



T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL GAZİOSMANPAŞA SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA
MERKEZİ ÜROLOJİ KLİNİĞİ

PRONE VE SUPİN POZİSYONUNDA YAPILAN PERKÜTAN
NEFROLİTOTOMİ OPERASYONUNDA POZİSYONUN HASTANIN
HEMODİNAMİSİNE ETKİSİ

Dr. Arif Burak Keçebaş

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL / 2026





T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL GAZİOSMANPAŞA SAĞLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA
MERKEZİ ÜROLOJİ KLİNİĞİ

PRONE VE SUPİN POZİSYONUNDA YAPILAN PERKÜTAN
NEFROLİTOTOMİ OPERASYONUNDA POZİSYONUN HASTANIN
HEMODİNAMİSİNE ETKİSİ

Dr. Arif Burak Keçebaş

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Burak Arslan

Yardımcı Tez Danışmanı: Uzm. Dr. Ali Ayten

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL / 2026

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi birikimi, deneyimi ve yol gösterici yaklaşımlarıyla mesleki gelişimime büyük katkı sunan; bizlere her daim destekleyici, adil ve nitelikli bir eğitim ortamı sağlayan, akademik ve insani duruşuyla örnek aldığım kıymetli hocam Prof. Dr. Enver Özdemir'e şükranlarımı sunarım.

Uzmanlık sürecim boyunca cerrahi pratiğin inceliklerini büyük bir titizlikle öğreten; nezaketi, beyefendiliği ve hayata bakış açısıyla ufkumu genişleten, öğrenmeye olan bitmeyen tutkusu ile bizlere her zaman ilham kaynağı olan değerli hocam Doç. Dr. Muammer Aydın'a en içten teşekkürlerimi ifade ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince her zaman yanımda olan, teorik ve akademik bilgisine duyduğum derin saygıyla beni sürekli öğrenmeye teşvik eden; eğitimimin her aşamasıyla yakından ilgilenen, gelişimimi destekleyen fırsatlar sunarak donanımlı bir uzman olmam için çalışan, akademik gelişim yolunda örnek aldığım, bu tezin yazım sürecinde de büyük katkıları olan, öğrencisi olmanın gururunu ve şansını yaşadığım değerli hocam Prof. Dr. Burak Arslan'a

Eğitim hayatım boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana rehberlik eden, cerrahi becerilerimin gelişmesinde önemli katkıları bulunan ve mesleki bakış açımı şekillendiren çok değerli abilerim Op. Dr. Mustafa Gökhan Köse, Op. Dr. Serkan Gönültaş, Op. Dr. Sina Kardaş, Op. Dr. Buğra Çetin, Op. Dr. Ersin Gökmen, Op. Dr. Mücahit Gelmiş, Op. Dr. Ali Ayten ve Op. Dr. Hasan Cabbar'a şükranlarımı sunarım.

Eğitim sürecim boyunca birlikte çalışmaktan onur duyduğum; sabırları, hoşgörülerini ve paylaşımlarıyla mesleki gelişimime katkı sağlayan değerli kıdemlilerim Op. Dr. Gökhan Yazıcı, Op. Dr. Mustafa Asım Avcı, Op. Dr. Suat Ekinci, Op. Dr. Mehmet Özalevli ve Op. Dr. Berk Bulut'a minnettarlığımı ifade ederim.

Aynı ekibin bir parçası olmaktan mutluluk duyduğum; birlikte çalışarak dayanışma ve meslektaşlık bağlarımızı güçlendirdiğimiz değerli ekip arkadaşlarım ve

kardeşlerim Dr. Abdullah Harun Kınık, Dr. Doğan Altay, Dr. Mert Kahraman, Dr. Oğuzhan Cura, Dr. Hakan Ceylan, Dr. Rahmi Öncü, Dr. Mustafa Karataş, Dr. Ferhat Berker, Dr. Mehmet Tercan, Dr. Kanan Maharramov, Dr. Yasin Demiraslan, Dr. Volkan Taşkın, Dr. Sinem Özgöl, Dr. Mert Beylikçi'ye teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen; çalışma ortamının verimli, düzenli ve huzurlu olmasında büyük payı bulunan tüm Üroloji Kliniği ve ameliyathane hemşireleri ile sağlık personeline teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bu zorlu ve uzun süreç boyunca bana duydukları sarsılmaz güven, koşulsuz sevgi nedeniyle haklarını asla ödeyemeyeceğim aileme, verdiği sonsuz destekle her zaman yanımda olan, bana her konuda destek olup moral veren canım eşim Elif Keçebaş'a ve motivasyon kaynağım aslan oğlum Mustafa Alp Keçebaş'a en derin teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Arif Burak Keçebaş

İstanbul, 2026

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1.GİRİŞ ve AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 BÖBREĞİN ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ.....	3
2.1.1 Böbreğin Komşulukları.....	5
2.2 ÜST ÜRİNER SİSTEM TAŞLARI.....	6
2.2.1 Epidemiyoloji	6
2.2.2 Taş Oluşumunu Artıran Faktörler.....	7
2.2.3 Böbrek Ve Üreterde Lokalize Taşların Sınıflandırması.....	11
2.2.4 Taşların Metabolik Olarak Ele Alınması	13
2.2.5 Taş Hastalığı Tanısı	13
2.2.6 Taş Hastalığında Laboratuvar Analizi	14
2.3 BÖBREK TAŞI TEDAVİ SEÇENEKLERİ	15
2.3.1 Cerrahi Dışı Tedavileri.....	15
2.3.2 Cerrahi Tedaviler	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1 ÇALIŞMA TASARIMI VE ETİK ONAY	24
3.2 HASTA POPÜLASYONU	25
3.2.1 Dahil Edilme Kriterleri	25
3.2.2 Dışlanma Kriterleri	25
3.3 PREOPERATİF DEĞERLENDİRME.....	25
3.4 HASTA HAZIRLIĞI VE OPERASYON TEKNİĞİ.....	25
3.5 VERİ TOPLAMA VE DEĞİŞKENLER	27
3.6 ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ VE GÜÇ ANALİZİ	27
3.7 İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	28
3.7.1 Yazılım ve Veri İşleme	28
3.7.2 Tanımlayıcı İstatistikler ve Veri Dağılımı.....	28
3.7.3 Grupların Homojenlik Analizi (Confounders Kontrolü).....	28

3.7.4 Ana Sonlanım Noktaları: Tekrarlı Ölçümlerin Analizi (Hemodinami ve Kan Gazları)	29
3.7.5 İkincil Sonlanım Noktaları: Operatif ve Klinik Sonuçlar.....	29
3.7.6 Veri Görselleştirme.....	30
3.7.7 Kullanılan İstatistiksel Yöntemler	30
4. BULGULAR.....	31
5. TARTIŞMA.....	44
6. SONUÇ.....	50
7. KAYNAKLAR	51



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASA	: American Society of Anesthesiologists
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CRP	: C-Reaktif Protein
DJ	: Double-J Stent
DÜSG	: Direkt Üriner Sistem Grafisi
EAU	: European Association of Urology
ECIRS	: Endoscopic Combined Intrarenal Surgery
ESWL	: Extra-Corporeal Shock Wave Lithotripsy
HCO₃⁻	: Bikarbonat
HGB	: Hemoglobin
INR	: International Normalized Ratio
IR	: Infrared Spectroscopy (Kızılötesi Spektroskopi)
IQR	: Inter Quantile Range (Çeyrekler Arası Açıklık)
KB	: Kan basıncı
MET	: Medikal Ekspulsif Tedavi
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
PH	: Potential Of Hydrogen
PNL	: Perkütan Nefrolitotomi
PTT	: Partial Thromboplastin Time
RIRS	: Retrograd İntrarenal Cerrahi
RPG	: Retrograd Pyelografi
TFL	: Thulium Fiber Lazer
URS	: Üreteroskopi
USG	: Ultrasonografi
YAG	: Yttrium Aluminum Garnet
XRD	: X-Ray Difraksiyonu

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Taş Oluşumu İçin Yüksek Risk Taşıyan Hastalar	10
Tablo 2: X Ray Özelliklerine Göre Taşlar	11
Tablo 3: Etiyolojisine Göre Taşlarının Sınıflandırılması.....	12
Tablo 4: Laboratuvar İncelemeleri Ve Taş Analizi İçin Öneriler.....	15
Tablo 5: Prone Ve Supin Gruplarının Başlangıç Demografik Ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması	31
Tablo 6: Prone Ve Supin Gruplarında İntraoperatif Zamana Bağlı Hemodinamik Seyir	33
Tablo 7: Kan Gazı Parametrelerinin (Ph, Pco ₂ , Hco ₃) Zamana Bağlı Değişimi	36
Tablo 8: Elektrolit Ve Hemoglobin Parametrelerinin (Hb, Na, K) Zamana Bağlı Değişimi	37
Tablo 9: Prone Ve Supin Pozisyonlarında Uygulanan Cerrahi Aşama Sürelerinin Karşılaştırılması.....	39
Tablo 10: Prone Ve Supin Gruplarında Operatif Miktarlar Ve Klinik İyileşme Sürelerinin Karşılaştırılması.....	41
Tablo 11: Prone Ve Supin Pozisyonlarının Postoperatif Klinik Çıktılar (Kategorik) Açısından Karşılaştırılması	42

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Böbreğin Parankim Yapısı	4
Şekil 2: Böbreğin Vasküler Anatomisi	6
Şekil 3: Pozisyona Göre Zamana Bağlı Nabiz Değişimi (Medyan +- IQR).....	34
Şekil 4: Pozisyona Göre Zamana Bağlı Sistolik Kan Basıncı Değişimi (Medyan+- IQR)	34
Şekil 5: Pozisyona Göre Zamana Bağlı Diyastolik Kan Basıncı Değişimi (Medyan+- IQR)	34
Şekil 6: Pozisyonlar Arası Zamana Bağlı Ph Değişimi	38
Şekil 7: Pozisyonlar Arası Zamana Bağlı PCO2 Değişimi.....	38
Şekil 8: Pozisyona Göre Rezüdü Taş Varlığı Durumu	42
Şekil 9: Pozisyona Göre Kan Transfüzyon İhtiyacı Durumu	43

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada prone ve supin pozisyonda gerçekleştirilen perkütan nefrolitotomi (PNL) operasyonlarının intraoperatif hemodinamik seyir, arter kan gazı değişimleri ve postoperatif klinik sonuçlar açısından karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Prospektif ve randomize tasarlanan çalışmaya ≥ 2 cm renal taşı bulunan 84 hasta dahil edildi. Hastalar prone (n=42) ve supin (n=42) gruplarına ayrıldı. İntraoperatif kalp atım hızı, sistolik ve diyastolik kan basıncı ile arter kan gazı parametreleri preoperatif, 30., 60. ve 90. dakikalarda ve postoperatif dönemde kaydedildi. Zamana bağlı değişimler non-parametrik testlerle analiz edildi. Operatif süre, kanama, irrigasyon hacmi, nefrostomi ve hastanede kalış süresi, rezidü taş ve komplikasyon oranları karşılaştırıldı.

Bulgular: Preoperatif parametreler açısından gruplar arasında fark saptanmadı. Operasyonun ilerleyen safhalarında prone grubunda kan basıncı ve kalp atım hızında anlamlı artış görülürken, supin grupta daha stabil hemodinamik seyir izlendi ($p<0.05$). Cerrahi süreler değerlendirildiğinde; cerrahi süre, anestezi süresi, pozisyon verme süresi, akses süresi ve skopi süresi prone grubunda anlamlı derecede daha uzun bulundu (sırasıyla $p=0.003$, $p=0.004$ ve tüm diğerleri için $p<0.001$). Operatif parametreler açısından prone grupta kanama miktarı ve irrigasyon hacmi anlamlı olarak daha yüksekti ($p<0.01$). Birinci ay kontrastsız BT’de rezidü taş oranı prone grubunda %33.3, supin grubunda %9.5 olarak saptandı ($p=0.017$). Postoperatif komplikasyon oranı da prone grubunda daha yüksekti (%31.0 vs %9.5, $p=0.030$). Transfüzyon gereksinimi açısından fark saptanmadı. Supin grupta hastanede kalış ve nefrostomi kalış süresi anlamlı derecede daha kısaydı ($p<0.001$).

Sonuç: Supin pozisyon, benzer cerrahi uygulanabilirliği korurken daha stabil hemodinamik profil, daha düşük kanama, daha az rezidü taş ve daha düşük komplikasyon oranı ile ilişkilidir. PNL’de pozisyon seçimi yapılırken cerrahi teknik kadar hastanın fizyolojik güvenliği de dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Perkütan nefrolitotomi, prone pozisyon, supin pozisyon, hemodinamik stabilite, renal taş cerrahisi

ABSTRACT

Objective: This study aimed to compare the intraoperative hemodynamic course, arterial blood gas changes, and postoperative clinical outcomes of percutaneous nephrolithotomy (PNL) performed in prone and supine positions.

Materials and Methods: In this prospective, randomized study, 84 patients with renal stones ≥ 2 cm were included and divided into prone (n=42) and supine (n=42) groups. Intraoperative heart rate, systolic and diastolic blood pressure, and arterial blood gas parameters were recorded preoperatively, at the 30th, 60th, and 90th minutes intraoperatively, and postoperatively. Time-dependent changes were analyzed using non-parametric tests. Operative duration, blood loss, irrigation volume, nephrostomy duration, length of hospital stay, residual stone rate, and complication rates were compared between groups.

Results: No significant differences were observed between groups in preoperative parameters. During the later stages of surgery, the prone group showed significant increases in blood pressure and heart rate, whereas the supine group maintained greater hemodynamic stability ($p < 0.05$). Surgical and anesthesia durations, positioning time, access time, and fluoroscopy time were all significantly longer in the prone group ($p \leq 0.004$). Blood loss and irrigation volume were also higher in the prone group ($p < 0.01$). At one-month non-contrast CT, the residual stone rate was significantly higher in the prone group (33.3% vs. 9.5%, $p = 0.017$), as was the postoperative complication rate (31.0% vs. 9.5%, $p = 0.030$). Transfusion requirements were similar between groups. The supine group had shorter nephrostomy duration and hospital stay ($p < 0.001$).

Conclusion: While maintaining comparable surgical feasibility, the supine position is associated with greater intraoperative hemodynamic stability, lower blood loss, reduced residual stone rates, and fewer complications. Position selection in PNL should consider not only technical aspects but also the patient's physiological safety.

Keywords: Percutaneous nephrolithotomy, prone position, supine position, hemodynamic stability, renal stone surgery

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Böbrek taşları; minör–majör kaliksler, renal pelvis ya da papilla düzeyinde oluşabilen kristalize mineral agregatlarıdır. Bu oluşumlar, böbrekler tarafından üretilen idrarda çözünmüş minerallerin konsantrasyonunun artması ve idrarın doygunluğa ulaşması sonucunda meydana gelir. Taş oluşum süreci; idrarın süpersatürasyonu ile başlayıp nükleasyon, kristal büyümesi, agregasyon ve kristallerin renal sistem içerisinde retansiyonu ile devam eden, çok faktörlü bir patofizyolojik mekanizmaya dayanmaktadır (1,2). Oluşan taşlar, farklı oranlarda organik ve inorganik bileşenler içerebilmektedir (2).

Üriner sistem taş hastalığının prevalansı, değişen beslenme alışkanlıkları ve çevresel faktörlerin yanı sıra enfeksiyon ve obezite sıklığındaki artışa paralel olarak giderek yükselmektedir (1). Üriner sistem taş hastalığı, dünya genelinde artan prevalansı ve yüksek nüks oranları nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (1). Renal taşların tedavisinde taş boyutu, lokalizasyonu ve kompozisyonu kadar hastaya ait klinik özellikler de tedavi seçimini belirleyen temel faktörlerdir (2).

Perkütan nefrolitotomi (PNL), 1976 yılından bu yana uygulanmakta olup, büyük ve kompleks böbrek taşlarının tedavisinde yüksek taşsızlık oranları sağlayan etkili cerrahi yöntemlerden biridir. Bu yöntem, hem prone hem de supin pozisyonlarda güvenle uygulanabilmektedir (3). Özellikle 20 mm'den büyük veya kompleks böbrek taşlarında PNL günümüzde etkinliği ve kabul edilebilir komplikasyon oranları nedeniyle altın standart cerrahi tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir (3).

Klasik olarak prone pozisyonunda uygulanan PNL, cerraha geniş çalışma alanı ve direkt posterior renal erişim avantajı sağlamaktadır. Ancak prone pozisyon; özellikle anestezi açısından hava yolu yönetimi, kardiyopulmoner sistem üzerine etkiler ve intraoperatif hemodinamik dalgalanmalar nedeniyle bazı dezavantajlar içermektedir (4). Bu nedenlerle son yıllarda supin pozisyonunda PNL uygulamaları giderek yaygınlaşmıştır.

Supin pozisyon ilk kez Valdivia ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (5). Bu pozisyon, daha kolay hava yolu kontrolü, daha stabil kardiyopulmoner fizyoloji ve eş zamanlı retrograd girişimlere olanak sağlaması gibi potansiyel avantajlar sunmaktadır (6). Bununla birlikte, her iki pozisyonun cerrahi başarı ve komplikasyon oranları açısından benzer sonuçlar verdiği bildirilmiş olsa da, ameliyat pozisyonunun hastaların hemodinamik stabilitesi üzerindeki etkileri literatürde net olarak ortaya konulamamıştır (7).

Mevcut çalışmaların büyük bir kısmı prone ve supin pozisyonları operasyon süresi, taşsızlık oranı ve komplikasyonlar açısından karşılaştırmakta; ancak intraoperatif dönemde hemodinamik parametrelerin zamana bağlı değişimini ayrıntılı olarak değerlendirmemektedir. Oysa özellikle uzun süren PNL operasyonlarında ameliyat pozisyonuna bağlı gelişebilecek hemodinamik dalgalanmalar, hasta güvenliği ve anestezi yönetimi açısından klinik olarak önem taşımaktadır. Bu durum, özellikle komorbiditesi bulunan hastalarda pozisyon seçiminin daha da kritik hale gelmesine neden olmaktadır.

Bu bağlamda, prone ve supin pozisyonda uygulanan PNL operasyonlarında ameliyat süresince ve sonrasında hastaların hemodinamik parametrelerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, mevcut literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Bu çalışmanın birincil amacı, prone ve supin pozisyonda gerçekleştirilen PNL operasyonlarında ameliyat pozisyonunun hastaların intraoperatif hemodinamik parametreleri üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu kapsamda, her iki pozisyonda uygulanan PNL operasyonlarında intraoperatif dönemde sistolik ve diyastolik kan basıncı, ortalama arter basıncı ve kalp atım hızının zamana bağlı değişimleri incelenerek ameliyat pozisyonunun hemodinamik stabilite üzerindeki rolünün ortaya konulması hedeflenmektedir. Bu çalışmanın ikincil amaçları aşağıda sıralanmıştır:

- Prone ve supin pozisyonda uygulanan PNL operasyonlarında preoperatif ve postoperatif arter kan gazı parametreleri (pH, HGB, pCO₂, HCO₃⁻) arasındaki değişimlerin karşılaştırılması,

- Ameliyat pozisyonuna göre hastaya pozisyon verme süresi, üreter kateteri tatbik süresi, operasyon süresi, anestezi süresi, irrigasyon miktarı, kanama miktarı ve skopi süresinin değerlendirilmesi,
- Her iki pozisyonda intraoperatif ve postoperatif komplikasyon oranlarının karşılaştırılması
- Ameliyat pozisyonunun postoperatif klinik seyir (hastanede kalış süresi, ek girişim gereksinimi, nefrostomi kateteri kalış süresi) üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve 1. Ay BT’de rezüdü taş oranı (4 mm’den küçük taşlar önemsiz sayılmıştır)

2.GENEL BİLGİLER

2.1 BÖBREĞİN ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Böbrekler insanların hayatlarını devam ettirebilmeleri açısından çok büyük öneme sahip organlardır. Vücuttaki asit–baz dengesinin korunması ile elektrolit ve sıvı homeostazının sağlanması, böbreklerin temel fizyolojik görevleri arasında yer almaktadır. Endokrin fonksiyonları kapsamında renin salgısı aracılığıyla arteriyel kan basıncının düzenlenmesine katkıda bulunurken, eritropoetin üretimi ile eritrosit sentezini uyarmaktadırlar. Ayrıca vitamin D’nin aktif formuna dönüşümünde rol oynayarak kalsiyum metabolizmasının düzenlenmesini sağlamaktadırlar (8).

Yetişkin bireylerde her bir böbrek ortalama olarak 10–12 cm uzunluğunda, 5–7 cm genişliğinde ve 3–4 cm kalınlığında olup, yaklaşık 150 gram ağırlığındadır. Böbrekler genellikle T12–L3 vertebra düzeyleri arasında, psoas kasının lateralinde yerleşim gösterir. Karaciğerin sağ lobunun hacmi nedeniyle sağ böbrek, anatomik olarak sol böbreğe kıyasla yaklaşık 1–2 cm daha inferior konumlanmıştır. Her iki böbreğin üst kutbunda adrenal bezler bulunmaktadır (9).

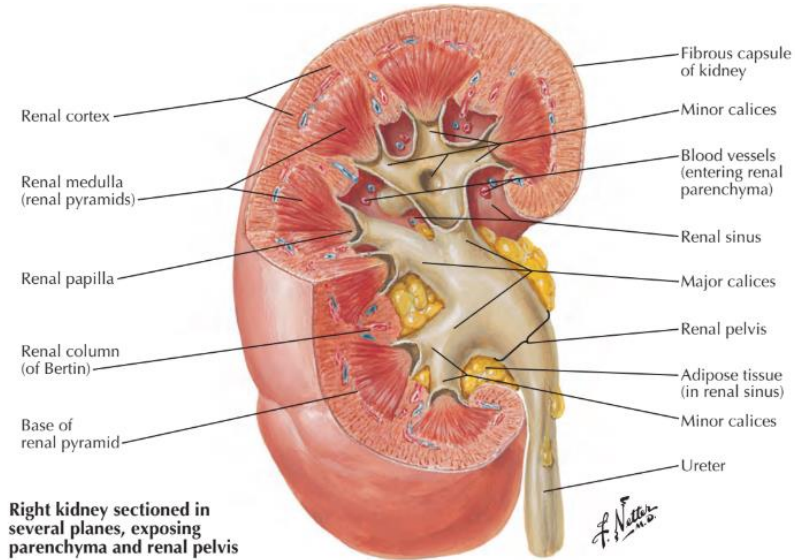
Böbrekler, dıştan içe doğru uzanan üç ana koruyucu tabaka ile çevrilidir. En dışta yer alan ve böbrek ile adrenal bezi çevreleyerek retroperitoneal alandaki diğer yapılardan ayıran Gerota fasyası bulunur. Bunun hemen altında, böbreği mekanik

travmalara karşı koruyan perirenal yağ dokusu yer alır. En içte böbrek parankimini doğrudan saran, ince ve fibröz yapıda olan renal kapsül bulunmaktadır (10).

Böbrekler, anatomik olarak retroperitoneal yerleşimlidir. Böbreklerin bulunduğu bu anatomik boşluğun arka sınırını lumbodorsal fasya, ön sınırını periton oluştururken; üstte diyafram, altta ekstraperitoneal pelvik yapılar ve lateralde transversus abdominis kasları ile komşuluk göstermektedir (7).

Böbrek yapısal olarak medüller piramitler, papilla yapıları ve toplayıcı sistemden oluşmaktadır. Papillalar minör kalikslere açılmakta olup, minör kaliksler infundibulumlar aracılığıyla birbirleriyle bağlantı halindedir. Bu yapıların birleşmesiyle majör kaliksler meydana gelmekte, majör kaliksler de birleşerek renal pelvisi oluşturmaktadır. Renal pelvis; alt, orta ve üst pol kalikslerinin birleşmesi sonucu şekillenmekte ve üreter ile üreteropelvik bileşke düzeyinde devamlılık göstermektedir (Şekil 1) (11).

Böbrekler, çevresel olarak perirenal yağ dokusu ve Gerota fasyası ile sarılıdır. Gerota fasyası, böbrek çevresindeki patolojik süreçlerin yayılımını sınırlayan anatomik bir bariyer görevi üstlenmektedir (7).



Şekil 1: Böbreğin parankim yapısı

Kaynak: Netter's Atlas of Human Anatomy. Netter FH. 8. Baskı. Philadelphia: Elsevier; 2022. s. 333.

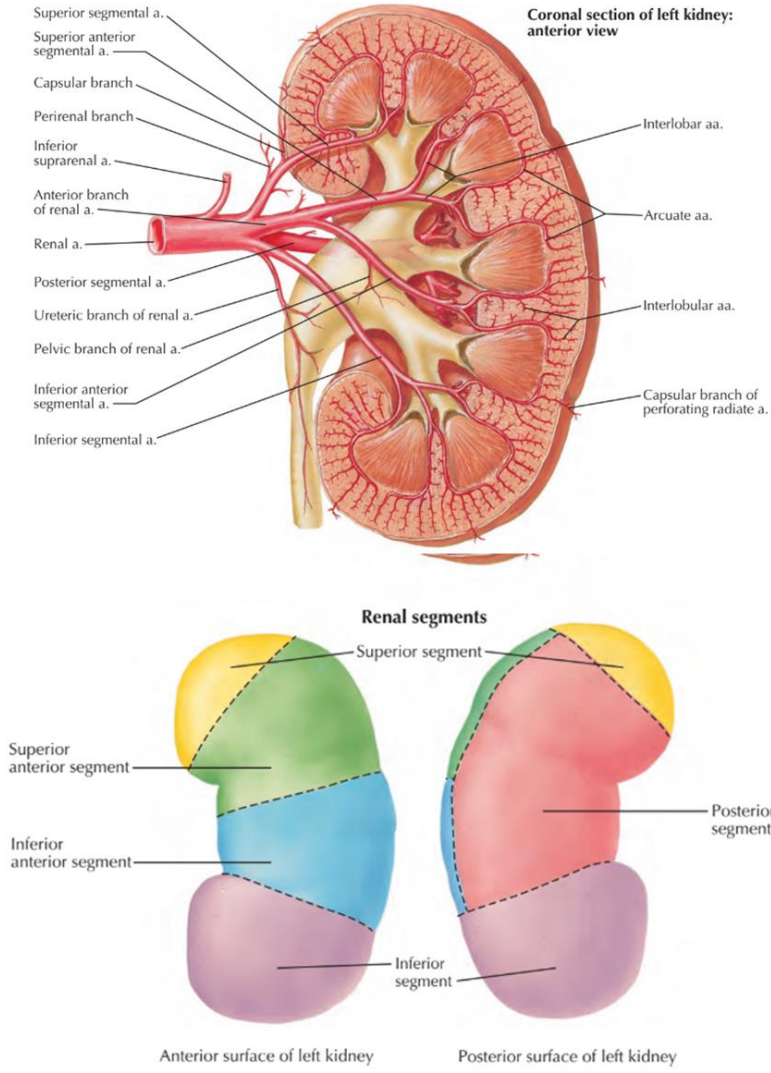
2.1.1. Böbreğin Komşulukları

Sol böbrek, anatomik konum olarak sağ böbreğe kıyasla yaklaşık 2 cm daha kranial yerleşim göstermektedir. Sağ böbrek genellikle birinci ile üçüncü lomber vertebralar hizasında bulunurken, sol böbrek on ikinci torakal vertebra ile ikinci lomber vertebra seviyeleri arasında uzanır. Böbreğin posterior yüzü on ikinci kosta ile komşuluk göstermektedir. Plevra, on ikinci kostanın posterior kısmına doğru uzandığından, flank insizyonu uygulanan cerrahiler ve perkütan girişimler sırasında plevral yaralanma riski açısından klinik önem taşımaktadır. (7).

Perkütan cerrahi girişimlerin güvenli ve etkin şekilde gerçekleştirilebilmesi için böbreğin alt polünün göreceli olarak daha anterior ve lateral konumda bulunduğu ürologlar tarafından bilinmesi önemlidir. Ayrıca böbreğin medial kenarı, yaklaşık 30 derecelik anterior rotasyon göstermekte olup bu anatomik özellik perkütan erişim planlamasında dikkate alınmalıdır. (7).

Böbrek pedikülünde yapılar önden arkaya doğru sırasıyla renal ven, renal arter ve renal pelvis şeklinde dizilim göstermektedir. Her ne kadar anatomik varyasyonlar görülebilse de, klasik anatomik tanımlamada renal pedikül genellikle tek renal arter ve tek renal venden oluşmaktadır. (7).

Renal arter, abdominal aortadan köken almakta olup böbrek parankimi içerisinde segmenter dallara ayrılmaktadır. Segmenter arterlerden sonra sırasıyla lobar ve interlobar arterler oluşur. Bu damarlar, arkuat arterlere dallanarak böbreğin mikrosirkülasyonunun ve perfüzyonunun sağlanmasında rol oynar. (Şekil 2) (8).



Şekil 2: Böbreğin vasküler anatomisi

Kaynak: Netter's Atlas of Human Anatomy. Netter FH. 8. Baskı. Philadelphia: Elsevier; 2022. s. 334

2.2. ÜST ÜRİNER SİSTEM TAŞLARI

2.2.1 Epidemiyoloji

Üst üriner sistem taş hastalığı, her iki cinsi etkileyebilen ve dünya prevalansı %1–15 arasında değişen, üriner sistemin en sık karşılaşılan patolojileri arasında yer almaktadır (12). Üriner taş hastalığının görülme sıklığı; coğrafi bölge, yaş, cinsiyet ve etnik özelliklere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Erkeklerde prevalans

kadınlara kıyasla daha yüksek olup, en sık 30–60 yaş aralığında izlenmektedir; 20 yaş altındaki bireylerde ise nadir olarak görülür. Obezite ve genetik yatkınlık taş oluşumunda önemli risk faktörleri arasında yer almaktadır. Ayrıca sıcak iklim bölgelerinde, artmış terleme ile sıvı kaybı ve buna eşlik eden relatif D vitamini üretim artışı nedeniyle üriner taş hastalığı endemik özellik gösterebilmektedir. (7).

Daha önce gerçekleştirilen bir çalışmada, Türkiye’de üriner taş hastalığının erkeklerde kadınlara oranla yaklaşık beş kat daha sık görüldüğü bildirilmiş ve genel prevalans %14,8 olarak saptanmıştır. Ülkemizde yedi coğrafi bölge arasında yapılan değerlendirmelerde, üriner taş hastalığının en yüksek oranda Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde görüldüğü belirtilmiştir (13). Üriner taş prevalansı kıtalar ve coğrafi bölgeler arasında da farklılık göstermektedir. Avrupa’da bu oran %5–9, Asya’da %1–5 ve Kuzey Amerika’da %7–13 arasında bildirilmiştir (14). Bölgesel prevalans farklılıklarının; yaşam tarzı, çevresel koşullar, sosyoekonomik düzey ve genetik faktörlerdeki çeşitlilikle ilişkili olduğu düşünülmektedir (15).

2.2.2. Taş Oluşumunu Artıran Faktörler

Taş hastalarının değerlendirilmesi, yalnızca taş nüksü veya mevcut taşın yeniden büyüme olasılığının öngörülmesiyle sınırlı kalmamalı; bireysel taş oluşum risklerinin bütüncül olarak incelenmesini de kapsamalıdır (4). Böbrek taşı öyküsü bulunan bireylerde nüks oranının %50’ye kadar ulaştığı bildirilmektedir (16). Kaliks divertikülleri, atnalı böbrek anomalisi ve üreteropelvik bileşke darlığı gibi anatomik faktörler, taş oluşum sıklığını artıran etkenler arasında yer almaktadır (8).

İdrar pH’sı, idrar içerisinde çözünmüş halde bulunan minerallerin süpersatürasyon düzeyini belirleyen temel parametrelerden biridir. Ürik asit ve sistin kristallerinin oluşumu çoğunlukla asidik idrar ortamında gerçekleşirken, fosfat içerikli taşlar daha çok alkali idrar koşullarında gelişmektedir. Bu nedenle idrar pH’sının düşük olduğu durumlarda alkalizasyon sağlanması, özellikle ürik asit gibi asidik ortamda kolaylıkla oluşabilen taşların gelişimini önlemede önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla uygulanan potasyum sitrat tedavisi ile idrar alkalizasyonunun sağlanması, seçilmiş taş tiplerinde etkin bir medikal tedavi seçeneği olarak literatürde yer almaktadır (17).

Üriner sistem enfeksiyonları, taş oluşumuna zemin hazırlayan başlıca predispozan etkenler arasında yer almaktadır. Üreaz aktivitesine sahip bakteriler, özellikle *Proteus* türleri, üreyi amonyağa hidrolize ederek idrar pH'sının yükselmesine ve alkalın bir ortamın oluşmasına yol açmaktadır. Ortaya çıkan bu alkalizasyon, magnezyum amonyum fosfat (struvit) ve karbonat apatit taşlarının gelişimini kolaylaştırmaktadır. Enfeksiyon varlığında bakteriler ve lökositler, taş çekirdeği çevresinde organik bir matriks oluşturarak kristal agregasyonu ve büyümesini teşvik etmektedir. Buna ek olarak, üriner sistemde yabancı cisimlerin varlığı, konjenital anomaliler, idrar stazı ile tümöral veya nekrotik dokuların bulunması da enfeksiyon ilişkili taş oluşumuna katkıda bulunan diğer faktörler arasında sayılmaktadır (10).

Taş hastalığının cinsiyetlere göre dağılımının farklılık gösterdiği, çok sayıda epidemiyolojik çalışmada ortaya konmuştur. Ürolitiazis, erkeklerde kadınlara kıyasla yaklaşık iki ila üç kat daha yüksek oranda izlenmektedir. Erkek popülasyonda hastalığın prevalansı yaklaşık %12 düzeyinde bildirilirken, kadınlarda bu oran %6 civarındadır. Bununla birlikte, son yıllarda kadınlarda taş hastalığı insidansında gözlenen artış nedeniyle cinsiyetler arasındaki bu farkın giderek azaldığı rapor edilmektedir (17). Nitekim Amerika Birleşik Devletleri'ne ait hastane kayıtları incelendiğinde, erkek/kadın oranının 1997 yılında 1,7 iken 2002 yılında 1,3'e gerilediği görülmektedir (18).

Yaş, taş hastalığının insidansını etkileyen temel demografik değişkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Erkeklerde ürolitiazis sıklığı genellikle dördüncü dekatla birlikte artış gösterirken, kadınlarda bu artışın ikinci dekatta başladığı; her iki cinsiyette de hastalığın altıncı dekat civarında en yüksek düzeye ulaştığı bildirilmektedir (10). Türkiye'de gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalar da yaş ilerledikçe ürolitiazis prevalansının hem erkek hem de kadın popülasyonda arttığını ortaya koymakta ve özellikle 40 yaş üzerindeki bireylerde bu artışın istatistiksel olarak anlamlı hale geldiğini göstermektedir (19).

Erkeklerde androjenlerin etkisiyle karaciğerde oksalat üretiminin artması, idrarla oksalat atılımını da yükseltmekte olup bu durum taş oluşumuna yatkınlık yaratabilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, idrar oksalat düzeylerindeki

artışın taş oluşumuna predispozan olabileceği gösterilmiş; ayrıca erişkin kadınlar ve çocuklarda düşük serum testosteron düzeylerinin oksalat taşı gelişiminin azalmasıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir (4).

Coğrafi koşullar ve mesleki maruziyetler, taş hastalığının görülme sıklığını etkileyen çevresel faktörler arasında yer almaktadır. Sıcak ve kurak iklim bölgelerinde yaşayan bireylerde, özellikle yaz mevsiminde ürolitiazis insidansının arttığı bildirilmektedir. Bu artışın temel nedenleri arasında yüksek sıcaklıklara bağlı terleme ile artan sıvı kaybı ve buna bağlı gelişen dehidratasyon ile güneş ışığı maruziyetinin artmasına sekonder olarak D vitamini sentezindeki yükselme gösterilmektedir. Ayrıca çelik işçileri üzerinde yapılan çalışmalarda, normal ortam sıcaklığında çalışan bireylerle karşılaştırıldığında, idrar hacminde azalma, ürik asit düzeylerinde artış ve hipositratri varlığı saptanmış; bu bulguların taş oluşum riskini artırdığı belirtilmiştir (17).

Sistemik hastalıklar, taş oluşumuna yatkınlık oluşturan önemli klinik faktörler arasında yer almaktadır. Crohn hastalığı, renal tübüler asidoz ve primer hiperparatiroidizm gibi metabolik bozukluklar, kalsiyum taşlarının gelişimiyle ilişkilendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda taş hastalarının yaklaşık %5'inde primer hiperparatiroidizm varlığı bildirilmiştir. Diyabet mellituslu bireylerde ise vücut kitle indeksi ve beslenme alışkanlıkları gibi bilinen risk faktörlerinden bağımsız olarak taş hastalığı riskinin arttığı gösterilmiştir. Benzer şekilde, gut hastalığı bulunan bireylerin yaklaşık yarısında ürik asit taşlarına rastlandığı rapor edilmiştir. Yüksek vücut kitle indeksi ile ürolitiazis arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve bu durumun insülin direncine bağlı olarak idrar pH'sında meydana gelen düşüşle ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir. Ayrıca obez bireylerde idrarla oksalat, ürik asit, sodyum ve fosfor atılımının arttığı da ortaya konmuştur (17,20).

Beslenme alışkanlıkları ve günlük sıvı alımı, taş hastalığının gelişiminde önemli rol oynayan değiştirilebilir faktörler arasında yer almaktadır. Artmış sıvı tüketimi, idrar hacmini yükselterek idrarın supersatürasyonunu azaltmakta ve bu yolla taş oluşumuna karşı koruyucu etki sağlamaktadır. İçme suyunun kalsiyum karbonat içeriği ile idrarda magnezyum, kalsiyum ve sitrat düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu literatürde bildirilmektedir (21). Bunun yanı sıra portakal, limon

ve elma gibi sitrat içeriği yüksek meyve sularının, idrarla sitrat atılımını artırarak üriner pH'nın yükselmesine ve dolayısıyla taş oluşum riskinin azalmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (14). Protein ve karbonhidrat yönünden zengin, liften fakir diyetlerin böbrek taşı gelişimini kolaylaştırdığı; aşırı sodyum tüketiminin ise idrarda kalsiyum atılımını artırarak potasyum kaybına ve buna bağlı sitrat düzeylerinde azalmaya yol açtığı ifade edilmektedir (22,23).

European Association of Urology (EAU) 2025 kılavuzlarında, taş hastalığı gelişimi dört temel risk kategorisi altında sınıflandırılmaktadır: metabolik taş hastaları, anatomik anomalisi bulunan bireyler, sistemik hastalıklarla ilişkili taş oluşumu gösteren hastalar ve enfeksiyona bağlı taş hastalığı olan olgular. Buna ek olarak, tekrarlayan taş oluşumu öyküsü, erken yaşta başlangıç, yüksek taş yükü ve tek böbrek varlığı gibi durumlar yüksek riskli özellikler arasında tanımlanmaktadır (Tablo 1).

Bu çerçevede yeterli hidrasyonun sağlanması, idrar pH dengesinin düzenlenmesi ve kapsamlı metabolik değerlendirmenin rutin klinik pratiğe dahil edilmesi, taş nüksünü azaltmaya yönelik temel koruyucu yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır (2).

Table 1: Taş oluşumu için yüksek risk taşıyan hastalar

Genel Faktörler	Taş Oluşumu İle İlgili Hastalıklar	Genetik Temelinde Taş Oluşumu	Anatomik Bozukluklara Bağlı Taş Oluşumu	Çevresel Faktörler
-Genç Yaşta Taş Öyküsü	-Metabolik Sendrom	-Primer Hiperoksalüri	-Üreteropelvik Bileşke Darlığı	-Kadmiyum Ve Kurşuna Kronik Maruziyet
-Tekrarlanmış Taş Öyküsü	-Hiperparatiroidi	-Sistinüri	-Kaliks Divertikülü	-Yüksek Derece Ortam Sıcaklığı
-Bruşit İçeren Taşlar	-Nefrokalsinozis	-Rta Tip 1	-Üreteral Darlık	
-Ürik Asitten Ve Ürattan Oluşan Taşlar	-DVit Yüksekliği	-Ksantinüri	-At Nalı Böbrek	
-Enfeksiyöz Taşlar	-Sarkoidoz,	-Lesch-Nyhan Send	-Medüller Sünger Böbrek	
-Soliter Böbrekli	-Nörojenik Mesane	-Kistik Fibrozis	-Üreterosel	
		-2.8 Dihidroksiadeninüri		
-Kısa Süre Aralıklarla Taş				

Oluşumu				
---------	--	--	--	--

2.2.3. Böbrek Ve Üreterde Lokalize Taşların Sınıflandırması

Böbrek ve üreter yerleşimli taşlar; anatomik lokalizasyonları, direkt grafilerdeki görünürlükleri, boyutları, oluşum mekanizmaları, kimyasal bileşimleri ve nüks etme potansiyelleri gibi farklı özellikler esas alınarak sınıflandırılabilir (2).

2.2.3.1. Yerleştikleri Bölgelere Göre Taşlar

Böbrek taşları, böbrek içerisinde yerleşim gösterdikleri anatomik bölgelere göre üst kaliks, orta kaliks, alt kaliks ve renal pelvis taşları şeklinde sınıflandırılmaktadır (2).

2.2.3.2. X Ray Özelliklerine Göre

Böbrek taşları, içerdikleri mineral bileşenlere bağlı olarak direkt radyografilerde opak, yarı opak ya da radyolusent özellik gösterebilmektedir. Kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) ise taşın kimyasal içeriği, mineral yapısı ve dansite değerleri hakkında ayrıntılı bilgi sağlayarak tedavi stratejisinin belirlenmesinde önemli bir yol gösterici olmaktadır (Tablo 2) (24).

Table 2: X Ray özelliklerine göre taşlar (14)

Radyopak	Semiopak	Nonopak
-Kalsiyum oksalat monohidrat	-Apatit	-Amonyum urat
-Kalsiyum fosfat	-Sistin	-Ürik asit
-Kalsiyum oksalat dehidrat	-Magnezyum amonyum fosfat	-Ksantin
		-İlaçlara bağlı gelişen taşlar
		-2,8 dihidroksiadenin

2.2.3.3. Etiyolojilerine Göre Taşlar

Table 3: Etiyolojisine göre taşların sınıflandırılması (25)

Enfeksiyon Taşları;
-Magnezyum Amonyum Fosfat
-Karbonat Apatit
-Amonyum Ürat
Enfeksiyon Kaynaklı Olmayan Taşlar;
-Kalsiyum Fosfat
-Kalsiyum Oksalat
-Ürik Asit
Genetik Nedenli;
-Ksantin
-Sistin
-2,8 Dihidroksiadenin

Tablo 3'e bakıldığında kalsiyum içerikli taşlar çoğunlukla idiyopatik kökenli olup üriner sistem taşları arasında en sık karşılaşılan grubu oluşturmaktadır. Bu grup içerisinde en yaygın taş tipi kalsiyum oksalat taşlarıdır (25).

Diğer taş türleri incelendiğinde, magnezyum amonyum fosfat taşlarının tüm taşların yaklaşık %5–20'sini, sistin taşlarının %1–2'sini ve ürik asit taşlarının ise %5–10'unu oluşturduğu bildirilmektedir. Ürik asit taşı gelişiminde idrarın asidik pH'ya sahip olması önemli bir predispozan faktör olarak kabul edilmektedir (26).

Sistin taşları, arjinin, lizin ve ornitin gibi aminoasitlerin metabolizmasındaki genetik bozukluklara bağlı sistinüri sonucu ortaya çıkmakta; idrarda sistinin düşük çözünürlüğü nedeniyle çökmesiyle oluşmaktadır (26).

Ayrıca üreaz pozitif bazı bakteriler, idrar pH'sını alkali hale getirerek magnezyum amonyum fosfat taşlarının gelişimine zemin hazırlamaktadır (2).

2.2.4. Taşların Metabolik Olarak Ele Alınması

Üriner sistem taş hastalığı bulunan bireyler, klinik özelliklerine göre komplike ve komplike olmayan olmak üzere iki ana grupta değerlendirilmektedir. Daha önce taş öyküsü bulunmayan hastalar genellikle komplike olmayan grupta sınıflandırılmakla birlikte, her iki hasta grubunda da taş oluşumuna yönelik metabolik değerlendirme yapılması önerilmektedir.

Bu değerlendirme kapsamında serum kalsiyum, ürik asit, sodyum, fosfor, potasyum, klor, kreatinin ve bikarbonat düzeyleri incelenmelidir. Bunun yanı sıra spot idrar örneğinde pH ölçümü yapılmalı, idrar kültürü alınmalı ve idrar mikroskopik incelemesi gerçekleştirilmelidir (27).

Altta yatan üriner sistem patolojisi bulunan veya tekrarlayan idrar yolu enfeksiyonu öyküsü olan hastalar ise komplike grup içerisinde yer almakta olup, bu bireylerde 24 saatlik idrar analizi yapılması gerekmektedir. Yirmi dört saatlik idrar incelemesinde kalsiyum, fosfat, sitrat, oksalat, üre, potasyum, klor ve sodyum düzeylerinin değerlendirilmesi önerilmektedir (27).

2.2.5. Taş Hastalığı Tanısı

Üriner sistem taş hastalığı, farklı semptomlar ve değişken klinik tablolarla seyredebildiğinden, hastaya en uygun radyolojik görüntüleme yönteminin seçilmesi klinisyen açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle her hastada ayrıntılı anamnez ve fizik muayene yapılmalıdır. Hastalar dizüri, iştahsızlık, bulantı, kusma, yan ağrısı, hematüri ve ateş gibi çeşitli yakınmalarla başvurabileceği gibi, bazı olgularda taşlar tamamen asemptomatik de olabilir (28).

Tanısal değerlendirmede ultrasonografi (USG), genellikle ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak tercih edilmektedir. İyonizan radyasyon içermemesi, kolay uygulanabilir olması, tekrarlanabilirliği ve düşük maliyeti nedeniyle güvenli ve pratik bir tanı aracıdır. USG ile böbrek taşları; kaliksler, renal pelvis, piyelöreterik bileşke ve vezikoüreterik bileşke düzeylerinde görüntülenebilmektedir. Literatürde USG'nin üreter taşlarını saptamadaki duyarlılığı yaklaşık %45, özgüllüğü %94

olarak bildirilirken; böbrek taşları için duyarlılığın %45, özgüllüğün ise %88 civarında olduğu rapor edilmiştir. (29,30).

Direkt üriner sistem grafisinin (DÜSG) taş hastalığındaki duyarlılığı %44, özgüllüğü ise %77 düzeyindedir (31). Bu yöntem daha çok taşların radyopak özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (31).

Kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT), üriner sistem taş hastalığının tanı ve değerlendirilmesinde altın standart görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Taşın boyutu, lokalizasyonu ve opasitesini en doğru şekilde ortaya koyabilmesi en önemli üstünlüğüdür (32). DÜSG ile saptanamayan ksantin ve ürik asit taşları nonkontrast BT ile güvenilir biçimde gösterilebilmekte; ancak antiviral bir ajan olan indinavire bağlı gelişen taşlar bu yöntemle tespit edilememektedir (32). Ayrıca ciltten taşa ve böbreğe olan mesafenin ölçülmesi, çevre organlarla ilişkilerin ve taşın anatomik yerleşiminin net olarak değerlendirilmesi sayesinde kontrastsız BT, taş cerrahisinin planlanmasını olumlu yönde etkilemektedir (33).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), özellikle çocuklar ve gebelerde radyasyon içermemesi nedeniyle tercih edilen bir yöntem olup, taşların doğrudan saptanmasından ziyade taşlara sekonder gelişen üriner sistem dilatasyonunun değerlendirilmesi, taş kaynaklı dolum defektlerinin gösterilmesi ve renal parankime ait ayrıntılı anatomik bilgilerin elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (30).

2.2.6. Taş Hastalığında Laboratuvar Analizi

Ürolitiazis tanısı alan tüm hastalarda, elde edilebilen taş materyalinin analitik değerlendirmesinin yapılması önerilmektedir. Metabolik incelemelere geçilmeden önce taşın kimyasal bileşiminin bilinmesi, altta yatan etiyolojik faktörlerin doğru şekilde ortaya konulabilmesi açısından önem taşımaktadır. Avrupa Üroloji Derneği (EAU) kılavuzunda yer alan laboratuvar değerlendirmesine ilişkin öneriler Tablo 4'te özetlenmiştir.

Table 4: Laboratuvar İncelemeleri ve Taş Analizi İçin Öneriler

İnceleme Türü	Önerilen Testler / Açıklama	Öneri Gücü
İdrar (Urine)	Spot idrar örneğinde strip testi yapılmalıdır: •Eritrosit •Lökosit •Nitrit •Yaklaşık idrar pH değeri •Gerekirse mikroskopik inceleme ve/veya idrar kültürü	Zayıf
Kan (Blood)	• Kreatinin • Ürik asit • (İyonize) kalsiyum • Sodyum • Potasyum • Tam kan sayımı • C-reaktif protein (CRP)	Güçlü
Koagülasyon (Pıhtılaşma testleri)	Eğer girişimsel bir işlem planlanıyorsa: • PTT • INR	Güçlü
Taş Analizi (Stone analysis)	İlk kez taş oluşturan tüm hastalarda taş analizi yapılmalıdır. • X-ışını difraksiyonu (XRD) veya • Kızılötesi spektroskopi (IR) kullanılmalıdır.	Güçlü
Tekrarlayan Taşlarda Taş Analizi	Taş analizi tekrarlanmalıdır: • İlaç tedavisine rağmen yeniden taş oluşumu varsa • Tam taşsızlıktan sonra erken nüks gelişirse • Uzun süre taşsız dönemin ardından yeni taş ortaya çıkarsa (kompozisyon değişebilir)	Güçlü

2.3. BÖBREK TAŞI TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Taş hastalığının tedavi yaklaşımı; taşın anatomik yerleşimi, boyutları, yoğunluğu ile birlikte hastaya ait genel sağlık durumu ve klinik özellikler dikkate alınarak planlanmaktadır (34).

Böbrek taşlarının tedavisinde cerrahi olmayan yaklaşımlar ile cerrahi girişimler olmak üzere iki temel yöntem uygulanmaktadır.

2.3.1. Cerrahi Dışı Tedavileri

Cerrahi dışı tedavi seçenekleri arasında medikal tedavi, oral kemoliz ve ekstrakorporeal şok dalga litotripsisi (Extra-Corporeal Shock Wave Lithotripsy, ESWL) yer almaktadır.

2.3.1.1. Medikal Tedavi

Üriner taşların medikal tedavisinde fosfodiesteraz tip 5 inhibitörleri, kalsiyum kanal blokerleri ve alfa-adrenerjik blokerler sıklıkla kullanılan ilaç grupları arasında yer almaktadır (35). Bazı çalışmalarda alfa blokerlerin endikasyon dışı kullanımının taş pasajını kolaylaştırabileceği bildirilmiştir (36). Literatürde, 5 mm'nin üzerindeki taşların spontan düşürülmesinde alfa blokerlerin yararlı olduğunu gösteren çalışmalar bulunduğu gibi, etkinlik saptanmayan çalışmalar da mevcuttur (37). Alfa blokerlerin PDE5 inhibitörleri ve kortikosteroidlerle kombine kullanımına ilişkin yaklaşımlar ise sınırlı sayıdaki çalışmada önerilmemiştir (38).

Genel kabul gören görüş, özellikle 5 mm'nin üzerindeki distal üreter taşlarında düşürme tedavisi amacıyla alfa blokerlerin kullanılabileceği yönündedir (2). Yeni tanı konmuş ve 1 cm'nin altında olan üreter taşlarında, acil drenaj gerektiren bir durum bulunmadığı sürece ilk aşamada invaziv girişim önerilmemekte; spontan taş pasajı için izlem tercih edilmektedir. Renal kolik varlığında analjezi amacıyla non-steroidal antiinflatuar ilaçlar (örneğin diklofenak sodyum) genellikle ilk basamakta kullanılmakta, yeterli yanıt alınamaması halinde opioid analjezikler ve alfa blokerler tedaviye eklenebilmektedir. Bu süreçte medikal ekspulsif tedavi (MET) uygulanabilir (39). Kılavuz önerileri doğrultusunda MET kapsamında, enfeksiyon şüphesinde ampirik antibiyotikler, ağrı kontrolü için non-steroidal antiinflatuar ilaçlar ve taş pasajını kolaylaştırmak amacıyla alfa bloker ajanlar (örneğin tamsulosin, terazosin) yer almalıdır (40).

2.3.1.2.Oral Kemoliz Tedavisi

Kemoliz tedavisi, böbreğe yerleştirilen bir kateter aracılığıyla doğrudan renal sisteme uygulanabilen perkütan yöntemle ya da oral yolla sistemik olarak verilerek taşın çözündürülmesini amaçlayan bir tedavi yaklaşımıdır. Bu yöntem, taşın kimyasal içeriği ve idrarın biyokimyasal özellikleri dikkate alınarak planlanmaktadır. Ayrıca kemoliz, ESWL veya perkütan nefrolitotomi (PNL) sonrası rezidüel taş fragmanlarının tedavisinde de alternatif bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Strüvit taşlarında çoğunlukla eşlik eden enfeksiyon nedeniyle uygun antibiyotik tedavisi uygulanırken, idrarın asidifikasyonu ve kemoliz amacıyla hemacidrin veya Suby G

solüsyonları kullanılabilir. Ürik asit taşlarının çözündürülmesinde ise idrarın alkalizasyonu (potasyum sitrat), allopurinol ve trihidroksimetilaminometan gibi ajanlardan yararlanılmaktadır (38).

İdrar alkalizasyonuna dayanan kemoliz tedavisinde sodyum bikarbonat veya alkalin sitrat preparatları kullanılmakta olup, idrar pH'sının 7,0–7,2 aralığında tutulması hedeflenmektedir. Daha yüksek pH düzeylerinde kemoliz etkinliği artmakla birlikte, bu aralıklarda kalsiyum fosfat taşı oluşumu riskinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Radyolüsent taşların izleminde ultrasonografi tercih edilebilirken, bazı olgularda kontrastsız bilgisayarlı tomografi ile takip gerekebilir (38).

Oral kemoliz ile amonyum veya sodyum ürat içermeyen ürik asit taşlarının çözölebileceği gösterilmiştir (41). Ürik asit taşlarının obstrüksiyon oluşturduğu durumlarda ise hem drenaj sağlanması hem de eş zamanlı oral kemoliz uygulanması önerilmektedir (42). Daha önce gerçekleştirilen randomize kontrollü bir çalışmada, distal üreterde yerleşimli ve 5 mm'nin üzerindeki ürik asit taşlarında oral kemoliz ile alfa blokerlerin birlikte kullanımının spontan taş pasajını anlamlı düzeyde artırdığı bildirilmiştir (42).

2.3.1.3.Extra-Corporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL)

Ekstrakorporal Şok Dalga Litotripsi (ESWL), vücut dışından oluşturulan yüksek enerjili akustik dalgaların biyolojik dokular içerisinden iletilerek renal veya üreteral taş üzerine odaklanması esasına dayanan bir tedavi yöntemidir. Şok dalgaları çoğunlukla sıvı bir ortamda üretilmekte ve taşın bulunduğu anatomik bölgeye karşılık gelen ikinci odak noktasına (F2) yönlendirilmektedir. Yumuşak dokular boyunca ilerlerken belirgin bir enerji kaybı yaşamayan bu dalgalar, taş yüzeyine ulaştıklarında ani basınç değişimleri oluşturmaktadır. Ortaya çıkan bu basınç gradyenti, taşın hem dış yüzeyinde hem de internal yapısında mekanik stres alanları meydana getirerek taşın parçalanma sürecini başlatmaktadır (43).

ESWL noninvaziv bir yöntem olup genellikle hastaneye yatış veya genel anestezi gerektirmemektedir. Perkütan nefrolitotomi ve endoskopik üreteroskopik

girişimlerle karşılaştırıldığında, ESWL'ye bağlı komplikasyon oranlarının daha düşük olduğu bildirilmektedir (44).

İşlem öncesinde Double-J (DJ) stent yerleştirilmesinin taş yoluna bağlı komplikasyonları azaltabileceği belirtilmekle birlikte, taşsızlık oranlarını artırmadığı ve ek cerrahi girişim ihtiyacını ortadan kaldırmadığı gösterilmiştir. ESWL'nin başarısı; hastanın vücut habitusu, kullanılan litotriptörün etkinliği, taşın kimyasal yapısı, anatomik lokalizasyonu ve boyutu gibi birçok faktöre bağlıdır (45).

İşlem sırasında hastanın ağrıya bağlı hareketliliğini ve solunum sayısındaki artışı azaltmak amacıyla yeterli analjezi sağlanması önem taşımaktadır (46).

ESWL uygulamasına uygunluk; taşın boyutuna, anatomik yerleşimine ve yapısal özelliklerine göre değerlendirilmektedir. Genel yaklaşım olarak, böbrek taşlarında 20 mm ve altındaki, distal üreter taşlarında 10 mm'den küçük ya da proksimal üreter yerleşimli taşlara sahip hastalar uygun adaylar olarak kabul edilmektedir (47). Taşın bilgisayarlı tomografide ölçülen dansitesinin 1000 Hounsfield ünitesinin altında olması, taşın kırılabilirliğini artırarak tedavi başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Bunun yanı sıra, renal fonksiyonların korunmuş olması ve idrar drenajının yeterli düzeyde bulunması ESWL için önemli ön koşullar arasındadır (48).

Tedavi başarısının, cilt-taş mesafesinin 10 cm'nin altında olduğu, vücut kitle indeksinin düşük seyrettiği, obezitenin belirgin olmadığı ve anatomik bozukluk saptanmayan hastalarda daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Büyük renal taş olgularında işlem öncesinde kısa süreli üreteral stent yerleştirilmesi, üreterin dilatasyonunu kolaylaştırarak taş fragmanlarının pasajını artırabilmektedir. Düşük invaziv bir yöntem olması nedeniyle ESWL; renal transplant alıcılarında, pediatrik hastalarda ve ileri yaş grubundaki bireylerde de güvenle uygulanabilen bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır (49).

ESWL uygulamasının kontrendike olduğu durumların bilinmesi klinik açıdan önemlidir. Gebelik, kanama diyatezi, morbid obezite, tedavi edilmemiş idrar yolu enfeksiyonları, taş lokalizasyonuna komşu vasküler malformasyonlar veya arteriyel

anevrizmalar, ciddi iskelet deformiteleri ve obstrüktif taş varlığı ESWL için başlıca kontrendikasyonlar arasında yer almaktadır (50).

2.3.2. Cerrahi Tedaviler

Cerrahi tedavi seçenekleri arasında endoskopik, perkütan, açık ve laparoskopik böbrek taşı girişimleri yer almaktadır. Günümüzde teknolojiye paralel olarak geliştirilen minimal invaziv yöntemler klinik pratiğe yaygın biçimde entegre edilmiştir. Bu tekniklerin etkinlik, güvenlik ve güvenilirliğinin çok sayıda çalışmada gösterilmesi sonucunda, açık taş cerrahisinin kullanım alanı günümüzde büyük ölçüde ortadan kalkmıştır (51).

2.3.2.1. Üreteroskopi

Üreteroskopi (URS), ilk kez 1912 yılında dilate üretere sahip bir çocuk hastada pediatrik sistoskop ile renal pelvise kazara girilmesi sırasında tanımlanmış; bu deneyimler McKay ve Young tarafından 1929 yılında rapor edilmiştir (52). Günümüzde URS; üreter ve böbrek taşlarının tedavisinde, üst üriner sistemde radyolojik olarak saptanan anormalliklerin değerlendirilmesinde, üst üriner kaynaklı hematürileri araştırılmasında ve pozitif idrar sitolojisine rağmen sistoskopi veya görüntüleme yöntemleriyle tanı konulamayan olgularda yaygın olarak kullanılmaktadır (53).

Rijid üreteroskoplar, üreterin tüm segmentlerinde uygulanabilir niteliktedir (54). Üreteroskopik girişimler ameliyathane koşullarında, skopi eşliğinde ve kılavuz tel kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Kılavuz tel olmaksızın uygulanabilmekle birlikte, işlem güvenliğini artırması nedeniyle kılavuz tel kullanımı önerilmektedir (55). Preoperatif dönemde Double-J (DJ) stent yerleştirilmesinin, hastaya cerrahiye kadar geçen sürede ek üriner semptomlar oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Anesteziye bağlı riskler ve tedavi edilmemiş idrar yolu enfeksiyonu varlığı dışında URS için belirgin bir kontrendikasyon tanımlanmamıştır (56).

Teknolojik gelişmelere paralel olarak son yıllarda fleksibl üreteroskopların kullanımı hızla artmış ve rutin klinik uygulamada önemli bir yer edinmiştir (57).

Fleksibl URS öncesinde rijid URS uygulanması, üreteral patolojilerin daha ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Rijid URS ile ilerleme sağlanamayan olgularda DJ stent yerleştirilerek 1–2 haftalık pasif dilatasyon sonrası yeniden girişim önerilmektedir (58). İnfundibulopelvik açının dar olması gibi alt pol anatomisine ait elverişsiz özellikler, retrograd intrarenal cerrahi (RIRS) başarısını olumsuz etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Operasyon süresinin 90 dakikanın altında tutulması hedeflenmeli; uzayan cerrahi sürelerin artmış komplikasyon oranlarıyla ilişkili olduğu unutulmamalıdır (59). Böbrek içine erişimi kolaylaştıran, drenajı artırarak intrarenal basıncı düşüren ve işlem güvenliğini yükselten üreteral erişim kılıfları da bu amaçla kullanılmaktadır (60).

Taş tedavisinde enerji kaynağı olarak holmiyum:YAG lazer ve thulium fiber lazer (TFL) sistemleri kullanılabilmektedir. Holmium:YAG lazer, taş kompozisyonundan bağımsız olarak yüksek etkinlik göstermesi ve sınırlı doku penetrasyon derinliği sayesinde günümüzde altın standart olarak kabul edilmekte ve yaygın biçimde tercih edilmektedir. Buna karşılık, thulium fiber lazer; daha ince fiber kullanımı, yüksek atım frekansı ve düşük darbe enerjisi seçenekleri sunmasıyla dikkat çekmektedir. Bu teknik özellikler, tozlama (dusting), delme (drilling) ve popcorn gibi farklı litotripsi stratejilerinin esnek ve kontrollü şekilde uygulanabilmesine olanak tanımaktadır (61). Lazer litotripsi sonrası uygulanan medikal tedavinin taşsızlık oranlarını artırdığı ve renal kolik şikâyetlerini azalttığı bildirilmiştir (62).

URS sonrası komplikasyonlar %9–25 oranında görülmekte olup, bunların büyük kısmı hafif ve ek girişim gerektirmeyen niteliktedir (56). Ürosepsis gibi ciddi komplikasyonların oranı %5'e kadar çıkabilmektedir (63). İntraoperatif üreteral avulsiyon ve postoperatif darlık gelişme oranı %1'in altında bildirilmektedir. Daha önce oluşmuş üreteral perforasyon öyküsü, uzun operasyon süresi ve preoperatif idrar kültüründe üreme saptanması komplikasyon riskini artıran başlıca faktörlerdir (64).

Postoperatif enfeksiyon riskinin azaltılmasında DJ stentin kısa süreli tutulması, uygun profilaktik antimikrobiyal kullanımı ve hastanın komorbid durumlarının dikkate alınarak tedavi planlanması büyük önem taşımaktadır (65).

Ayrıca işlem sırasında artan intrarenal basınç komplikasyon riskini artırabileceğinden, bu basıncı azaltmaya yönelik önlemlerin alınması cerrahi güvenlik açısından kritik bir basamak olarak kabul edilmektedir (66).

Sonuç olarak, URS/RIRS yaklaşımları; uygun hasta seçimi, etkin enfeksiyon kontrolü ve doğru enstrümantasyon ile enerji stratejisinin belirlenmesi durumunda yüksek taşsızlık oranları ve düşük morbidite ile başarılı sonuçlar sunan minimal invaziv tedavi yöntemleridir. Taşın sertliği, boyutları ve anatomik yerleşimine göre lazer ayarları ile kullanılacak yardımcı ekipmanların hasta bazında optimize edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, özellikle alt kaliks anatomisi gibi tedavi başarısını etkileyebilecek faktörlerin preoperatif değerlendirme ve planlama sürecine mutlaka dahil edilmesi önem taşımaktadır (17).

2.3.2.2.Perkütan Nefrolitotomi

Perkütan nefrolitotominin (PNL) tarihsel gelişimi 1941 yılına dayanmaktadır. Rupel ve Brown, açık cerrahi sonrası rijid sistoskopi böbreğe ilerleterek ilk nefroskopik girişimi gerçekleştirmiştir. Willard Goodwin ise 1955 yılında bir renal arteriografi sırasında hidronefrotik böbreğin toplayıcı sistemine iğne yerleştirerek ilk antegrad nefrostogramı tanımlamış ve bu girişimle böbrek drenajı amacıyla ilk nefrostomi tüpünü uygulamıştır. Daha sonraki yıllarda, 1976'da Fernström ve Johansson, radyolojik kontrol altında periferik bir nefrostomi yoluyla renal taşların çıkarılmasını ilk kez tarif etmişlerdir. 1978 yılında Arthur Smith, yeniden implante edilmiş üreteri bulunan bir hastada periferik nefrostomi yoluyla Gibbons stent yerleştirerek ilk antegrad stent uygulamasını tanımlamıştır. Floroskopik tekniklerdeki ilerlemeler ve radyografik yenilikler, renal erişimi giderek daha güvenli ve kolay hale getirmiştir (67).

PNL cerrahisi; hastanın uygun pozisyona alınması, perkütan giriş (punksiyon), trakt dilatasyonu, taşa ulaşım ve çıkarılması ile nefrostomi tüpü yerleştirilerek işlemin sonlandırılması aşamalarından oluşmakta olup, bu basamakların çeşitli modifikasyonları klinik pratikte uygulanmaktadır (68).

Günümüzde PNL'de en yaygın kullanılan pozisyon prone olmakla birlikte, morbid obezite, yüksek anestezi riski ve operasyon sırasında pozisyon değişikliği

gereksinimi gibi nedenlerle alternatif pozisyon arayışları gündeme gelmiştir. Bu kapsamda Valdivia ve arkadaşları, 1987 yılında supin pozisyonu alternatif bir yaklaşım olarak ilk kez tanımlamış ve önermiştir (69).

PNL sırasında cerrahın tercihine bağlı olarak farklı çap ve özelliklerde rijid nefroskoplar kullanılabildiği gibi fleksibl endoskoplar da mevcuttur. Standart erişim traktı genellikle 24–30 F arasında değişmektedir. Daha küçük çaplı sistemler başlangıçta pediatrik hastalar için geliştirilmiş olsa da, zamanla erişkin hastalarda da giderek daha yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (70).

PNL’de kullanılan intrakorporeal litotripsi yöntemleri arasında ultrasonik ve pnömotik sistemler rijid nefroskoplarla sıklıkla tercih edilmektedir. Minyatürize enstrümanların kullanımının artmasıyla birlikte lazer litotripsi de giderek daha fazla uygulanmaktadır. Gebelik, malign renal tümör varlığı, erişim hattında tümör bulunması, aktif idrar yolu enfeksiyonu ve antikoagülan kullanımı PNL için başlıca kontrendikasyonlar arasında yer almaktadır (71).

Ameliyat öncesi değerlendirmede bilgisayarlı tomografi (BT) ve ultrasonografi (USG), böbreğin komşuluk ilişkileri, taşın boyutu ve yapısı, böbreğin anatomik konumu ve planlanan giriş yolundaki dokular hakkında yol gösterici bilgiler sunmaktadır. Supin ve prone pozisyonların her ikisinin de benzer güvenlik profiline sahip olduğu bildirilmiştir. Uygun ekipman varlığında supin pozisyon bazı ek avantajlar sağlayabilmektedir. On iki çalışmayı kapsayan ve toplam 1290 hastanın değerlendirildiği bir meta-analizde, supin ve prone PNL arasında taşsızlık oranları açısından anlamlı fark saptanmamış; ancak supin PNL’de operasyon süresinin daha kısa olduğu gösterilmiştir (72). Supin pozisyonunda kolonun anterior yerleşimi nedeniyle visseral organ yaralanmalarının daha nadir olduğu bildirilmiştir (73).

Prone pozisyon, geniş çalışma alanı sağlaması nedeniyle enstrüman manipülasyonunu kolaylaştırmakta; ancak solunum ve kardiyopulmoner açıdan özellikle obez ve kalp hastalığı olan bireylerde zorluk yaratabilmektedir. Supin pozisyonun verilmesi ise nispeten daha kolay olup, anesteziistin hava yoluna erişimini kolaylaştırması ve kardiyak ya da pulmoner komorbiditesi bulunan hastalarda daha güvenli olması önemli avantajları arasındadır (73). Prone pozisyon, supin pozisyona

kıyasla daha fazla giriş seçeneği sunması nedeniyle çoklu trakt gerektiren veya üst pol girişlerinin planlandığı olgularda tercih edilebilmektedir (74). Öte yandan supin pozisyon, aynı seansta retrograd fleksibl üreteroskopi ile kombine girişime (ECIRS) olanak sağlamaktadır (75). Bu yaklaşım, özellikle kompleks taş olgularında standart PNL'ye göre daha iyi sonuçlar verebilecek potansiyele sahip olsa da, mevcut çalışmalar henüz kesin bir üstünlük ortaya koymamıştır (72).

PNL'de giriş genellikle floroskopi eşliğinde yapılmakla birlikte, USG yardımıyla floroskopinin kombine kullanımı da mümkündür. Ultrasonografinin perirenal dokular hakkında ek bilgi sağlaması önemli bir avantajdır (76). Böbreğe erişim sağlandıktan sonra dilatasyon aşamasında balon veya metal dilatatörler kullanılabilir; bu yöntemlerin güvenlik ve etkinlik açısından benzer olduğu ve seçimin cerrah tercihinine bağlı olduğu bildirilmiştir (77).

Mini PNL (<22 F) uygulamalarında operasyon süresi standart PNL'ye kıyasla daha uzun olabilmekle birlikte, taşsızlık oranları açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Operasyon sırasında belirgin kanama, rezidüel taş varlığı, üriner ekstremitasyon, üriner obstrüksiyon, soliter böbrek varlığı veya kanama diyatezi bulunan hastalarda nefrostomi tüpü yerleştirilmesi gereklidir.

PNL'ye bağlı komplikasyonların insidansı sistematik olarak değerlendirilmiş olup; %10,8 oranında ateş, %7 oranında eritrosit süspansiyonu gereksinimi, %1,5 akciğer ve toraks ilişkili komplikasyonlar, %0,5 sepsis, %0,4 oranında organ yaralanması ve emboli, %0,05 oranında ise ileri enfeksiyon, ürinom ve mortalite bildirilmiştir (78). Temiz preoperatif idrar kültürüne ve profilaktik antibiyotik kullanımına rağmen, taş yüzeyindeki enfeksiyonlara bağlı olarak postoperatif ateş gelişebileceği bilinmektedir. Bu nedenle intraoperatif idrar ve taş kültürlerinin alınması ve sonuçlara göre antibiyotik tedavisinin düzenlenmesi, postoperatif septik komplikasyonların önlenmesinde önemli bir strateji olarak kabul edilmektedir (79).

Yaşlı hasta grubunda PNL'ye bağlı en ciddi komplikasyonlar kardiyak ve pulmoner olaylar olup, eşlik eden kardiyopulmoner hastalıkların hastanede yatış süresini doğrudan etkilediği bildirilmiştir (80). Postoperatif kanama kontrolünde

nefrostomi tüpünün kapatılması etkili olabilmekte; kontrol altına alınamayan kanamalarda ise selektif anjiyografik embolizasyon önerilmektedir (81).

2.3.2.3. Açık ve Laparoskopik Böbrek Taşı Tedavileri

Günümüzde endoürolojik girişimler ve ESWL, yüksek başarı oranları ile rutin klinik uygulamada etkin biçimde kullanılmaktadır (82). Bu gelişmeler doğrultusunda, taş hastalığının tedavisinde açık ve laparoskopik cerrahi yaklaşımların endikasyonları belirgin ölçüde azalmıştır. Kompleks böbrek taşlarında perkütan nefrolitotomi (PNL) ve gerektiğinde retrograd intrarenal cerrahi ile kombine uygulamalar (ECIRS) öncelikli tedavi seçenekleri haline gelmiştir. Açık ve laparoskopik taş cerrahisi ise günümüzde daha çok diğer yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda, son basamak tedavi alternatifleri olarak tercih edilmektedir (2).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA TASARIMI VE ETİK ONAY

İstanbul Medipol Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınan onay sonrasında (Toplantı Tarihi: 08.05.2025, Karar No: 104, Protokol No: 2023/4734), Gaziosmanpaşa Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği'nde Haziran 2025 – Aralık 2025 tarihleri arasında elektif perkütan nefrolitotomi (PNL) planlanan hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışma prospektif gözlemsel karşılaştırmalı olarak tasarlandı. Dahil edilme kriterlerini karşılayan hastalar, ameliyat pozisyonuna göre randomize edilerek iki gruba ayrıldı.

Toplam 84 hasta çalışmaya alındı; hastalar ameliyat pozisyonuna göre prone PNL grubu (n = 42) ve supin PNL grubu (n = 42) olmak üzere iki grupta incelendi. Çalışmaya katılan tüm hastalardan operasyon öncesinde yazılı bilgilendirilmiş onam alındı ve tüm süreç Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütüldü.

3.2. HASTA POPÜLASYONU

Çalışmaya, belirtilen tarihler arasında kliniğimizde PNL planlanan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 18–80 yaş aralığındaki hastalar dahil edilmiştir. Hastalar ameliyat pozisyonuna göre prone ve supin olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

3.2.1. Dahil Edilme Kriterleri

- 18–80 yaş aralığında olmak ve renal taş nedeniyle PNL endikasyonu bulunmak
- ASA (American Society of Anesthesiologists) sınıflamasında I–III grubunda yer almak

3.2.2. Dışlanma Kriterleri

- Aktif üriner sistem enfeksiyonu veya steril olmayan idrar kültürü
- Kontrolsüz koagülopati ve/veya gebelik durumu
- Birden fazla perkütan giriş gerektiren olgular
- Operasyon süresinin 60 dakikanın altında veya 120 dakikanın üzerinde olması
- Eksik veri bulunan hastalar

3.3. PREOPERATİF DEĞERLENDİRME

Tüm hastalar operasyon öncesinde ayrıntılı anamnez, fizik muayene ve rutin laboratuvar incelemeleri ile değerlendirilmiştir. Taşın boyutu, lokalizasyonu ve sayısı non-kontrast bilgisayarlı tomografi ile belirlenmiştir. Demografik veriler ve komorbiditeler kaydedilmiştir.

3.4. HASTA HAZIRLIĞI VE OPERASYON TEKNİĞİ

Kliniğimizde uygulanan tüm perkütan nefrolitotomi (PNL) girişimleri genel anestezi altında gerçekleştirilmiştir. Prone pozisyonda opere edilen hastalarda, cerrahiye litotomi pozisyonunda başlanmış; perineal bölge klorheksidin ile antiseptik olarak temizlenmiş ve standart steril örtüleme sağlanmıştır. Ardından sistoskopi yapılarak üreter orifisinden bir kılavuz tel ilerletilmiş, bu tel üzerinden iki ucu açık 5 Fr üreter kateteri yerleştirilmiş ve taşınabilir C-kollu floroskopi eşliğinde renal pelvise ulaştırılmıştır. Retrograd pyelografi (RGP) uygulanarak toplayıcı sistem anatomisi ayrıntılı biçimde değerlendirilmiş ve perkütan giriş yapılacak kaliks belirlenmiştir.

Bu aşamadan sonra hasta prone pozisyona alınmış, cerrahi alan yeniden antiseptik solüsyon ile hazırlanarak steril örtüleme tekrarlanmıştır. Taşın lokalizasyonu ve böbrek anatomisi dikkate alınarak öküz gözü veya triangülasyon tekniklerinden biri tercih edilerek perkütan giriş gerçekleştirilmiştir. Uygun kaliks ponksiyonu sonrasında giriş iğnesi içerisinden kılavuz tel ilerletilmiş ve Amplatz dilatatörler (Boston Scientific) veya balon dilatatör kullanılarak trakt dilatasyonu sağlanmıştır. 30 Fr'e kadar dilatasyon tamamlandıktan sonra çalışma kılıfı yerleştirilmiş ve nefroskop (Karl Storz) ile toplayıcı sisteme giriş yapılmıştır. Taşlar pnömotik, ultrasonik litotriptör veya lazer enerjisi kullanılarak fragmente edilmiş, oluşan fragmanlar forseps yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Küçük taş parçacıkları ve olası hematomların temizlenmesi amacıyla aspirasyon uygulanmıştır. Operasyon sonunda gerekli görülen olgularda foley kateter nefrostomi tüpü ve/veya üreter kateteri çekilip DJ kateter yerleştirilerek işlem sonlandırılmıştır.

Supin pozisyonda gerçekleştirilen olgularda ise hastalar doğrudan Galdakao Modifiye Supin Valdivia pozisyonuna alınmıştır. Cerrahi öncesinde spina iliaca anterior superior, on ikinci kosta ve arka aksiller çizgi cilt üzerinde işaretlenerek anatomik referans noktaları belirlenmiştir. Steril örtülemenin ardından sistoskopi ile üreterden kılavuz tel renal pelvise ilerletilmiş ve bu tel üzerinden üreter kateteri yerleştirilmiştir. Kontrast madde verilerek toplayıcı sistem görüntülenmiş ve belirlenen anatomik sınırlar içerisinde floroskopi eşliğinde perkütan renal erişim sağlanmıştır. Giriş sonrasında kılavuz tel üzerinden Amplatz dilatatörlerle veya balon dilatatör kullanılarak trakt dilatasyonu sağlanmıştır. 30 Fr'e kadar dilatasyon tamamlandıktan sonra çalışma kılıfı yerleştirilmiş ve toplayıcı sisteme girilmiştir. Taşlar pnömotik, ultrasonik veya lazer litotripsi ile parçalanmış ve işlem sonunda rezidü taş varlığı floroskopik kontrol ile değerlendirilmiştir. Operasyon sonunda gerekli görülen olgularda foley kateter nefrostomi tüpü ve/veya üreter kateteri çekilip DJ kateter yerleştirilerek işlem sonlandırılmıştır.

Postoperatif dönemde tüm hastalarda birinci günde Foley sondalar rutin olarak çekilmiştir. Nefrostomi tüpleri ise hematüri veya aktif kanama bulgusu bulunmayan hastalarda ikinci postoperatif günde çıkarılmıştır. Her iki gruptaki hastalara profilaktik amaçla, vücut ağırlıklarına uygun dozda intravenöz seftriakson

uygulanmıştır. Vital bulguların takibinde 38 °C ve üzerindeki ateş değerleri klinik olarak anlamlı kabul edilmiştir. Ateş yüksekliği saptanan hastalardan idrar ve kan kültürleri alınmış, antibiyogram sonuçlarına göre gerekli durumlarda tedavi enfeksiyon hastalıkları kliniği ile iş birliği içerisinde düzenlenmiştir. Operasyon sırasında yerleştirilen double-J stentler ise postoperatif birinci ayda planlı olarak çıkarılmıştır.

3.5. VERİ TOPLAMA VE DEĞİŞKENLER

Ameliyat öncesi biyokimyasal testler, tam kan sayımı, serolojik testler, kanama parametreleri, tam idrar tahlili ve idrar kültürleri değerlendirildi. Tüm hastalar kontrastlı veya kontrastsız abdominopelvik bilgisayarlı tomografi (BT) ile ameliyat öncesi değerlendirildi. Cinsiyet, yaş, kilo, boy, vücut kitle indeksi, daha önceki taş cerrahileri, taş tarafı ve taş yükü, taş lokalizasyonu, hidronefroz varlığı ve operasyon pozisyonu ameliyat öncesi kaydedildi.

Ameliyat verileri arasında hastaların sistolik ve diyastolik kan basınçları, nabız değerleri, arter kan gazı verileri, akses süresi ve yeri, akses sayısı, Amplatz kılıfı kalınlığı, taş kırmanın hangi yöntem ile yapıldığı, nefrostomi veya üreter stenti takılıp takılmadığı, irrigasyon sıvısı miktarı, kanama miktarı, operasyon süresi, anestezi süresi, PNL öncesi 5 Fr üreteral kateter takılma süresi, PNL için pozisyon verme süresi, radyasyon süresi, operasyon sırasında kan transfüzyonu yapıp yapılmadığı ve komplikasyon varlığı kaydedildi.

Postoperatif veriler perkütan nefrostomi kalış süresini, arter kan gazı verilerini, taburculuk süresini, rezidüel taşların varlığını ve hastanede kalış süresini içerdi. Rezidüel taşların varlığı postoperatif BT ile değerlendirildi. Boyutu < 4 mm olan taşlar klinik olarak önemsiz taşlar olarak kabul edildi.

3.6. ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ VE GÜÇ ANALİZİ

Çalışmanın başlangıcında, yeterli örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla güç analizi yapıldı. Ana sonuç değişkeni olarak, ameliyat pozisyonuna bağlı gelişebilecek hemodinamik parametrelerdeki değişim (ortalama arter basıncı ve kalp hızı gibi) temel alındı. Güç analizi hesaplamalarında şu parametreler kullanıldı:

Etki büyüklüğü (effect size): 0,5 (orta düzey etki) , anlamlılık düzeyi (α): 0,05 , Güç ($1-\beta$): %80 , Grup sayısı: 2 (prone ve supin)

Bu parametrelerle yapılan güç analizi sonucunda, her bir grup için en az 42 hastanın çalışmaya dahil edilmesi gerektiği hesaplandı. Toplamda 84 hasta ile çalışma tamamlandı. Güç analizi hesaplamaları G*Power 3.1 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi.

3.7. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

3.7.1. Yazılım ve Veri İşleme

Tüm istatistiksel analizler ve veri görselleştirme işlemleri, Python programlama dili (Versiyon 3.9) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri manipülasyonu ve yönetimi için Pandas ve NumPy kütüphaneleri; istatistiksel hipotez testleri için SciPy (Scientific Python) kütüphanesi; veri görselleştirme için ise Seaborn ve Matplotlib kütüphaneleri kullanılmıştır.

3.7.2 Tanımlayıcı İstatistikler ve Veri Dağılımı

Analiz öncesinde, tüm sürekli (sayısal) değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Testi ile bakılmıştır. Ayrıca hipotez testleri için yapılan ön parametrik varsayımların kontrolüyle ilgili testlerde, varyansların homojenliği Levene Testi ile değerlendirilmiştir.

Normal dağılım gösteren sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma (Mean $\pm$ SD) olarak, normal dağılım göstermeyen veya çarpık dağılım gösteren sürekli değişkenler medyan (minimum - maksimum) değerleri olarak, kategorik (nitel) değişkenler ise sayı (n) ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

3.7.3. Grupların Homojenlik Analizi (Confounders Kontrolü)

Çalışmanın sonuçlarını etkileme potansiyeli olan karıştırıcı faktörlerin (confounding factors) ve demografik kovaryatların (Yaş, BMI, Taş Yüğü, Taş Lokalizasyonu, Taraf, Cinsiyet vb.) gruplar arasındaki dengesini doğrulamak amacıyla başlangıç analizleri yapılmıştır. Gruplar arası farkların test edilmesinde; normal dağılan veriler için Independent Samples T-Test, normal dağılmayan veriler

için Mann-Whitney U Testi, kategorik veriler için ise Pearson Ki-Kare veya beklenen frekansların yetersiz olduğu durumlarda Fisher's Exact Test kullanılmıştır.

3.7.4. Ana Sonlanım Noktaları: Tekrarlı Ölçümlerin Analizi (Hemodinami ve Kan Gazları)

Zamana bağlı tekrarlı ölçüm gerektiren hemodinamik parametreler (Nabız, Sistolik/Diyastolik KB) ve kan gazı/elektrolit değerlerinin (pH, pCO₂, HCO₃, Hb, Na, K) analizinde, parametrik test varsayımlarının (normallik ve küresellik) sağlanamaması nedeniyle çok aşamalı bir non-parametrik analiz stratejisi izlenmiştir:

1. Kesitsel Karşılaştırma: Her bir zaman noktasında (Preop, 30.dk, 60.dk, 90.dk ve Postop 1. gün) gruplar arası farklar Mann-Whitney U Testi ile analiz edilmiştir.
2. Zaman Etkisi (Grup İçi Değişim): Her grubun kendi içindeki zamansal değişimi Friedman Testi ile değerlendirilmiştir.
3. Etkileşim Analizi (Delta Değerleri): Grup ve Zaman etkileşimini (Interaction Effect) belirlemek amacıyla, her olgu için [Son İntraoperatif Değer – Başlangıç Değeri] formülü ile Delta (Delta) değişim değerleri hesaplanmış ve bu fark skorları gruplar arasında Mann-Whitney U Testi ile kıyaslanmıştır.

3.7.5 İkincil Sonlanım Noktaları: Operatif ve Klinik Sonuçlar

Operatif süreler (Cerrahi, Anestezi, Skopi, Akses vb.), sıvı miktarları (Kanama, İrrigasyon) ve hastanede kalış süreleri gibi normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Taşsızlık (Stone-free), komplikasyon varlığı, transfüzyon ihtiyacı ve dren kullanım oranları gibi kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Pearson Ki-Kare veya Fisher's Exact Test (örneklem büyüklüğüne göre) uygulanmıştır.

3.7.6. Veri Görselleştirme

Elde edilen bulgular, grafiklere dönüştürülmüştür:

Kutu Grafikleri ve nokta grafiği (Box Plots with stripplot): Normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerin (Süreler, Miktarlar, Yaş, BMI vb.) medyan ve çeyrekler arası dağılımını göstermek için kullanılmıştır.

Sütun Grafikleri (Bar Plots): Kategorik verilerin (Taş lokalizasyonu, cinsiyet vb.) frekans dağılımlarını göstermek için kullanılmıştır.

Hata Çubuklu Çizgi Grafikleri (Line Plots with Error Bars): Tekrarlı ölçümlerin (Hemodinami ve Kan Gazları) zaman içindeki trendini ve değişim aralığını (Medyan ve Min-Max Range) takip etmek için kullanılmıştır.

Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi (p değeri) <0.05 olarak kabul edilmiştir.

3.7.7. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Öncelikle sürekli değişkenler (Yaş, Vücut Kitle İndeksi, Taş Yüğü) için Shapiro-Wilk Normallik Testi uygulandı. Normal dağılım gösteren "Yaş" değişkeni için Bağımsız Örneklem T-Testi (Independent Samples T-Test) kullanıldı ve sonuçlar Ortalama $\pm$ Standart Sapma olarak sunuldu. Normal dağılım göstermeyen "Vücut Kitle İndeksi" (Boy ve Kilo üzerinden tarafınca hesaplanmıştır) ve "Taş Yüğü" için Mann-Whitney U Testi uygulandı. Sonuçlar Medyan (Minimum - Maksimum) olarak verildi. Kategorik verilerin tamamı (Cinsiyet, Taraf, Taş Öyküsü, Hidronefroz, Taş Lokalizasyonu) için Ki-Kare (Chi-Square) Testi uygulanmış olup, frekanslar Sayı (Yüzde %) formatında tanımlanmıştır.

4. BULGULAR

Table 5: Prone ve Supin Gruplarının Başlangıç Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Parametre	Alt Kategori	Pron Grubu (n=42)	Supin Grubu (n=42)	p-değeri	İstatistiksel Test
Yaş (Yıl)	-	47.90 ± 15.72	47.83 ± 11.40	0.981	Bağımsız Örneklem T-Testi
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	-	27.74 (23.37 - 35.92)	26.23 (20.45 - 36.73)	0.077	Mann-Whitney U Testi
Taş Yüğü (mm)	-	30.00 (20.00 - 60.00)	30.00 (20.00 - 55.00)	0.124	Mann-Whitney U Testi
Cinsiyet	Erkek	26 (%61.9)	29 (%69.0)	0.646	Ki-Kare Testi
	Kadın	16 (%38.1)	13 (%31.0)		
Taraf*	Sağ	21 (%50.0)	17 (%40.5)	0.372	Ki-Kare Testi
	Sol	21 (%50.0)	25 (%59.5)		
Taş Operasyon Öyküsü	Yok	19 (%45.2)	27 (%64.3)	0.125	Ki-Kare Testi
	Var	23 (%54.8)	15 (%35.7)		
Hidronefroz (HUN)	Yok	29 (%69.0)	35 (%83.3)	0.200	Ki-Kare Testi
	Var	13 (%31.0)	7 (%16.7)		
Taş Lokalizasyonu	Alt Kaliks	9 (%21.4)	13 (%31.0)	0.596	Ki-Kare Testi
	Orta Kaliks	4 (%9.5)	4 (%9.5)		
	Üst Kaliks	1 (%2.4)	2 (%4.8)		
	Pelvis	5 (%11.9)	7 (%16.7)		
	Semistaghorn	17 (%40.5)	14 (%33.3)		
	Staghorn/Çoklu	6 (%14.3)	2 (%4.8)		

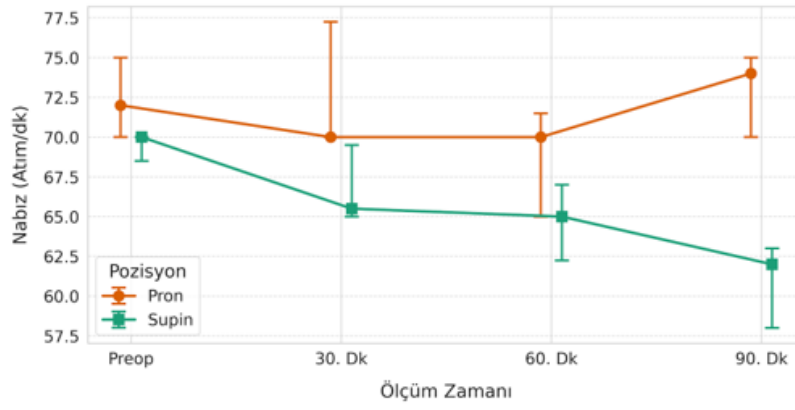
Tablo 5'e bakıldığında çalışmaya dahil edilen toplam 84 hastanın (42 Pron, 42 Supin) başlangıç demografik ve klinik verileri incelendiğinde, iki grup arasında hiçbir parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (tüm değişkenler için $p > 0.05$). Ortalama yaş Pron grubunda 47.90 ± 15.72 , Supin grubunda ise 47.83 ± 11.40 yıl olarak ölçülmüştür ($p=0.981$). Medyan Vücut Kitle İndeksi (VKİ) Pron grubunda 27.74 kg/m^2 , Supin grubunda 26.23 kg/m^2 ($p=0.077$) ; medyan taş yükü ise her iki grupta da eşdeğer olup 30.00 mm olarak hesaplanmıştır ($p=0.124$). Bununla birlikte cinsiyet (Pron %61.9 Erkek, Supin %69.0 Erkek; $p=0.646$) , operasyon tarafı ($p=0.372$), taş cerrahisi öyküsü ($p=0.125$), hidronefroz varlığı ($p=0.200$) ve taşın böbrekteki lokalizasyonu ($p=0.596$) açısından grupların oransal dağılımları tamamen dengeli ve homojendir.

Bu istatistiksel tablonun klinikteki karşılığı, çalışmamızın temelini son derece sağlam olduğudur. Cerrahin veya kliniğin hastaları Prone veya Supin pozisyonuna ayırırken herhangi bir seçim yanlılığı yapılmamıştır. Yani zorlu vakalar, obez hastalar veya devasa taşları olanlar kasıtlı olarak tek bir gruba toplanmamıştır. Hastaların yaşları, kiloları (VKİ), taş boyutları ve taşın böbrekteki konumu gibi operasyonun seyrini ve zorluğunu doğrudan etkileyecek faktörler her iki grupta benzerdir. Bu benzerlik sayesinde; ameliyat sürelerinde, kanama miktarlarında, komplikasyon oranlarında veya kan gazı/hemodinami seyirlerinde bulacağımız her türlü farklılığın hastaların kişisel özelliklerinden değil, daha çok hastaya verilen cerrahi pozisyonun (Prone veya Supin) yarattığı fizyolojik ve anatomik etkilerden kaynaklanacağını düşünmekteyiz.

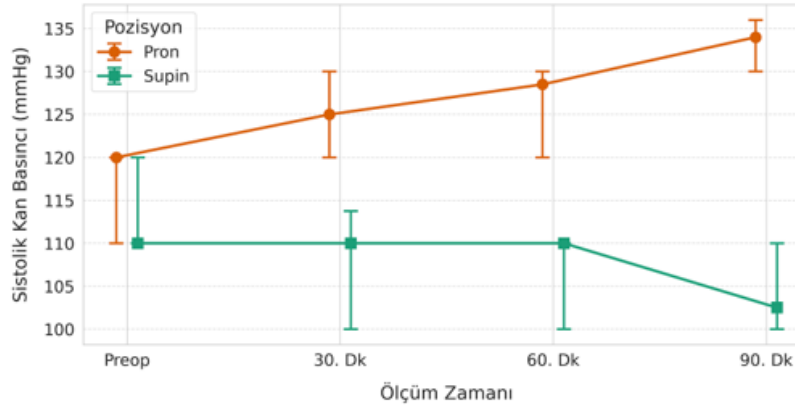
Table 6: Prone ve Supin Gruplarında İntraoperatif Zamana Bağlı Hemodinamik Seyir

Parametre	Zaman	Pron Grubu (Medyan [Min-Max])	Supin Grubu (Medyan [Min-Max])	p-değeri (Gruplar Arası)	İstatistiksel Test
Nabız (Atım/dk)	Preop (Başlangıç)	70 (64-89)	70 (60-75)	0.040*	Mann-Whitney U
	30. Dakika	70 (60-85)	66 (51-70)	<0.001*	Mann-Whitney U
	60. Dakika	70 (59-80)	65 (55-73)	<0.001*	Mann-Whitney U
	90. Dakika	74 (62-85)	62 (40-82)	<0.001*	Mann-Whitney U
	Delta (90. dk - Preop)	0 (-10 ile 15)	-9 (-30 ile 14)	<0.001*	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Grup İçi Zaman Etkisi</i>	<i>p = 0.002*</i>	<i>p < 0.001*</i>	-	<i>Friedman Testi</i>
---	---	---	---	---	---
Sistolik KB (mmHg)	Preop (Başlangıç)	120 (96-140)	110 (90-140)	0.133	Mann-Whitney U
	30. Dakika	125 (100-138)	110 (90-125)	<0.001*	Mann-Whitney U
	60. Dakika	128 (100-140)	110 (87-128)	<0.001*	Mann-Whitney U
	90. Dakika	134 (120-140)	102 (90-130)	<0.001*	Mann-Whitney U
	Delta (90. dk - Preop)	15 (-15 ile 43)	-10 (-40 ile 10)	<0.001*	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Grup İçi Zaman Etkisi</i>	<i>p < 0.001*</i>	<i>p < 0.001*</i>	-	<i>Friedman Testi</i>
---	---	---	---	---	---
Diastolik KB (mmHg)	Preop (Başlangıç)	75 (53-100)	70 (60-85)	0.261	Mann-Whitney U
	30. Dakika	80 (60-85)	70 (60-80)	<0.001*	Mann-Whitney U
	60. Dakika	80 (60-95)	68 (55-80)	<0.001*	Mann-Whitney U
	90. Dakika	85 (72-90)	66 (50-83)	<0.001*	Mann-Whitney U
	Delta (90. dk - Preop)	9 (-15 ile 37)	-6 (-20 ile 18)	<0.001*	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Grup İçi Zaman Etkisi</i>	<i>p < 0.001*</i>	<i>p < 0.001*</i>	-	<i>Friedman Testi</i>

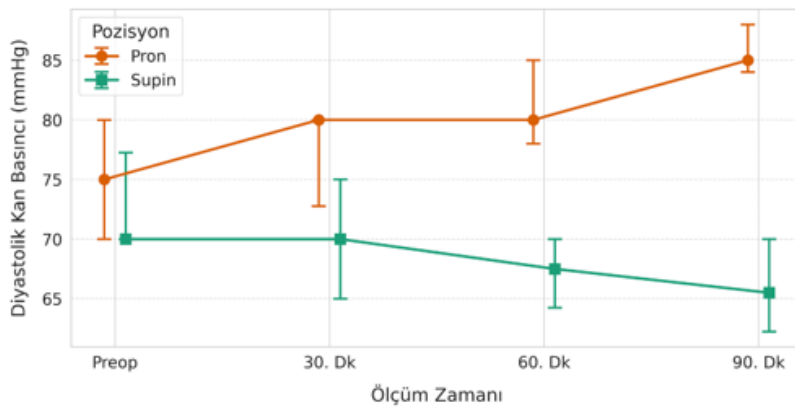
*(İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar, $p < 0.05$)



Şekil 3: Pozisyona Göre Zamana Bağlı Nabız Değişimi (Medyan +/- IQR)



Şekil 4: Pozisyona Göre Zamana Bağlı Sistolik Kan Basıncı Değişimi (Medyan+/- IQR)



Şekil 5: Pozisyona Göre Zamana Bağlı Diyastolik Kan Basıncı Değişimi (Medyan+/- IQR)

Tablo 6'ya bakıldığında çalışmaya dahil edilen hastaların hemodinamik verileri incelendiğinde, başlangıç (preoperatif) sistolik ($p=0.133$) ve diyastolik kan basıncı ($p=0.261$) medyan değerleri açısından Pron ve Supin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak operasyonun ilerleyen safhalarında (30., 60. ve 90. dakikalarda) gruplar arası belirgin bir ayrışma gözlenmiş olup; 90. dakikada Pron grubunun medyan sistolik kan basıncı 134 mmHg'ye ve nabızı 74 atım/dk'ya yükselirken, Supin grubunda bu değerler sırasıyla 102 mmHg ve 62 atım/dk'ya gerilemiştir (Şekil 3,4) ($p<0.001$). Zaman-grup etkileşimini değerlendiren Delta (90. dk ile Preop arası fark) analizine göre; Supin grubunda operasyon süresince sistolik kan basıncında medyan 10 mmHg, diyastolik kan basıncında 6 mmHg ve nabızda 9 atım/dk düşüş yaşanırken, Pron grubunda tam aksine sistolik kan basıncında medyan 15 mmHg ve diyastolik kan basıncında 9 mmHg net bir artış izlenmiştir (Şekil 3,4,5) (tüm Delta kıyaslamaları için $p<0.001$). Uygulanan Friedman testi de her iki grubun ameliyat boyunca kendi içlerindeki bu zıt yönlü ivmelenmelerin ve zaman etkisinin istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı olduğunu doğrulamıştır ($p<0.01$).

Elde edilen bu hemodinamik bulgular klinik açıdan değerlendirildiğinde, perkütan nefrolitotomi (PNL) operasyonlarında hastaya verilen pozisyonun kardiyovasküler sistem üzerindeki doğrudan ve dramatik etkisi açıkça görülmektedir. Supin pozisyonundaki hastalarda anestezi ilaçlarının beklenen fizyolojik bir sonucu olarak vazodilatasyon ve buna bağlı olarak tansiyon ile nabızda kontrollü bir düşüş izlenmektedir. Buna karşılık Pron pozisyonundaki hastalarda; artan batın içi basınç, vena kava inferiora olan bası nedeniyle kalbe dönen kan miktarının (venöz dönüş) azalması ve diyafragma hareketlerinin kısıtlanması ciddi bir otonomik stres (sempatik aktivasyon) yaratmaktadır. Bu anatomik ve fizyolojik zorluklar, ameliyat süresi uzadıkça refleks mekanizmaları tetikleyerek hastanın kan basıncının istikrarlı bir şekilde yükselmesine yol açmakta; dolayısıyla Pron pozisyonunun Supin pozisyonuna kıyasla hastalar üzerinde çok daha yüksek bir kardiyovasküler yük ve hemodinamik stres oluşturduğunu bilimsel olarak kanıtlamaktadır.

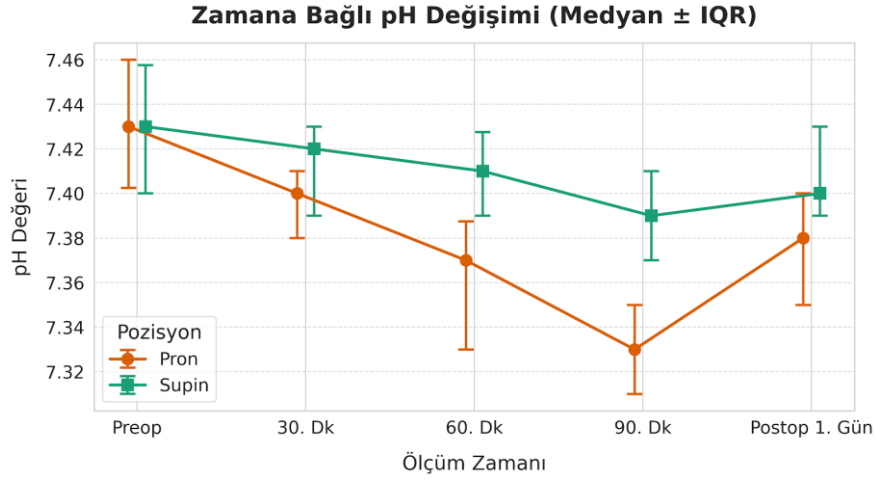
Table 7: Kan Gazı Parametrelerinin (pH, pCO₂, HCO₃) Zamana Bağlı Değişimi

Parametre	Zaman	Pron Grubu (Medyan [Min- Max])	Supin Grubu (Medyan [Min- Max])	p- değeri	İstatistiksel Test
pH	Preop	7.43 (7.24-7.52)	7.43 (7.35-7.48)	0.241	Mann-Whitney U
	30. Dk	7.40 (7.19-7.51)	7.42 (7.30-7.52)	0.139	Mann-Whitney U
	60. Dk	7.37 (7.00-7.54)	7.41 (7.34-7.50)	<0.001*	Mann-Whitney U
	90. Dk	7.33 (7.26-7.41)	7.39 (7.33-7.47)	<0.001*	Mann-Whitney U
	Postop 1. Gün	7.38 (7.30-7.47)	7.40 (7.36-7.46)	<0.001*	Mann-Whitney U
	Delta (1. Gün - Preop)	-0.05 (-0.18 / 0.10)	-0.03 (-0.08 / 0.06)	0.001*	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Zaman Etkisi (İçi)</i>	<i>p < 0.001*</i>	<i>p < 0.001*</i>	-	<i>Friedman Testi</i>
---	---	---	---	---	---
pCO₂ (mmHg)	Preop	36.3 (30.6-48.0)	36.7 (28.6-44.6)	0.237	Mann-Whitney U
	30. Dk	38.0 (26.6-51.9)	38.1 (29.3-47.5)	0.501	Mann-Whitney U
	60. Dk	40.3 (34.2-49.0)	38.0 (29.9-47.4)	0.318	Mann-Whitney U
	90. Dk	45.0 (31.5-52.0)	40.0 (34.0-55.7)	0.020*	Mann-Whitney U
	Postop 1. Gün	41.5 (30.5-50.0)	38.5 (30.4-55.8)	0.034*	Mann-Whitney U
	Delta (1. Gün - Preop)	6.2 (-12.2 / 32.4)	2.0 (-7.0 / 16.8)	0.015*	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Zaman Etkisi (İçi)</i>	<i>p < 0.001*</i>	<i>p < 0.001*</i>	-	<i>Friedman Testi</i>
---	---	---	---	---	---
HCO₃ (mEq/L)	Preop	23.4 (17.0-28.0)	23.7 (20.1-27.6)	0.919	Mann-Whitney U
	30. Dk	23.0 (16.3-26.7)	23.4 (21.7-27.1)	0.042*	Mann-Whitney U
	60. Dk	22.8 (12.4-26.0)	23.7 (20.7-28.0)	0.065	Mann-Whitney U
	90. Dk	22.5 (18.9-27.0)	24.0 (20.0-29.0)	0.010*	Mann-Whitney U
	Postop 1. Gün	25.0 (17.0-29.3)	24.0 (21.0-29.3)	0.437	Mann-Whitney U
	Delta (1. Gün - Preop)	0.6 (-2.5 / 6.7)	0.7 (-3.9 / 9.2)	0.985	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Zaman Etkisi (İçi)</i>	<i>p < 0.001*</i>	<i>p = 0.346</i>	-	<i>Friedman Testi</i>

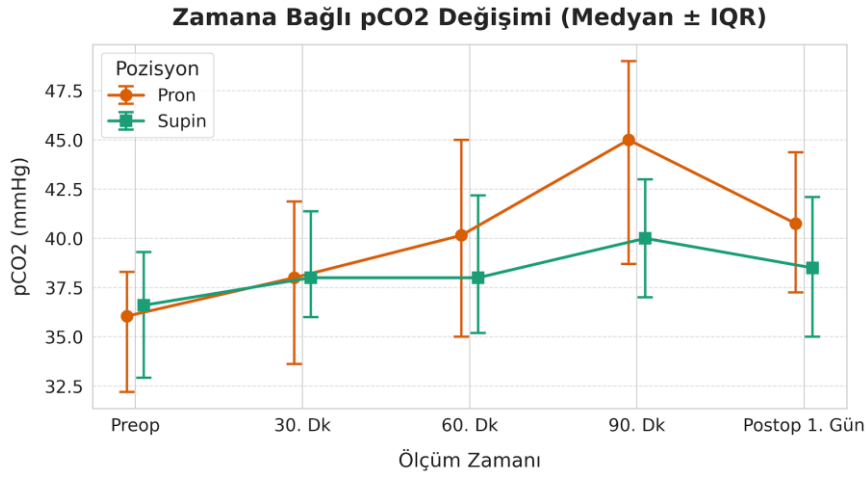
Table 8: Elektrolit ve Hemoglobin Parametrelerinin (Hb, Na, K) Zamana Bağlı Değişimi

Parametre	Zaman	Pron Grubu (Medyan [Min- Max])	Supin Grubu (Medyan [Min- Max])	p- değeri	İstatistiksel Test
Hb (g/dL)	Preop	13.2 (10.3-16.3)	13.1 (10.0-15.9)	0.452	Mann-Whitney U
	30. Dk	12.9 (9.0-15.8)	12.7 (9.9-15.8)	0.574	Mann-Whitney U
	60. Dk	12.4 (9.5-16.0)	12.5 (9.1-15.0)	0.941	Mann-Whitney U
	90. Dk	12.0 (9.0-15.5)	12.0 (9.0-15.2)	0.734	Mann-Whitney U
	Postop 1. Gün	12.5 (8.0-14.6)	13.0 (8.5-15.9)	0.933	Mann-Whitney U
	Delta (1. Gün - Preop)	-0.7 (-6.1 / 1.0)	-0.7 (-2.3 / 1.5)	0.683	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Zaman Etkisi (İçi)</i>	$p < 0.001^*$	$p < 0.001^*$	-	<i>Friedman Testi</i>
---	---	---	---	---	---
Na (mEq/L)	Preop	139.4 (134.9- 143.0)	138.6 (132.0- 143.0)	0.128	Mann-Whitney U
	90. Dk	138.6 (133.0- 145.0)	140.0 (135.0- 143.0)	0.029*	Mann-Whitney U
	Postop 1. Gün	138.5 (128.0- 146.6)	138.0 (131.0- 145.0)	0.297	Mann-Whitney U
	Delta (1. Gün - Preop)	-1.5 (-8.0 / 7.3)	-0.8 (-7.0 / 13.0)	0.948	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Zaman Etkisi (İçi)</i>	$p = 0.030^*$	$p = 0.002^*$	-	<i>Friedman Testi</i>
---	---	---	---	---	---
K (mEq/L)	Preop	3.9 (3.3-7.5)	3.8 (3.0-5.5)	0.097	Mann-Whitney U
	90. Dk	4.1 (3.2-4.9)	4.1 (3.4-4.8)	0.464	Mann-Whitney U
	Postop 1. Gün	4.0 (2.8-5.4)	4.0 (3.0-5.0)	0.766	Mann-Whitney U
	Delta (1. Gün - Preop)	0.1 (-3.6 / 0.7)	0.2 (-1.2 / 1.3)	0.144	Mann-Whitney U (Delta)
	<i>Zaman Etkisi (İçi)</i>	$p = 0.215$	$p < 0.001^*$	-	<i>Friedman Testi</i>

(Elektrolitlerde karmaşa yaratmamak adına ara saatler tabloda sadeleştirilmiştir ancak testler tüm ölçümler üzerinden yapılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı olanlar, $p < 0.05$)



Şekil 6: Pozisyonlar Arası Zamana Bağlı Ph Değişimi



Şekil 7: Pozisyonlar Arası Zamana Bağlı PCO2 Değişimi

Tablo 7 ve 8 incelendiğinde kan gazı ve elektrolit parametreleri ; her iki grubun başlangıç (Preop) değerleri arasında istatistiksel bir fark yoktur ($p>0.05$). Ancak operasyonun ilerleyen dakikalarında belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır. Özellikle 90. dakikada Pron grubunda pCO₂ medyan değeri 45.0 mmHg'ye yükselirken Supin grubunda 40.0 mmHg'de kalmış (Şekil 7) ($p=0.020$) ve buna bağlı olarak Pron grubunda pH değeri Supin grubuna kıyasla (7.33 vs. 7.39) anlamlı derecede daha fazla düşüş göstermiştir (Şekil 6) ($p<0.001$). Postop 1. Günde pH ve pCO₂ parametrelerindeki farklılıklar halen istatistiksel önemini korumuştur. Delta (1. Gün - Preop) analizine göre, Pron grubunda ameliyatın başından sonuna kadar pH

düşüşü ve pCO₂ artışı Supin grubuna kıyasla belirgin şekilde daha şiddetlidir (sırasıyla p=0.001 ve p=0.015). Diğer yandan kanama miktarının dolaylı bir göstergesi olan Hb (Hemoglobin) seviyesindeki düşüş (medyan -0.7 g/dL) ve elektrolit dalgalanmaları (Na, K) açısından iki ameliyat pozisyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı hiçbir fark bulunamamıştır (Tablo 8) (p>0.05).

Bu bulgular klinik pratiğe taşındığında, Pron pozisyonunun hastanın solunum fizyolojisine Supin pozisyonuna kıyasla çok daha yüksek bir yük bindirdiği görülmektedir. Pron pozisyonunda hastanın göğüs kafesi genişlemesinin engellenmesi ve diyafram hareketlerinin kısıtlanması, yeterli karbondioksit atılımını engelleyerek kanda CO₂ birikimine (Hiperkapni) yol açmıştır. Kanda biriken bu CO₂, doğal olarak hastanın kanını asitlendirmiş ve Pron grubundaki hastalarda solunumsal asidoza (düşük pH, yüksek pCO₂) eğilimi yaratmıştır. Hemodinamik stresi yüksek olan Pron pozisyonu solunumsal stresi de belirgin şekilde artırmıştır. Öte yandan, cerrahi tekniğin zorluğunu ve kanama kontrolünü yansıtan Hemoglobin (Hb) değerlerinin her iki grupta eşit miktarda düşmesi ve elektrolitlerde tehlikeli bir dalgalanma olmaması, uygulanan cerrahi manipülasyonun pozisyonun bağımsız olarak eşit güvenlikte ve başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğinin klinik bir göstergesidir.

Table 9: Prone ve Supin Pozisyonlarında Uygulanan Cerrahi Aşama Sürelerinin Karşılaştırılması

Parametre	Pron Grubu (Medyan [Min-Max])	Supin Grubu (Medyan [Min-Max])	p-değeri	İstatistiksel Test
Cerrahi Süresi (dk)	90 (60 - 120)	60 (50 - 90)	0.003*	Mann-Whitney U
Anestezi Süresi (dk)	120 (75 - 150)	90 (90 - 120)	0.004*	Mann-Whitney U
Skopi Süresi (sn)	104 (60 - 140)	77 (60 - 120)	<0.001*	Mann-Whitney U
Akses Süresi (dk)	6 (2 - 15)	3 (2 - 11)	<0.001*	Mann-Whitney U
Pozisyon Verme Süresi (dk)	22 (4 - 27)	15 (2 - 25)	<0.001*	Mann-Whitney U
Üreter Kateteri Tatbik Süresi (dk)	5 (2 - 8)	9 (3 - 11)	<0.001*	Mann-Whitney U

*(İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar, p < 0.05)

Tablo 9 incelendiğinde çalışmaya dahil edilen hastaların intraoperatif süre verileri , iki ameliyat pozisyonu arasında cerrahi süreler açısından istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar saptanmıştır (tüm parametreler için $p < 0.05$). Prone grubundaki medyan cerrahi süresi (90 dk) ve anestezi süresi (120 dk), Supin grubundaki cerrahi (60 dk) ve anestezi (90 dk) sürelerinden anlamlı düzeyde daha uzun bulunmuştur (sırasıyla $p=0.003$ ve $p=0.004$). Aynı şekilde operasyon sırasında hastanın radyasyona maruz kaldığı skopi süresi Prone grubunda (medyan 104 saniye) Supin grubuna (medyan 77 saniye) kıyasla önemli ölçüde yüksektir ($p<0.001$). Cerrahiye hazırlık aşamaları değerlendirildiğinde; akses (giriş) süresi ve pozisyon verme süresi Supin grubunda istatistiksel olarak çok daha kısayken (sırasıyla $p<0.001$), yalnızca üreter kateteri takma işlemi Prone grubunda (medyan 5 dk), Supin grubuna (medyan 9 dk) kıyasla anlamlı derecede daha hızlı gerçekleşmiştir ($p<0.001$).

Cerrahi sürelerin analiz edildiği bu tablo, Supin (sırtüstü) pozisyonunda uygulanan PNL cerrahisinin genel zaman yönetimi ve radyasyon maruziyeti açısından çok daha avantajlı olduğunu klinik olarak kanıtlamaktadır. Prone pozisyonunda hastanın entübe edildikten sonra yüzüstü çevrilmesi, tüm cerrahi örtülerin yeniden düzenlenmesi gibi zorlu hazırlık adımları "Pozisyon Verme Süresi"ni belirgin şekilde uzatmaktadır. Aynı şekilde, iğne ile böbreğe girilen ve traktın oluşturulduğu "Akses" aşamasında Supin pozisyonu cerraha daha rahat bir manevra alanı ve anatomik rehberlik sunduğundan akses çok daha hızlı gerçekleşmektedir. Skopi süresinin Supin grubunda 77 saniyeye kadar düşmesi, bu grubun hem hasta hem de cerrahi ekip açısından radyasyon güvenliğinin çok daha yüksek olduğunu ispatlamaktadır. Sadece, retrograd Üreter Kateteri Tatbiki Prone'a hazırlık aşamasında daha pratik işlediğinden Prone grubunda hızlı olsa da; toplam cerrahi ve anestezi sürelerindeki yarım saatlik (30 dakika) net kısalma, Supin pozisyonunu anesteziye bağlı komplikasyon risklerinin düşürülmesi ve ameliyathane kullanım verimliliği açısından klinik olarak açık ara öne geçirmektedir.

Table 10: Prone ve Supin Gruplarında Operatif Miktarlar ve Klinik İyileşme Sürelerinin Karşılaştırılması

Parametre	Pron Grubu (Medyan [Min- Max])	Supin Grubu (Medyan [Min- Max])	p- değeri	İstatistiksel Test
Kanama Miktarı (ml)	300 (100 - 1000)	200 (50 - 400)	<0.001*	Mann- Whitney U
İrrigasyon Sıvısı Miktarı (ml)	9000 (3500 - 60000)	6000 (2500 - 12000)	0.003*	Mann- Whitney U
Hastanede Kalış Süresi (gün)	4 (2 - 12)	2 (1 - 7)	<0.001*	Mann- Whitney U
Nefrostomi Kalış Süresi (gün)	3 (2 - 10)	2 (1 - 6)	<0.001*	Mann- Whitney U

*(İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar, $p < 0.05$)

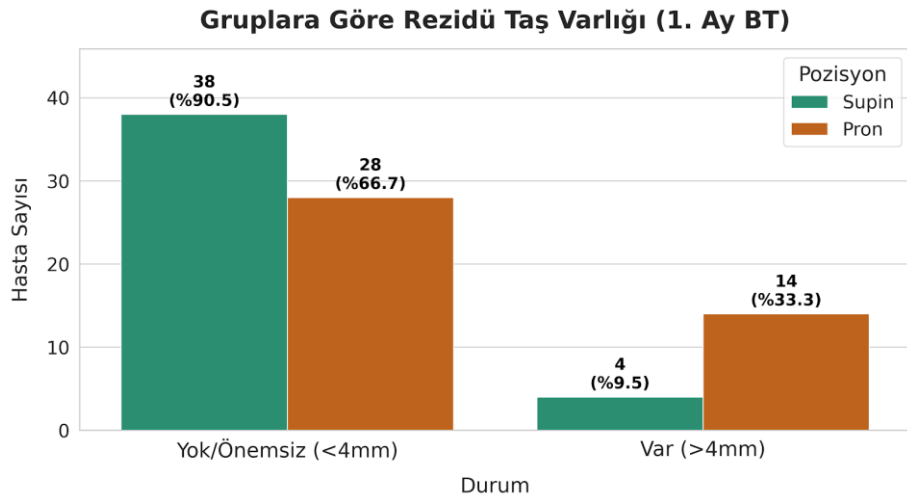
Tablo 10 incelendiğinde çalışmaya dahil edilen hastaların operatif miktarları ve klinik iyileşme verileri ; Prone ve Supin grupları arasında tüm parametrelerde istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılıklar saptanmıştır (tüm $p < 0.01$). Operasyon esnasındaki kanama miktarı Pron grubunda medyan 300 ml iken Supin grubunda 200 ml olarak ölçülmüş olup ($p<0.001$); kullanılan irrigasyon sıvısı miktarı da Pron grubunda (medyan 9000 ml) Supin grubuna (medyan 6000 ml) kıyasla anlamlı derecede yüksektir ($p=0.003$). Ameliyat sonrası klinik iyileşme süreçleri değerlendirildiğinde ise, Supin pozisyonunda opere edilen hastaların medyan hastanede kalış süresi (2 gün) ve nefrostomi kalış süresi (2 gün), Pron grubundaki hastalara (sırasıyla medyan 4 gün ve 3 gün) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha kısadır ($p<0.001$).

Supin pozisyonunda böbrek içi basıncın daha düşük olması ve cerrahın manevra kabiliyetinin artması sayesinde kanama miktarı azalmış, operasyon daha hızlı bittiği için de daha az irrigasyon sıvısına ihtiyaç duyulmuştur. Cerrahi travmanın ve sıvı/kanama döngüsünün azalması, hastanın ameliyat sonrasında hızla toparlanmasını sağlamıştır. Sonuç olarak Supin grubundaki hastaların nefrostomi kateterleri daha erken çekilebilmiş ve bu hastalar ortalama 2 gün daha erken taburcu edilerek evlerine gönderilmiştir. Bu durum sadece hasta konforunu ve güvenliğini artırmakla kalmamış, aynı zamanda hastane maliyetlerinin ve yatak işgal oranlarının düşürülmesi açısından kliniğe devasa bir avantaj sağlamıştır

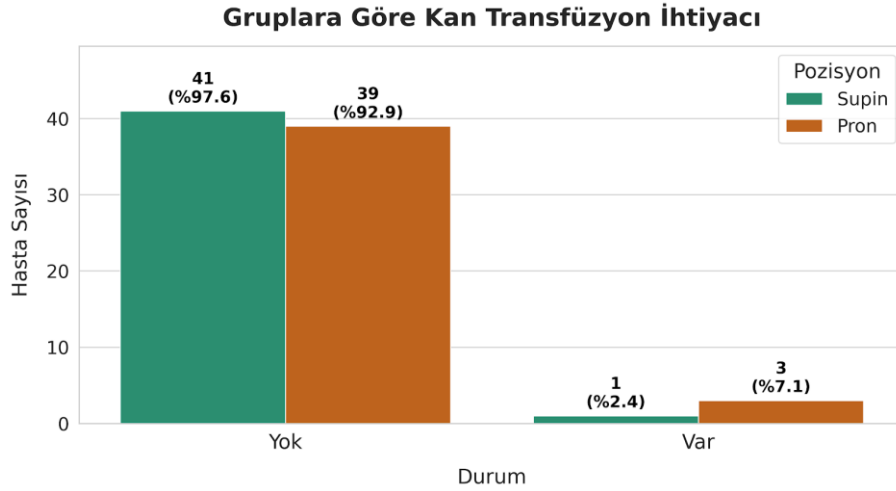
Table 11: Prone ve Supin Pozisyonlarının Postoperatif Klinik Çıktılar (Kategorik) Açısından Karşılaştırılması

Parametre	Durum	Pron Grubu (n=42)	Supin Grubu (n=42)	p-değeri	İstatistiksel Test
Rezidü Taş Varlığı (1. Ay BT)	Yok / Önemsiz (<4mm)	28 (%66.7)	38 (%90.5)	0.017*	Ki-Kare Testi (Yates Düzeltmeli)
	Başarısızlık / Var (>4mm)	14 (%33.3)	4 (%9.5)		
Komplikasyon Varlığı	Yok	29 (%69.0)	38 (%90.5)	0.030*	Ki-Kare Testi (Yates Düzeltmeli)
	Var	13 (%31.0)	4 (%9.5)		
Kan Transfüzyon İhtiyacı	Yok	39 (%92.9)	41 (%97.6)	0.616	Fisher Exact Testi
	Var	3 (%7.1)	1 (%2.4)		
DJ Stent Takılması	Yok	22 (%52.4)	15 (%35.7)	0.187	Ki-Kare Testi (Yates Düzeltmeli)
	Var	20 (%47.6)	27 (%64.3)		

(* İstatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir, $p < 0.05$)



Şekil 8: Pozisyona Göre Rezidü Taş Varlığı Durumu



Şekil 9: Pozisyona Göre Kan Transfüzyon İhtiyacı Durumu

Tablo 11 incelenip hastaların cerrahi pozisyonlara göre postoperatif klinik sonuçları kategorik olarak analiz edildiğinde; cerrahi başarı ve güvenlik göstergeleri olan Rezidü Taş ve Komplikasyon varlığı açısından Supin pozisyonunun lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Postoperatif 1. aydaki BT sonuçlarına göre, operasyonun başarısızlık göstergesi olarak kabul edilen "Rezidüel Taş (>4mm)" varlığı Pron grubunda %33.3 (n=14) iken, Supin grubunda bu oran sadece %9.5 (n=4) olarak saptanmıştır (Şekil 8) ($p=0.017$). Benzer şekilde, herhangi bir "Komplikasyon" gelişme riski Pron grubunda %31.0'ı bulurken, Supin grubunda bu risk %9.5'te kalmıştır (Şekil 9) ($p=0.030$). Öte yandan, klinik seyrin diğer bir parçası olan Kan Transfüzyon İhtiyacı oranları (Pron %7.1 vs Supin %2.4) ve intraoperatif DJ Stent takılma oranları (Pron %47.6 vs Supin %64.3) incelendiğinde, bu değişkenlerdeki farklılıklar her iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır (sırasıyla $p=0.616$ ve $p=0.187$).

Çalışmanın en kritik sonlanım noktalarını özetleyen bu son tablo, Supin (sırtüstü) PNL operasyonunun sadece hasta fizyolojisi açısından değil, operasyonel başarı ve güvenlik açısından da Prone (yüzüstü) pozisyonundan üstün olduğunu göstermektedir. Başlangıçta demografik özellikleri ve taş yükü eşlenik olan iki grup değerlendirildiğinde; Supin pozisyonunda çalışırken cerrahın böbrek içi anatomiye (özellikle toplayıcı sisteme ve üretere) daha ergonomik bir erişim sağlaması ve taşların yerçekimi etkisiyle Amplatz kılıfından daha kolay dışarı tahliye edilebilmesi

ameliyat bitimindeki Rezidüel Taş oranını dramatik şekilde (%33.3'ten %9.5'e) düşürmüştür. Aynı zamanda bu düşük basınçlı, hızlı ve temiz tahliye işlemi sayesinde; enfeksiyon, hematüri ve böbrek dokusu yaralanması gibi komplikasyonların görülme sıklığı da Supin grubunda yaklaşık üçte bir oranına gerilemiştir. Sonuç itibariyle, daha az rezidüel taş ve daha az komplikasyon ile biten Supin cerrahisi, PNL için oldukça güvenilir, efektif ve hasta dostu bir cerrahi pozisyon alternatifi olarak literetürü net bir şekilde desteklemektedir.

5. TARTIŞMA

Bu prospektif çalışmada, prone ve supin pozisyonda gerçekleştirilen perkütan nefrolitotomi operasyonlarının intraoperatif hemodinamik seyir, kan gazı değişimleri ve postoperatif klinik sonuçlar üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın en dikkat çekici bulgusu, başlangıç hemodinamik parametreleri benzer olmasına rağmen, operasyon süresince iki pozisyon arasında zamana bağlı belirgin bir fizyolojik ayrışma ortaya çıkmasıdır.

Pron grubunun medyan sistolik kan basıncı 134 mmHg'ye ve nabızı 74 atım/dk'ya yükselirken, Supin grubunda bu değerler sırasıyla 102 mmHg ve 62 atım/dk'ya gerilemiştir ($p<0.001$). Zaman-grup etkileşimini değerlendiren Delta (90. dk ile Preop arası fark) analizine göre; Supin grubunda operasyon süresince sistolik kan basıncında medyan 10 mmHg, diyastolik kan basıncında 6 mmHg ve nabızda 9 atım/dk düşüş yaşanırken, Pron grubunda tam aksine sistolik kan basıncında medyan 15 mmHg ve diyastolik kan basıncında 9 mmHg net bir artış izlenmiştir (tüm Delta kıyaslamaları için $p<0.001$). Uygulanan Friedman testi de her iki grubun ameliyat boyunca kendi içlerindeki bu zıt yönlü ivmelenmelerin ve zaman etkisinin istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı olduğunu doğrulamıştır ($p<0.01$).

Anestezi literatüründe de Prone pozisyonun kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır. Edgcombe ve ark., prone pozisyona geçişin kardiyak indeks üzerinde anlamlı düşüşe yol açabileceğini ve bu

etkinin özellikle uzun süren cerrahilerde belirginleştğini bildirmiştir (83). Benzer şekilde Manohar ve ark., artmış intraabdominal basınç ve inferior vena cava kompresyonuna bağlı venöz dönüş azalmasının stroke volume ve kardiyak output'ta düşüşle sonuçlandığını göstermiştir (84). Güncel hemodinamik ölçümler, supin-prone geçiş sırasında prone pozisyonun venöz dönüşü azaltarak kardiyak output'u belirgin şekilde düşürdüğünü göstermektedir; örneğin Wang ve ark.'nın prospektif çalışmasında supin'den prone'a geçişle kardiyak output ortalama %13 azalmakta ve bu azalma hava yolu basıncı artışı ile korelasyon göstermektedir (85). Ek olarak, Yokoyama ve ark. gibi klasik anestezi çalışmaları prone pozisyonun kardiyak indeks üzerinde anlamlı düşüşe neden olduğunu rapor etmiştir (86). Bu değişiklikler, prone pozisyonun intraabdominal/basınç değişimleri ile sistemik hemodinamiyi etkilediğini desteklemektedir.

Bununla birlikte, anestezi literatüründe kardiyak output'taki azalmanın her zaman belirgin hipotansiyon ile sonuçlanmadığı da vurgulanmaktadır. Edgcombe ve ark., arteriyel basıncın çoğu olguda kompensatuar mekanizmalar sayesinde korunabildiğini belirtmiş; sistemik vasküler direnç artışı ve sempatik aktivasyonun bu stabilizasyonu sağladığını ifade etmiştir (83). Benzer biçimde BJA Education derlemelerinde, prone pozisyon sırasında preload azalmasına rağmen baroreseptör aracılı sempatik yanıtın periferik vazokonstriksiyona ve kalp hızında artışa yol açarak ortalama arter basıncını koruyabileceği bildirilmiştir (87). Klinik gözlemsel çalışmalarda da prone'a geçiş sonrası kardiyak output azalmasına rağmen sistemik vasküler dirençte artış saptandığı ve bunun arteriyel basınçta dalgalanmalara neden olabileceği gösterilmiştir (88). Hatta bazı olgu bildirimlerinde, özellikle uzun süren cerrahilerde artmış sempatik tonus ile seyreden hipertansif epizodlar tanımlanmıştır (89). Bu fizyolojik çerçeve dikkate alındığında, çalışmamızda prone grubunda operasyonun ilerleyen dakikalarında gözlenen sistolik ve diyastolik kan basıncı ile nabız artışı, literatürde tanımlanan kardiyak output azalmasına karşı gelişen kompensatuar sempatik yanıt ile uyumlu görünmektedir. Dolayısıyla bulgularımız, prone pozisyonun doğrudan hipertansif etkisinden ziyade, pozisyona bağlı hemodinamik stres ve buna verilen otonom yanıtı yansıtır olabilir.

Çalışmamızda prone grubunda operasyon süresi uzadıkça gözlenen sistolik ve diyastolik basınç artışı ile kalp hızındaki yükselme, bu kompensatuar mekanizmalarla uyumlu görünmektedir. Özellikle uzun süren PNL operasyonlarında pozisyona bağlı hemodinamik stresin klinik olarak anlamlı hale gelebileceği düşünülmektedir.

Supin pozisyon, torakoabdominal kompresyonun daha sınırlı olması nedeniyle intratorasik basınç değişimlerini minimal düzeyde tutarak diyafram hareketlerini daha az kısıtlayabilir ve böylece pulmoner mekaniklerin korunmasına katkı sağlayabilir. Nitekim Günenç ve ark. tarafından 2024 yılında lomber disk cerrahisi hastalarında gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada, hastaların supin pozisyonundan prone pozisyona çevrilmesiyle birlikte dinamik pulmoner kompliyansın anlamlı şekilde azaldığı ve hava yolu basınçlarının belirgin olarak arttığı gösterilmiştir (90). Ayrıca Edgcombe ve ark.'nın British Journal of Anaesthesia'da yayımlanan kapsamlı derlemesinde, prone pozisyonun göğüs duvarı hareketlerini kısıtlayabileceği ve artmış intratorasik basınç aracılığıyla kardiyopulmoner dinamikleri etkileyebileceği vurgulanmıştır (83). PCNL bağlamında Eslahi ve ark. da prone pozisyonun torakoabdominal kompresyon yoluyla kardiyopulmoner fonksiyon üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceğini, supin pozisyonun ise fizyolojik açıdan daha stabil bir ortam sağlayabileceğini belirtmiştir (91).

Bu literatür ışığında, çalışmamızda prone grubunda operasyonun ilerleyen dakikalarında gözlenen sistolik ve diyastolik kan basıncı ile nabız artışı; azalmış pulmoner kompliyans ve artmış hava yolu basıncına bağlı intratorasik basınç değişikliklerinin venöz dönüş ve kardiyak performans üzerindeki etkileriyle ilişkili olabilir. Artmış intratorasik basınç preload azalmasına yol açarken, buna karşı gelişen sempatik aktivite artışı sistemik vasküler dirençte yükselmeye ve arteriyel basınçta dalgalanmalara neden olabilir. Dolayısıyla prone grubunda gözlenen hemodinamik değişiklikler yalnızca cerrahi strese değil, pozisyona bağlı torakoabdominal mekanik değişikliklerin fizyolojik yansımalarına da bağlanabilir.

Çalışmamızda Pron grubunda ameliyatın başından sonuna kadar pH düşüşü ve pCO₂ artışı Supin grubuna kıyasla belirgin şekilde daha şiddetlidir (sırasıyla p=0.001 ve p=0.015)

Artmış intratorasik basınç ventilatuvar mekanikleri değiştirir, özellikle uzun süren cerrahilerde alveoler ventilasyonun görece azalmasına ve karbondioksit eliminasyonunun etkilenmesine katkıda bulunabilir. Nitekim Palmon ve ark., prone pozisyonun (kullanılan destek sistemine bağlı olarak) torakoabdominal kompresyon ve göğüs duvarı hareket kısıtlılığı üzerinden pulmoner kompliyansı azaltabildiğini ve hava yolu basınçlarını artırabildiğini göstermiştir (92). Prone pozisyonun artmış intratorasik basınç ve azalmış torasik kompliyans yoluyla gaz değişim parametrelerini etkileyebileceğini fizyolojik olarak açıklamıştır. Bu mekanizma doğrultusunda, yeterli ventilasyonun sağlanamadığı durumlarda arteriyel pCO₂ düzeylerinde yükselme ve buna bağlı pH düşüşü görülebilir.

Çalışmamızda Prone grubunda gözlenen pCO₂ artışı ve pH düşüş eğilimi, literatürde tanımlanan bu torakoabdominal mekanik değişikliklerle uyumlu görünmektedir. Bu durum, prone pozisyonun yalnızca hemodinamik değil, aynı zamanda solunumsal stres yanıtını da artırabileceğini düşündürmektedir. Ancak bu ilişkinin doğrudan nedensellikten ziyade pozisyona bağlı ventilatuvar mekanik değişiklikler aracılığıyla ortaya çıkmış olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmamızda Prone grubundaki medyan cerrahi süresi (90 dk) ve anestezi süresi (120 dk), Supin grubundaki cerrahi (60 dk) ve anestezi (90 dk) sürelerinden anlamlı düzeyde daha uzun bulunmuştur (sırasıyla p=0.003 ve p=0.004). Aynı şekilde operasyon sırasında hastanın radyasyona maruz kaldığı skopi süresi Prone grubunda (medyan 104 saniye) Supin grubuna (medyan 77 saniye) kıyasla önemli ölçüde yüksektir (p<0.001). Cerrahiye hazırlık aşamaları değerlendirildiğinde; akses (giriş) süresi ve pozisyon verme süresi Supin grubunda istatistiksel olarak çok daha kısayken (sırasıyla p<0.001), yalnızca üreter kateteri takma işlemi Prone grubunda (medyan 5 dk), Supin grubuna (medyan 9 dk) kıyasla anlamlı derecede daha hızlı gerçekleşmiştir (p<0.001).

Supin pozisyonu süreleri kısaltarak anesteziye bağlı komplikasyon risklerinin düşürülmesi ve ameliyathane kullanım verimliliği konusunda klinik olarak açık ara öne geçmektedir.

Çalışmamızda operasyon esnasındaki kanama miktarı Pron grubunda medyan 300 ml iken Supin grubunda 200 ml olarak ölçülmüş olup ($p<0.001$); kullanılan irrigasyon sıvısı miktarı da Pron grubunda (medyan 9000 ml) Supin grubuna (medyan 6000 ml) kıyasla anlamlı derecede yüksektir ($p=0.003$).

Prone pozisyonda artmış intraabdominal basınca bağlı renal venöz dönüşün etkilenebileceği ve renal venöz basıncın yükselebileceği literatürde belirtilmiştir. Birowo ve ark. tarafından prone ve supin PNL'nin karşılaştırıldığı klinik çalışmada, prone grupta hemoglobin düşüşünün daha belirgin olduğu ve transfüzyon gereksiniminin daha yüksek seyrettiği bildirilmiştir (93). Yazarlar bu farkı, prone pozisyonda abdominal kompresyonun renal venöz basıncı artırabileceği ve buna bağlı kanama eğiliminin artabileceği şeklinde açıklamıştır. Ayrıca prone pozisyonda posterior yaklaşım sırasında böbreğin mobilitesinin sınırlı olması ve trakt boyunca venöz yapılar üzerindeki gerilimin artması, intrarenal venöz kanama eğilimini artırabilir. Bunların ışığında çalışmamızda prone grubunda gözlenen artmış kanama ve irrigasyon ihtiyacı durumu literatür ile uyumlu görünmektedir.

Ayrıca artmış irrigasyon ihtiyacı, hem cerrahi görüş alanının korunması hem de kanama kontrolü ile ilişkili olabilir. Supin pozisyonda yerçekimi etkisinin drenajı kolaylaştırması ve toplayıcı sistemde daha etkin pasif boşalım sağlaması, intrarenal basıncın daha dengeli seyretmesine katkıda bulunabilir. Nitekim Valdivia ve ark., Galdakao-modifiye supin PNL tekniğini tanımladıkları çalışmalarında, supin pozisyonda toplayıcı sistem drenajının daha fizyolojik olduğunu ve intrarenal basıncın prone pozisyona kıyasla daha düşük seviyelerde seyredebildiğini belirtmişlerdir (5). Daha düşük intrarenal basınç, hem irrigasyon ihtiyacının azalmasına hem de kanama kontrolünün daha stabil şekilde sağlanmasına katkı sağlayabilir. Bu mekanizma, çalışmamızda prone grupta gözlenen daha yüksek irrigasyon hacmi ile uyumlu görünmektedir.

Çalışmamızda Supin pozisyonunda opere edilen hastaların medyan hastanede kalış süresi (2 gün) ve nefrostomi kalış süresi (2 gün), Pron grubundaki hastalara (sırasıyla medyan 4 gün ve 3 gün) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha kısadır ($p<0.001$).

Supin grupta hastanede kalış süresi ve nefrostomi kalış süresinin daha kısa olması, daha stabil intraoperatif fizyolojik seyir ve daha düşük cerrahi yük ile ilişkili olabilir. Hemodinamik stabilitenin korunması, postoperatif erken mobilizasyon ve sistemik stres yanıtının azaltılması açısından önemlidir.

Çalışmamızda postoperatif 1. aydaki BT sonuçlarına göre, operasyonun başarısızlık göstergesi olarak kabul edilen "Rezidüel Taş ($>4\text{mm}$)" varlığı Pron grubunda %33.3 ($n=14$) iken, Supin grubunda bu oran sadece %9.5 ($n=4$) olarak saptanmıştır ($p=0.017$). Benzer şekilde, herhangi bir "Komplikasyon" gelişme riski Pron grubunda %31.0'ı bulurken, Supin grubunda bu risk %9.5'te kalmıştır ($p=0.030$).

Supin pozisyonunda çalışırken cerrahın böbrek içi anatomiye (özellikle toplayıcı sisteme ve üretere) daha ergonomik bir erişim sağlaması ve taşların yerçekimi etkisiyle Amplatz kılıfından daha kolay dışarı tahliye edilebilmesi ameliyat bitimindeki Rezidüel Taş oranını dramatik şekilde (%33.3'ten %9.5'e) düşürmüştür. Aynı zamanda bu düşük basınçlı, hızlı ve temiz tahliye işlemi sayesinde; enfeksiyon, hematüri ve böbrek dokusu yaralanması gibi komplikasyonların görülme sıklığı da Supin grubunda yaklaşık üçte bir oranına gerilemiştir. Sonuç itibarıyla, daha az rezidüel taş ve daha az komplikasyon ile biten Supin cerrahisi, PNL için oldukça güvenilir, efektif ve hasta dostu bir cerrahi pozisyon alternatifi olarak literatürü net bir şekilde desteklemektedir.

PNL pozisyon tartışması uzun yıllar teknik ergonomi ve cerrahi erişim avantajları üzerinden yürütülmüştür. Ancak günümüzde artan yaşlı ve komorbid hasta popülasyonu göz önüne alındığında, hemodinamik stabilite ve kardiyopulmoner güvenlik en az cerrahi başarı kadar önem taşımaktadır. Özellikle kardiyak veya pulmoner komorbiditesi bulunan hastalarda supin pozisyonun fizyolojik avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, pozisyon

seçiminin bireyselleştirilmiş hasta değerlendirmesi ile yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

Çalışmanın güçlü yönleri; prospektif randomize tasarım olması, eşit sayıda hasta içeren iki homojen grup olması, zamana bağlı hemodinamik değişimlerin delta analiz ile değerlendirilmesi, hem cerrahi hem fizyolojik parametrelerin birlikte incelenmesidir. Bu zellikler çalışmamızın metodolojik gücünü artırmaktadır.

Çalışmanın sınırlılıkları ise; çalışmamız tek merkezli ve örneklem sayısının sınırlı olmasıdır.. İnvaziv kardiyak output ölçümleri yapılmamış olup, hemodinamik değerlendirme non-invaziv parametrelerle sınırlı kalmıştır. Uzun dönem sonuçlar değerlendirilmemiştir. Ayrıca ASA IV ve üzeri yüksek riskli hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Gelecekte yapılacak çok merkezli, daha geniş örneklemli ve invaziv hemodinamik monitorizasyon içeren çalışmalar, ameliyat pozisyonunun fizyolojik etkilerini daha net ortaya koyabilir.

6. SONUÇ

Bu prospektif çalışmada prone ve supin pozisyonunda gerçekleştirilen perkütan nefrolitotomi (PNL) operasyonları; intraoperatif hemodinamik seyir, arter kan gazı değişimleri, operatif parametreler ve postoperatif klinik sonuçlar açısından kapsamlı biçimde karşılaştırılmıştır.

Elde edilen bulgular, supin pozisyonun intraoperatif dönemde daha stabil bir hemodinamik profil sunduğunu göstermiştir. Supin grupta sistolik ve diyastolik kan basıncı ile kalp atım hızındaki dalgalanmalar daha sınırlı seyretmiş; buna karşın prone pozisyonunda operasyon süresince belirgin hemodinamik değişkenlik izlenmiştir. Bu durum, özellikle kardiyovasküler rezervi sınırlı hastalarda pozisyon seçiminin klinik önemini ortaya koymaktadır.

Operatif parametreler değerlendirildiğinde, supin pozisyonda kanama miktarının ve irrigasyon hacminin daha düşük olduğu; buna paralel olarak nefrostomi kalış süresi ve hastanede yatış süresinin anlamlı derecede daha kısa olduğu saptanmıştır. Ayrıca cerrahi başarı göstergeleri olan rezidü taş oranı ve komplikasyon oranları açısından supin pozisyon lehine istatistiksel olarak anlamlı üstünlük belirlenmiştir. Bu bulgular, supin pozisyonun yalnızca fizyolojik açıdan değil, aynı zamanda klinik sonuçlar bakımından da avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir.

Her iki pozisyon taş cerrahisinde uygulanabilir ve güvenli olmakla birlikte, çalışmamız ameliyat pozisyonunun yalnızca cerrahi teknik kolaylık temelinde değil; hastanın hemodinamik stabilitesi, komorbid durumu ve postoperatif iyileşme süreci dikkate alınarak seçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak; supin PNL, benzer cerrahi etkinliği korurken daha iyi hemodinamik stabilite, daha düşük cerrahi yük ve daha hızlı postoperatif toparlanma ile ilişkilidir. Bu nedenle özellikle kardiyopulmoner risk faktörleri bulunan hastalarda supin pozisyon güvenli ve rasyonel bir tercih olarak değerlendirilmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Akram M, Somani B. Epidemiology and Management of Kidney Stone Disease – Current Insights. Res Rep Urol. 20 Kasım 2025;17:449-59. doi:10.2147/RRU.S517758 PubMed PMID: 41292547; PubMed Central PMCID: PMC12642795.
2. Skolarikos A, Geraghty R, Somani B, Tailly T, Jung H, Neisius A, vd. European Association of Urology Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Urolithiasis. Eur Urol. Temmuz 2025;88(1):64-75. doi:10.1016/j.eururo.2025.03.011 PubMed PMID: 40268592.
3. Ganpule AP, Vijayakumar M, Malpani A, Desai MR. Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) a critical review. Int J Surg. 01 Aralık 2016;Renal Stones: Causation, Investigation and Modern Management36:660-4. doi:10.1016/j.ijsu.2016.11.028
4. EAU-Guidelines-on-Urolithiasis-2025.pdf [İnternet]. [a.yer 24 Aralık 2025]. Erişim adresi: <https://d56bochluxqnz.cloudfront.net/documents/full-guideline/EAU-Guidelines-on-Urolithiasis-2025.pdf>
5. Valdivia Uría JG, Lachares Santamaría E, Villarroya Rodríguez S, Taberner Llop J, Abril Baquero G, Aranda Lassa JM. [Percutaneous nephrolithectomy: simplified technic (preliminary report)]. Arch Esp Urol. Nisan 1987;40(3):177-80. PubMed PMID: 3619512.

6. Proietti S, Rodríguez-Socarrás ME, Eisner B, De Coninck V, Sofer M, Saitta G, vd. Supine percutaneous nephrolithotomy: tips and tricks. *Transl Androl Urol.* Eylül 2019;8(Suppl 4):S381-8. doi:10.21037/tau.2019.07.09 PubMed PMID: 31656744; PubMed Central PMCID: PMC6790418.
7. Kumar P, Bach C, Kachrilas S, Papatsoris AG, Buchholz N, Masood J. Supine percutaneous nephrolithotomy (PCNL): “in vogue” but in which position? *BJU Int.* Aralık 2012;110(11 Pt C):E1018-1021. doi:10.1111/j.1464-410X.2012.11188.x PubMed PMID: 22564784.
8. Anderson J, Kabalin JN, Cadeddu J. Surgical Anatomy of the Retroperitoneum, Adrenals, Kidneys, and Ureters. *Campbell-Walsh Urol.* 01 Ocak 2007;3-37. doi:10.1016/B978-1-4160-6911-9.00001-3
9. Standring S, editor. *Gray’s Anatomy: The anatomical basis of clinical practice.* 42nd ed. Edinburgh (UK): Elsevier; 2020. ISBN: 9780702077050. İçinde.
10. Partin AW, Dmochowski RR, Kavoussi LR, Peters CA, Wein AJ. *Campbell Walsh Wein Urology, E-Book: 3-Volume Set.* Elsevier Health Sciences; 2020. 5215 p.
11. *Netter’s Atlas of Human Anatomy.* Netter FH. 8. Baskı. Philadelphia: Elsevier; 2022. s. 334.
12. Latuconsina Y, Lantemona RA, Mappiwali A, Pariputra Y. The Prevalence and Characteristic of Urinary Stone Disease in General Hospital of The Peripheral Area. *Brawijaya J Urol.* 22 Temmuz 2024;5(01):13-6. doi:10.11594/bjurology.2024.005.01.4
13. Akinci M, Esen T, Tellaloğlu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. *Eur Urol.* 1991;20(3):200-3. doi:10.1159/000471700 PubMed PMID: 1823043.
14. Sorokin I, Mamoulakis C, Miyazawa K, Rodgers A, Talati J, Lotan Y. Epidemiology of stone disease across the world. *World J Urol.* Eylül 2017;35(9):1301-20. doi:10.1007/s00345-017-2008-6 PubMed PMID: 28213860.
15. Wang Y, Wang Q, Deng Y, Chen Z, Van Cappellen P, Yang Y, vd. Assessment of the impact of geogenic and climatic factors on global risk of urinary stone disease. *Sci Total Environ.* 01 Mart 2020;721:137769. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.137769
16. Hesse A, Brändle E, Wilbert D, Köhrmann KU, Alken P. Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 vs. 2000. *Eur Urol.* Aralık 2003;44(6):709-13. doi:10.1016/s0302-2838(03)00415-9 PubMed PMID: 14644124.
17. Assimos D, Krambeck A, Miller NL, Monga M, Murad MH, Nelson CP, vd. Surgical Management of Stones: American Urological Association/Endourological Society Guideline, PART I. *J Urol.* Ekim 2016;196(4):1153-60. doi:10.1016/j.juro.2016.05.090 PubMed PMID: 27238616.
18. Evan AP. Physiopathology and etiology of stone formation in the kidney and the urinary tract. *Pediatr Nephrol Berl Ger.* Mayıs 2010;25(5):831-41. doi:10.1007/s00467-009-1116-y PubMed PMID: 19198886; PubMed Central PMCID: PMC2839518.

19. Muslumanoglu AY, Binbay M, Yuruk E, Akman T, Tepeler A, Esen T, vd. Updated epidemiologic study of urolithiasis in Turkey. I: Changing characteristics of urolithiasis. *Urol Res.* Ağustos 2011;39(4):309-14. doi:10.1007/s00240-010-0346-6 PubMed PMID: 21161646.
20. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones. *JAMA.* 26 Ocak 2005;293(4):455-62. doi:10.1001/jama.293.4.455 PubMed PMID: 15671430.
21. Curhan GC, Willett WC, Knight EL, Stampfer MJ. Dietary factors and the risk of incident kidney stones in younger women: Nurses' Health Study II. *Arch Intern Med.* 26 Nisan 2004;164(8):885-91. doi:10.1001/archinte.164.8.885 PubMed PMID: 15111375.
22. Ferraro PM, Taylor EN, Gambaro G, Curhan GC. Dietary and Lifestyle Risk Factors Associated with Incident Kidney Stones in Men and Women. *J Urol.* Ekim 2017;198(4):858-63. doi:10.1016/j.juro.2017.03.124 PubMed PMID: 28365271; PubMed Central PMCID: PMC5599330.
23. Siener R. Nutrition and Kidney Stone Disease. *Nutrients.* 03 Haziran 2021;13(6):1917. doi:10.3390/nu13061917 PubMed PMID: 34204863; PubMed Central PMCID: PMC8229448.
24. McGrath TA, Frank RA, Schieda N, Blew B, Salameh JP, Bossuyt PMM, vd. Diagnostic accuracy of dual-energy computed tomography (DECT) to differentiate uric acid from non-uric acid calculi: systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol.* Mayıs 2020;30(5):2791-801. doi:10.1007/s00330-019-06559-0 PubMed PMID: 31980881.
25. Coe FL, Worcester EM, Evan AP. Idiopathic hypercalciuria and formation of calcium renal stones. *Nat Rev Nephrol.* Eylül 2016;12(9):519-33. doi:10.1038/nrneph.2016.101 PubMed PMID: 27452364; PubMed Central PMCID: PMC5837277.
26. Viljoen A, Chaudhry R, Bycroft J. Renal stones. *Ann Clin Biochem.* Ocak 2019;56(1):15-27. doi:10.1177/0004563218781672 PubMed PMID: 29792045.
27. TRDizin | Tekrarlayan üriner sistem kalsiyum taşlarının metabolik değeri [İnternet]. [a.yer24Aralık2025]. Erişim adresi: <https://search.trdizin.gov.tr/en/yayin/detay/56766/tekrarlayan-uriner-sistem-kalsiyum-taslarinin-metabolik-degerlendirilmesi-ve-medikal-yaklasim>
28. Dahm P, Koziarz A, Gerardo CJ, Nishijima DK, Jung JH, Benipal S, vd. A systematic review and meta-analysis of clinical signs, symptoms, and imaging findings in patients with suspected renal colic. *J Am Coll Emerg Physicians Open.* Aralık 2022;3(6):e12831. doi:10.1002/emp2.12831 PubMed PMID: 36474707; PubMed Central PMCID: PMC9716037.
29. Ray AA, Ghiculete D, Pace KT, Honey RJD. Limitations to ultrasound in the detection and measurement of urinary tract calculi. *Urology.* Ağustos 2010;76(2):295-300. doi:10.1016/j.urology.2009.12.015 PubMed PMID: 20206970.
30. Smith-Bindman R, Aubin C, Bailitz J, Bengiamin RN, Camargo CA, Corbo J, vd. Ultrasonography versus computed tomography for suspected nephrolithiasis. *N Engl J Med.* 18 Eylül 2014;371(12):1100-10. doi:10.1056/NEJMoa1404446 PubMed PMID: 25229916.

31. Kennish SJ, Bhatnagar P, Wah TM, Bush S, Irving HC. Is the KUB radiograph redundant for investigating acute ureteric colic in the non-contrast enhanced computed tomography era? *Clin Radiol.* Ekim 2008;63(10):1131-5. doi:10.1016/j.crad.2008.04.012 PubMed PMID: 18774360.
32. Yamashita S, Kohjimoto Y, Iwahashi Y, Iguchi T, Nishizawa S, Kikkawa K, vd. Noncontrast Computed Tomography Parameters for Predicting Shock Wave Lithotripsy Outcome in Upper Urinary Tract Stone Cases. *BioMed Res Int.* 2018;2018:9253952. doi:10.1155/2018/9253952 PubMed PMID: 30627582; PubMed Central PMCID: PMC6304629.
33. Patel T, Kozakowski K, Hruby G, Gupta M. Skin to stone distance is an independent predictor of stone-free status following shockwave lithotripsy. *J Endourol.* Eylül 2009;23(9):1383-5. doi:10.1089/end.2009.0394 PubMed PMID: 19694526.
34. Kadioğlu A, Efesoy O. Güncel Üroloji [İnternet]. 4th ed. Türk Üroloji Derneği; 2025. Available from: <https://uroturk.org.tr/urolojiData/Books/998/guncel-uroloji4-baski.pdf>.
35. Dellabella M, Milanese G, Muzzonigro G. Medical-expulsive therapy for distal ureterolithiasis: randomized prospective study on role of corticosteroids used in combination with tamsulosin-simplified treatment regimen and health-related quality of life. *Urology.* Ekim 2005;66(4):712-5. doi:10.1016/j.urology.2005.04.055 PubMed PMID: 16230122.
36. Yilmaz E, Batislam E, Basar MM, Tuglu D, Ferhat M, Basar H. The comparison and efficacy of 3 different alpha1-adrenergic blockers for distal ureteral stones. *J Urol.* Haziran 2005;173(6):2010-2. doi:10.1097/01.ju.0000158453.60029.0a PubMed PMID: 15879806.
37. Pickard R, Starr K, MacLennan G, Lam T, Thomas R, Burr J, vd. Medical expulsive therapy in adults with ureteric colic: a multicentre, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet Lond Engl.* 25 Temmuz 2015;386(9991):341-9. doi:10.1016/S0140-6736(15)60933-3 PubMed PMID: 25998582.
38. Ong A, Brown G, Tokas T, Hameed BMZ, Philip J, Somani BK. Selection and Outcomes for Dissolution Therapy in Uric Acid Stones: A Systematic Review of Literature. *Curr Urol Rep.* Ağustos 2023;24(8):355-63. doi:10.1007/s11934-023-01164-7 PubMed PMID: 37079196.
39. Hsu YP, Hsu CW, Bai CH, Cheng SW, Chen KC, Chen C. Silodosin versus tamsulosin for medical expulsive treatment of ureteral stones: A systematic review and meta-analysis. *PloS One.* 2018;13(8):e0203035. doi:10.1371/journal.pone.0203035 PubMed PMID: 30153301; PubMed Central PMCID: PMC6112672.
40. Türk C, Petřík A, Sarica K, Seitz C, Skolarikos A, Straub M, vd. EAU Guidelines on Diagnosis and Conservative Management of Urolithiasis. *Eur Urol.* Mart 2016;69(3):468-74. doi:10.1016/j.eururo.2015.07.040 PubMed PMID: 26318710.
41. Rodman JS, Williams JJ, Peterson CM. Dissolution of uric acid calculi. *J Urol.* Haziran 1984;131(6):1039-44. doi:10.1016/s0022-5347(17)50798-3 PubMed PMID: 6726897.

42. El-Gamal O, El-Bendary M, Ragab M, Rasheed M. Role of combined use of potassium citrate and tamsulosin in the management of uric acid distal ureteral calculi. *Urol Res.* Haziran 2012;40(3):219-24. doi:10.1007/s00240-011-0406-6 PubMed PMID: 21858663.
43. Eisenmenger W. The mechanisms of stone fragmentation in ESWL. *Ultrasound Med Biol.* Mayıs 2001;27(5):683-93. doi:10.1016/s0301-5629(01)00345-3 PubMed PMID: 11397533.
44. Malinaric R, Mantica G, Martini M, Balzarini F, Mariano F, Marchi G, vd. The Lifetime History of the First Italian Public Extra-Corporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) Lithotripter as a Mirror of the Evolution of Endourology over the Last Decade. *Int J Environ Res Public Health.* 25 Şubat 2023;20(5):4127. doi:10.3390/ijerph20054127 PubMed PMID: 36901138; PubMed Central PMCID: PMC10002114.
45. Musa AAK. Use of double-J stents prior to extracorporeal shock wave lithotripsy is not beneficial: results of a prospective randomized study. *Int Urol Nephrol.* 2008;40(1):19-22. doi:10.1007/s11255-006-9030-8 PubMed PMID: 17394095.
46. Eichel L, Batzold P, Erturk E. Operator experience and adequate anesthesia improve treatment outcome with third-generation lithotripters. *J Endourol.* Eylül 2001;15(7):671-3. doi:10.1089/08927790152596217 PubMed PMID: 11697394.
47. Motolova M, Kral M. Effect of targeting and generator type on efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czechoslov.* Aralık 2022;166(4):434-40. doi:10.5507/bp.2022.029 PubMed PMID: 35801399.
48. Petrides N, Ismail S, Anjum F, Sriprasad S. How to maximize the efficacy of shockwave lithotripsy. *Turk J Urol.* Kasım 2020;46(Suppl 1):S19-26. doi:10.5152/tud.2020.20441 PubMed PMID: 33135997; PubMed Central PMCID: PMC7731956.
49. Zeng G, Zhu W, Robertson WG, Penniston KL, Smith D, Pozdzik A, vd. International Alliance of Urolithiasis (IAU) guidelines on the metabolic evaluation and medical management of urolithiasis. *Urolithiasis.* 01 Aralık 2022;51(1):4. doi:10.1007/s00240-022-01387-2 PubMed PMID: 36454329.
50. Reynolds LF, Krocak T, Pace KT. Indications and contraindications for shock wave lithotripsy and how to improve outcomes. *Asian J Urol.* Ekim 2018;5(4):256-63. doi:10.1016/j.ajur.2018.08.006 PubMed PMID: 30364729; PubMed Central PMCID: PMC6197584.
51. Altıntaş R, Beytur A, Oğuz F, Çimen S, Akdemir E, Güneş A. Minimally invasive approaches and their efficacy in pediatric urolithiasis. *Turk J Urol.* Haziran 2013;39(2):111-5. doi:10.5152/tud.2013.018 PubMed PMID: 26328091; PubMed Central PMCID: PMC4548596.
52. Johnston WK, Low RK, Das S. The evolution and progress of ureteroscopy. *Urol Clin North Am.* Şubat 2004;31(1):5-13. doi:10.1016/S0094-0143(03)00100-9 PubMed PMID: 15040396.

53. Ordon M, Andonian S, Blew B, Schuler T, Chew B, Pace KT. CUA Guideline: Management of ureteral calculi. *Can Urol Assoc J J Assoc Urol Can.* 2015;9(11-12):E837-851. doi:10.5489/cuaj.3483 PubMed PMID: 26788233; PubMed Central PMCID: PMC4707902.
54. Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG, Alken P, Buck AC, Gallucci M, vd. 2007 Guideline for the management of ureteral calculi. *Eur Urol.* Aralık 2007;52(6):1610-31. doi:10.1016/j.eururo.2007.09.039 PubMed PMID: 18074433.
55. Eandi JA, Hu B, Low RK. Evaluation of the impact and need for use of a safety guidewire during ureteroscopy. *J Endourol.* Ağustos 2008;22(8):1653-8. doi:10.1089/end.2008.0071 PubMed PMID: 18721045.
56. Geavlete P, Georgescu D, Niță G, Mirciulescu V, Cauni V. Complications of 2735 retrograde semirigid ureteroscopy procedures: a single-center experience. *J Endourol.* Mart 2006;20(3):179-85. doi:10.1089/end.2006.20.179 PubMed PMID: 16548724.
57. Wendt-Nordahl G, Mut T, Krombach P, Michel MS, Knoll T. Do new generation flexible ureterorenoscopes offer a higher treatment success than their predecessors? *Urol Res.* Haziran 2011;39(3):185-8. doi:10.1007/s00240-010-0331-0 PubMed PMID: 21052986.
58. Ambani SN, Faerber GJ, Roberts WW, Hollingsworth JM, Wolf JS. Ureteral stents for impassable ureteroscopy. *J Endourol.* Mayıs 2013;27(5):549-53. doi:10.1089/end.2012.0414 PubMed PMID: 23066997.
59. Lane J, Whitehurst L, Hameed BMZ, Tokas T, Somani BK. Correlation of Operative Time with Outcomes of Ureteroscopy and Stone Treatment: a Systematic Review of Literature. *Curr Urol Rep.* 24 Mart 2020;21(4):17. doi:10.1007/s11934-020-0970-9 PubMed PMID: 32211985.
60. Lima A, Reeves T, Geraghty R, Pietropaolo A, Whitehurst L, Somani BK. Impact of ureteral access sheath on renal stone treatment: prospective comparative non-randomised outcomes over a 7-year period. *World J Urol.* Mayıs 2020;38(5):1329-33. doi:10.1007/s00345-019-02878-5 PubMed PMID: 31342247; PubMed Central PMCID: PMC7190582.
61. Pierre SA, Albala DM. The future of lasers in urology. *World J Urol.* Haziran 2007;25(3):275-83. doi:10.1007/s00345-007-0185-4 PubMed PMID: 17569055.
62. John TT, Razdan S. Adjunctive tamsulosin improves stone free rate after ureteroscopic lithotripsy of large renal and ureteric calculi: a prospective randomized study. *Urology.* Mayıs 2010;75(5):1040-2. doi:10.1016/j.urology.2009.07.1257 PubMed PMID: 19819530.
63. Bhojani N, Miller LE, Bhattacharyya S, Cutone B, Chew BH. Risk Factors for Urosepsis After Ureteroscopy for Stone Disease: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Endourol.* Temmuz 2021;35(7):991-1000. doi:10.1089/end.2020.1133 PubMed PMID: 33544019.
64. Bhanot R, Pietropaolo A, Tokas T, Kallidonis P, Skolarikos A, Keller EX, vd. Predictors and Strategies to Avoid Mortality Following Ureteroscopy for Stone Disease: A Systematic Review from European Association of Urologists Sections of Urolithiasis

- (EULIS) and Uro-technology (ESUT). *Eur Urol Focus*. Mart 2022;8(2):598-607. doi:10.1016/j.euf.2021.02.014 PubMed PMID: 33674255.
65. Chugh S, Pietropaolo A, Montanari E, Sarica K, Somani BK. Predictors of Urinary Infections and Urosepsis After Ureteroscopy for Stone Disease: a Systematic Review from EAU Section of Urolithiasis (EULIS). *Curr Urol Rep*. 24 Mart 2020;21(4):16. doi:10.1007/s11934-020-0969-2 PubMed PMID: 32211969.
 66. Tokas T, Tzanaki E, Nagele U, Somani BK. Role of Intrarenal Pressure in Modern Day Endourology (Mini-PCNL and Flexible URS): a Systematic Review of Literature. *Curr Urol Rep*. 08 Ekim 2021;22(10):52. doi:10.1007/s11934-021-01067-5 PubMed PMID: 34622341.
 67. Patel SR, Nakada SY. The modern history and evolution of percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. Şubat 2015;29(2):153-7. doi:10.1089/end.2014.0287 PubMed PMID: 25093997.
 68. Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, Desai M, Giusti G, Okhunov Z, vd. Percutaneous Nephrolithotomy: Update, Trends, and Future Directions. *Eur Urol*. Ağustos 2016;70(2):382-96. doi:10.1016/j.eururo.2016.01.047 PubMed PMID: 26876328.
 69. Valdivia Uría JG, Lachares Santamaría E, Villarroja Rodríguez S, Taberner Llop J, Abril Baquero G, Aranda Lassa JM. [Percutaneous nephrolithectomy: simplified technic (preliminary report)]. *Arch Esp Urol*. Nisan 1987;40(3):177-80. PubMed PMID: 3619512.
 70. Ruhayel Y, Tepeler A, Dabestani S, MacLennan S, Petřík A, Sarica K, vd. Tract Sizes in Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review from the European Association of Urology Urolithiasis Guidelines Panel. *Eur Urol*. Ağustos 2017;72(2):220-35. doi:10.1016/j.eururo.2017.01.046 PubMed PMID: 28237786.
 71. Ganesamoni R, Sabnis RB, Mishra S, Parekh N, Ganpule A, Vyas JB, vd. Prospective randomized controlled trial comparing laser lithotripsy with pneumatic lithotripsy in miniperc for renal calculi. *J Endourol*. Aralık 2013;27(12):1444-9. doi:10.1089/end.2013.0177 PubMed PMID: 24251428.
 72. Abdullatif VA, Sur RL, Abdullatif ZA, Szabo SR, Abbott JE. The Safety and Efficacy of Endoscopic Combined Intrarenal Surgery (ECIRS) versus Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL): A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Urol*. 2022;2022:1716554. doi:10.1155/2022/1716554 PubMed PMID: 35898579; PubMed Central PMCID: PMC9314160.
 73. de la Rosette JJMCH, Tsakiris P, Ferrandino MN, Elsakka AM, Rioja J, Preminger GM. Beyond prone position in percutaneous nephrolithotomy: a comprehensive review. *Eur Urol*. Aralık 2008;54(6):1262-9. doi:10.1016/j.eururo.2008.08.012 PubMed PMID: 18707807.
 74. Mak DKC, Smith Y, Buchholz N, El-Husseiny T. What is better in percutaneous nephrolithotomy - Prone or supine? A systematic review. *Arab J Urol*. Haziran 2016;14(2):101-7. doi:10.1016/j.aju.2016.01.005 PubMed PMID: 27489736; PubMed Central PMCID: PMC4963148.

75. Cracco CM, Scoffone CM. Endoscopic combined intrarenal surgery (ECIRS) - Tips and tricks to improve outcomes: A systematic review. *Turk J Urol*. Kasım 2020;46(Supp. 1):S46-57. doi:10.5152/tud.2020.20282 PubMed PMID: 32877638; PubMed Central PMCID: PMC7731958.
76. Zhu W, Li J, Yuan J, Liu Y, Wan SP, Liu G, vd. A prospective and randomised trial comparing fluoroscopic, total ultrasonographic, and combined guidance for renal access in mini-percutaneous nephrolithotomy. *BJU Int*. Nisan 2017;119(4):612-8. doi:10.1111/bju.13703 PubMed PMID: 27862806.
77. Srivastava A, Singh S, Dhayal IR, Rai P. A prospective randomized study comparing the four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol*. Mayıs 2017;35(5):803-7. doi:10.1007/s00345-016-1929-9 PubMed PMID: 27614706.
78. Seitz C, Desai M, Häcker A, Hakenberg OW, Liatsikos E, Nagele U, vd. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. *Eur Urol*. Ocak 2012;61(1):146-58. doi:10.1016/j.eururo.2011.09.016 PubMed PMID: 21978422.
79. Liu M, Chen J, Gao M, Zeng H, Cui Y, Zhu Z, vd. Preoperative Midstream Urine Cultures vs Renal Pelvic Urine Culture or Stone Culture in Predicting Systemic Inflammatory Response Syndrome and Urosepsis After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol*. Ekim 2021;35(10):1467-78. doi:10.1089/end.2020.1140 PubMed PMID: 34128382.
80. Çelik H, Ediz C, Çamtosun A, Altıntaş R, Taşdemir C. Çok ileri yaşlı hastalarda (75 yaş ve üzeri) perkütan nefrolitotomi. *Dicle Med J*. 08 Ocak 2016;42(4):506-9. doi:10.5798/diclemedj.0921.2015.04.0617
81. Lee MJ, Kim JK, Tang J, Ming JM, Chua ME. The Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in the Management of Perioperative Bleeding After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *J Endourol*. Mart 2022;36(3):303-12. doi:10.1089/end.2021.0498 PubMed PMID: 34569280.
82. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*. Ağustos 2004;240(2):205-13. doi:10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae PubMed PMID: 15273542; PubMed Central PMCID: PMC1360123.
83. Edgcombe H, Carter K, Yarrow S. Anaesthesia in the prone position. *Br J Anaesth*. 01 Şubat 2008;100(2):165-83. doi:10.1093/bja/aem380
84. Manohar N, Ramesh VJ, Radhakrishnan M, Chakraborti D. Haemodynamic changes during prone positioning in anaesthetised chronic cervical myelopathy patients. *Indian J Anaesth*. Mart 2019;63(3):212-7. doi:10.4103/ija.IJA_810_18 PubMed PMID: 30988536; PubMed Central PMCID: PMC6423938.
85. Wang YP, Chen PJ, Yu HL, Syu JF, Wu CY, Wu TT. Airway pressure as a predictor of cardiac output reduction in prone position spine surgery: A prospective observational study. *J Formos Med Assoc*. 01 Temmuz 2025;124(7):675-7. doi:10.1016/j.jfma.2025.01.013

86. Yokoyama M, Ueda W, Hirakawa M, Yamamoto H. Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. Kasım 1991;35(8):741-4. doi:10.1111/j.1399-6576.1991.tb03382.x PubMed PMID: 1763593.
87. Feix B, Sturgess J. Anaesthesia in the prone position. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 01 Aralık 2014;14(6):291-7. doi:10.1093/bjaceaccp/mku001
88. Ma M, Noori S, Maarek JM, Holschneider DP, Rubinstein EH, Seri I. Prone positioning decreases cardiac output and increases systemic vascular resistance in neonates. *J Perinatol Off J Calif Perinat Assoc*. Haziran 2015;35(6):424-7. doi:10.1038/jp.2014.230 PubMed PMID: 25590219.
89. Sonawane, Dr. Noopur, Dr. Hrudini Dixit, Prakash Chaudhari, Dr.Chelliah Sekar DrKS. AN EVENT OF UNDIAGNOSED INTRAOPERATIVE HYPERTENSION - STILL A NIGHTMARE - SUSPENSE CONTINUES ...A CASE REPORT. *INDIAN J Appl Res*. Temmuz 2021.
90. Gunenc FS, Seyidova İ, Ozbilgin S, Ur K, Hanci V. Comparison of pressure controlled, volume controlled, and volume guaranteed pressure controlled modes in prone position in patients operated for lumbar disc herniation: A randomized trial. *Medicine (Baltimore)*. 09 Şubat 2024;103(6):e37227. doi:10.1097/MD.00000000000037227 PubMed PMID: 38335373; PubMed Central PMCID: PMC10861017.
91. Eslahi SA, Malekmakan L, Hosseini MM, Karami A, Hosseini SH, Ahmed FM. Supine Versus Prone Positioning in Percutaneous Nephrolithotomy: A Retrospective Cohort Study Comparing Intraoperative Hemodynamic and Respiratory Stability [Research Article] [Internet]. *Nephro-Urology Monthly*; Ekim 2025 [a.yer 19 Şubat 2026].s.e166868.ReportNo.:18.Erişimadres:https://brieflands.com/journals/num/articles/166868#abstract doi:10.5812/numonthly-166868
92. Palmon SC, Kirsch JR, Depper JA, Toung TJ. The effect of the prone position on pulmonary mechanics is frame-dependent. *Anesth Analg*. Kasım 1998;87(5):1175-80. doi:10.1097/00000539-199811000-00037 PubMed PMID: 9806704.
93. Birowo P, Tendi W, Widyahening IS, Rasyid N, Atmoko W. Supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *F1000Research*. 2020;9:231. doi:10.12688/f1000research.22940.3 PubMed PMID: 33014345; PubMed Central PMCID: PMC7509599.