. Postoperatif SFR değerlendirmek için altın standart olarak kabul edilen NCCT taramasını tüm hasta grubuna uygulamak yerine, sadece gerektiği durumlarda uygulamak ve gereksiz olduğu düşünülen hasta popülasyonunda üriner sistem USG'si ve radyoopak taşlar için KUB radyografisi gibi daha az hassas yöntemlere başvurmak bizim diğer kısıtlamamızdır. Tüm bu kısıtlılıklara rağmen çalışmamız 20 mm'den küçük böbrek taşı tedavisinde Thulium fiber lazer ile Ho:YAG lazeri karşılaştıran literatürün sınırlı prospektif, randomize çalışmalarından biridir.

7. SONUÇ

Üriner sistemdeki taşların çoğunluğu böbrekte oluşur. Böbrek taşlarının tedavisinde, taşların boyutları, yerleşim yerleri, sayıları, hastanın mevcut eşlik eden hastalıkları ve üriner sistemin anatomik özellikleri göz önüne alınarak uygun bir tedavi yöntemi seçilmelidir.

Endoürolojik ve lazer teknolojisindeki ilerlemeler, günümüzde sıkça tercih edilen minimal invaziv tedavi yöntemlerine imkân tanımaktadır. Bu gelişmeler sayesinde minimal invazivlik ve elde edilen başarılı sonuçlar, RİRC'yi endoüroloji alanında 20 mm'den küçük renal taşlarda güvenilir bir tedavi seçeneği haline getirmiştir.

Ho:YAG lazer, üreter ve böbrek taşlarının tedavisinde uzun süredir kullanılan altın standart bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak son yıllarda, TFL teknolojisi, üriner sistem taş hastalıklarının ve benign prostat hiperplazisinin tedavisinde endoskopik enükleasyon ameliyatlarında sıkça tercih edilmeye başlanmıştır.

Çalışmamızda prospektif ve randomize olarak Ho:YAG ve TFL hasta grupları üzerinde yapılan RİRC'nin sonuçlarını karşılaştırdık.

Genel olarak literatürde, TFL ve Ho:YAG lazer litotripsi karşılaştırıldığında, gruplar arasında SFR açısından bir fark olmadığı belirtilmektedir. Ancak, darbe modülasyonu olmayan Ho:YAG ile TFL'nin karşılaştırıldığı durumlarda, TFL'nin daha iyi bir SFR'nı sağladığı görülmektedir. Bununla birlikte, bizim çalışmamızda, Ho:YAG lazer grubundaki lazer cihazının darbe modülasyonu olmamasına rağmen her iki grupta benzer sonuçlar elde ettik.

Çalışmamızda, postoperatif komplikasyon oranı ve hastanede kalış süresi açısından, literatürde belirtildiği gibi gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını gözlemledik.

Bununla birlikte, literatürde darbe modu olmayan Ho:YAG lazer kullanılarak yapılan çalışmaların sonuçlarına benzer şekilde, bizim çalışmamızda da TFL grubunda, Ho:YAG lazer grubuna göre operasyon süresi ve lazer kullanım süresi önemli ölçüde kısa olduğu kaydedildi.

20 mm'den küçük böbrek taşlarınında kullanılan lazer litotiripsi tedavisinde; Thulium fiber lazer ve Holmium:YAG lazer litotirpisi benzer etkinlik, güvenilirlik ve düşük komplikasyon oranları ile kullanılabilmektedir. Thulium fiber lazer kullanımıyla operasyon süresinin daha kısa olması ve istatistiksel olarak anlamlı olmasa da postoperatif enfeksiyöz komplikasyonların daha düşük olması gibi önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Bu konuda yapılacak daha geniş serilerdeki çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Uribarri, J., M.S. Oh, and H.J. Carroll, *The first kidney stone.* Ann Intern Med, 1989. **111**(12): p. 1006-9.
2. Tiselius, H.G., et al., *Guidelines on urolithiasis.* Eur Urol, 2001. **40**(4): p. 362-71.
3. Akinci, M., T. Esen, and S. Tellaloğlu, *Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study.* Eur Urol, 1991. **20**(3): p. 200-3.
4. Leusmann, D.B., et al., *Recurrence rates and severity of urinary calculi.* Scand J Urol Nephrol, 1995. **29**(3): p. 279-83.
5. *Lingeman JE, Lifshitz DA, Ewan AP. Surgical management of urinary lithiasis in Campbell Urology 8th Edition, vol. 4. Published by WB Saunders Company, Philadelphia; 2002.*
6. Türk, C., et al., *EAU Guidelines on Interventional Treatment for Urolithiasis.* Eur Urol, 2016. **69**(3): p. 475-82.
7. Johnson, D.E., D.M. Cromeens, and R.E. Price, *Use of the holmium:YAG laser in urology.* Lasers Surg Med, 1992. **12**(4): p. 353-63.
8. Traxer, O. and E.X. Keller, *Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium:YAG laser.* World J Urol, 2020. **38**(8): p. 1883-1894.
9. *Kabalin J.N Surgical anatomy of the retroperitoneum, kidneys, and ureters. Campbell's urology. 2002:3-40.*
10. Shnorhavorian, M. and K.R. Anderson, *Anatomic and physiologic considerations in ureteroscopy.* Urol Clin North Am, 2004. **31**(1): p. 15-20.
11. Elhan, A.J.Đ.b., Güneş Kitabevi, *Temel Klinik Anatomi (çeviri. Moore KL.).* 2006.
12. JK, A.J.C.-W.U., *Surgical anatomy of the retroperitoneum, adrenals, kidneys, and ureters.* 2009: p. 29-30.
13. Odar, İ.V., *Anatomi Ders Kitabı: ikinci cilt: iç organları, hazım, solunum, urogenital sirkulasyon sistemleri ve iç salgı bezleri*. 1986: Hacettepe Taş Kitapçılık.
14. Sampaio, F.J. and A.H. Aragao, *Anatomical relationship between the intrarenal arteries and the kidney collecting system.* J Urol, 1990. **143**(4): p. 679-81.
15. *Snell RS. Clinical Anatomy1997. 224-30. p.*

16. Sampaio, F.J., et al., *Intrarenal access: 3-dimensional anatomical study.* J Urol, 1992. **148**(6): p. 1769-73.
17. Wolf, J.S.J.C.-w.u., *Percutaneous approaches to the upper urinary tract collecting system.* 2012. **10**: p. 1324-56.
18. Johnson, D., *Gray's Anatomy: Edited by PL Williams, R. Warwick, M. Dyson and LH Bannister. Pp. 1600. 1989. Edinburgh, Churchill Livingstone. Hardback,£ 70.00*. 1990, Elsevier.
19. Kelly, C.R. and J. Landman, *The Netter Collection of Medical Illustrations: Urinary System: Volume 5*. Vol. 5. 2012: Elsevier Health Sciences.
20. Sampaio, F.J.R.A.A.t.U., Endourology, and I.R.N.Y. Thieme, *Anatomic classification of the pelviocaliceal system. Urologic and radiologic implications.* 1993: p. 1-6.
21. Menon, M.J.C.s.u., *Urinary lithiasis: etiology, diagnosis, and medical management.* 2002. **4**: p. 3227-3292.
22. Coe, F.L., A. Evan, and E. Worcester, *Kidney stone disease.* J Clin Invest, 2005. **115**(10): p. 2598-608.
23. Türk, C., et al., *EAU Guidelines on Diagnosis and Conservative Management of Urolithiasis.* Eur Urol, 2016. **69**(3): p. 468-74.
24. 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**(5): p. 309-23.
25. Johnson, C.M., et al., *Renal stone epidemiology: a 25-year study in Rochester, Minnesota.* 1979. **16**(5): p. 624-631.
26. Curhan, G.C., et al., *Family history and risk of kidney stones.* J Am Soc Nephrol, 1997. **8**(10): p. 1568-73.
27. D'Angelo, A., et al., *Calciotropic hormones and nephrolithiasis.* Miner Electrolyte Metab, 1997. **23**(3-6): p. 269-72.
28. Kramer, H.M. and G. Curhan, *The association between gout and nephrolithiasis: the National Health and Nutrition Examination Survey III, 1988-1994.* Am J Kidney Dis, 2002. **40**(1): p. 37-42.
29. *Campbell Urology 10th Edition, Chapter 9; p.1258.*

30. Denstedt, J.D., A.J.U.b.s. Fuller, and c. practice, *Epidemiology of stone disease in North America.* 2012: p. 13-20.
31. Pearle, M.S. and Y.J.C.-w.u. Lotan, *Urinary lithiasis: etiology, epidemiology, and pathogenesis.* 2007. **2**: p. 1363-92.
32. Prince, C.L., P.L. Scardino, and C.T. Wolan, *The effect of temperature, humidity and dehydration on the formation of renal calculi.* J Urol, 1956. **75**(2): p. 209-15.
33. *Ürolojik cerrahi kitabı 2. Baskı; 2021.s.480-481.*
34. Atan, L., et al., *High kidney stone risk in men working in steel industry at hot temperatures.* Urology, 2005. **65**(5): p. 858-61.
35. Taylor, E.N., M.J. Stampfer, and G.C. Curhan, *Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones.* Jama, 2005. **293**(4): p. 455-62.
36. Özkeçeli, R. and N.J.T.Ü. Satar, *Üriner Sistem taş hastalığı, genel bilgiler ve etyopatogenez.* 2008. **3**: p. 621-31.
37. Muslumanoglu, A.Y., et al., *Updated epidemiologic study of urolithiasis in Turkey. I: Changing characteristics of urolithiasis.* Urol Res, 2011. **39**(4): p. 309-14.
38. Hesse, A., et al., *Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000.* Eur Urol, 2003. **44**(6): p. 709-13.
39. Leusmann, D.B., R. Blaschke, and W. Schmandt, *Results of 5,035 stone analyses: a contribution to epidemiology of urinary stone disease.* Scand J Urol Nephrol, 1990. **24**(3): p. 205-10.
40. Kim, S.C., et al., *Cystine calculi: correlation of CT-visible structure, CT number, and stone morphology with fragmentation by shock wave lithotripsy.* Urol Res, 2007. **35**(6): p. 319-24.
41. *Turhan Ç, Gökhan A. Üriner sistem taş hastalığının tedavisi TÜD/TÜRK ÜROLOJİ AKADEMİSİ YAYINI NO: 1. 2015.s.3-4.*
42. Heidenreich, A., F. Desgrandschamps, and F. Terrier, *Modern approach of diagnosis and management of acute flank pain: review of all imaging modalities.* Eur Urol, 2002. **41**(4): p. 351-62.
43. Varma, G., et al., *Investigations for recognizing urinary stone.* Urol Res, 2009. **37**(6): p. 349-52.

44. Miller, O.F., et al., *Prospective comparison of unenhanced spiral computed tomography and intravenous urogram in the evaluation of acute flank pain.* Urology, 1998. **52**(6): p. 982-7.
45. Vieweg, J., et al., *Unenhanced helical computerized tomography for the evaluation of patients with acute flank pain.* J Urol, 1998. **160**(3 Pt 1): p. 679-84.
46. Zarse, C.A., et al., *CT visible internal stone structure, but not Hounsfield unit value, of calcium oxalate monohydrate (COM) calculi predicts lithotripsy fragility in vitro.* Urol Res, 2007. **35**(4): p. 201-6.
47. Patel, T., et al., *Skin to stone distance is an independent predictor of stone-free status following shockwave lithotripsy.* J Endourol, 2009. **23**(9): p. 1383-5.
48. Geraghty, R.M., et al., *Best Practice in Interventional Management of Urolithiasis: An Update from the European Association of Urology Guidelines Panel for Urolithiasis 2022.* Eur Urol Focus, 2023. **9**(1): p. 199-208.
49. Türk, C., et al., *Guidelines on urolithiasis.* 2011.
50. Van Besien, J., et al., *Ultrasonography Is Not Inferior to Fluoroscopy to Guide Extracorporeal Shock Waves during Treatment of Renal and Upper Ureteric Calculi: A Randomized Prospective Study.* Biomed Res Int, 2017. **2017**: p. 7802672.
51. Kulb, T.B., et al., *Extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with a solitary kidney.* J Urol, 1986. **136**(4): p. 786-8.
52. Coptcoat, M.J., et al., *The complications of extracorporeal shockwave lithotripsy: management and prevention.* Br J Urol, 1986. **58**(6): p. 578-80.
53. *Matlaga BR , Lingeman JE. Surgical Management of Upper Urinary Tract Calculi. In: Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, et al., (eds). Campbell-Walsh Urology, 10th ed. Philadelpia: Elsevier Saunders, 2011; 1357- 410.*
54. Matlaga, B.R. and D.G. Assimos, *Changing indications of open stone surgery.* Urology, 2002. **59**(4): p. 490-3; discussion 493-4.
55. Marshall, V.F., *FIBER OPTICS IN UROLOGY.* J Urol, 1964. **91**: p. 110-4.
56. Abdel-Razzak, O.M. and D.H. Bagley, *Clinical experience with flexible ureteropyeloscopy.* J Urol, 1992. **148**(6): p. 1788-92.
57. Abdel-Razzak, O.M., et al., *Ureteroscopic biopsy in the upper urinary tract.* Urology, 1994. **44**(3): p. 451-7.

58. Erhard, M.J. and D.H. Bagley, *Urologic applications of the holmium laser: preliminary experience.* J Endourol, 1995. **9**(5): p. 383-6.
59. Borofsky, M.S. and O. Shah, *Advances in ureteroscopy.* Urol Clin North Am, 2013. **40**(1): p. 67-78.
60. Schlegel, S., et al. *Endoscope with flexible Tip and Chip-on-the-Tip Camera*. in *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering May 26-31, 2012, Beijing, China*. 2013. Springer.
61. Rehman, J., et al., *Characterization of intrapelvic pressure during ureteropyeloscopy with ureteral access sheaths.* Urology, 2003. **61**(4): p. 713-8.
62. *Güncel üroloji Genişletilmiş ve güncellenmiş 3 Baskı; 2022.s.864-865.*
63. Jansen, E.D., et al., *Temperature dependence of the absorption coefficient of water for midinfrared laser radiation.* Lasers Surg Med, 1994. **14**(3): p. 258-68.
64. Talso, M., et al., *Laser Fiber and Flexible Ureterorenoscopy: The Safety Distance Concept.* J Endourol, 2016. **30**(12): p. 1269-1274.
65. Albagli, D., et al., *Inertially confined ablation of biological tissue.* 1994. **6**(1): p. 55-68.
66. Fried, D., et al., *IR laser ablation of dental enamel: mechanistic dependence on the primary absorber.* 1998. **127**: p. 852-856.
67. Altshuler, G.B., et al., *A laser-abrasive method for the cutting of enamel and dentin.* 2001. **28**(5): p. 435-444.
68. Nazif, O.A., et al., *Review of laser fibers: a practical guide for urologists.* J Endourol, 2004. **18**(9): p. 818-29.
69. Jackson, S.D. and A. Lauto, *Diode-pumped fiber lasers: a new clinical tool?* Lasers Surg Med, 2002. **30**(3): p. 184-90.
70. Scott, N.J., C.M. Cilip, and N.M.J.I.J.o.S.T.i.Q.E. Fried, *Thulium fiber laser ablation of urinary stones through small-core optical fibers.* 2009. **15**(2): p. 435-440.
71. Blackmon, R.L., et al., *Thulium fiber laser ablation of kidney stones using a 50-μm-core silica optical fiber.* 2015. **54**(1): p. 011004-011004.
72. Jackson, S.D., et al., *Diode-pumped fiber lasers: A new clinical tool?* 2002. **30**(3): p. 184-190.

73. Desai, M.R. and A. Ganpule, *Flexible ureterorenoscopy.* BJU Int, 2011. **108**(3): p. 462-74.
74. Bach, T., et al., *Working tools in flexible ureterorenoscopy--influence on flow and deflection: what does matter?* J Endourol, 2008. **22**(8): p. 1639-43.
75. Oguz, U., et al., *Categorizing intraoperative complications of retrograde intrarenal surgery.* Urol Int, 2014. **92**(2): p. 164-8.
76. Türk, C., et al., *Grey Zones in Urolithiasis Guidelines.* Eur Urol Focus, 2017. **3**(1): p. 144-146.
77. de la Rosette, J.J., et al., *Beyond prone position in percutaneous nephrolithotomy: a comprehensive review.* Eur Urol, 2008. **54**(6): p. 1262-9.
78. Shoma, A.M., et al., *Percutaneous nephrolithotomy in the supine position: technical aspects and functional outcome compared with the prone technique.* Urology, 2002. **60**(3): p. 388-92.
79. Türk, C., et al., *EAU guidelines on urolithiasis 2020.* 2020.
80. Wickham, J.J.U.c.d., *The surgical treatment of urinary lithiasis.* 1979: p. 145-198.
81. Gaur, D.D., et al., *Retroperitoneal laparoscopic pyelolithotomy.* J Urol, 1994. **151**(4): p. 927-9.
82. Gaur, D.D., *Laparoscopic operative retroperitoneoscopy: use of a new device.* J Urol, 1992. **148**(4): p. 1137-9.
83. *Stoller M. Urinary Stone Disease 17 ed EA Tanagho and JW McAninch. USA: McGraw-Hill Companies) Smith's General Urology; 2008.*
84. Romero, V., H. Akpinar, and D.G.J.R.i.u. Assimos, *Kidney stones: a global picture of prevalence, incidence, and associated risk factors.* 2010. **12**(2-3): p. e86.
85. Zhe, M. and Z.J.U. Hang, *Nephrolithiasis as a risk factor of chronic kidney disease: a meta-analysis of cohort studies with 4,770,691 participants.* 2017. **45**: p. 441-448.
86. Preminger, G.M., et al., *2007 guideline for the management of ureteral calculi.* 2007. **178**(6): p. 2418-2434.
87. Bensalah, K., M. Pearle, and Y.J.E.u. Lotan, *Cost-effectiveness of medical expulsive therapy using alpha-blockers for the treatment of distal ureteral stones.* 2008. **53**(2): p. 411-419.

88. Matlaga, B.R. and J.E.J.C.-w.u. Lingeman, *Surgical management of upper urinary tract calculi.* 2012. **10**: p. 1360.
89. Ng, C.S., G.J. Fuchs, and S.B. Streem, *Extracorporeal Shockwave Lithotripsy*, in *Urinary Stone Disease: The Practical Guide to Medical and Surgical Management,* M.L. Stoller and M.V. Meng, Editors. 2007, Humana Press: Totowa, NJ. p. 555-569.
90. *Çelik F, Demirdöğen Ş, Adanur Ş. Böbrek taşı tedavisinde fleksibl üreterorenoskopi ile lazer litotripsi sonrası enfektif komplikasyonları etkileyen faktörler. Endourol Bull. 2021;13(2):61-9.*
91. Leijte, J.A., J.R. Oddens, and T.M.J.J.o.e. Lock, *Holmium laser lithotripsy for ureteral calculi: predictive factors for complications and success.* 2008. **22**(2): p. 257-260.
92. Ulvik, Ø., et al., *Thulium Fibre Laser versus Holmium:YAG for Ureteroscopic Lithotripsy: Outcomes from a Prospective Randomised Clinical Trial.* Eur Urol, 2022. **82**(1): p. 73-79.
93. Kronenberg, P., O.J.T.a. Traxer, and urology, *The laser of the future: reality and expectations about the new thulium fiber laser—a systematic review.* 2019. **8**(Suppl 4): p. S398.
94. Hardy, L.A., et al., *Thulium fiber laser lithotripsy in an in vitro ureter model.* 2014. **19**(12): p. 128001-128001.
95. Haas, C.R., et al., *Pulse-modulated holmium: YAG laser vs the thulium fiber laser for renal and ureteral stones: a single-center prospective randomized clinical trial.* 2023. **209**(2): p. 374-383.
96. Taratkin, M., et al., *Thulium fiber laser vs Ho: YAG in RIRS: a prospective randomized clinical trial assessing the efficacy of lasers and different fiber diameters (150 µm and 200 µm).* 2023. **41**(12): p. 3705-3711.
97. Chua, M.E., et al., *Thulium fibre laser vs holmium: yttrium-aluminium-garnet laser lithotripsy for urolithiasis: meta-analysis of clinical studies.* 2023. **131**(4): p. 383-394.
98. Delbarre, B., et al., *Prospective Comparison of Thulium and Holmium Laser Lithotripsy for the Treatment of Upper Urinary Tract Lithiasis.* 2023. **51**: p. 7-12.