



T.C. ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE
BAŞARIYI VE KOMPLİKASYONLARI ÖNGÖRMEDE YAPAY ZEKÂ
UYGULAMALARININ KULLANIMI

UZMANLIK TEZİ
DR. FERHAT ÇOBAN

DANIŞMAN
DOÇ. DR. ALİ ÇİFT
ÖĞR. GÖR. HÜSEYİN KUTLU

ADYAMAN- 2022



T.C. ADYAMAN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

**ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE
BAŞARIYI VE KOMPLİKASYONLARI ÖNGÖRMEDE YAPAY ZEKÂ
UYGULAMALARININ KULLANIMI**

UZMANLIK TEZİ

DR. FERHAT ÇOBAN

DANIŞMAN

DOÇ. DR. ALİ ÇİFT

ÖĞR. GÖR. HÜSEYİN KUTLU

ADYAMAN-2022

Doç. Dr. Ali Çift danışmanlığında Dr. Ferhat Çoban tarafından yapılan “Üriner Sistem Taş Hastalığının Cerrahi Tedavisinde Başarıyı ve Komplikasyonları Öngörmede Yapay Zekâ Uygulamalarının Kullanımı” başlıklı tez çalışması gün.../ay.../yıl... tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından Üroloji Anabilim Dalı’nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.
Gün.../ay.../yıl.**

Prof. Dr.

Adıyaman Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak yetişmemde büyük emeği olan ve haklarını asla ödeyemeyeceğim Doç. Dr. Mehmet Özgür Yücel, Doç. Dr. Ali Çift, Dr. Öğr. Üyesi Can Benlioğlu ve Dr. Öğr. Üyesi Bedreddin Kalyenci' ye, ayrıca bu tez çalışmasının ana fikrinin ortaya çıkmasında ve hazırlanması sürecinde yardımlarını ve tecrübelerini hiçbir zaman eksik etmeyen tez danışmanlarım Doç. Dr. Ali Çift ve Öğr. Gör. Hüseyin Kutlu' ya sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Başta asistanlık eğitimim boyunca birlikte kliniğin iş yükünü paylaştığım kıdemli asistanım Op. Dr. Sait Sever' e, bilgi ve becerilerinden faydalandığım kliniğin uzman hekimlerine teşekkür ederim.

Asistanlık eğitimim boyunca desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili eşim Aysun Kıran Çoban' a ve biricik oğlum Arden Uras Çoban' a teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük emeği olan babam Kemal Çoban' a, annem

Sebahat Çoban' a, kardeşim ve ablama teşekkürlerimi sunarım.

Üroloji servisi, polikliniği ve ameliyathanesinde beraber çalıştığım tüm hemşire, personel ve sekreter arkadaşlara teşekkür ederim.

Covid 19 pandemisi boyunca canla başla çalışan birlikte çalıştığımız tüm sağlık personellerine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

ONAY SAYFASI.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
SİMGE VE KISALTMALAR.....	VIII
RESİM DİZİNİ.....	X
TABLO DİZİNİ.....	XI
ŞEKİL DİZİNİ.....	XII
TÜRKÇE ÖZET.....	XIV
İNGİLİZCE ÖZET.....	XVI
1- GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2- GENEL BİLGİLER	4
2.1.ÜRİNER SİSTEM ANATOMİSİ.....	4
2.1.1. Böbrek Anatomisi.....	4
2.1.2. Toplayıcı Sistem Anatomisi.....	8
2.1.3. Üreter Anatomisi.....	9
2.2.ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞI.....	11
2.2.1. Epidemiyoloji.....	11
2.2.2. Taş Oluşum Mekanizmaları.....	13
2.2.3. Patogenez.....	15
2.2.4. Değerlendirme ve Medikal Tedavi.....	18
2.2.5. Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi.....	24
2.2.6. Endoskopik Tedaviler.....	27
2.2.7. Açık ve Laparoskopik Tedaviler.....	35
3-MATERYAL METOD.....	37
3.1. OPERASYON ÖNCESİ HAZIRLIK.....	37
3.2. CERRAHİ TEKNİK.....	37
3.3. VERİ TOPLAMA.....	39
3.4. ÖZNİTELİKLERİN ELDE EDİLME YÖNTEMİ.....	39
3.5. YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI.....	45

3.5.1. Sınıflandırma Algoritmaları.....	45
3.5.2. Model Performans Metrikleri.....	47
3.5.3. Açıklanabilir Yapay Zekâ (Explainable Artificial Intelligence- XAI)	48
4-BULGULAR.....	50
4.1.PNL HASTALARINDA BAŞARI VE KOMPLİKASYON TAHMİNİ.....	51
4.1.1. PNL Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Başarı Tahmini.....	51
4.1.2. PNL Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Komplikasyon Gelişimi Tahmini.....	56
4.2.URS HASTALARINDA BAŞARI VE KOMPLİKASYON TAHMİNİ.....	60
4.2.1. URS Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Başarı Tahmini.....	60
4.2.2. URS Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Komplikasyon Gelişimi Tahmini.....	65
4.3.RİRC HASTALARINDA BAŞARI VE KOMPLİKASYON TAHMİNİ.....	70
4.3.1. RİRC Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Başarı Tahmini.....	70
4.3.2. RİRC Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Komplikasyon Gelişimi Tahmini.....	75
5-TARTIŞMA.....	81
5.1. PNL YAPILAN HASTALARIN BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	81
5.1.1. PNL Yapılan Hastaların Tedavi Başarısının Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi.....	81
5.1.2. PNL Yapılan Hastaların Komplikasyon Gelişimi Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi.....	83
5.2. URS YAPILAN HASTALARIN BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	85

5.2.1. URS Yapılan Hastaların Tedavi Başarısının Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi.....	85
5.2.2. URS Yapılan Hastaların Komplikasyon Gelişimi Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi.....	87
5.3. RİRC YAPILAN HASTALARIN BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	88
5.3.1. RİRC Yapılan Hastaların Tedavi Başarısının Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi.....	88
5.3.2. RİRC Yapılan Hastaların Komplikasyon Gelişimi Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi.....	89
6-SONUÇ VE ÖNERİLER.....	92
7-KAYNAKLAR.....	94
EKLER.....	109

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ark.: Arkadaşları

AUA: Amerika Üroloji Kılavuzu

BT: Bilgisayarlı Tomografi

DÜSG: Direk Üriner Sistem Grafisi

EAU: Avrupa Üroloji Kılavuzu

EC: Escherichia Coli

ECIRS: Endoskopi Kombine İntrarenal Cerrahi

ENTR: Enterokok

ESWL: Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi

Fr: French

G: Gauge

GFR: Glomeruler Filtrasyon Hızı

HBG: Hemoglobin

Ho: YAG: Holmium Lazer

HTC: Hematokrit

HU: Hounsfield Unit

KP: Klebsiella Pneumoniae

L: Lomber

LIME: Local Interpretable Model-agnostic Explanations

LightGBM: Light Gradient Boosting Machine

LYM: Lenfosit

MCH: Kan Hücresinde Ortalama Hemoglobin

MCHC: Ortalama Kan Hücresi Hemoglobin Konsantrasyonu

MCV: Ortalama Eritrosit Hacmi

MLO: Monosit-Lenfosit Oranı

MLP: Multi Layer Perceptron

MONO: Monosit

MÖ: Milattan Önce

MPV: Ortalama Trombosit Hacmi

MR: Manyetik Rezonans

MRMR: The Minimum Redundancy-Maximum Relevance
NEU: Nötrofil
NLO: Nötrofil-Lenfosit Oranı
PCA: Principal Component Analysis
PCT: Plateletkrit
PDW: Trombosit Dağılım Genişliği
PLT: Trombosit
PNL: Perkütan Nefrolitotomi
PRO: Proteus Mirabilis
PSD: Pseudomonas Aeroginosa
RDW_CV: Eritrosit Dağılım Genişliği
RİRC: Retrograd İntrarenal Cerrahi
RTA: Renal Tübüler Asidoz
SMOTE: Synthetic Minority Over Sampling Tecniqe
STAF: Stafilokok
SVM: Support Vector Machine
TİT: Tam İdrar Tetkiki
UPJ: Üreteropelvik Bileşke
URS: Üreterorenoskop(i)
ÜSTH: Üriner Sistem Taş Hastalığı
WBC: Lökosit

RESİMLER

SAYFA NO

Resim 1: Böbreklerin posteriyor komşulukları.....	5
Resim 2: Böbreklerin inferiyor komşulukları.....	5
Resim 3: Böbreğin kaliksiyel yapısı.....	6
Resim 4: Böbreğin arteriyel ve venöz kanlanması.....	7
Resim 5: Üreterin segmentleri.....	10
Resim 6: Üreterin arteriyel kanlanması.....	10
Resim 7: A) Normal BT görüntüsü B) Aynı hastanın düşük doz BT görüntüsü.....	19
Resim 8: Rijit üreterorenoskop.....	28
Resim 9: Fleksibl üreterorenoskop.....	28
Resim 10: Galdakao modifiye supin Valdivia pozisyonu.....	35

TABLÖLAR

SAYFA NO

Tablo 1: En sık görülen taş tipleri ve görülme sıklıkları.....	16
Tablo 2: Yüksek riskli taş hastalarına ait faktörler.....	21
Tablo 3: Üriner sistem taş hastalarına önerilen konservatif tedaviler...	22
Tablo 4: Üriner sistem taş hastalarına uygulanan medikal tedaviler....	23
Tablo 5: Perkütan kemolizise uygun taşlar ve kullanılan solüsyonlar...	24
Tablo 6: URS yapılan hastalarda kullanılan parametreler.....	40
Tablo 7: PNL yapılan hastalarda kullanılan parametreler.....	41
Tablo 8: RİRC yapılan hastalarda kullanılan parametreler.....	43
Tablo 9: PNL hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri.....	51
Tablo 10: PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde sınıflandırma metrikleri.....	57
Tablo 11: URS hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri.....	62
Tablo 12: URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde sınıflandırma metrikleri.....	67
Tablo 13: RİRC hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri.....	72
Tablo 14: RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde sınıflandırma metrikleri.....	77

ŞEKİLLER

SAYFA NO

Şekil 1: Normal pelvis ve bifid pelvis şekli.....	9
Şekil 2: Bifid pelvislerde PNL' de iki ayrı giriş gerekebileceğini gösteren şekil...	9
Şekil 3: Üreter taşlarının tedavisinde EAU önerileri.....	30
Şekil 4: Böbrek taşlarının tedavisinde EAU önerileri.....	31
Şekil 5: PNL operasyonu veri seti için karmaşıklık matrisi.....	32
Şekil 6: PNL operasyonu tahmininde (başarılı/başarısız) XGBoost modeline göre özniteliklerin göreceli önemleri.....	53
Şekil 7: PNL operasyonu başarısında sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması.....	54
Şekil 8: PNL hastalarında başarı tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi.....	55
Şekil 9: PNL hastalarında başarı tahmininde SHAP değer grafiği.....	55
Şekil 10: PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde özniteliklerin göreceli önemi.....	58
Şekil 11: PNL operasyonu komplikasyon gelişimde sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması.....	59
Şekil 12: PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi.....	59
Şekil 13: PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP değer grafiği.....	60
Şekil 14: URS hastalarının başarı tahmininde özniteliklerin göreceli önemi.....	63
Şekil 15: URS operasyonu başarısında sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması.....	64
Şekil 16: URS hastalarında başarı tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi.....	64
Şekil 17: URS hastalarında başarı tahmininde SHAP değer grafiği.....	65

Şekil 18: URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde özniteliklerin göreceli önemi.....	68
Şekil 19: URS operasyonu komplikasyon gelişiminde sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması.....	69
Şekil 20: URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi.....	69
Şekil 21: URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP değer grafiği.....	70
Şekil 22: RİRC hastalarının başarı tahmininde özniteliklerin göreceli önemi...	73
Şekil 23: RİRC operasyonu başarısında sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması.....	74
Şekil 24: RİRC hastalarında başarı tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi.....	74
Şekil 25: RİRC hastalarında başarı tahmininde SHAP değer grafiği.....	75
Şekil 26: RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde özniteliklerin göreceli önemi.....	78
Şekil 27: RİRC operasyonu komplikasyon gelişiminde sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması.....	79
Şekil 28: RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi.....	79
Şekil 29: RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP değer grafiği.....	80

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada üriner sistem taş hastalığı nedeniyle üreterorenoskopi, retrograd intrarenal cerrahi ve perkütan nefrolitotomi yapılan hastaların tedavi başarısını ve komplikasyonları ön görmek için açıklanabilir yapay zekâ yöntemlerini kullanmayı hedefledik.

Materyal ve Metod: Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (2022/3-15) tarafından onaylandı. Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde Ocak 2018 – Ocak 2022 yılları arasında ÜSTH (böbrek ve üreter taşı) nedeniyle URS, RIRC ve PNL girişimi uygulanan 917 hastanın operasyon öncesi, esnası ve sonrası değişkenleri retrospektif olarak değerlendirildi. Hastalar uygulanan cerrahi tipine göre 3 ayrı gruba ayrıldı. Her bir grup için ayrı ayrı kaydedilmiş öznitelikler hem başarıyı tahmin etmek hem de komplikasyon gelişimini tahmin etmek için farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırıldı. Model performans metriği olarak karışıklık matrisi kullanıldı. Modelin açıklanabilmesi için LIME ve SHAP algoritmaları kullanıldı. Veri kümeleri; Hold-out ve 10 katlı çapraz doğrulama yöntemleri kullanılarak sınıflandırıcı modeller oluşturuldu. Veri kümesindeki dengesizliği çözmek için SMOTE algoritması kullanıldı.

Bulgular: PNL hastalarında başarıyı tahmin etmede en yüksek doğruluk oranına XGBoost (%89,13), komplikasyon gelişimini ön görmede ise Rastgele Orman (%93,81) algoritması ulaşmıştır. LIME algoritması bir hastanın ameliyatının başarılı ya da başarısız geçme ihtimalini ve komplikasyon gelişip gelişmeyeceği ihtimalini hesaplamıştır. LIME ve SHAP algoritmalarına göre; yüksek taş boyutu, yüksek hidronefroz derecesi, erkek cinsiyet, yüksek taş cilt mesafesi başarısızlığa katkı sağlar. Yüksek ortalama trombosit hacmi değerleri ise başarıya katkı sağlar. Aynı algoritmalara göre; taşın pelvis lokalizasyonu, yüksek hounsfield unit değeri, yüksek taş boyutu, düşük lökosit değerleri ve yüksek nötrofil değerleri komplikasyon gelişme ihtimalini arttırır.

URS hastalarında başarıyı tahmin etmede en yüksek doğruluk oranına Multi Layer Perceptron (%85,09), komplikasyon gelişimini tahmin etmede ise Rastgele Orman (%96,35) algoritması ulaşmıştır. LIME algoritması bir hastanın ameliyatının

başarılı ya da başarısız geçme ihtimalini ve komplikasyon gelişip gelişmeyeceği ihtimalini hesaplamıştır. LIME ve SHAP algoritmalarına göre; proksimal üreter lokalizasyonu başarıyı azaltırken, düşük ortalama trombosit hacmi değerleri ve erkek cinsiyette başarı artar. Yüksek nötrofil/lenfosit oranı ve 0,2-0,35 arasındaki monosit/lenfosit oranı değerlerinde komplikasyon ihtimali artarken, distal üreter lokalizasyonu komplikasyon ihtimalini azaltır.

RİRC hastalarında başarıyı tahmin etmede en yüksek doğruluk oranına Multi Layer Perceptron (%91,17), komplikasyon gelişimini ön görmede ise Multi Layer Perceptron ve Rastgele Orman (%97,67) algoritmaları ulaşmıştır. LIME algoritması bir hastanın ameliyatının başarılı ya da başarısız geçme ihtimalini ve komplikasyon gelişip gelişmeyeceği ihtimalini hesaplamıştır. LIME ve SHAP algoritmalarına göre; nitrit pozitifliği, taşın üst kaliks ve üreteropelvik bileşke lokalizasyonu, yüksek taş boyutu, yüksek eritrosit dağılım genişliği ve yüksek monosit sayısı başarıyı olumsuz etkileyen faktörlerdir. Operasyon öncesi idrar kültüründe nadir görülen mikroorganizmaların üremesi, operasyon öncesi ateş yüksekliği, yüksek hidronefroz derecesi ve yüksek monosit sayısı komplikasyon gelişme ihtimalini arttırmaktadır.

Sonuç: Üriner sistem taş hastalığında başarıya ve komplikasyonlara etki eden faktörlerle ilgili çalışmalar eksiktir. Yapay zekânın bu anlamda kullanılması bu faktörleri daha fazla netleştirmemizi, başarı ve komplikasyon gelişimini önceden tahmin etmemizi ve böylece hastaya ameliyatı ile ilgili daha etkin bilgilendirme yapabilmemizi sağlar.

Anahtar Kelimeler: üriner sistem taş hastalığı, yapay zekâ, başarı tahmini, komplikasyon gelişimi tahmini

ABSTRACT

Objective: In this study, we aimed to use explainable artificial intelligence methods to predict the treatment success and complications of patients who underwent ureterorenoscopy, retrograde intrarenal surgery and percutaneous nephrolithotomy for urinary system stone disease.

Material and Method: This study was approved by Adıyaman University Non-Invasive Clinical Research Ethics Committee (2022/3-15). The preoperative, preoperative and postoperative variables of 917 patients who underwent URS, RIRC and PNL for urinary stone disease (kidney and ureteral stones) between January 2018 and January 2022 in the Urology Clinic of Adıyaman University Faculty of Medicine Training and Research Hospital were evaluated retrospectively. The patients were divided into 3 groups according to the type of surgery performed. Separately recorded features for each group were classified with different classification algorithms to both predict success and predict the development of complications. Confusion matrix was used as model performance metric. LIME and SHAP algorithms were used to explain the model. Classifier models were created by using Hold-out and 10-fold cross-validation methods. The SMOTE algorithm was used to resolve the imbalance in the dataset.

Results: XGBoost (%89.13) had the highest accuracy in predicting success in PNL patients, and Random Forest (%93.81) in predicting the development of complications. The LIME algorithm calculated the probability that a patient's surgery would be successful or unsuccessful and whether complications would develop. According to LIME and SHAP algorithms; high stone size, high hydronephrosis degree, male gender, high stone-to-skin distance contribute to failure. High mean platelet volume values contribute to success. According to the same algorithms; pelvis localization of the stone, high Hounsfield Unit value, high stone size, low leukocyte values and high neutrophil values increase the possibility of developing complications.

Multi Layer Perceptron (%85.09) had the highest accuracy in predicting success in URS patients, and Random Forest (%96.35) algorithm in predicting the development of complications. The LIME algorithm calculated the probability that a patient's surgery would be successful or unsuccessful and whether complications

would develop. According to LIME and SHAP algorithms; proximal ureter localization decreases success, low mean platelet volume values and male gender increase success. High neutrophil/lymphocyte ratio and monocyte/lymphocyte ratio values between 0.2-0.35 increase the possibility of complications, distal ureter localization reduces the possibility of complications.

Multi Layer Perceptron (%91.17) algorithms achieved the highest accuracy in predicting success in RIRC patients, and Multi-Layer Perceptron and Random Forest (%97.67) algorithms in predicting the development of complications. The LIME algorithm calculated the probability that a patient's surgery would be successful or unsuccessful and whether complications would develop. According to LIME and SHAP algorithms; nitrite positivity, localization of the stone at the upper calyx and ureteropelvic junction, high stone size, high erythrocyte distribution width and high monocyte count are the factors that negatively affect success. The growth of rare microorganisms in the preoperative urine culture, high preoperative fever, high hydronephrosis degree and high monocyte count increase the possibility of developing complications.

Conclusion: Studies on the factors affecting success and complications in urinary system stone disease are lacking. The use of artificial intelligence in this sense allows us to clarify these factors more, predict success and complication development, and thus provide more effective information to the patient about the surgery.

Keywords: urinary system stone disease, artificial intelligence, prediction of success, prediction of complication development

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Üriner sistem taş hastalığı (ÜSTH) üroloji pratiğinin önemli bir bölümünü oluşturur. Bu denli geniş bir hasta grubunu oluşturmalarına rağmen hastalığın tanı, tedavi ve takibinde günümüzde hala eksik yönler bulunmaktadır. ÜSTH' nın tüm yaş gruplarında genel prevalansı yaklaşık %1-20' dir (1). Bu oran temel olarak yaşam tarzı değişiklikleri, diyet ve iklim gibi çevresel faktörler nedeniyle artmaya devam etmektedir. Türkiye'de prevalans yaklaşık %15 olarak bildirilmiştir (2). Sıcak iklim ve artmış hayvansal gıdalarla beslenmeden dolayı güneydoğu anadolu bölgesinde prevalans daha yüksektir. ÜSTH tekrarlama eğilimindedir ve 10 yıl içerisinde yaklaşık %50 oranında rekürrens gösterir (3).

ÜSTH' nın bireye ve topluma maliyeti nispeten yüksektir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tedavi maliyetlerinin yılda birkaç milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle ÜSTH' nın uygun tedavisi hayati önem taşımaktadır. ÜSTH' nın tedavisi; taşın yerine, boyutuna, türüne ve hastaya ait birtakım faktörlere göre değişiklik gösterir. 4 mm'den küçük taşlar herhangi bir operasyon gerektirmeksizin büyük oranda düşebilir, ancak daha büyük taşlar için (> 6 mm çapında) cerrahi işlem gerektirebilir. Ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL), üreterorenoskopi (URS), retrograd intrarenal cerrahi (RIRC) ve perkütan nefrolitotomi (PNL) sıklıkla kullanılabilen minimal invaziv tedavilerdir (4).

ESWL için literatüre bakıldığında; Pearle ve ark.' larının 3 döneme ayırarak yaptıkları çalışmada böbrek taşları için; 1989'a kadar elektrohidrolik, 1993'e kadar ikinci ve üçüncü kuşak jeneratörler, elektromanyetik ve sonrasında 2000-2009 arasında kapsayan piezoelektrik jeneratör kullanan cihazlarla taşsızlık oranları sırasıyla; %70, %67,9 ve %68,5 olarak tespit edilmiştir. Kalsiyum oksalat mono hidrat, sistin ve brusit taşları hariç tutulduğunda; %57 tam taşsızlık ve %17 minör izole fragman ile birlikte toplam başarı oranı %74 olarak bildirilmiştir (5).

Son yıllarda özellikle optik sistemlerin kalitesinin artması, endoskopik ekipmanların minyatürizasyonu, nitinol yapıda yardımcı enstrümanların geliştirilmesi, holmium lazerlerin (Ho: YAG) kullanıma girmesi ve endoskopik cerrahi konusunda deneyimin artması ÜSTH' nın tedavisinde dramatik değişikliklere neden olmuştur (6). Daha dayanıklı, ince yapılı rijit ve fleksibl üreteroskoplar sayesinde URS işleminin

endikasyonları oldukça genişlemiş, tüm üreter seyri boyunca ve hatta böbrek içi taşlar bu yöntemle tedavi edilebilir hale gelmiştir (7). Güncel serilerde URS' nin başarı oranları %85-100 arasındadır (8). Komplikasyon oranları ise %9-25 arasında değişmektedir (9).

RİRC özellikle üreter üst uç, böbrek alt pol taşlarında ve anatomik nedenlerle ulaşılması zor olan böbrek taşlarında; minimal invaziv olması ve gelişen teknoloji sayesinde yaygınlığı artan bir yöntem haline gelmiştir. Cepeda ve ark.' nın çalışmasında RİRC sonrası %85,7 oranında taşsızlık elde edilmiştir (10). 2 cm' den büyük böbrek taşlarında RİRC' nin denendiği bir çalışmada ise %70 başarı sağlanmıştır (11). Resorlu ve ark.' nın çalışmasında ise ESWL, PNL ve RİRC' nin başarı oranları karşılaştırılmış ve ESWL için %66,5, PNL için %91,4 ve RİRC için %87 oranında taşsızlık elde edilmiştir (12).

Teknik üzerine yapılan modifikasyonlar ve teknolojideki hızlı gelişmelerle birlikte endikasyonları genişlemiş olan PNL, üriner sistem taş cerrahisinde önemli yer edinmiştir. Günümüzde Avrupa Üroloji Klavuzu (EAU); 2 cm'den büyük böbrek taşlarında 1. seçenek olarak PNL' yi önermektedir (13). Rosette ve ark.' nın çalışmasında PNL' nin taşsızlık oranı %75,7; Albala ve ark.' nın çalışmasında ise %95 olarak bildirilmiştir (14) (15).

ÜSTH' nin yönetimi ve tedavisindeki önemli ilerlemelere ve başarılarla rağmen, bazı eksiklikler vardır. Başarı oranı; taş özellikleri, hasta özellikleri ve ürolog deneyimi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Ek olarak optimal tedavi prosedürünü seçmek birkaç faktöre bağlı olduğundan zorlu bir iştir. Bu nedenle, bir tedavi prosedürünün ameliyat sonrası sonucunu/başarısını tahmin edebilen bir sistem gereklidir. Böyle bir sistem cerrahın tedavi prosedürünü optimize etmesine yardımcı olabilir ve hastaları ameliyattan önce başarılı bir tedavi olasılığı hakkında bilgilendirebilir.

ÜSTH tedavisinde seçilecek bir tedavi yönteminin sonucunu tahmin etmek ve ardından en uygun tedavi tekniğini seçmek, yüksek taşsızlık oranları, düşük ilişkili morbidite ve hızlı iyileşme ile sonuçlanabilir. Bu nedenle, bir tedavi prosedürünün başarı oranını tahmin etmek için güvenilir ve doğru bir model geliştirmek önemlidir, ancak bu durum bir zorluk olmaya devam etmektedir.

Yapay zekâ, insan gibi düşünen ve matematiksel bir çıkarım ile sonuca varılamayacak problemleri çözebilen bilgisayar programları yapma bilimidir. Tıpta

yapay zekanın yeri ise doktora klinik tanı ve tedavide yardımcı olmak, insan kaynaklı hata oranını azaltmak ve öngörüler ile geri dönüşü olmayan tıbbi hataları azaltmaktır. Günümüzde başlıca yapay zekâ yöntemleri; uzman sistemler, bulanık sistemler, yapay sinir ağları ve genetik algoritmadır.

Uzman sistemler neden-sonuç ilişkisi içerisinde hasta verileriyle çıkarım yapar ve doktora önerilerde bulunur. Bu çalışmada ÜSTH' nda uygulanacak tedavi prosedürünün ameliyat sonrası sonucunu tahmin etmek için bir uzman sistem geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu şekilde geliştirilecek uzman sistem, uygulanacak operasyon öncesi danışmanlık sağlamak için umut verici bir araç olarak hizmet edebilir. Geliştirilecek uzman sistem, veri setinde bir hastayı dışarıda bırakma çapraz doğrulama yaklaşımı, doğruluk, duyarlılık, özgünlük vb. oranlar ile değerlendirilecektir. Geliştirilecek olan uzman sistemin hedefleri; ürologlara danışmanlık sağlamak, cerrahi sonucu tahmin etmek ve ÜSTH tedavisinde uygun bir cerrahi tedavi seçmede hekime yardımcı olmaktır.

Günümüzde ÜSTH' nda minimal invaziv tedaviler ön plana çıkmaktadır. Kullanılan yöntemlerin başarı oranları yüksek gibi görünse de büyük bir popülasyona sahip olan ve rekürrens oranları yüksek olan ÜSTH' da taşsızlık oranları arttırılmaya çalışılmaktadır. Bu anlamda başarısızlık nedenlerinin daha iyi anlaşılması, başarı oranlarının arttırılması için gereklidir

Bu çalışmada kliniğimizde ÜSTH nedeniyle URS, RIRC ve PNL yapılan hastaların verilerini kullanarak başarı ve başarısızlık oranları, operasyon sonrası komplikasyon oranları istatistiksel olarak hesaplandıktan sonra; yapay zekâ tabanlı modellemelerle başarıya, başarısızlığa ve komplikasyon gelişimine katkıda bulunan faktörleri saptamayı ve tedavide operasyonel destek sağlamak için yapay zekâ tabanlı bir sistem geliştirmeyi amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

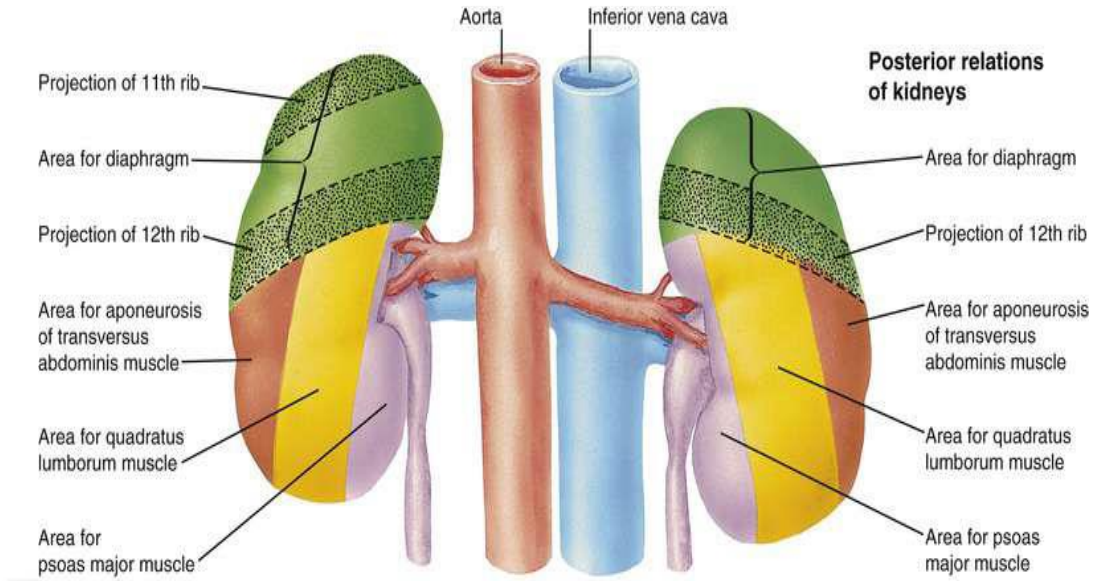
2.1.ÜRİNER SİSTEM ANATOMİSİ

2.1.1.Böbrek Anatomisi

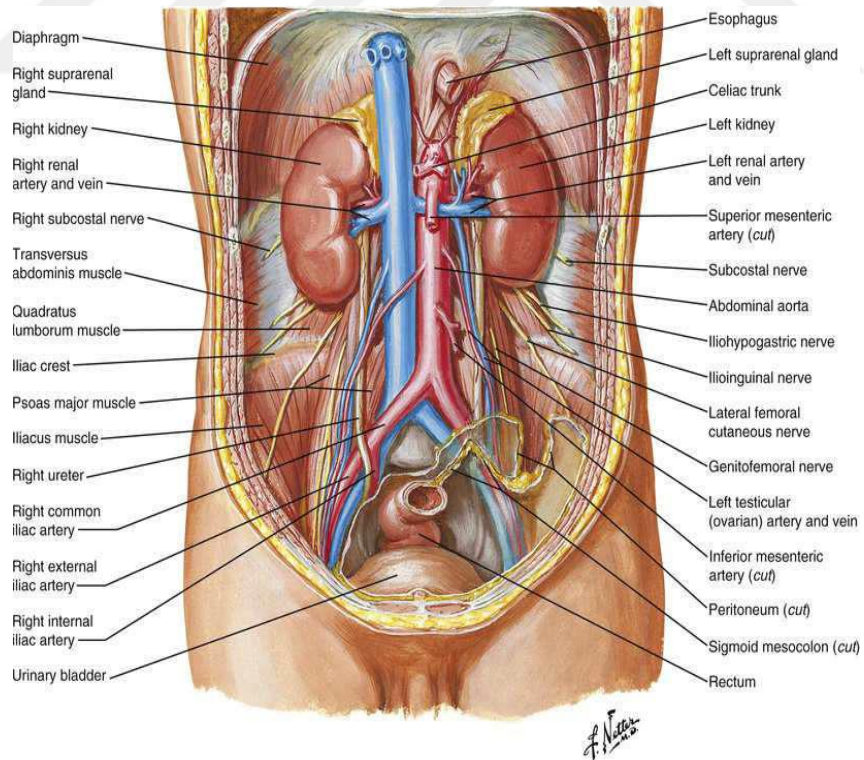
Böbrekler omurganın her iki yanında, karnın arka kısmında yer alan retroperitoneal organlardır. Arkada sırt kasları, yanlarda kotlar, önde karın kasları ile çevrelenmiştir. Psoas kasları üzerinde uzanırlar. Bu nedenle uzunlamasına eksenleri obliktir. Üst poler alt polerden daha medial ve posteriyordadır (16). Ayrıca medial yönde 30 derecelik bir açıyla öne rotasyonedirler. Sağ böbrek, karaciğer tarafından yer değiştirmesi nedeniyle, sol böbrekten 1-2 cm daha altta konumlanır. Sağ böbrek; 1. lomber vertebranın üst kısmı ile 3. lomber (L3) vertebranın alt kısmı arasındaki boşlukta yer alırken; sol böbrek 12. torasik vertebra ile 3. lomber vertebra arasındaki boşlukta yer alır (17).

Böbrekler ortalama 10-12 cm uzunluğunda, 5-7 cm genişliğinde ve 3-5 cm kalınlığındadır. Yetişkin erkeklerde ortalama 125-170 gram ağırlığındadırlar. Bu oran kadınlarda ortalama 115-155 gr'dır (18). Karaciğer kompresyonu nedeniyle sağ böbrek daha kısa ve geniştir. Yaşamın ilk yıllarında kaybolan fetal lobülasyonlar nedeniyle çocuklarda nispeten daha büyüktürler (19).

Böbreklerin posteriyor komşulukları Resim 1'de gösterilmiştir. Böbrekler süperiyorda diyafram, 11. ve 12. kostaların alt uçları ile komşudur. İnferiyorda medial olarak psoas majör kası, lateral olarak transversus abdominis kasının aponevrozu ve quadratus lumborum kası ile komşudur. Subkostal sinir, subkostal damarlar, iliohipogastrik sinir ve ilioinguinal sinirler böbreklerin arka yüzüne oblik olarak aşağı inerler (20). Böbreğin inferiyor komşulukları Resim 2'de gösterilmiştir.



Resim 1. Böbreklerin posteriyor komşulukları

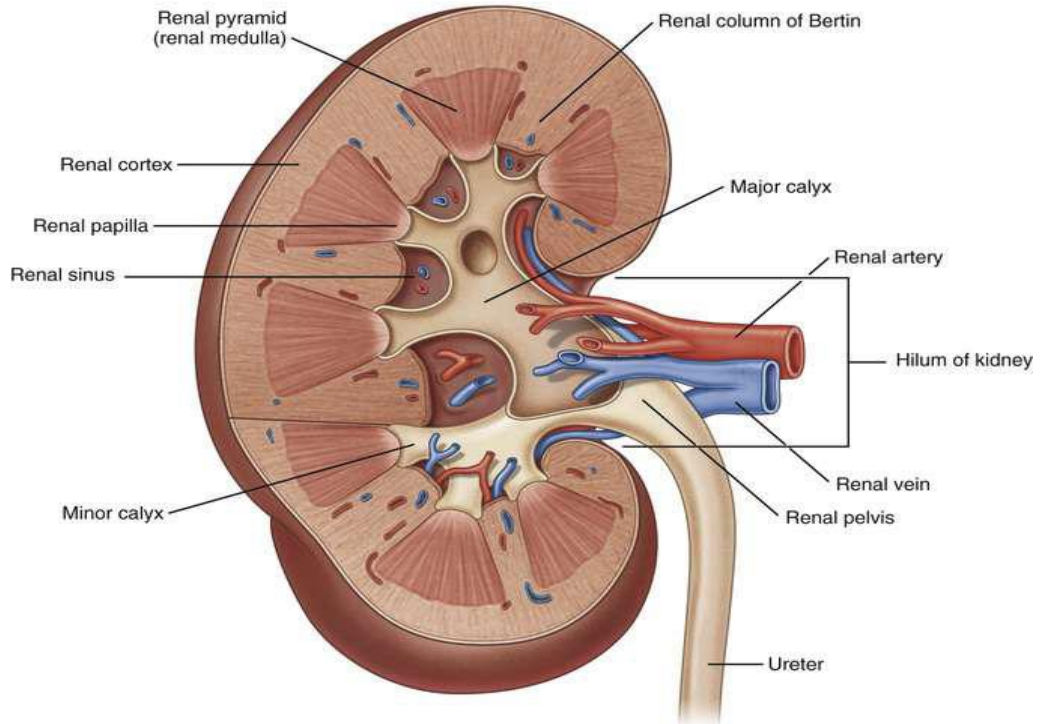


Resim 2. Böbreklerin inferiyor komşulukları

Sol böbrek süperiyorda mide, dalak ve adrenal bez, inferiyorda jejunum ve kolonun splenik fleksurası, medialde pankreas kuyruğu ve splenik damarlar ile komşudur. Sol böbreğin üst polünü dalağa bağlayan parietal periton splenorenal ligamenti meydana getirir. Sağ böbrek süperiyorda karaciğer, süperomedial olarak adrenal bez, inferiyorda kolonun hepatik fleksurası ve ince barsak, medialde pankreas başı ve duodenumun 2. parçası ile komşudur. Hepatorenal ligament parietal peritonun sağ böbreğin üst polünü karaciğere bağlamasıyla oluşmuştur.

Böbrekler sert, fibröz bir kapsül ile çevrilidir. Her iki böbrek ve damarları renal hilusa uzanan perinefrik yağ tabakası ile çevrenmiştir. Böbrekler adrenal bezlerle birlikte perinefrik yağ tabakasını saran yoğun, membranöz bir fasya olan Gerato fasyası ile çevrilidir. Bu fasya abdominal üreter boyunca periüreteral fasya olarak devam eder. Böylece böbrekler, adrenal bezler ve abdominal üreterlerin malignitelerinin yayılmasına karşı bariyer görevi görür (21).

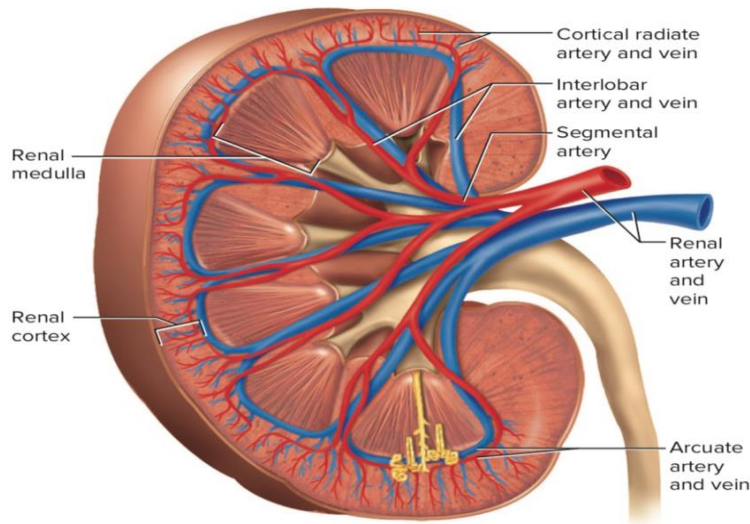
Böbreğin enine kesitinde içte koyu renkte medulla, dışta daha soluk renkte korteks yer alır. Renal medulla sıklıkla 8-18 adet piramid olarak adlandırılan konik şekilli bölgelere ayrılır. Piramidlerin tepesi renal papillaları oluşturur. Her papilla bir minör kaliks tarafından kaplanır (22). Minör kaliksler de birleşerek majör kaliksleri oluşturur. Böbreklerin kaliksiyel yapısı Resim 3’de gösterilmiştir.



Resim 3. Böbreğin kaliksiyel yapısı

Böbreklerin ana fonksiyonel birimi nefronudur. Nefron Bowman kapsülü ile çevrili olan glomerulus ve epitel hücrelerinden oluşur. Glomerulus kanı 125ml/dk. hızında; glomeruler filtrasyon hızı (GFR) olarak kabul edilen hızda filtreler. Filtrat buradan sırasıyla Bowman boşluğuna, proksimal kıvrımlı tübül, henlenin ince kalın loopu, makula densa ve distal kıvrımlı tübüle geçer. Daha sonra kollektör kanallara girer. Filtratın %90'ı emildikten sonra; kalanı kalikslere ve renal pelvise ulaşır (23).

Böbreklerin besleyici damarları renal arterler, toplayıcı damarları da renal venlerdir. Renal arterler L1- L2 omurları arası hizasında aorttan ayrılırlar. Renal hilusta segmental dallarına ayrılırlar. Segmental arterler renal sinüste interlobar dallarını verirler. İnterlobar arterler de böbrek korteksi ve medullasının kesişim yerinde arkuat arterlere ayrılırlar. Daha sonra arkuat arterler de arkuat arterlerden dik olarak çıkan interlobuler arterlere ayrılırlar. İnterlobuler arterlerden yana doğru afferent glomeruler arterioller ayrılır. Afferent arterioller efferent arterioller olarak devam ederler. Efferent arterioller interlobuler venlere açılırlar. İnterlobuler venler arterleri takip ederek sırasıyla arkuat, interlobar, segmental venler olarak devam eder. Segmental venler birleşerek vena kava inferiyora açılan renal veni oluşturur (24). Resim 4'de böbreğin arteriyel ve venöz kanlanması gösterilmiştir.



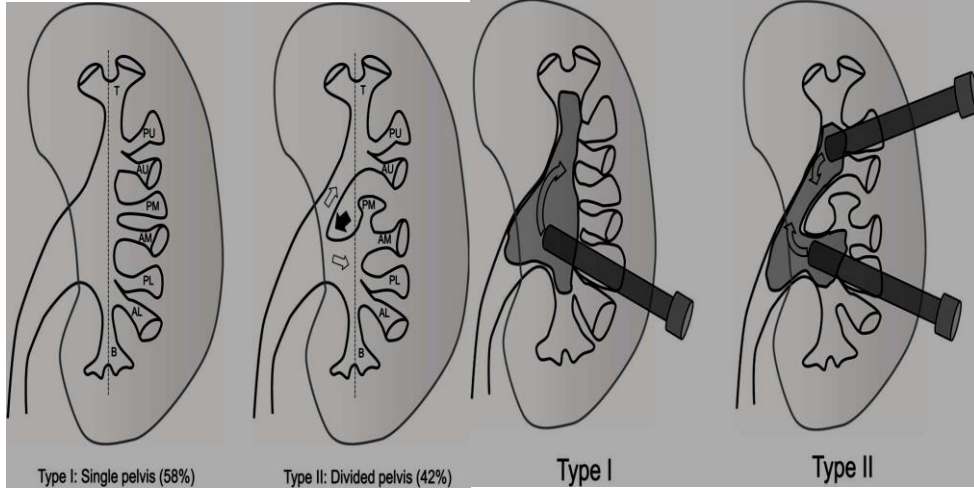
Resim 4. Böbreğin arteriyel ve venöz kanlanması

2.1.2. Toplayıcı Sistem Anatomisi

Toplayıcı sistem anatomisinin doğru anlaşılması; farklı endoürolojik cerrahi prosedürler açısından önem arz eder. Her böbrek ortalama 7-9 kaliks içerir. Ancak bu sayı 4-19 aralığında değişebilir. Böbreğin üst polü genellikle üç kaliks içerir. Alt polde genellikle iki veya üç kaliks bulunur. Orta pol ise üç veya dört kaliks içerebilir. Kaliksler yalnızca şekil olarak değil farklı sayıda papillalar içerdiklerinden boyut ve şekil olarak da farklıdırlar. Üst pol genelde tek orta hat kaliksiyel infundibulum tarafından drene edilir. Alt pol ya tek orta hat kaliksiyel infundibulum ya da çift kaliks şeklinde drene edilir. Hiler bölge anterior ve posterior kalikslerin çift kaliks şeklinde sırayla drenajı şeklinde drene edilir. Pelvis; gerçek pelvis veya çift kaliksiyel pelvis konfigürasyonları şeklinde olabilir. Kalikslerin doğrudan drene olduğu tip klasik tip olan gerçek pelvis tipidir. Bu tipte kaliks boyunları pelvise doğru uzamıştır. Pelvis tamamen renal sinüs içerisinde (intrarenal pelvis) veya dışında (ekstrarenal pelvis) olabilir. Pelvis kabaca piramidal şekildedir ve 3-10 ml idrar kapasitesine sahiptir (25).

Bifid pelvis bir böbreğin iki ayrı pelvis tarafından drene olduğu bir toplayıcı sistem anomalisidir. Füzyon derecesine bağlı olarak komplet veya inkomplet olabilir. İki ayrı üreter tomurcuğunun tek bir Wolf kanalından çıkması sonucu oluşur (26). Tanısı retrograd pyelografi veya BT (bilgisayarlı tomografi) ürografi ile konabilir. Özellikle bu hastalarda PNL sırasında alt ve üst pol kalikslerine girişin ayrı ayrı yapılması gerekebilmektedir. Şekil 1 ve Şekil 2’de bifid pelvis ve bifid pelvislerde PNL’ de iki ayrı giriş gerekebileceği gösterilmiştir.

Kaliks divertikülü renal kaliksin fokal ekstrinsik genişlemesi olup üriner sistem taşı oluşumuna neden olmaktadır. Bu durumda tespit edilen üriner sistem taşlarında retrograd intrarenal cerrahi ön plana çıkmaktadır.

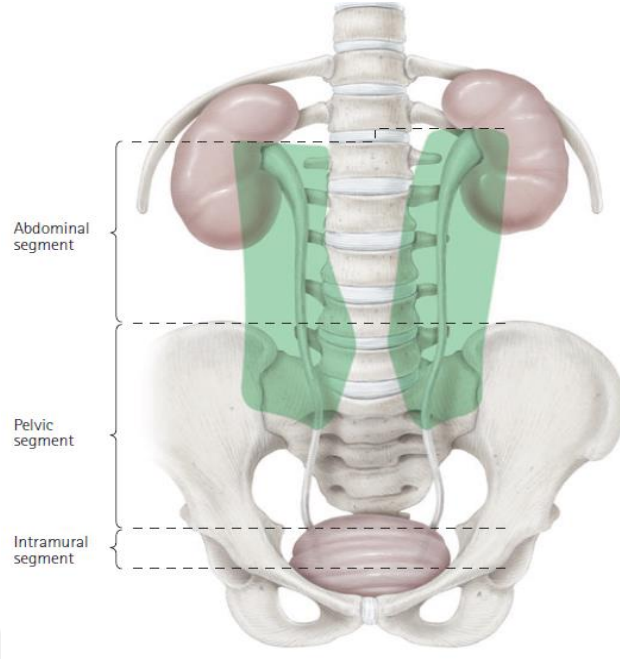


Şekil 1. Normal pelvis ve Bifid pelvis şekli.

Şekil 2. Bifid pelvislerde PNL' de iki ayrı Giriş gerekebileceğini gösteren şekil.

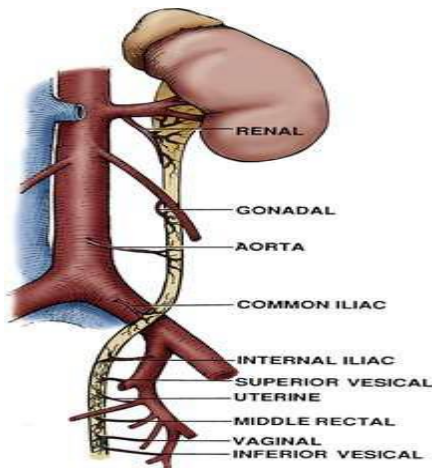
2.1.3.Üreter Anatomisi

Yetişkinlerde üreterler yaklaşık olarak 25-30 cm uzunluğunda olup (yeni doğanda 6.5-7 cm) çapı 1.5-6 mm' dir. Retroperitonda lomber vertebraların transvers proçeslerinin lateralinde yerleşmiştir (27). Abdominal, pelvik ve intramural parça olmak üzere 3 parçaya ayrılır. Resim 5 üreterlerin bu 3 parçasını göstermektedir. Proksimal, orta ve distal üreter olarak da isimlendirilir. Yukarıdan aşağı doğru psoas kasının önünde seyrederek kemik pelvise girerken spermatik arter ve venin arkasından geçer. Daha aşağıda ana iliak arterin önünden geçer ve mesane tabanında, süperiyor vezikal arterin arkasından geçer. 3 fizyolojik darlık bölgesi bulunur. Bu darlık bölgeleri genelde üreter taşlarının takıldığı bölgelerdir. İlk darlık üreteropelvik bileşke olup çapı yaklaşık 2 mm (6Fr)' dir. İkinci darlık iliak arterle çapraz yaptığı bölgedir. Çapı burada yaklaşık 4 mm (12Fr)' dir. Üçüncü darlık intramural parçadır. Çapı bu bölgede yaklaşık 3-4 mm (9-12Fr)'dir (28).



Resim 5. Üreterlerin Segmentleri

Abdominal parça esas olarak renal arterlerden beslenir. Ancak nadiren aorttan veya gonadal arterden dal alabilir. Bu dallar üretere medial olarak yaklaşır. Orta üreter ana iliak arterden dal alır. Bu dal üretere posteriyordan yaklaşır. Distal üreter internal iliak arterin bir dalı olan süperiyor vezikal arterden beslenir. Bu dal üretere lateralden yaklaşır. Resim 6 üreterlerin arteriyel beslenmesini göstermektedir. Abdominal parçanın venleri renal ven ve gonadal vene boşalır. Orta ve distal üreter venleri ise ana iliak ven ve internal iliak vene boşalır (29).



Resim 6. Üreterin arteriyel kanlanması

2.2.ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞI

Üriner sistem taş hastalığı eski çağlardan beri insanlık için sorun teşkil etmektedir. Mısır’ da El Amrah’ daki mezarda bir erkek iskeletinde yaklaşık 5000 yaşında mesane taşı bulunduğu ve mesane taşı ameliyatlarının MÖ 1500’ lerde Hintliler tarafından yapıldığı arkeolojik çalışmalar tarafından bildirilmiştir (30). Taş hastalığı üriner sistemde enfeksiyonlar ve prostat patolojilerinden sonra 3. en sık patolojik durumdur. İsimlendirme çeşitli disiplinlerden kaynaklanır. Örneğin magnezyum amonyumdan oluşan strüvit taşları Rus doğa bilimci Von Struve’ den isim almıştır. Von Struve’ den önce guanit şeklinde isimlendiriliyordu. Çünkü yara pisliklerinde yüksek oranda magnezyum amonyum fosfat bulunur. Kalsiyum oksalat dihidrat taşları weddellite olarak adlandırılır çünkü ilk olarak Antarktika açıklarındaki Weddell Denizi’ nin tabanından toplanmıştır (31). Günümüzde cerrahi tedaviler daha çok ön planda olsa da medikal tedavinin rekürrens oranlarını azaltmadaki rolü iyi anlaşıldığından artan insidans ve maliyetler nedeniyle önemini korumaktadır. Daha kapsamlı epidemiyolojik çalışmalar hastalığın anlaşılmasında ve tedavisinde yeni ufuklar açacaktır.

2.2.1.Epidemiyoloji

Taş hastalığı insidansı coğrafi, iklim, etnik, diyet ve genetik faktörlere bağlıdır. Tekrarlama riski temel olarak taş hastalığına neden olan hastalık veya bozukluk tarafından belirlenir. Buna göre yaygınlık oranları %1-20 arasında değişmektedir. İsveç, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri gibi yüksek yaşam standartlarına sahip ülkelerde prevalans oldukça yüksektir (>%10). Son 20 yılda bazı bölgelerde %37’den fazla artış saptanmıştır (1). Ülkemizde epidemiyolojik çalışmalar yetersiz olmakla beraber görülme sıklığı; Akıncı ve arkadaşlarının çalışmasında %14,8 olarak bildirilmiştir (2).

Erkekler 2-3 kat daha fazla hastalıktan etkilenmektedir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda farkın giderek azaldığı bildirilmektedir. Yakın dönemde yapılan bir çalışmada hastalığın prevalansında %1,6 artış tespit edilirken, aynı dönemde kadınlarda %17 artış görülmüştür. Aynı dönemde erkeklerde %8,1 düşüş bildirilmiştir. Aynı çalışmada insidansın dördüncü ve altıncı dekatta arttığı gösterilmiştir (32).

Kadınlarda hastalığın daha az görülmesi ve postmenapozal dönemde pik yapması östrojenin koruyucu etkisinin olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (33).

Çalışmalar beyazlarda hastalığın; Hispanikler, Asyalılar ve Afroamerikanlara göre daha fazla görüldüğünü göstermektedir (34). Aynı bölgede yaşayanlara bakıldığında beyaz ırkta kalsiyum taşı hastalığı Arap, Batı Hindistan ve Batı Asya kökenlilere göre daha nadir görülürken, Asyalı ve Afrikalılara göre daha sık görüldüğü gösterilmiştir. Ancak aynı bölgedeki taş hastalığı gözlenen beyaz ırk ile diğer ırklar arasında metabolik anormalliklerin insidansı benzer bulunmuştur (35).

Dağlık bölgeler, tropik bölgeler ve çöllerde sıcak ve kuru iklim nedeniyle prevalans daha yüksektir. Bir çalışmada kuzeyden güneye, batıdan doğuya doğru gidildikçe taş hastalığı prevalansının arttığı bildirilmiştir. Hastalığın, yazın daha sık görülmesi sıcak havaya bağlı sıvı kaybı ve D vitamini üretiminin artışı suçlanmıştır (36).

Ailesinde taş hastalığı olan bireyler normal bireylere göre 2,5 kat daha fazla risk altındadır. Renal tübüler asidoz (RTA), hiperparatiroidizm, Crohn hastalığı taş hastalığına neden olduğu bilinen sistemik hastalıklardır. Gut hastalığında %50 oranında taş hastalığı görülür (37).

Vücut ağırlığı ve taş hastalığı arasındaki doğrusal ilişki çok sayıda çalışmada ortaya konmuştur. Litogenez aktivasyonu ve insülin direnci taş oluşumunu arttırmaktadır. Çalışmalar metabolik sendrom ile taş hastalığı arasında korelasyon olduğunu göstermektedir (38).

İş nedeniyle sıcak ortamlarda çalışan ve dehidratasyon gelişenlerde taş hastalığı daha fazla görülmektedir. Çelik işçilerinin incelendiği Atan ve ark.'nın çalışmasında normal ısıda çalışanlarla yapılan karşılaştırmada idrar miktarında azalma, ürik asit miktarında artma, hipositratri görülmüştür (39).

Taş hastalığından korunmada fikir birliği olan konulardan biri de diyetle sıvı alımının arttırılmasıdır. Borghi ve ark.'nın çalışmasında idrar hacminin taş hastalığında önemli bir risk faktörü olduğu ve taş nükslerinin önlenmesinde başlangıç tedavisinin diyetteki su miktarının arttırılması olduğu bildirilmiştir. Sıvı miktarı kadar içeriğinin de araştırıldığı çalışmada suyun sertlik derecesi ve içeriği ile taş hastalığı arasında bir korelasyon bulunamamıştır (40).

2.2.2.Taş Oluşum Mekanizmaları

Çözünebilen tuz moleküllerinden oluşan çözeltiler konsantre ürün olarak tanımlanmaktadır. Doygunluk ve satüre terimleri aynı anlamda kullanılır ve çözünebilen miktardan daha fazla tuz molekülü eklendiğinde çözünmenin tamamlandığı, kristalleşmenin başladığı nokta için kullanılan terimlerdir. Çözünme ve ardından oluşan belli bir miktarda kristalleşme denge halinde bulunur ve bu termodinamik çözünmüş ürün olarak tanımlanır. Bu noktadan sonra üründe kristalleşme devam ederse presipitasyon ile sonuçlanır. Normalde idrarda bütün safhalar meydana gelir ancak inhibitör maddelerin etkisi ile presipitasyon engellenebilir. Presipitasyonun engellenmesi durumuna metastatik safha denir. Daha sonraki aşama '*formation product*' safhasıdır. Bu safhada inhibitör etki bir takım predispozan faktörler nedeniyle minimuma iner ve taş oluşumuna neden olur. Önce spontan nükleasyon gelişir, daha sonra agregasyon ve nüveleşmede artış olur. Kümeleşme, kristallerin iyonik etkisi ile olmaktadır. Bazen kristalize olmuş bir molekülün üzerine başka bir molekül yapışabilir. Buna epitaksi denir. Örneğin ürik asit kristallerinin üzerine kalsiyum oksalat kristalleri kolayca yapışır (41).

Sağlıklı bireylerde kristaller 3-5 dakika içerisinde renal pelvise, 5-10 dakikada mesaneye ulaşır. Mesanede 3-6 saatte büyüme göstermeden işeme ile atılırlar. Hızlı nükleasyon, papillalara yapışma ve staz taş oluşumu için öne sürülen hipotezlerdendir (42).

2.2.2.1.Kristal Oluşumunda İnhibitörler ve Promoterler

Bilinen en önemli inhibitör sitrattır. Kalsiyumun, oksalat ve fosfat ile kompleks oluşturmasını engeller (43). Ayrıca kalsiyum oksalatın spontan presipitasyonunu engeller (44).

Magnezyum oksalat ile kompleks yapar. Böylece iyonik oksalat konsantrasyonunu düşürür (45). Ayrıca *in vitro* olarak kalsiyum oksalat kristallerinin büyümesini inhibe ettiği gösterilmiştir (46).

Tamm-Horsfall proteini nefrokalsin de kalsiyum oksalat kristallerinin agregasyonunu inhibe eder (47).

Osteopontin kalsiyum oksalat kristallerinin nüveleşmesini, nüvelerin büyümesini, agregasyonunu ve kristallerin böbrek epiteline yapışmasını engeller (48).

Üriner sistem taşlarının kristallerden oluşmayan kısmına matriks adı verilmektedir. Matriksin ana proteinleri nefrokalsin, litostatin, Tamm-Horsfall proteini, glikozaminoglikanlar, albümin, serbest karbonhidratlar ve matriks A adlı mukoproteinlerdir. Ayrıca, bir çalışmada matriksin immunglobulinler, kompleman C3 ve fibrinojen de ihtiva ettiği bildirilmiştir. Üromukoidler olarak adlandırılan tüm bu proteinler hem inhibitör etkilidir hem de taşın yapısına girerek taş oluşumunu sağlarlar (49).

2.2.2.2.Randall Plakları

Taş oluşumunda önemli rolü olduğu bildirilmiştir. Hasarlı plak kalsifiye olarak iyileşir ve kalsifikasyon papillaya kadar ulaşır. 3 teori ortaya atılmıştır. İlk teori ateroskleroza zemin hazırlayan türbülant akımdır. İkinci teori korteks ve papilla üzerinde artmış osmolalitedir. Hiperosmolar ortamda inflamatuvar sitokinler vasküler hasara neden olarak plak agregasyonunu uyarır. Üçüncü teori vasküler yapıların papillalara giden oksijen taşıma kapasitelerindeki azalmadır. Bu 3 neden birlikte plak oluşumunu indükler (50).

2.2.2.3.Mineral Metabolizması

Diyette alınan kalsiyumun çoğu ince barsaklardan, az bir kısmı da kolondan emilir. Barsaklardan emilim kalsitriol tarafından regüle edilir. Kalsitriol paratiroid hormonlar tarafından kontrol edilir. Parathormon böbrek kalsiyum emilimini artırırken; böbrekten fosfat atılımını artırır. İdrara geçen kalsiyumun yaklaşık %98'i geri emilir. Diyette fazla sodyum alınması hiperkalsiüriye yol açar. Diyette tuzun azaltılmasının taş rekürrensini azalttığı gösterilmiştir. Diyette kalsiyumun azaltılması ise taş oluşumunu artırır. Burada idrarda oksalatın artması suçlanmıştır. Diyette kalsiyumun artırılması taş oluşum riskini artırır. Hayvansal proteinlerin diyetle arttırılması sitratı azaltırken, idrarda kalsiyum ve ürik asiti artırır (51).

Magnezyum emilimi D vitamini tarafından kontrol edilir. Strüvit taşlarının yapısında bulunur. Eksikliğinde kalsiyum oksalat taşı oluşur ve diyetle arttırılmasının koruyucu özelliği yoktur (52).

Oksalat yüksek oranda metabolik bir üründür. Çok az bir kısmı diyetle alınıp barsaklardan emilir. Glisin ve askorbik asitin metabolizması sonucu oluşur. Diyette fazla C vitamini alanlarda taş hastalığı daha sık görülür. B6 vitamini eksikliğinde

idrarda oksalat artar. Normalde idrarda günlük 20-45 mg oksalat atılır. İnflamatuvar barsak hastalığı ve barsak cerrahisi geçirenlerde hiperoksalüri gelişebilir (37).

2.2.3.Patogenez

2.2.3.1.Anatomik Yatkınlıklar

Üreteropelvik bileşke (UPJ) darlığı bulunan hastalarda taş insidansı %20 civarındadır (53). Yapılan bir çalışmada UPJ darlık tedavisi yapılan hastalarda sonrasında %62 oranında taş rekürrensi izlenmiştir. Bu bulgu obstrüksiyon düzeltilse bile metabolik anormalliğin devam ettiğini göstermektedir (54). UPJ darlığında metabolik anormallik oranları ise normal taşı olan popülasyonla benzerdir. Tespit edilen metabolik anormalliğin tedavisi rekürrens oranlarını düşürmüştür (55). Dolayısıyla bu hastaların büyük bir kısmında UPJ darlığın tek başına tedavisi taş rekürrensini önlemez, ancak altta yatan metabolik anormalliğin tespit edilip tedavi edilmesi rekürrensi azaltır.

At nalı böbreklerde taş görülme sıklığı %20'dir (56). Renal drenajdaki bozulma (üreterin renal pelvise yüksek girişle bağlanması sonucu) üriner staz ve taş oluşumuna eğilim yaratır. Ancak altta yatan metabolik bir anormalliğin de olması gerekir (57).

Kaliks divertikülü hastalarında taş görülme oranı %40 olarak bildirilmiştir (58). Bu hastaların yarıya yakınında hiperkalsiüri, hiperürikozüri ve hiperoksalüri görülür (59). En sık kalsiyum oksalat monohidrat taşı görülür ancak bu hastalarda idrar yolu enfeksiyonlarının da sık görülmesi strüvit taşı oluşumunu da arttırır.

Medüller sünger böbrek hastalığında nefrokalsinozis ve böbrek taşı sık görülür. Bu hastalarda üriner staz ve enfeksiyonlar haricinde; hiperkalsiüri, idrar konsantrasyon yetersizliği, defektif asidifikasyon gibi faktörler suçlanmıştır (60).

ÜSTH riskini arttıran diğer anatomik anormallikler arasında vezikoüreteral reflü, üreter darlığı ve üreterosel sayılabilir.

2.2.3.2.Sınıflandırma

Kalsiyum içerikli taşlar üriner sistemde en sık görülen taş tipidir. Tablo 1' de en sık görülen taş tipleri ve görülme sıklıkları özetlenmiştir. Kalsiyum taşı olanlarda en sık görülen metabolik anormallik hiperkalsiüridir. Bu hastalarda idrarda kalsiyumun artması inhibitör aktivitenin azalmasına yol açar (61). Hiperkalsiüri tanım olarak; 100 mg sodyum ve 400 mg kalsiyum içeren 1 haftalık diyetten sonra günlük üriner

kalsiyum miktarının 200 mg' dan fazla olmasıdır. Ayrıca 4 mg/kg/gün' den daha fazla üriner kalsiyum atılımı hiperkalsiüri olarak kabul edilir (62). Hiperkalsiüri patofizyolojik anormalliğe göre barsaklardan emilimin arttığı absorbtif hiperkalsiüri, primer olarak böbrekten kaçağın olduğu renal hiperkalsiüri ve kemik demineralizasyonunun arttığı rezorbtif hiperkalsiüri olmak üzere 3 alt gruba ayrılır (63).

Tablo 1. En sık görülen taş tipleri ve görülme sıklıkları

TAŞ KOMPOZİSYONU	GÖRÜLME SIKLIĞI (%)
KALSİYUM İÇEREN TAŞLAR	
Kalsiyum oksalat	60
Hidroksiapatit	20
Brusit	2
KALSİYUM İÇERMEYEN TAŞLAR	
Ürik asit	7
Strüvit	7
Sistin	1-3
Triamteren	<1
Silika	<1
2,8-Dihidroksiadenin	<1

Üriner oksalatın 40 mg/gün' den fazla olması durumuna hiperoksalüri denir. Primer hiperoksalüri otozomal resesif bir hastalıktır. Oksalat üretimi ve atılımının artması ile tübül lümeninde kalsiyum oksalat kompleksleri oluşur (64). Enterik hiperoksalüri ise hiperoksalürinin en sık görülen şeklidir. İnce barsak malabsorbsiyonunda, barsakta yağ ve safra asitleri artar. Bu maddeler kalsiyumla birleşerek barsakta oksalatın kalsiyum ile birleşme oranının azalmasına neden olur. Sonuçta oksalatın barsaktan geri emilmesi artar ve hiperoksalüri oluşur (65).

Hiperürikozüri üriner ürik asidin 600 mg/gün' den fazla olmasıdır. İdrar pH değeri 5.5' in altında olduğunda idrardaki monosodyum urat; ürik asit ve kalsiyum oksalat taşı oluşumuna neden olur (66). Diyet ile aşırı pürin alınması, myeloploriferatif

hastalıklar, tümör lizis sendromu, gut gibi hastalıklar hiperürikozüri nedenleri arasındadır.

Bir diğer kalsiyum taşı oluşum nedeni hipositraturidir. Kalsiyum taşı olanların %10' unda izole; %20-60' ında diğer metabolik anormallikler ile birlikte görülür (67). Tanım olarak üriner sitratın 320 mg/gün' den az olmasıdır (68).

Diğer kalsiyum taşı oluşum nedenleri arasında düşük idrar pH' ı, RTA ve hipomagnezüri sayılabilir.

2. ve 19. kromozomda bulunan iki ayrı gendeki defekt otozomal resesif kalıtılan sistinüriye yol açar. Sistin taşları yetişkinlerde tüm taş tiplerinin %1-2' sini; çocuklarda %10' unu oluşturur (69). Proksimal tübüllerde sistin reabsorbsiyonunun bozulması sonucu idrarda sistin atılımı artar. Homozigotlarda sistin seviyesi 2000 milimol/g kreatinin kadar yüksektir. Heterozigotlarda daha düşüktür, ancak normal popülasyona göre daha yüksektir (70).

İnsanda pürin metabolizmasının son ürünü ürik asittir. İdrar pH değeri 5.5' ten daha yüksek olduğunda kalsiyum oksalat ve kalsiyum fosfat taşı oluşumuna katkıda bulunan daha çözünabilir urat kristalleri oluşur. İdrar pH değeri düşük olduğunda ürik asidin çoğu çözünmüş yapıdadır. Ürik asit taşları genellikle yuvarlak, düzgün sınırlı, sarı turuncu renkte ve nonopak taşlardır. Ürik asit taşı oluşumu için en önemli risk faktörleri; düşük idrar pH değeri, düşük idrar volümü ve hiperürikozüridir. Bunlar arasında ise en önemlisi düşük idrar pH değeridir. Çünkü, ürik asit taşı olan hastaların çoğunda idrarda ürik asit atılımı normal, fakat idrar pH değeri düşük olarak saptanmıştır (71).

Enfeksiyon taşları (strüvit), magnezyum amonyum hegzahidratdan oluşur. Çoğu enfeksiyon taşı diğer taşların içinde nidus oluşturur. Tüm toplayıcı sistemi dolduracak kadar büyüyebilirler. Kadınlarda enfeksiyon taşları 2 kat daha sık görülür. Tüm taş tiplerinin %5-15' ini oluşturur. Oluşum için ortam alkali olmalıdır. Ayrıca ortamda yeterli karbonat ve amonyum bulunmalıdır. Üre üreaz enzimi tarafından parçalanır. Üreaz enzimi olan patojenler; proteus, klebsiella, pseudomonas ve staphylococcus türleridir. Escherichia coli en sık üriner enfeksiyon sebebi olan patojen olsa da çok az bir kısmı üreaz üretir (72).

Diğer üriner sistem taş tipleri arasında; ksantin, dihidroksiadenin, amonyum asit urat, matriks ve ilaç kullanımına bağlı taşlar (indinavir, triamteren, guafenasin ve efedrin) sayılabilir.

2.2.4.Değerlendirme ve Medikal Tedavi

2.2.4.1.Tanısal Değerlendirme

Üriner sistem taş hastaları genellikle renal kolik ağrı, bulantı, kusma ve ateş şikâyeti ile acile başvurmaktadır. Bazen de başka sebeplerle yapılan görüntülemelerde insidental olarak taş saptanabilmektedir.

Medikal öyküde yaşam tarzı, beslenme alışkanlıkları, günlük sıvı alım miktarı, diyetle alınana kalsiyum ve sodyum miktarı, lifli gıda, sebze ve oksalattan zengin besin alımı sorgulanmalıdır. Taş hastalığına zemin hazırlayan bazı farmakolojik ve nutrisyonel takviyeler; kortikosteroidler, D vitamini, tiroid hormonları, C vitamini, asetazolamid, atazanavir ve sitotoksik ajanlardır (73).

En sık klinik bulgu kolik şeklinde olan lomber ağrıdır. Kolik ağrı toplayıcı sistem veya üreterin obstrüksiyonu sonucu lümen içi basıncın artması ile oluşan hiperperistaltizm ve mediatörlerin salınımı nedeniyle olur. Künt ağrı ise böbrek kapsülünün gerilmesi sebebiyle oluşur. Ağrı genelde kostovertebral açıda görülse de taş lokalizasyonuna bağlı olarak; batında, genital bölgede, inguinal bölgede ve femoral bölgede de görülebilir. Ayrıca idrar akışını bozmayan taşlar asemptomatik olabilir. Diğer klinik bulgular makroskobik hematüri ve koyu renkli idrardır. Çoğu hastada mikroskobik hematüri ve kristalüri vardır. İntramural segmentte yerleşen üreter taşları dizüri, pollaküri gibi alt üriner sistem semptomlarına yol açabilirler (74).

Fizik muayenede ateş, taşikardi, kostovertebral açısı hassasiyeti ve dehidratasyon değerlendirilmelidir.

Radyolojik çalışmalar taşın lokalizasyonu, sayısı, büyüklüğü, kompozisyonu, böbrek fonksiyonlarının durumu, hidronefroz ve piyonefroz gibi durumların saptanması tedavi planlanması açısından önemlidir.

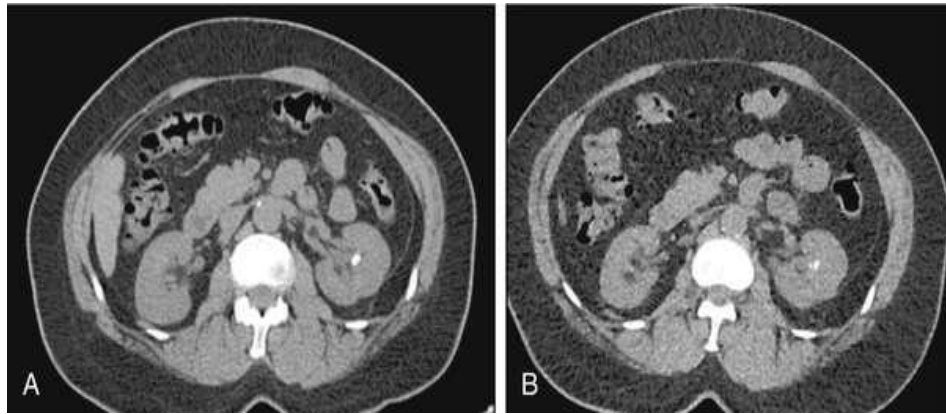
Direk üriner sistem grafisi (DÜSG) kolay ve ucuz bir tetkik olsa da sensitivite ve spesivitesinin %44-77 olması sebebiyle görüntülemelerde artık ilk tanıda çok fazla tercih edilmemektedir (75).

Kılavuzlara göre ilk başvurulması gereken görüntüleme tekniği ultrasonografi olmalıdır. Taşın kompozisyonundan etkilenmemekle birlikte uygulayanın tecrübesine göre etkinliği değişir. Genel olarak üreter taşlarının tespitinde sensitivitesi %45, spesivitesi %94' tür (76).

İntravenöz pyelografi nefrogram ve pyelogram fazları ile böbrek fonksiyonları, anatomi ve taş lokalizasyonu hakkında detaylı bilgiler sunar. Tomografinin yerini alması ile yaygınlığını kaybetmiştir (77).

Kontrastsız BT tüm taş tiplerini (indinavir taşları hariç) tespit etmesinin yanı sıra anatomi, hidronefroz, parankim ve perirenal alan hakkında da değerli bilgiler sunar. Sensitivitesi %98, spesivitesi %97 ile diğer yöntemlere göre en yüksektir. Düşük doz BT taramaları; normal BT taramalarının aynı tanısal doğruluğunu düşük dozda radyasyon maruziyeti ile elde etmek amacı ile geliştirilmiştir (78). Resim 7' de normal BT ile düşük doz BT görüntüleri görülmektedir. Klavuzların önerisi doğrultusunda akut flank ağrı ile başvuran tüm hastalarda standart tanı yöntemi olarak kullanılması önerilir.

Kontrastsız, nefrogram ve pyelogram fazlarını ayrı ayrı içerebilen BT ürografi ile renal parankim, toplayıcı sistem ve vasküler yapılar hakkında detaylı değerlendirme yapılabilir.



Resim 7. A) Normal BT görüntüsü; B) Aynı hastanın düşük doz BT görüntüsü

Gebelerde görüntüleme yöntemi olarak ultrasonografi tercih edilmelidir. 2. basamak görüntüleme yöntemi olarak manyetik rezonans (MR) görüntüleme kullanılmalıdır. Son seçenek düşük doz BT olmalıdır. Pediatrik yaş gurubunda tüm hastalarda tam bir metabolik değerlendirme yapılmalıdır. Taştan şüphelenildiği zaman

ilk görüntüleme yöntemi olarak ultrason kullanılmalıdır. Ultrasonografi yeterli bilgiyi sağlamazsa DÜSG (veya düşük doz kontrastsız BT) çekilmelidir (79).

2.2.4.2. Metabolik Değerlendirme

Üriner sistem taş hastalığında rekürrens yüksek olması nedeniyle metabolik anormalliklerin tespitine odaklanılmıştır. Taş analizi, medikal öykü ve temel incelemeler sonucu yüksek risk grubuna giren hastalar spesifik metabolik incelemeye alınmalıdır (80). Yüksek riskli taş hastalarına ait faktörler Tablo 2’ de gösterilmiştir. Düşük risk grubu hastalarında ise temel inceleme yapılır ve yeterli sıvı alımı, dengeli diyet gibi genel taş önleyici tedaviler önerilir (81).

Kalsiyum oksalat taşı saptanan hastalarda kanda; kreatinin, sodyum, potasyum, klor, iyonize kalsiyum, ürik asit, parathormon, D vitamini düzeylerine bakılır. İdrarda ise; hacim, pH, dansite, kalsiyum, oksalat, ürik asit, sitrat, sodyum, magnezyum değerlerine bakılır. Hiperkalsiüri normal sodyum ve kalsiyum değerlerinde görülebileceği gibi (idiopatik veya granümatöz hastalıklar); hiperkalsemi (hiperparatiroidizm, granümatöz hastalıklar, malignite) durumlarında da görülebilir. Hipositratri; idiopatik, metabolik asidoz veya hipokalemiye sekonder görülebilir. Hiperoksalüri tanısı için oksalat sekresyonu yetişkinlerde 45 mg/gün’ den, çocuklarda 0.37 mmol/1.73m²/gün’ den fazla olmalıdır. Hipomagnezüri, diyetle yetersiz alım veya azalmış intestinal emilime bağlı gelişebilir (82).

Tablo 2.Yüksek riskli taş hastalarına ait faktörler

Genel faktörler
Ürolitiazisin erken başlangıcı (çocuklar ve gençler)
Ailesel taş hastalığı
Brusit içeren taşlar
Ürik asit ve ürat içeren taşlar
Enfeksiyon taşları
Soliter böbrek
Taş oluşumuyla ilişkili hastalıklar
Hiperparatiroidizm
Metabolik sendrom
Nefrokalsinozis
Polikistik böbrek hastalığı
Gastrointestinal hastalıklar (jejuno-ileal bypass, barsak rezeksiyonu, Crohn hastalığı, malabsorbsiyona neden olan durumlar, enterik hiperoksalüri)
Sarkoidoz
Spinal kord yaralanması, nörojen mesane
Genetik nedenli taş oluşumu
Sistinüri
Primer hiperoksalüri
Renal tübüler asidoz
2,8-dihidroksiadeninüri
Ksantinüri
Lesch-Nyhan sendromu
Kistik fibrozis
İlaç kaynaklı taş oluşumu
Anatomik bozukluklar
Medüller sünger böbrek
Üreteropelvik bileşke darlığı
Kaliks divertikülü
Üreter darlığı
Vezikoüreteral reflü
Atnalı böbrek
Üreterosel
Çevresel faktörler
Yüksek ortam sıcaklığı
Kurşun ve kadmiyum maruziyeti

Renal tübüler asidoz herediter, idiopatik veya edinsel nedenlerle görülebilir. Kazanılmış RTA; rekürren pyelonefrit, obstrüktif üropati, akut tübüler nekroz, böbrek nakli, primer hiperparatiroidizm, idiopatik hiperkalsiüri, analjezik nefropatisi, sarkoidoz ve ilaçlar gibi nedenlerle gelişebilir. Kalsiyum oksalat taşı oluşumuna neden olur (83). Nefrokalsinozis, renal korteks veya medullada kristal birikmesidir. Nefrokalsinozis için risk faktörleri; hiperparatiroidi, RTA, D vitamini ile ilgili

hastalıklar, idiyopatik hiperkalsiüri, hipositratüri, primer hiperkalsiüri, medüller sünger böbrek, Dent hastalığı ve Bartter sendromudur. Tanı için kanda parathormon, D vitamini, A vitamini, potasyum, klor, kan gazı bakılmalıdır. İdrarda ise hacim, pH, dansite, kalsiyum, oksalat, fosfat, ürik asit, magnezyum ve sitrat düzeyleri bakılmalıdır (84).

2.2.4.3. Konservatif Medikal Tedavi

EAU klavuzlarına göre tüm taş hastalarına konservatif medikal tedaviler önerilmelidir. Tablo 3’ te taş hastalarında rekürrensi önlemek için genel öneriler özetlenmiştir.

Tablo 3. Üriner sistem taş hastalarına önerilen konservatif tedaviler

Sıvı alımı ile ilgili öneriler
1. Günlük sıvı alımı 2.5-3 litrenin altında olmamalı
2. Sıvı alımı 24 saate yayılmalı
3. Nötral pH içecekleri tercih edilmeli
4. İdrar dansitesi 1010’un altında olmalı
5. 2-2,5 litre idrar atılımı sağlanmalı
Diyet ile ilgili öneriler
1. Dengeli beslenmeli
2. Kalsiyum içeriği normal olmalı (1gr/gün)
3. Az tuzlu diyet olmalı
4. Sebze ve posalı gıdalardan zengin olmalı
5. Hayvansal protein içeriği az olmalı (0.8-1gr/kg/gün)
Yaşam tarzı ile ilgili öneriler
1. Stresten uzak yaşam önerilmeli
2. Yeterli fiziksel aktivite yapılmalı
3. Vücut kitle indeksi 18-25 kg/m ² arasında olmalı
4. Aşırı sıvı kaybı durumunda açık kapatılmalı
5. Tansiyon normal sınırlarda olmalı

2.2.4.4. Spesifik Medikal Tedavi

Rekürrens açısından yüksek risk grubu hastalarına genel önerilerle beraber spesifik medikal tedavi de gerekmektedir. Bu hastalarda taş analizi ve metabolik değerlendirme sonrası tedavi programı oluşturulmalıdır. Genel olarak uygulanan medikal tedaviler Tablo 4’te özetlenmiştir.

Tablo 4. Üriner sistem taş hastalarında uygulanan medikal tedaviler

Taş tipi	Ajan	Doz	Kullanım amacı	Yan etkiler ve özellikler
Kalsiyum oksalat Ürik asit Sistin	Potasyum sitrat	30-60mEq/gün	Alkalinizasyon Hipositratri Kalsiyum oksalat kristalizasyonunu önlenmesi	Doz ayarlanması istenilen pH düzeyine göre yapılır
Kalsiyum oksalat	Kalsiyum	1000 mg/gün	Enterik hiperoksalüri	Yemekten 30 dakika önce
Kalsiyum oksalat	Piridoksin	5 mg/kg/gün	Primer hiperoksalüri	Polinöropati
Kalsiyum oksalat	Magnezyum	200-400 mg/gün	İzole hipomagnezüri	Diyare, alkali kaybı, hipositratri
Kalsiyum oksalat Kalsiyum fosfat	Tiyazid	20-50 mg/gün	Hiperkalsiüri	Diyabet Hiperürisemi Hipokalemi Hipositratri Hipotansiyon
Kalsiyum oksalat Ürik asit Sistin	Sodyum bikarbonat	4.5 gr/gün	Alkalinizasyon Hipositratri	
Kalsiyum oksalat Ürik asit Amonyum ürat 2,8-dihidroksiadenin	Allopürinol	100-300 mg/gün	Hiperürikozüri Hiperürisemi	Böbrek yetmezliğinde doz ayarı gerekir
Sistin	Kaptopril	75-150 mg	Sistinüri	Yan etkilerden dolayı 2. seçenek
Sistin	Tiopronin	250 mg/gün (maksimum 2000 mg/gün)	Sistinüri	Taşiflaksi Proteinüri
Enfeksiyon taşı Amonyum ürat Kalsiyum fosfat	I-metionin	600-1500 mg/gün	Asidifikasyon	Hiperkalsiüri Kemik demineralizasyonu Asidoz
	Febuksostat	40-80 mg/gün	Hiperürikozüri Hiperürisemi	Akut gut ve gebelikte kontraendike Ksantin taşı oluşumu

2.2.4.5.Kemolizis

Oral ya da perkütan irrigasyon ile yapılır. Taş hastalarında birinci tercih tedavi olabilir ancak tedavinin haftalarca sürebiliyor olması nedeniyle, genellikle girişim sonrası rezidü taşların eliminasyonu için kullanılır. Perkütan kemolizisin kullanılabileceği taş tipleri ve solüsyonlar Tablo 5’de özetlenmiştir. Oral kemolizis ise sadece ürik asit taşlarında etkilidir. Potasyum sitrat veya sodyum bikarbonat ile birlikte idrar alkalinizasyonu sağlanabilir. Oral kemolizisde alkalinizasyon ile birlikte diürez de arttırılmalıdır. İlaç dozu günde 2-3 kez idrar pH değerinin ölçülmesiyle ayarlanır (85).

Tablo 5. Perkütan kemolizise uygun taşlar ve kullanılan solüsyonlar

Taş kompozisyonu	İrrigasyon solüsyonu
Strüvit karbon apatit	%10 hemiasidrin, pH 3,5-4 Solüsyon G
Brusit	Hemiasidrin Solüsyon G
Sistin	Trihidroksimetil aminometan (0,3-0,6 mol/L), pH 8,5-9 N-asetil sistein(200mg/L)
Ürik asit	Trihidroksimetil aminometan (0,3-0,6 mol/L)

2.2.5.Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi

1980’ li yılların başında üroloji pratiğine giren ESWL; teknolojik ilerlemelere paralel olarak geliştirilen endoürolojik cihazlara rağmen hâlâ çoğu taş hastası için ilk seçenek olarak önerilmektedir. Avantajları; ayaktan tedavi, düşük mortalite ve morbidite riski, hasta uyumu ve tedaviye kolay erişilebilir olmasıdır. Çalışma prensibi cihazın odağına getirilen taşın, cihazın enerji kaynağından üretilen enerji dalgalarıyla kırılmasıdır.

2.2.5.1. Taşın Kırılması Üzerine Teoriler

Günümüzde elektrohidrolik, elektromanyetik ve piezoelektrik olmak üzere 3 ayrı enerji ve odaklama sistemi kullanılmaktadır. Şok dalgaları taşta çatlaklar oluşturur. Tekrarlayan kırma seanslarıyla çatlaklar birleşir ve kırılma daha da ilerler. Taşın kırılmasını açıklayan çok sayıda çalışma vardır. Sonuçta, taşın kırılmasında ortak kanaat odak genişliğinin önemli olabileceğidir (86).

2.2.5.2. ESWL Başarısını Etkileyen Faktörler

En önemli faktörler arasında; taşın büyüklüğü, taşın yoğunluğu, yerleşim yeri, yerleşim yerinin anatomik farklılıkları, hastanın fiziki durumu, hasta uyumu ve cihaz etkinliği sayılabilir (87).

ESWL başarısını öngörmek için Tran ve ark. tarafından ‘Triple D’ isimli bir skorlama sistemi geliştirilmiştir. Burada tomografi üzerinden; taş-cilt mesafesi, taş yoğunluğu ve taş volümüne bakılmaktadır. Bu skorlama sistemine göre taş volümünün 150 mm³’ten az olması, taş cilt mesafesinin 12 cm ve taş yoğunluğunun 600 HU (*hounsfield unit*)’ dan daha az olması başarı oranını en çok arttıran faktörlerdir (88).

2.2.5.3. Kontraendikasyonları

Gebelik, kanama diyatezleri, üriner sistem enfeksiyonları, odaklamayı güçleştiren ağır iskelet deformiteleri, obezite, batında 4 cm’ den büyük arteriyel anevrizma ve taşın distalinde üriner sistem tıkanıklığı durumlarında kontraendikedir (89).

2.2.5.4. ESWL’ de Stent Uygulanması

ESWL öncesi rutin stent uygulanması önerilmiyor. Yapılan çalışmalarda taşsızlık oranlarını etkilemediği, yardımcı tedavi gerekliliğini azaltmadığı, sadece taş yolu oluşumunu azaltabileceği gösterilmiştir (90).

2.2.5.5. ESWL’ nin Endikasyonları

Teorik olarak görülebilen tüm taşları ESWL ile kırmak mümkündür. Başarı oranları böbrek taşları için %80 civarındadır ancak klinikten kliniğe oranlar değişebilir. Genel olarak pelvis, üst ve orta kalikslerde yer alan 2 cm’ den küçük taşlar için ESWL ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Ancak pelvis ve kaliks taşlarını değerlendirirken; sert taşlar (kalsiyum oksalat monohidrat, sistin, brüst), infundibulopelvik açının dik olması, infundibulumun dar olması, alt kaliksin uzun olması gibi başarıyı azaltan nedenler göz önünde bulundurulmalıdır (91). Büyük böbrek taşları (>2 cm) için ilk seçenek olarak PNL önerilir. <1,5 cm pelvis, üst ve orta kaliks taşları için bir diğer seçenek fleksibl üreterorenoskopidir. Alt kaliks taşlarının kırıldıktan sonra dökülmesi yer çekimi etkisi nedeniyle zordur. Bu nedenle >1,5 cm alt kaliks taşlarında PNL ve fleksibl üreterorenoskopi ön plana çıkmaktadır (92). Amerika Üroloji Kılavuzları’ nda (AUA); 1 cm’ den büyük alt kaliks taşlarında ESWL önerilmemektedir. Çünkü yapılan çalışmada 1-2 cm aralığındaki alt kaliks

taşlarında ESWL' nin başarı oranı %58, fleksibl üreterorenoskopi için %81 ve PNL için %87 olarak bulunmuştur (15).

Üreter taşlarının tedavisi planlanırken en önemli unsurlar taşın yeri ve büyüklüğüdür. Üreter üst uç taşları için ESWL' nin başarı oranı %85' ten fazla iken, alt uç taşları için oran %70'lere inmektedir (93). EAU kılavuzlarına göre; 10 mm' den küçük proksimal üreter taşları için ESWL' nin başarı oranı üreterorenoskopiden daha yüksektir. 10 mm' den büyük proksimal üreter taşlarında üreterorenoskopi ile daha iyi sonuçlar alınır. Orta üreter taşlarında üreterorenoskopi daha üstündür. Distal üreter taşlarında ise genel olarak üreterorenoskopi daha üstün olsa da <10 mm distal üreter taşlarında ESWL, üreterorenoskopi ile birlikte ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir.

Mesane taşlarında teknik olarak kullanımı zor olmakla birlikte uygulanabilmektedir. Boş mesane ile daha başarılı sonuçlar alınır.

2.2.5.6. ESWL Sonrası Takip ve Tedavi

ESWL sonrası ilk kontrol genelde 2-3 hafta sonra ultrasonografi ve DÜSG çekilerek yapılır. Genellikle rezidü taş parçaları alt kalikte birikirler. Bu parçacıkların dökülmesi için bol sıvı alımı, hareket, sıcak su banyoları, gün içinde belli aralarla baş aşağı durma egzersizi ve medikal tedavi önerilir. Rezidü taşların atımında antienflamatuar ve analjeziklerle beraber, kortikosteroidler ve alfa blokerler verilebilmektedir. Kortikosteroidler için yeterli bilgi olmasa da alfa bloker kullanımının taşsızlık oranlarını arttırdığı bildirilmiştir (94).

2.2.5.7. ESWL' nin Komplikasyonları ve Yönetimi

ESWL ülkemizde de yaygın olarak kullanılan kolay ulaşılabilir bir tedavi yöntemidir. Üreterorenoskopi ve PNL ile karşılaştırıldığında komplikasyonları daha azdır (95). EAU 2022 kılavuzuna göre ESWL' nin komplikasyonları; kolik tarzda ağrılar, idrar yolu enfeksiyonu ve sepsis, kalan taş parçacıkları nedeniyle hastalığın tekrarı, taş yolu oluşumu, kardiyak komplikasyonlar, deride morarma, renal hematoma, hematüri ve gastrointestinal komplikasyonlardır.

Rezidü taşlar 4-5 mm' den küçük ise önerilerle takip edilebilir. Daha büyük rezidü taşların atılması için 2. girişim (ESWL, fleksibl üreterorenoskopi) gerekir. Ciltte morarma ve hematüri geçici komplikasyonlardır. Nadiren transfüzyon gerektiren renal hasar ve hematoma görülebilir. Bu hastalarda genelde konservatif

yaklaşım yeterlidir. Nadiren girişim gerekir (96). Taş yolu oluşan asemptomatik hastalar medikal tedavi ile takip edilir. Medikal tedavi başarısız olursa ve semptomatik ise üreterorenoskopi yapılır. Enfeksiyonun ilave olduğu durumlarda perkütan nefrostomi kateteri takılır ve uygun antibiyotik başlanır (97).

2.2.6. Endoskopik Tedaviler

2.2.6.1. Üreterorenoskopi Endikasyonları

Üreterorenoskopi tanım olarak üreter ve toplayıcı sistemin tanı veya tedavi amaçlı görüntülenmesidir.

Tanıya yönelik olarak; radyolojik olarak tanısı konulamamış üst üriner sistem kaynaklı hematürinin değerlendirilmesinde, üreter ve toplayıcı sistemde radyolojik görüntüleme sırasında karşılaşılan anormal bulguların değerlendirilmesinde, endoskopik olarak tedavi edilmiş üreter ve toplayıcı sistem tümörlerinin takibinde, radyolojik görüntüleme yöntemleri ve sistoskopi ile tanı konulamamış pozitif sitoloji etiyolojisinin araştırılmasında kullanılır.

Tedaviye yönelik olarak; endoskopik üreter taşı tedavisinde, böbrek taşlarının endoskopik tedavisinde, endopiyelotomide, endoüreterotomide, üst üriner sistemdeki yabancı cisimlerin çıkarılmasında, üreter toplayıcı sistemin ürotelyal tümörlerinin endoskopik tedavisinde kullanılır.

2.2.6.2. Üreterorenoskopide Cerrahi Yöntem

İlk basamak üreteral girişin sağlanmasıdır. Bunun için önce üreter orifisinin yeri tespit edilir. Genellikle semirijit bir URS ile orifisin yeri bulunabilir. Daha sonra orifisten içeriye kılavuz tel itilir. Kılavuz tel kullanımı EAU ve AUA kılavuzları tarafından önerilmektedir. Kılavuz telin gönderilemediği durumlarda 5 Fr ucu açık bir üreter kateteri orifisin ağzına kadar itilip içinden kılavuz tel gönderilir. Nadiren URS kılavuz tel üzerinden doğrudan kaydırılarak üretere girilir. Çoğu kez URS döndürülüp, orifis açılarak (çadır yöntemi) üretere girilir. Çadır yöntemi yapılamıyorsa; URS çekilip kılavuz telin yanından 2. bir kılavuz tel aracılığıyla geçilebilir. Bu yöntemlerle geçiş sağlanamazsa; floroskopi eşliğinde balon dilatasyon veya koaksiyel dilatasyon yapılabilir. Yine de geçiş sağlanamıyorsa üreteral stent takılıp minimum 1 hafta sonra tekrar üreterorenoskopi yapılır. Üreter girişi yapıldıktan sonra doğrudan görüş ile üreterin izin verdiği ölçüde proksimal üretere ilerlenir (98).

2.2.6.3.Üreterorenoskopide Kullanılan Aletler

Rijit ve fleksibl üreterorenoskoplar olarak ikiye ayrılırlar. Resim 8 ve Resim 9’da rijit ve fleksibl üreterorenoskoplar gösterilmiştir.



Resim 8. Rijit üreterorenoskop



Resim 9. Fleksibl üreterorenoskop

2.2.6.4.Üreterorenoskopide Kullanılan Yardımcı Aletler

Drenajın korunması, toplayıcı sisteme kontrast madde gönderilmesi ve üreter dilatasyonu için üreter kateterleri kullanılır.

İdrar yoluna erişim, darlıkların dilatasyonu, böbrek taşlarının çıkarılması ve geçici drenaj için üreter stentleri kullanılır.

Üretere giriş, enstrümantasyona rehberlik ve üreteral yolu bulmak için kılavuz teller kullanılır.

Üreteral darlık, spazm veya dar orifis gibi durumlarda dilatörler kullanılabilir. Filiform ve koaksiyel dilatörlerin yanında balon dilatörler de mevcuttur. Balon dilatörler üreteral erişim kılıfının ilerletilemediği durumlarda fayda sağlar. Ancak mukozal hasar, ekstrevasyon, perforasyon, geçici vezikoüreteral reflü gibi yan etkileri vardır (99).

Basket kateterler, grasper ve forsepsler kullanılan diğer yardımcı aletlerdir.

2.2.6.5. Taş Migrasyonunu Önleyen Aletler

İşlem sırasında taşın proksimal üreter ve böbreğe göç etmesidir. Migrasyon için risk faktörleri arasında; cerrahın deneyimi, yıkama sıvısının basıncı, taşın yeri ve büyüklüğü, hastanın pozisyonu, enerji kaynağı ve enerji kaynağının ayarları sayılabilir (100).

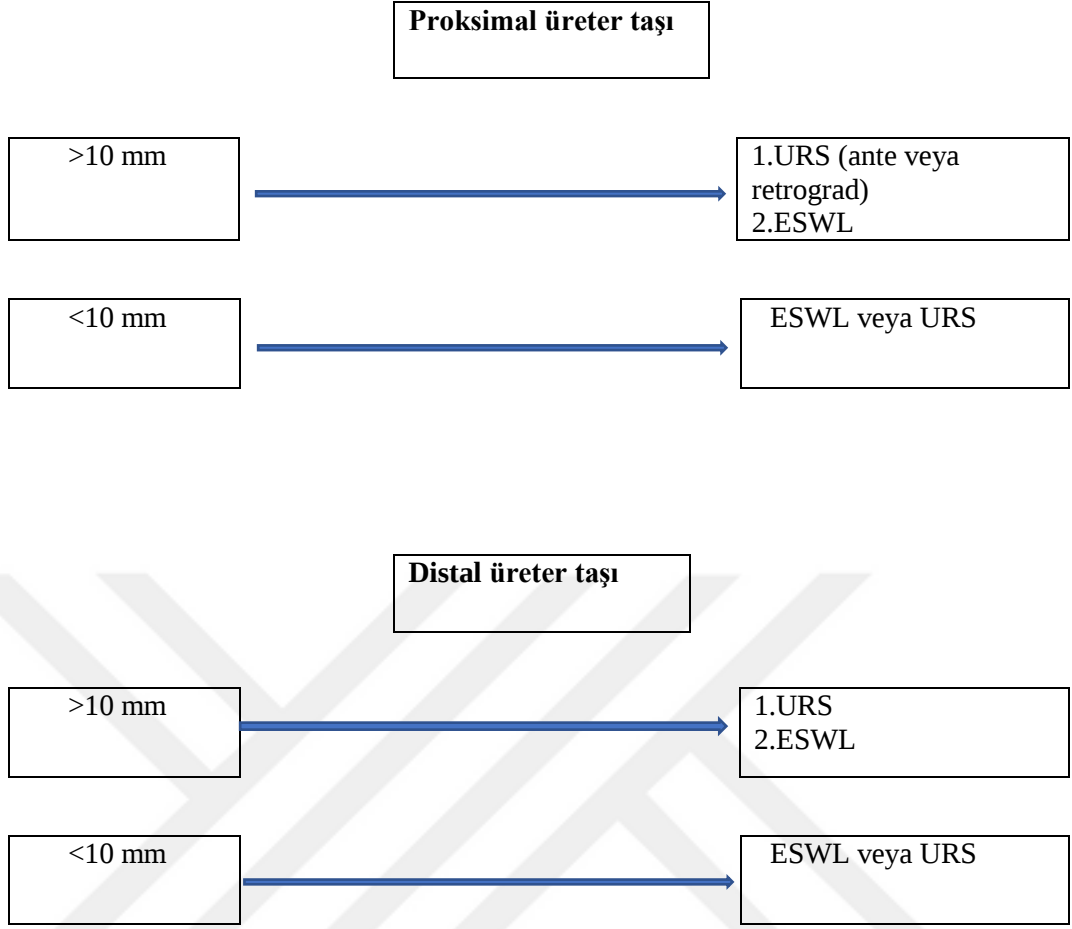
Günümüzde migrasyonu önlemek için kullanılan aletler; stonecone, backstop N-Trap ve basket kateterlerdir.

2.2.6.6. İntrakorporeal Litotriptörler

Holmium lazer; güvenlik, çok yönlülük ve tüm taş kompozisyonlarına etkinliği nedeniyle URS ve fleksibl URS için yaygın kullanılmaktadır. Elektrohidrolik litotriptörler ile karşılaştırıldığında perforasyon riski çok daha azdır (101).

2.2.6.7. Distal Üreter Taşlarının Endoskopik Tedavisi

Ülkemizde fleksibl URS ve yardımcı ekipman eksiklikleri zaman zaman cerrahları proksimal taşlarda semirijit URS kullanmaya zorlasa da normal şartlarda iliak çapraza kadar olan üreter taşlarında semirijit URS; daha üstteki taşlarda fleksibl URS önerilmektedir (102). Üreter taşları için EAU kılavuzu önerileri Şekil 3’de gösterilmiştir. Kılavuzlara göre düşme olasılığı düşük taşlar, yeterli analjeziğe rağmen ağrı, kalıcı obstrüksiyon ve böbrek fonksiyon bozukluğu durumlarında üreter taşları aktif olarak çıkarılmalıdır. İşlem öncesi idrar yolu enfeksiyonu değerlendirilmeli, tüm hastalara antibiyotik profilaksisi yapılmalıdır. İşlem öncesi rutin stent takılması önerilmez. Komplike olmayan olgularda işlem sonrası stent konulması önerilmez. Bununla birlikte; üreter travması, rezidü taş, kanama, perforasyon, enfeksiyon ve gebelik durumlarında stent takılması önerilir.

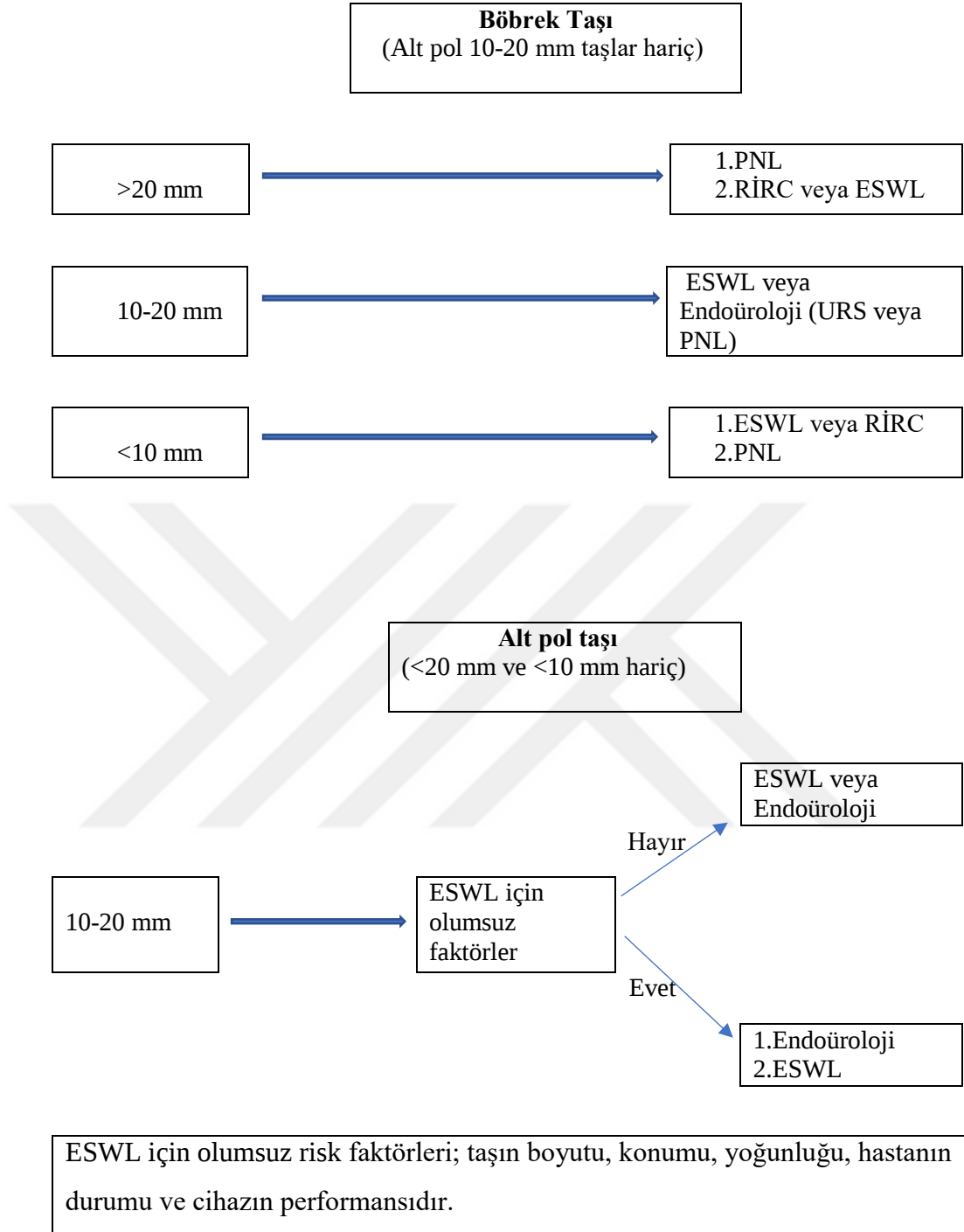


Şekil 3. Üreter taşlarının tedavisinde EAU kılavuzu önerileri.

2.2.6.8. Retrograd İntrarenal Cerrahi

Üst üriner sistem patolojilerinin retrograd üreteroskopik yaklaşımla cerrahi tedavisini içerir. Kesin endikasyonları henüz oluşturulmamış olmakla beraber, genellikle başarısız ESWL veya ESWL' ye dirençli taşlar, opak olmayan taşlar, ESWL veya PNL için uygun olmayan orta çaplı böbrek taşları, dik infundibulopelvik açı, uzun alt pol kaliksi, dar infundibulum gibi durumlarda uygulanmaktadır. Taşın büyüklüğü ve taşın yerine göre EAU kılavuz önerileri Şekil 4'de özetlenmiştir.

EAU klavuzlarına göre RİRC tüm hastalarda hiçbir spesifik kontraendikasyon olmadan uygulanabilir.



Şekil 4. Böbrek taşlarının tedavisinde EAU kılavuzu önerileri.

2.2.6.9.Perioperatif Değerlendirme ve Cerrahi Yöntem

RİRC sonrası başarıyı öngörmeye bazı yöntemler bildirilmiştir. Bunlardan birisi Jung ve ark.'nın geliştirdiği bir skorlama sistemidir. Bu skorlama sistemi taşların bulunduğu anatomik bölgelerin sayısına dayanmaktadır.

RİRC' de taşsızlık oranları %45 ile %95 arasında değişmektedir. PNL' ye göre taşsızlık oranı daha düşüktür. Komplikasyon oranları PNL' ye göre daha düşüktür. Hastanede kalış süresi PNL' ye göre daha kısadır. En sık komplikasyonlar; ateş, uzamış antibiyotik kullanımı ve sepsistir. Kanama, taş yolu ve üreter yaralanmaları daha az görülür (103).

Üreterde bir darlık varsa operasyon öncesi üreter stenti yerleştirilebilir. İşlemden önce üretere kılavuz tel yerleştirildikten sonra genellikle; kılavuz tel üzerinden üreteropelvik bileşkeye kadar üreteral erişim kılıfı yerleştirilir. Kılıflar renal pelvise tekrarlayan erişim sağlar. Ayrıca taş parçacıklarının çıkarılmasını kolaylaştırır. Kılıf yerleştirildikten sonra kılıf içerisinden fleksibl URS ilerletilir. Taşın kırılmasında holmium lazer kullanımı altın standarttır ve EAU kılavuzlarında 'güçlü öneri' olarak yer almıştır. Parçalanmış taşlar basketle alınabilir veya spontan düşmeye bırakılabilir.

2.2.6.10.Çocuklarda Üreterorenoskopi

Çocuklarda üreter taşı tedavisinde üreteroskopi kullanımı giderek artmaktadır. URS ile %81-88 oranında taşsızlık sağlanabilmektedir. Komplikasyon oranları ise %1,9-23 olarak bildirilmektedir. Fleksibl URS' deki gelişmelerle birlikte RİRC de çocukluk çağı renal taş hastalığının tedavisinde kullanılmaya başlamıştır. Son çalışmalarda RİRC için çocuklarda taşsızlık oranı %76-100, tekrar tedavi oranı %0-19 ve komplikasyon oranı %0-28 arasında değişmektedir. ESWL tedavisini zorlaştıran faktörlerin olduğu alt kaliks taşlarının tedavisinde fleksibl URS kullanımı önerilmektedir. Eğer taş yükü fazla ise PNL ile yüksek oranda taşsızlık sağlanabilir. RİRC ile ise daha az komplikasyon oranları, daha az radyasyon maruziyeti ve daha kısa hastanede kalış süresi sağlanır (104).

2.2.6.11.Gebelerde Üreterorenoskopi

EAU klavuzlarına göre, gebelerde; spontan pasajın sağlanamadığı, ciddi semptomların geliştiği, ileri derecede hidronefrozun olduğu ve prematüre doğumun tetiklendiği durumlarda üreter stenti veya perkütan nefrostomi gerekebilir. Bu diversiyonların tolerans eşiği düşüktür ve bu yöntemlerin gebelerde hızlı enkrüstasyonu nedeniyle makul alternatif tedavi üreterorenoskopidir. Acil olmayan üreterorenoskopi için gebelerde en uygun zaman 2. trimesterdir.

2.2.6.12. Perkütan Nefrolitotomi Endikasyonları

İlk defa 1976 yılında Fernström ve Johansson tarafından gerçekleştirilmiştir (105). Açık cerrahi yöntemlere göre son yıllarda özellikle görüntüleme yöntemleri ve kullanılan aletlerdeki teknolojik gelişmeler doğrultusunda; düşük morbidite, düşük maliyet ve kısa hastanede kalış süresi ile açık cerrahinin yerini almıştır (106). PNL endikasyonları belirlenirken; taşın cinsi, boyutu ve hastanın semptomları gibi parametreler etkilidir. PNL endikasyonları arasında; taşların düşmesi engel olacak obstrüksiyon olması, büyük böbrek taşlarında (>2,5 cm) tek başına veya ESWL ile birlikte, özellikle enfeksiyon taşlarında taşsızlık sağlamak için, sistin taşları, postürün ESWL' ye uygun olmadığı durumlar, diğer yöntemlerin başarısız olduğu durumlar sayılabilir.

2.2.6.13. Perkütan Nefrolitotominin Kontraendikasyonları

EAU klavuzlarına göre; kontrol altına alınmayan kanama diyatezi, aktif idrar yolu enfeksiyonu, gebelik, giriş yapılacak bölgede veya böbrekte tümör şüphesi PNL kontraendikasyonlarıdır.

2.2.6.14. Perkütan Nefrolitotomide Cerrahi Yöntem

PNL 3 ana girişimden ibarettir. Bunlar sırasıyla; retrograd üreter kateteri yerleştirilmesi, perkütan giriş traktının oluşturulması, taşların kırılması ve çıkarılmasıdır. Litotomi pozisyonunda üreter kateteri yerleştirildikten sonra; hasta genellikle prone pozisyonuna alınır. Supin pozisyonunda da PNL yapılabilir. Hasta prone pozisyonuna alındıktan sonra; C kollu floroskopi veya ultrasonografi eşliğinde hedeflenen kaliksten giriş yapılır. Daha sonra giriş yapılan yerden kılavuz tel gönderilerek trakt dilatasyonu yapılır. Rijit, fleksibl veya mini nefroskopl ile toplayıcı sisteme girilir. İntrakorporeal litotripsi için; pnömotik, elektrohidrolik, ultrasonik ve lazer litotriptörler kullanılır. Taş parçacıkları forsepsler veya basketler yardımı ile dışarı alınır (107).

Taşlar temizlendikten sonra PNL tüpsüz tamamlanabileceği gibi nefrostomi takılması gerekebilir. Nefrostomi takılmasını gerektiren durumlar arasında; rezidü taş, ikinci girişim ihtimali, üreter obstrüksiyonu, ekstravazasyon, ciddi intraoperatif kanama, enfekte taşa bağlı enfeksiyon ihtimali, soliter böbrek, kanama diyatezi ve perkütan kemolizis planlanması sayılabilir (108).

2.2.6.15. Perkütan Nefrolitotomi 'nin Komplikasyonları ve Yönetimi

En sık komplikasyonlar; postop kanama, ateş, ekstremitasyon ve rezidü taşlara bağlı problemlerdir. En çok dikkat edilmesi gereken komplikasyonlar; kanama, perforasyon ve komşu organ yaralanmalarıdır. Kanama parankim içi olabileceği gibi, geç dönemde gelişen arteriovenöz fistül ve psödoanevrizmaya bağlı da olabilir. Erken dönemde genellikle kateterin klemplenmesi kanama için yeterlidir. Geç dönem kanamalarda embolizasyon gerekir. Ekstremitasyon saptandığında nefrostomi ve üreteral kateter takılarak işlem sonlandırılır. Perioperatif ateş durumunda, toplayıcı sistemden taş ve idrar kültürü alınmalıdır (109). En önemli komşu organ yaralanması kolon yaralanması olup genellikle retroperitoneal bir yaralanmadır. Genellikle açık onarım gerekmez. Geniş spektrumlu antibiyotik başlanır, oral alım kesilir, üreteral stent takılarak genel cerrahi ile birlikte takip edilir (110).

2.2.6.16. Kombine Tedaviler (ECIRS)

URS ve PNL' nin aynı seansta birlikte uygulanması, üriner sistemin tamamına erişim sağlamaktadır ve literatürde endoskopi kombine intrarenal cerrahi olarak adlandırılmaktadır (111). Hem supin hem de pron pozisyonda uygulanabilir. Ancak supin pozisyonda transüretral giriş daha kolay olduğu için daha çok tercih edilir.

Supin PNL ilk olarak 1987' de Dr. Valdivia Uria tarafından başarıyla uygulanmıştır. Eş zamanlı olarak transüretral girişin de yapılabilmesi için, bacaklar modifiye litotomi pozisyonuna alınır. Bu anlamda ECIRS' de en çok kullanılan pozisyon 'Galdakao modifiye supin Valdivia' pozisyonudur. Resim 10'da Galdakao modifiye supin Valdivia pozisyonu gösterilmiştir.

İşlem sırasında ilk olarak sistoüretroskopi yapılır. Daha sonra opere edilecek taraf ureteri kataterize edilerek retrograd pyelografi yapılır. Daha sonra fleksibl URS ile girilerek ureterdeki olası taş ve darlıklar tespit edilerek tedavisi yapılır. Sonra fleksibl URS ile toplayıcı sistem tam olarak değerlendirilir. Bu sırada 2. cerrah ise perkütan girişi yapar. Giriş sırasında iğne ve iğnenin girdiği kaliks fleksibl URS ile takip edilerek tam görüş altında giriş yapılır. Daha sonra kılavuz tel gönderilerek trakt dilatasyonu yapılır. Nefroskop ile sisteme girilir ve taşlar temizlenir. En son fleksibl URS ile tüm toplayıcı sistem tekrar taranır. Kalan taş varsa basketle tutulup fleksibl URS ile perkütan kılıfının önüne getirilir ve kılıftan dışarı çıkarılır (112).

Scoffone ve ark.'nın çalışmasında ECIRS için taşsızlık oranı %81,9 olarak bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışma sonucunda yüksek taşsızlık oranı ile birlikte; düşük komplikasyon oranı da bildirmişlerdir (111).



Resim 10. Galdakao modifiye supin Valdivia pozisyonu

2.2.7. Açık ve Laparoskopik Tedaviler

Son 40 yıl içerisindeki teknolojik gelişmelerin doğal sonucu olarak açık cerrahi endikasyonları azalmıştır (113). Artık açık cerrahi tedavide sınırlı bir role sahip olsa da hastaların %1' inden azı bu tedaviye adaydır (106).

Minimal invaziv endoskopik cerrahiler ve ESWL' nin üstün olduğu günümüzde laparoskopik cerrahinin de sınırlı bir rolü vardır. Ancak; üreteropelvik bileşke darlığı ile birlikte böbrek taşı tedavisinde, rotasyon veya füzyon anomalisi olan böbreklerde, büyük hacimli böbrek ve üreter taşlarının tedavisinde, laparoskopi yardımcı piyeloplasti ve laparoskopi yardımcı PNL planlanan durumlarda laparoskopik yaklaşım tercih edilebilir (114).

2.2.7.1. Açık Nefrolitotomi

Anatrofik nefrolitotomi ilk kez 1968' de Smith ve Boyce tarafından tanımlanmıştır. Teknik böbrek atrofisini önlemek için; böbreğin vasküler yapılarına zarar vermeden, avasküler bir düzlemde nefrotomi oluşturulması esasına dayanır. Büyük staghorn (geyik boynuzu) taşlarda ve özellikle enfektif süreçlerle ilgili büyük taşlarda ana hedef taşsızlık olduğundan, açık nefrolitotomi uygulanabilir (115).

2.2.7.2.Laparoskopik Nefrolitotomi ve Piyelolitotomi

Laparoskopik nefrolitotomi ilk kez 2003'te deneysel bir çalışmada tanımlanmıştır (116). Kompleks bir cerrahi işlem olup tek parça halinde olan, yarı ya da tam parça halindeki staghorn taşlar için açık cerrahiye alternatiftir. PNL, laparoskopik nefrolitotomi ve açık nefrolitotominin karşılaştırıldığı bir çalışmada taşsızlık oranları sırasıyla; %44, %80 ve %93 olarak bulunmuştur (117).

Laparoskopik piyelolitotomi; büyük renal pelvis taşları, sert taşlar ve anormal böbrek anatomisi olanlarda alternatif bir yaklaşım olarak düşünülebilir. Ekstrarenal pelvislerde işlem daha kolay uygulanır. Kısmi ya da tam staghorn taşların çıkarılması için laparoskopik piyelolitotomi ile %85 oranında taşsızlık sağlandığı, etkin bir tedavi olduğu küçük serilerde gösterilmiştir (118).

2.2.7.3.Laparoskopi Yardımlı Perkütan Nefrolitotomi

Özellikle pelvik yerleşimli böbrek, retrorenal kolon gibi çevre organlar tarafından sarılmış at nalı böbrek taşı olan hastalarda; barsak yaralanmalarına engel olmak için çevre organların böbrekten uzaklaştırılarak, laparoskopik görüş altında, PNL için uygun ve güvenli bir alan oluşturarak yapılan yöntemdir (119).

2.2.7.4.Açık ve Laparoskopik Üreterolitotomi

Endoürolojik yöntemler ile tedavi edilen üreter taşı hastalarının %1-10' u açık cerrahiye ihtiyaç duyabilir. En büyük avantajı tek seansta taşsızlık sağlanmasıdır. Proksimal üreter taşlarında başarı oranı yüksek olsa da distal üreter taşlarında başarı oranı ESWL ve URS' den yüksek değildir.

Laparoskopik üreterolitotomi, açık üreterolitotomiye göre daha minimal invaziv bir yaklaşım olup; başarı oranının açığa benzer olması, azalmış analjezik gereksinimi, azalmış hastanede kalış süresi ve kozmetik sonuçlar nedeniyle daha üstündür (120).

3.MATERYAL VE METOD

Bu çalışma Adıyaman Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (2022/3-15) tarafından onaylandı. Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde Ocak 2018 – Ocak 2022 yılları arasında ÜSTH (böbrek ve üreter taşı) nedeniyle URS, RİRC ve PNL girişimi uygulanan 917 hastanın operasyon öncesi, esnası ve sonrası değişkenleri retrospektif olarak değerlendirildi.

3.1. OPERASYON ÖNCESİ HAZIRLIK

Tüm hastalar operasyon öncesinde tam kan sayımı, biyokimyasal parametreler, kanama ve pıhtılaşma zamanları, serolojik testler, idrar tetkiki ve idrar kültürü ile değerlendirildi. İdrar kültüründe üreme olan hastalar yeterli süre antibiyoterapi verildikten sonra operasyona alındı. Aspirin ve diğer antikoagülan ilaç kullanan hastaların operasyonları ilaç kesimini takiben 7-10 gün ertelendi. Tüm hastalar operasyon öncesi direkt üriner sistem grafisi, ultrasonografi veya kontrastsız bilgisayarlı tomografi ile değerlendirildi. Gereklik halinde bazı hastalar intravenöz pyelografi ile değerlendirildi. Yapılan bu radyolojik görüntülemeler ile taşın taraf, lokalizasyon, boyut ve HU değeri belirlendi. Tüm hastalara operasyon öncesi 1 gr sefazolin antibiyotik profilaksisi yapıldı. PNL uygulanan hastalar genel anestezi, URS ve RİRC uygulanan hastalar çoğunlukla spinal anestezi altında opere edildi.

3.2. CERRAHİ TEKNİK

URS yapılan tüm hastalara litotomi pozisyonunda sistoskopi yapıp ve üretere hidrofilik uçlu kılavuz tel ilerletildi. Bu kılavuz tel üzerinden semirijit üreterorenoskopi (7,5 Fr Karl Storz Endoscopy) yardımıyla kontrol üreteroskopi yapıldı. Taşa ulaşıldı ve Ho: YAG lazer ile taşlar fragmanlara ayrıldı. Darlık nedeniyle taşa ulaşım sağlanamadığında üretere double J stent yerleştirilip 4 hafta sonra işlem tekrarlandı. Taşlar spontan düşebilecek boyuta gelene kadar fragmente edildi ve üreteroskopik taş forsepsi ile tutularak taşlar mesaneye bırakıldı. İşlem sonunda gereklik halinde hastalara 4,8 Fr double J üreteral stent yerleştirildi.

RİRC yapılan tüm hastalara litotomi pozisyonunda sistoskopi yapıldı ve üretere hidrofilik uçlu kılavuz tel gönderildi. Hem üreteral patolojileri ve taşı dışlamak hem de dilatasyon yapmak amacıyla bu kılavuz tel üzerinden semirijit üreterorenoskopi (7,5 Fr Karl Storz Endoscopy) yardımıyla kontrol üreteroskopi yapıldı. Sonrasında kılavuz tel üzerinden erişim kılıfı (Access sheat) floroskopi altında proksimal üretere kadar ilerletildi. Erişim kılıfı içinden veya kılıf yerleştirilemeyenlerde kılavuz tel üzerinden fleksibl üreterorenoskop ile böbrek pelvisine ulaşıldı. Ho: YAG lazer uygulanarak taşlar fragmanlara ayrıldı. Darlık nedeniyle böbreğe ulaşım sağlanamadığında üretere double J stent yerleştirilip 4 hafta sonra işlem tekrarlandı. Taşlar spontan düşebilecek boyuta gelene kadar fragmente edildi. İşlem sonunda gereklilik durumunda üretere 4,8 Fr double J üreteral stent yerleştirildi. Tüm operasyonlar 7,95 Fr OLYMPUS URF-P6 ve 8,5 Fr Karl Storz digital ureterscope Flex-X° esnek üreteroskoplar ve tek kullanımlık fleksibl üreterorenoskoplar kullanılarak yapıldı. Akses sheet olarak 9,5-11,5 Fr ile 11,5-13,5 Fr ve 35 cm ile 50 cm Cook medical üreteral Access sheet kullanıldı. Ho: YAG lazer olarak dornier medilas H30 16 mAmps 50/60 Hz. kullanıldı.

PNL yapılan tüm hastalara genel anestezi altında litotomi pozisyonunda taşın olduğu böbrek tarafı üreterine açık uçlu 6 Fr üreter kateteri takıldı. Daha sonra 16 Fr foley üretral kateter takılarak üreter kateterine tespit edildi. Takiben hasta prone pozisyonuna getirilerek basınca maruz kalan yerleri yastıkla desteklendi. Üreter kateterinden radyopak madde verildikten sonra floroskopik görüntü altında en uygun posteriyor kaliks seçilerek 18-G perkütan iğnesi yardımı ile toplayıcı sistem içine girildi. İğneden idrarın geldiği gözlemlendikten sonra bir kılavuz tel iğne içerisinden toplayıcı sistem içerisine gönderildi. Amplatz dilatör (Microvasive/Boston Scientific, Natick, MA) ile trakt dilate edildikten sonra 30 Fr kılıf içerisinden 25 Fr nefroskop ile böbreğe girildi. Pnömotik litotriptör (Swiss Lithoclast, EMS Electro Medical System, Nyon, Switzerland) ile taşlar fragmente edildi ve forseps yardımı ile taş fragmanları toplandı. İşlem sonunda gereklilik halinde toplayıcı sistem içerisine re-entry kateter nefrostomi kateteri olarak konuldu.

Postoperatif tüm hastalara DÜSG çekildi. Taştan tamamen temizlenmiş olan vakalar ve 4 mm'den küçük rezidü fragman kalanlar başarılı, 4 mm'den büyük taşın rezidü olarak kaldığı vakalar başarısız kabul edildi. PNL uygulanan hastalarda,

genellikle postoperatif 2. günde çekilen antegrad nefrostografide geçiş olan hastaların nefrostomi tüpleri çıkarıldı.

3.3. VERİ TOPLAMA

ÜSTH nedeniyle URS, PNL ve RİRC operasyonu olan toplam 917 hastanın; yaş, cinsiyet ve anamnezde ateş, dizüri ve ek hastalıkları kaydedildi. Tüm hastaların operasyon öncesi tam idrar tetkikinde (TİT); nitrit, pH değeri, lökosit esteraz ve lökosit sayısı, idrar kültüründe üreme olup olmadığı, hemogram parametreleri, taşın tarafı, taşın lokalizasyonu, taşın çapı, alanı, HU değeri, hidronefroz derecesi kaydedildi. Daha sonra URS, PNL ve RİRC yapılan tüm hastalar için ameliyat sonrası taşsızlık, komplikasyon olup olmadığı kaydedildi. Tüm veriler Adıyaman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Karmed Bilgi İşletim Sistemi üzerinden toplanarak ayrı ayrı Excel tablolarına kaydedildi.

URS, RİRC ve PNL yapılan hastaların verileri kullanılarak başarı oranları ve komplikasyon oranları istatistiksel olarak hesaplandı. Başarıya ve komplikasyonlara sebep olan ameliyat öncesi ve esnasındaki faktörlerin (özniteliklerin) yapay zekâ modellemeleri ile belirlenmesi hedeflendi.

3.4. ÖZNİTELİKLERİN ELDE EDİLME YÖNTEMİ

URS yapılan her hasta için; hasta özgemişı, laboratuvar verileri ve taşa ait özellikler olmak üzere 3 kategoriden 39 öznitelik içeren nicel bir vektör kullanıldı. PNL yapılan hastalar için; hasta özgemişı, laboratuvar verileri ve taşa ait özellikler olmak üzere 3 kategoriden 41 öznitelik içeren nicel bir vektör kullanıldı. RİRC yapılan her hasta için; hasta özgemişı, laboratuvar verileri ve taşa ait özellikler olmak üzere 3 kategoriden 42 öznitelik içeren nicel bir vektör kullanıldı. Kullanılan parametrelerin ayrıntıları Tablo 6,7 ve 8’ de gösterilmiştir.

Tablo 6. URS yapılan hastalarda kullanılan parametreler (öznitelikler)

Özellik kategorisi	Dizin	Parametreler
Hasta Öyküsü	1	Yaş
	2	Cinsiyet(erkek/kadın)
	3	Ateş yüksekliği
	4	Dizüri
	5	Ek hastalık(var/yok)
Laboratuvar verileri	6	İdrarda nitrit
	7	İdrar pH değeri
	8	İdrarda lökosit esterase
	9	İdrarda piyüri
	10	İdrar kültürü
	11	İdrar kültüründe üreyen bakteri
	12	Lökosit sayısı
	13	Eritrosit sayısı
	14	Hemoglobin
	15	Hematokrit
	16	Ortalama eritrosit hacmi
	17	Kan hücresinde ortalama hemoglobin
	18	Ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu
	19	Eritrosit dağılım genişliği
	20	Trombosit sayısı
	21	Trombosit dağılım genişliği
	22	Plateletkrit
	23	Ortalama trombosit hacmi
	24	Nötrofil
	25	Lenfosit
	26	Monosit
	27	Nötrofil/lenfosit oranı

Tablo 6(Devam). URS yapılan hastalarda kullanılan parametreler

	28	Platelet/lenfosit oranı	
	29	Monosit/lenfosit oranı	
Taşa Ait Özellikler	30	Taraf (sağ/sol)	
	31	Taş lokalizasyonu	-proksimal üreter
	32		-orta üreter
	33		-distal üreter
	34	Taş çapı (anteriyor-posterior yön)	
	35	Taş çapı (medial-lateral yön)	
	36	Taş çapı (kraniyal-kaudal yön)	
	37	Taşın yüzey alanı	
	38	HU değeri	
	39	Hidronefroz (yok/var-hafif, orta, şiddetli)	

Tablo 7. PNL yapılan hastalarda kullanılan parametreler

<u>Özellik kategorisi</u>	<u>Dizin</u>	<u>Parametreler</u>
Hasta Öyküsü	1	Yaş
	2	Cinsiyet(erkek/kadın)
	3	Ateş yüksekliği
	4	Dizüri
	5	Ek hastalık(var/yok)
Laboratuvar verileri	6	İdrarda nitrit
	7	İdrar pH değeri
	8	İdrarda lökosit esteraz

Tablo 7 (Devam). PNL yapılan hastalarda kullanılan parametreler

	9	İdrarda piyüri
	10	İdrar kültürü
	11	İdrar kültüründe üreyen bakteri
	12	Lökosit sayısı
	13	Eritrosit sayısı
	14	Hemoglobin
	15	Hematokrit
	16	Ortalama eritrosit hacmi
	17	Kan hücresinde ortalama hemoglobin
	18	Ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu
	19	Eritrosit dağılım genişliği
	20	Trombosit sayısı
	21	Trombosit dağılım genişliği
	22	Plateletkrit
	23	Ortalama trombosit hacmi
	24	Nötrofil
	25	Lenfosit
	26	Monosit
	27	Nötrofil/lenfosit oranı
	28	Platelet/lenfosit oranı
	29	Monosit/lenfosit oranı
Taşa Ait Özellikler	30	Taraf (sağ/sol)
	31	Taş lokalizasyonu -pelvis
	32	-üst kaliks
	33	-orta kaliks
	34	-alt kaliks
	35	Taş çapı (anteriyor-posteriyor yön)
	36	Taş çapı (medial-lateral yön)

Tablo 7(Devam). PNL yapılan hastalarda kullanılan parametreler

37	Taş çapı (kranial-kaudal yön)
38	Taşın yüzey alanı
39	HU değeri
40	Taş cilt mesafesi
41	Hidronefroz (yok/var-hafif, orta, şiddetli)

Tablo 8. RİRC yapılan hastalarda kullanılan parametreler

<u>Özellik kategorisi</u>	<u>Dizin</u>	<u>Parametreler</u>
Hasta Öyküsü	1	Yaş
	2	Cinsiyet(erkek/kadın)
	3	Ateş yüksekliği
	4	Dizüri
	5	Ek hastalık(var/yok)
Laboratuvar verileri	6	İdrarda nitrit
	7	İdrar pH değeri
	8	İdrarda lökosit esteraz
	9	İdrarda piyüri
	10	İdrar kültürü
	11	İdrar kültüründe üreyen bakteri
	12	Lökosit sayısı
	13	Eritrosit sayısı
	14	Hemoglobin
	15	Hematokrit
	16	Ortalama eritrosit hacmi
	17	Kan hücresinde ortalama hemoglobin
	18	Ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu
	19	Eritrosit dağılım genişliği

Tablo 8(Devam). RİRC yapılan hastalarda kullanılan parametreler

	20	Trombosit sayısı	
	21	Trombosit dağılım genişliği	
	22	Plateletkrit	
	23	Ortalama trombosit hacmi	
	24	Nötrofil	
	25	Lenfosit	
	26	Monosit	
	27	Nötrofil/lenfosit oranı	
	28	Platelet/lenfosit oranı	
	29	Monosit/lenfosit oranı	
Taşa Ait Özellikler	30	Taraf (sağ/sol)	
	31	Taş lokalizasyonu	-pelvis
	32		-üst kaliks
	33		-orta kaliks
	34		-alt kaliks
	35		-UPJ
	36		-proksimal üreter
	37	Taş çapı (anteriyor-posteriyor yön)	
	38	Taş çapı (medial-lateral yön)	
	39	Taş çapı (kranyal-kaudal yön)	
	40	Taşın yüzey alanı	
	41	HU değeri	
	42	Hidronefroz (yok/var-hafif, orta, şiddetli)	

3.5. YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI

URS, PNL ve RİRC ameliyatlarının başarı durumunu ve komplikasyon gelişimini tahmin etmek için Tablo 6,7 ve 8’ de gösterilen öznelilikler farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırılmıştır. Makine öğrenmesinde son yıllarda sıklıkla kullanılan 10 adet sınıflandırıcı 3 operasyona ait veri seti ile eğitilmiş ve test edilmiştir. Söz konusu sınıflandırma algoritmaları alt başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

3.5.1. Sınıflandırma Algoritmaları

3.5.1.1. Lojistik Regresyon

Lojistik regresyon modelleri nitel bir bağımlı (varlığı ya da yokluğu gibi yalnızca belirli ayrık değerleri alabilen bir değişken) ve bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi tanımlayan istatistiksel modeller olarak tanımlanır. Eş anlamlı kelimeler olarak lojistik modeller ve logit modeller terimleri de kullanılabilmektedir. Öngörücü değişkenlerin kategorik sonuçlar üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılır. Sonuç örneğin bir hastalığın varlığı ya da yokluğu gibi ikili ise buna ikili lojistik model denir. Modelde yalnızca bir öngörücü değişken varsa basit lojistik regresyon denir. Birden fazla öngörücü değişken olduğunda çok değişkenli lojistik regresyon olarak adlandırılır (121).

3.5.1.2. Support Vector Machine (SVM)

SVM algoritması ilk olarak 1963 yılında Vapnik tarafından doğrusal bir sınıflandırıcı oluşturmak için önerilmiştir. SVM iki sınıf arasında bir ya da daha fazla özellikten etiketlerin tahmin edilmesini sağlayan bir karar sınırı oluşturmayı amaçlar (122). Hiperdüzlem olarak bilinen bu karar sınırı, her bir sınıftan en yakın veri noktalarından mümkün olduğunca uzak olacak şekilde yönlendirir (123).

3.5.1.3. Multi Layer Perceptron

Türkçeye çok katmanlı algılayıcı olarak çevrilen Multi Layer Perceptron (MLP); tam bağlantılı bir ileri beslemeli yapay sinir ağı sınıfıdır. Bir MLP en az 3 düğüm katmanından oluşur. Bunlar bir çıkış katmanı ve birden fazla gizli katman bulundurulur.

Bu katmanlarda kaç tane işlem elemanının olacağı problemin tipine göre değişiklik göstermektedir. Katman sayısı ve katmanlardaki işlem elemanı sayısının kaç olacağının kararını vermek için herhangi bir metot bulunmamaktadır. Buna karar verme süreci deneme yanılma yoluyla sağlanır (124).

3.5.1.4.XGBoost

XGBoost Gradient Boosting algoritmasının çeşitli düzenlemeler ile optimize edilmiş yüksek performanslı gradyan artırma algoritmasıdır. XGBoost modeli genellikle tek bir karar ağacından daha yüksek doğruluk elde ederken, karar ağaçlarının içsel yorumlanabilirliğini feda eder. Örneğin, bir karar ağacının karar vermek için izlediği yolu takip etmek önemsiz ve kendiliğinden açıklanabilir, ancak yüzlerce veya binlerce ağacın yolunu takip etmek çok daha zordur. Hem performans hem de yorumlanabilirlik elde etmek için, bazı model sıkıştırma teknikleri, bir XGBoost' un aynı karar fonksiyonuna yaklaşan tek bir "yeniden doğan" karar ağacına dönüştürülmesine izin verir (125).

3.5.1.5.Gaussian Naive Bayes

Naive Bayes sınıflandırıcıları yüksek düzeyde ölçeklenebilirdir ve bir öğrenme probleminde değişkenlerin (özellikler/öngörücüler) sayısında doğrusal bir dizi parametre gerektirir. Maksimum olabilirlik eğitimi, diğer birçok sınıflandırıcı türü için kullanılan pahalı yinelemeli yaklaşım yerine doğrusal zaman alan kapalı biçimli bir ifade değerlendirilerek yapılabilir (126).

3.5.1.6.Gradient Boosting

Regresyon ve sınıflandırma görevlerinde kullanılan bir makine öğrenme sistemidir. Karar ağaçları olan zayıf tahmin modelleri şeklinde bir tahmin modeli verir. Bir karar ağacı zayıf öğrenen olduğunda, elde edilen algoritmaya gradyan destekli ağaçlar adı verilir. Sıklıkla rastgele ormandan daha iyi performans gösterir. Gradyan destekli bir ağaç modeli, diğer artırma yöntemlerinde olduğu gibi aşamalı bir şekilde oluşturulur, ancak diğer yöntemleri, rastgele bir optimizasyonun optimizasyonuna izin vererek geliştirir (127) (128).

3.5.1.7. Decision Tree (Karar Ağaçları)

Karar ağaçları, veri yapılarındaki ağaç yapısı ile benzerlik göstermektedir. Karar ağaçları, düğüm ve dallardan oluşan anlaşılması kolay, her bir dalın bir olasılık durumunu temsil ettiği ve prensip olarak veriyi rekürsif olarak alt gruplara dallanma yaparak bölen bir algoritmadır. Bu ayırım aşamasında oluşan dalların her biri bir kuralı temsil etmektedir (129).

3.5.1.8. Ada Boost

Yoav Freund ve Robert Schapire tarafından 1995 yılında formüle edilen bir istatistiksel sınıflandırma meta-algoritmasıdır. Performansı artırmak için diğer birçok öğrenme algoritması türüyle birlikte kullanılabilir. Diğer öğrenme algoritmalarının çıktısı, güçlendirilmiş sınıflandırıcının nihai çıktısını temsil eden ağırlıklı bir toplamda birleştirilir. Genellikle, Ada Boost ikili sınıflandırma için sunulur, ancak gerçek satırda birden çok sınıfa veya sınırlı aralıklara genelleştirilebilir (130).

3.5.1.9. Light Gradient Boosting Machine (LightGBM)

Microsoft tarafından geliştirilen, makine öğrenimi için oluşturulmuş bir gradyan arttırma sistemidir. Sıralama, sınıflandırma ve diğer makine öğrenimi görevleri için kullanılır. Karar ağacı algoritmalarına dayanır. Geliştirme odağı performans ve ölçeklenebilirlik üzerinedir (131).

3.5.1.10. Rastgele Orman (Random Forest)

Eğitim zamanında çok sayıda karar ağacı oluşturarak çalışan sınıflandırma, regresyon ve diğer görevler için bir topluluk öğrenme yöntemidir. Sınıflandırma görevleri için, rastgele ormanın çıktısı, çoğu ağaç tarafından seçilen sınıftır. Regresyon görevleri için, tek tek ağaçların ortalama veya ortalama tahmini döndürülür. Rastgele karar ormanları, karar ağaçlarının eğitim setlerine fazla uyma alışkanlığını düzeltir (132) (133).

3.5.2. Model Performans Metrikleri

Farklı sınıflandırma algoritmalarının performansları sınıflandırma metrikleri ile ölçülür. Bu metrikler genel olarak karışıklık matrisi (confusion matrix) olarak

isimlendirilen bir tabloya dayanır. Bu tablo sınıflandırıcı performansını göstermek veya görselleştirmek için kullanılır. Matrisin her satırı gerçek değerleri gösterirken, her sütunu ise tahmin edilen değeri gösterir. Karışıklık matrisinden; gerçek pozitifler, gerçek negatifler, yanlış pozitifler, yanlış negatifler, doğruluk oranı, yanlış sınıflandırma oranı, gerçek pozitif değerlerin oranı, gerçek negatif değerlerin oranı, yanlış pozitif değerlerin oranı, yanlış negatif değerlerin oranı, hassasiyet, yaygınlık, boş hata oranı, Cohen's Kappa, F puanı, ROC eğrisi, logaritmik kayıp gibi ölçütler elde edilebilir (129). Karışıklık matrisinde geçen terimler ve anlamları aşağıda listelenmektedir;

- Doğru pozitif (DP-TP); sınıflandırıcı tarafından pozitif sınıfa ait verilerden kaç tanesinin doğru şekilde sınıflandırıldığını temsil etmektedir.

-Doğru negatif (DN-TN); sınıflandırıcı tarafından negatif sınıfa ait verilerden kaç tanesinin doğru şekilde sınıflandırıldığını temsil etmektedir.

-Yanlış Negatif (YN-FN); gerçekte pozitif sınıfa ait olan bir verinin sınıflandırma sonucunda negatif sınıf olarak etiketlenmesidir.

-Yanlış pozitif (YP-FP); gerçekte negatif sınıfa ait olan bir verinin sınıflandırma sonucunda pozitif sınıf olarak etiketlenmesidir.

$$Doğruluk(Accuracy) = \frac{TP}{TP + TN + FN + FP}$$

$$Kesinlik(Precision) = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Duyarlılık(Recall) = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F_1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

3.5.3. Açıklanabilir Yapay Zekâ (Explainable Artificial Intelligence-XAI)

Açıklanabilir AI (XAI), yapay zekâ kullanılarak çözülmüş bir problemin çözümünün insanlar tarafından anlaşılabilir şekilde ortaya koyabilmek için izlenen yöntem ve tekniklere denir. Bu amaçla birçok algoritma geliştirilmiştir (134). Bu çalışmada literatürde sıklıkla kullanılan LIME ve SHAP algoritmaları kullanılmıştır.

3.5.3.1. LIME Algoritması (Local Interpretable Model-agnostic Explanations / Yerel Yorumlanabilir Model-Bağımsız Açıklamalar)

LIME algoritmasının en güçlü yönlerinden biri, modelden bağımsız olmasıdır. Öngörülerine açıklama getirmek amacı ile herhangi bir modele uygulanabilir. Bu algoritmanın altında yatan temel kavram, girdileri bozmak ve bunun modelin çıktılarını nasıl etkilediğini izlemektir. Bu, modelin hangi girdilere odaklandığı ve tahminlerini yapmak için kullandığına dair bir çerçeve oluşturmamızı sağlar (134).

LIME modelin açıklanabilmesi için önerilen görsel bir tekniktir (135). “Her karmaşık model yerel (local) ölçekte doğrusaldır” varsayımına dayanan bu yaklaşımın temel çalışma prensibi, veri setindeki gözlemlere benzer özellikte yeni gözlemler türetip, açıklayıcı değişkenlerin tahmin üzerindeki etkilerinin ve önem derecelerinin ortaya konması şeklinde özetlenebilir.

3.5.3.2. SHAP (Shapley Additive Explanations / Shapley Katkı Açıklamaları)

Herhangi bir makine öğrenimi modelinin çıktısını açıklamak için kullanılan bir oyun teorisi yaklaşımıdır. Oyun teorisindeki yer alan klasik Shapley değerlerini ve bunlarla ilgili uzantıları kullanarak optimum kredi tahsisini yerel açıklamalarla birleştirir. 2017 yılında Lundberg ve ark. tarafından önerilmiştir (136). SHAP algoritması her özelliğin tahmine katkısını açıklayan Shapley değerlerine dayalı olarak model yorumlanabilmektedir.

4.BULGULAR

Bu çalışmada; Tablo 6,7 ve 8’ de gösterilen veri kümeleri, başlık 3.5.1.’ de yer alan sınıflandırıcılar ile sınıflandırılmıştır. Her bir veri kümesi için iki farklı değerlendirme yöntemi kullanılarak sınıflandırıcı modeller oluşturulmuştur. Kullanılan yöntemler Hold-out ve 10 katlı çapraz doğrulama (10-CV) yöntemidir. Hold-out yönteminde, veri setini modeli oluşturmak için eğitim ve test parçalarına bölünme işlemi yapılmaktadır. Eğitim verisi ile model oluşturulurken, test verisi ile de bu modelin doğruluğunun testi yapılmaktadır. Bu çalışmada Hold-out yönteminde eğitim ve test verisi bölme işlemi %80 eğitim ve %20 test verisi olacak şekilde yapılmıştır. Çapraz doğrulama yönteminde ise veri seti belirtilen sayıda (10) parçaya bölünmektedir. Bu parçalardan 1 tanesi test, diğerleri ise eğitim amaçlı kullanılır. Modelin performansını belirlemek için bu işlem her parça için ayrı ayrı belirlenen sayıda yapılarak her aşamada bir başarımlı değeri elde edilmektedir. Bu elde edilen değerlerin ortalaması alınarak oluşturulacak modelin gerçek performans değeri elde edilmiş olur.

Veriler arasındaki farklılığın giderilmesi için standartlaştırma uygulanmıştır. Bu amaç ile ortalama değerin 0, standart sapmanın ise 1 değerini aldığı dağılımın normale yaklaştığı bir metot olan standart scaler metodu kullanılmıştır. Kısaca değerlerden ortalama değeri çıkarılmış, varyans değerine bölünmüştür.

Tıbbi veri kümelerinde karşılaşılan en büyük problemlerden biri veri setinin dengesizliğidir. Bu çalışmada veri seti dengesizliğini çözmek için literatürde sıklıkla kullanılan SMOTE algoritmasından faydalanılmıştır (137).

URS yapılan 520 hastada ameliyat sonrası taşsızlık oranı (401) %77,1, PNL yapılan 287 hastada (230) %80,1 ve RİRC yapılan 110 hastada (83) %75,5 olarak bulunmuştur. URS yapılan hastalarda toplam komplikasyon oranı (53) %10,2, enfeksiyöz komplikasyon oranı (22) %4,2 olarak bulunmuştur. PNL yapılan hastalarda toplam komplikasyon oranı (46) %16, enfeksiyöz komplikasyon oranı (3) %1, transfüzyon gerektiren kanama olan hasta oranı (23) %8 olarak bulunmuştur. RİRC yapılan hastalarda toplam komplikasyon oranı (17) %15,5, enfeksiyöz komplikasyon oranı (9) %8,2 olarak bulunmuştur. Ek 1,2 ve 3’ te URS, PNL ve RİRC yapılan

hastaların operasyon öncesi, operasyon esnası ve operasyon sonrası kullanılan verileri sırasıyla gösterilmiştir.

4.1.PNL HASTALARINDA BAŞARI VE KOMPLİKASYON TAHMİNİ

PNL operasyonu yapılan hastalarda başarı, başarısızlık ve komplikasyonlara neden olan faktörler açıklanabilir yapay zekâ kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

4.1.1.PNL Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Başarı Tahmini

PNL operasyonu olan hastaların test kümesine ait sınıflandırma metrikleri Tablo 9’ da gösterilmiştir.

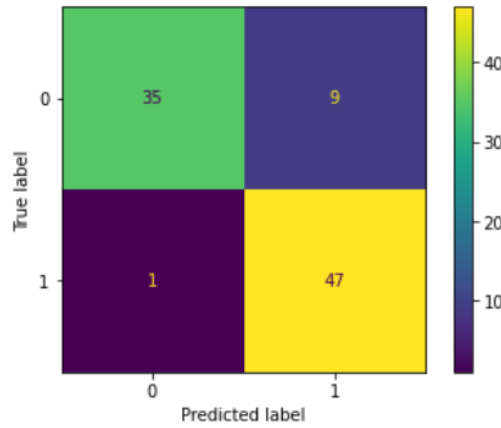
Tablo 9.PNL hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri

Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk Accuracy (%)	Kesinlik (Precision) (%)	Duyarlılık (Recall) (%)	F1 Score (%)	Sınıflandırma Parametreleri
Lojistik Regresyon	72.82	73.46	75.00	74.22	Varsayılan
SVM	69.56	68.51	77.08	72.54	Varsayılan
Multi Layer Perceptron	88.04	87.75	89.58	88.65	Gizli katman (250,200,100), iterasyon=300, relu, adam
XGBoost	89,13	83.92	97.91	90.38	Varsayılan
Gaussian Naive Bayes	54.34	53.57	93.75	0.68	Varsayılan
Gradient Boosting	66.03	66.03	72.91	69.30	Varsayılan

Tablo 9 (Devam). PNL hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri

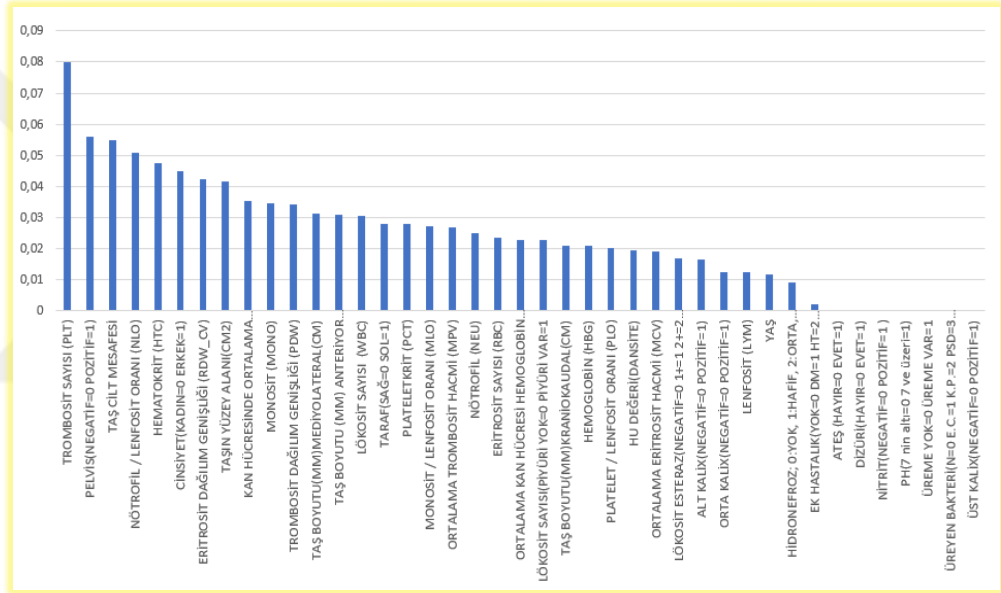
Decision Tree	58.69	58.62	70.83	64.15	Varsayılan
Ada Boost	64.13	77.77	43.75	56.00	n_estimators=50, base_estimator=svc, learning_rate=1
LightGBM	82.60	80.76	87.50	84.00	Varsayılan
Rastgele Orman (Random Forest)	80.43	80.00	83.33	81.67	Varsayılan

Tablo 9’ da görüldüğü gibi PNL yapılan hastalarda, en yüksek sınıflandırma doğruluğuna XGBoost (%89,13) sınıflandırıcısı erişmiştir sınıflandırma algoritması ulaşmıştır. Bu sınıflandırıcıyı sırasıyla Multi Layer Perception (%88.04), LightGBM (%82,60) ve Random Forest (%80,43) algoritmaları izlemiştir. XGBoost sınıflandırıcısına ait karışıklık matrisi (Confusion Matrix) Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. PNL operasyonu veri seti için Karmaşıklık Matrisi (0: başarılı 1: başarısız)

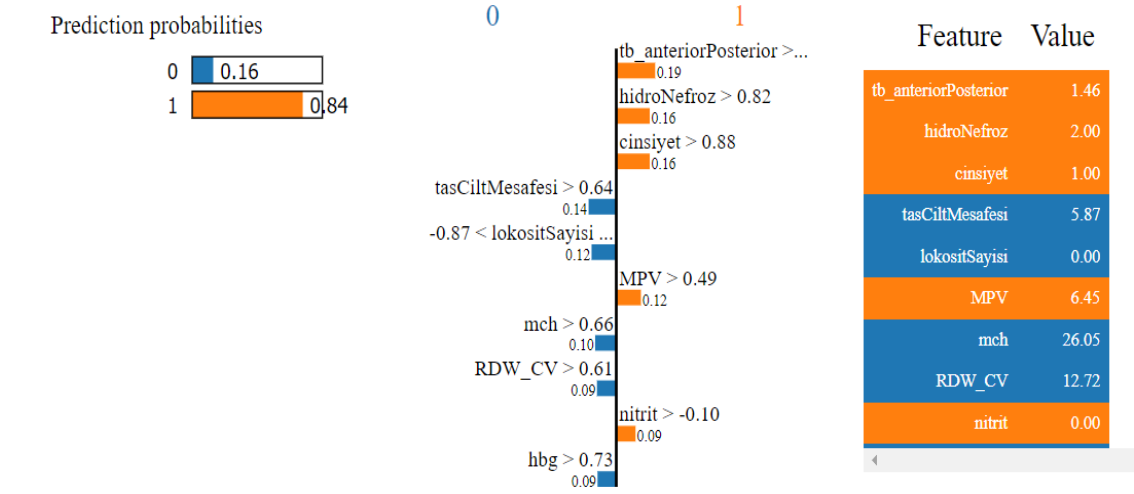
PNL operasyonun başarısını tahmin edebilmek için yapılan çalışmalarda Sklearn kütüphanesinin algoritmalarından XGBoost (Uç Gradyan Arttırma- eXtreme Gradient Boosting) algoritması en yüksek sınıflandırma doğruluğuna ulaşmıştır. Sklearn kütüphanesi XGBoost algoritması için öznitelik önemi (feature_importances_) özelliğini sunmaktadır. Öznitelik önemi değerinin büyük olması öznitelik sınıflandırıcı için öneminin de fazla olması demektir. Öznitelik önemi, Gini endeksine göre belirlenir. Modeldeki tüm özniteliklerin Gini endeks değerlerinin toplamı 1'e eşit olur. PNL operasyonunun tahmininde XGboost modelin göre özniteliklerin göreceli önemleri yani Gini endeksleri Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. PNL operasyonunun tahmininde (başarılı/başarısız) XGBoost modeline göre özniteliklerin göreceli önemleri

Şekil 6'da görüldüğü gibi trombosit sayısı, pelvis lokalizasyonu, taş cilt mesafesi, hematokrit, cinsiyet, eritrosit dağılım genişliği, taşın yüzey alanı, kan hücresinde ortalama hemogloblin, monosit sayısı, trombosit dağılım genişliği, taşın anteriör-posteriör yöndeki çapı öznitelikleri model için en önemli özniteliklerdir.

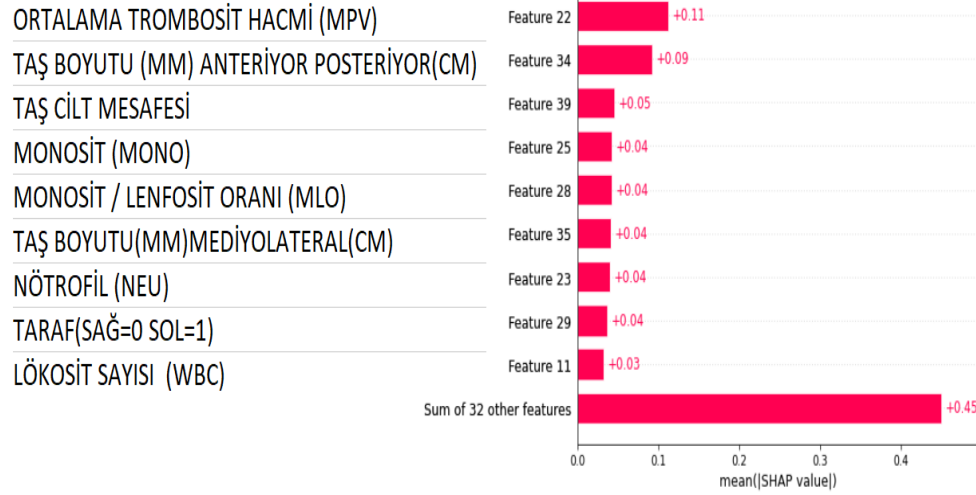
Bu çalışmada XGBoosting algoritmasının özniteliklerin modele etkilerini açıklamak için LIME algoritması kullanılmıştır. LIME algoritması veri kümesindeki her örnek için ayrı bir şekilde çalışır ve yorumlanır. Şekil 7'de veri kümesindeki 21 numaralı hastaya ait LIME yorumlama grafiği verilmiştir.



Şekil 7. PNL operasyonu başarısında sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması

Şekil 7’de görüldüğü üzere model, 21 numaralı hastanın ameliyat sonucunun %84 başarısız olacağını bildiriyor. Kısaca model 21 numaralı hastanın başarısız (1: taşlı) bir ameliyat geçireceğinden %84 emin denilebilir. 0.19 dan büyük anterior – posterior yönde taş çapı değeri, 0.82’den büyük hidronefroz derecesi, (>0.88’den büyük yani erkek) cinsiyet, 0.49’dan büyük MPV (ortalama trombosit hacmi) ve nitrit değerleri ameliyatın başarısız (1: taşlı) olarak gerçekleşme şansını arttıran, taş cilt mesafesi, lökosit sayısı, MCH (kan hücresinde ortalama hemogloblin), RDW_CV (eritrosit dağılım genişliği) değerleri ise ameliyatın başarısız (1: taşlı) olarak gerçekleşme şansını azaltan değerlerdir.

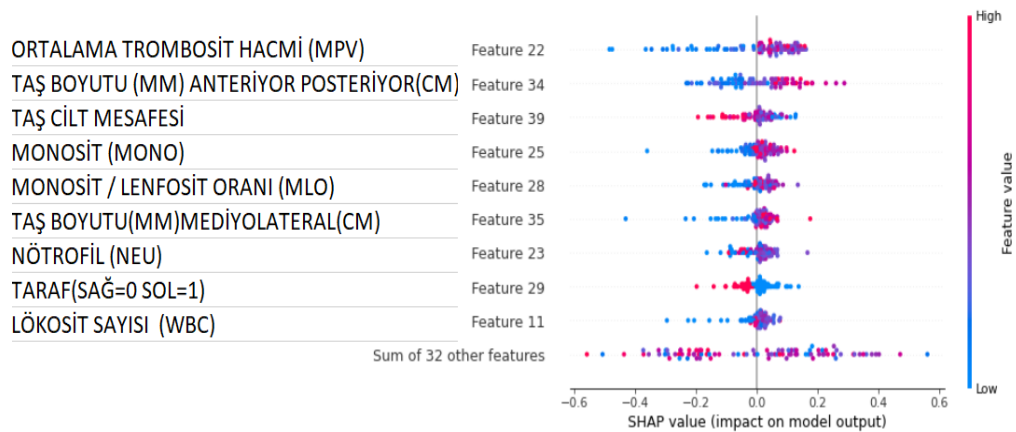
Bu çalışmada SHAP, özneliliğin önemini ve özelliklerin tahminlere nasıl katkıda bulunduğunu göstermek için kullanılmıştır. Şekil 8 modelin tahmin için kullandığı özneliliklerin, tahmin üzerindeki etkisini en yüksek etkiden en düşüğe doğru sıralanışını göstermektedir. Bu grafikte mutlak SHAP değeri kullanıldığı için özneliliklerin olumlu veya olumsuz katkısından söz etmek mümkün değildir.



Şekil 8.PNL hastalarında başarı tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi

Şekil 8’de görüldüğü üzere SHAP algoritması MPV (ortalama trombosit hacmi) öznitelikliğini PNL operasyon başarısını etkileyen özelliklerden en önemlisi olarak sıralamıştır. Bu sıralamayı Taş boyutu (anteriyor-posteriyor yönde taş çapı) ve taş cilt mesafesi öznitelikleri takip etmiştir.

SHAP değeri grafiği, tahmin edicilerin yani özniteliklerin hedef değişkenle (Başarılı / Başarısız) olan pozitif ve negatif ilişkilerini gösterebilir.



Şekil 9. PNL hastalarında başarı tahmininde SHAP değer grafiği

Şekil 9’dan anlaşılacağı üzere düşük düşük değerlerdeki MPV değerleri ameliyat başarısını olumsuz etkilemektedir. Benzer şekilde yüksek değerlerdeki taş cilt mesafesi ameliyat başarısını olumsuz etkilemektedir. Yüksek değerlerdeki taş boyutu

(anterior-posterior yönde taş çapı) ameliyat başarısına pozitif etki ederken, düşük değerlerdeki taş boyutu (anterior-posterior yönde taş çapı) ameliyat başarısına negatif etki etmektedir.

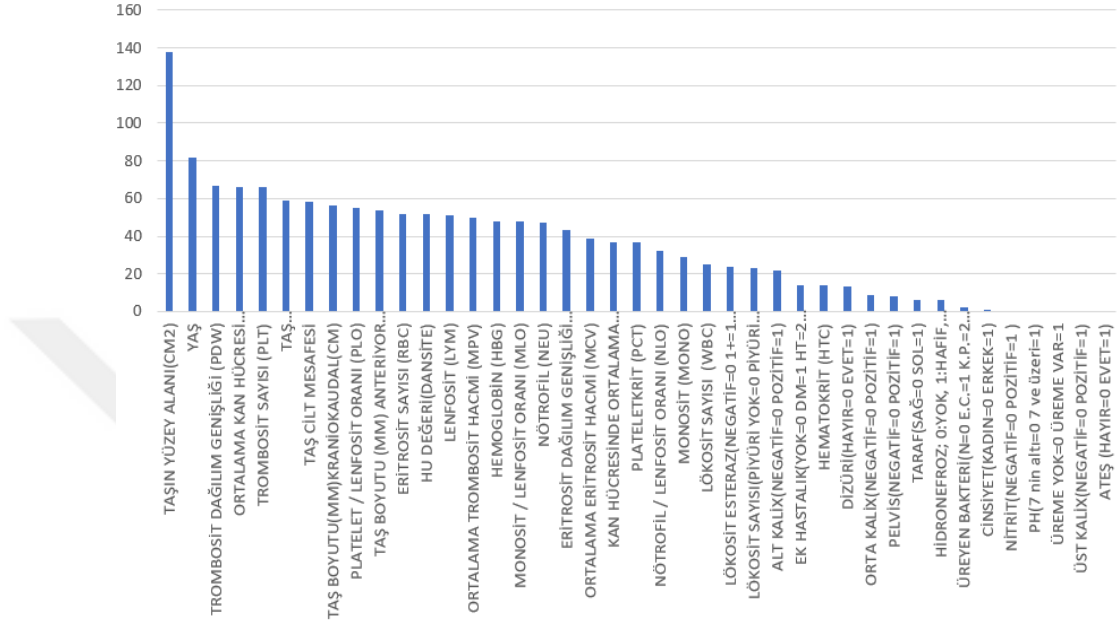
4.1.2. PNL Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Komplikasyon Gelişimi Tahmini

PNL operasyonu sonucu komplikasyon gelişimini tahmin etmek için PNL veri kümesinden faydalanılmıştır. Veri kümesi, 241 komplikasyon olmayan (0), 46 komplikasyon olan (1) örnekten oluşmaktadır. Oluşan veri dengesizliğini ortadan kaldırmak amacı ile önce rastgele alt örnekleme (Random Under Sampling), ardından üst örnekleme algoritmalarından SMOTE kullanılmıştır. SMOTE algoritmasının daha güçlü sonuçlar vermesi sebebi ile çalışmanın devamında SMOTE algoritması ile güçlendirilmiş veri kümesi kullanılmıştır. Veri kümesini standartlaştırmak amacı ile sklearn kütüphanesinin Standard Scaler fonksiyonundan faydalanılarak veri kümesindeki verilerin her biri kendi ortalama değerinden çıkarılıp, varyans değerine bölünerek standartlaştırılmıştır. Veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si test verisi olarak alınmıştır. Farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırma modelleri eğitilmiştir. Sınıflandırma modellerinin performansları, test verisi üzerinde kıyaslanmıştır. Tablo 10 sınıflandırma modellerinin performanslarının test verisi üzerindeki başarısını göstermektedir.

Tablo 10. PNL hastalarında komplikasyon gelişiminde sınıflandırma metrikleri

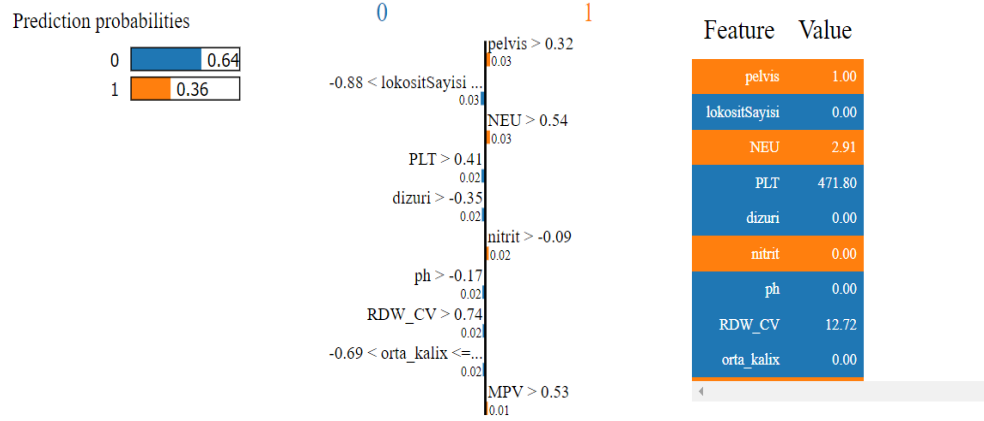
Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk (Accuracy (%))	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1 Score	Sınıflandırma Parametreleri
Lojistik Regresyon	61.85	65.95	59.61	62.62	Varsayılan
SVM	68.04	69.09	73.03	71.02	Varsayılan
XGBoost	83.50	79.03	94.23	85.96	Varsayılan
Multi Layer Perceptron	85.56	83.92	90.38	87.03	Gizli katman (150,200,100), iterasyon=300, relu, adam
Gaussian Naive Bayes	69.07	65.71	88.46	75.40	Varsayılan
Gradient Boosting	70.10	69.49	78.84	73.87	Varsayılan
Decision Tree	58.76	60.00	69.23	64.28	Varsayılan
Ada Boost	56.70	60.86	53.84	57.14	n_estimators=50, base_estimator=svc, learning_rate=1
LightGBM	88.65	85.96	94.23	89.90	Varsayılan
Rastgele Orman (Random Forest)	93.81	96.00	92.30	94.17	Varsayılan

Tablo 10’da görüldüğü gibi en yüksek sınıflandırma başarısına Rastgele Orman (93.81 accuracy) algoritması ulaşmıştır. Rastgele orman algoritmasının eğitildiği öznitelikler ile özniteliklerin göreceli önemleri elde edilmiştir. Şekil 10 özniteliklerin göreceli önemini göstermektedir.



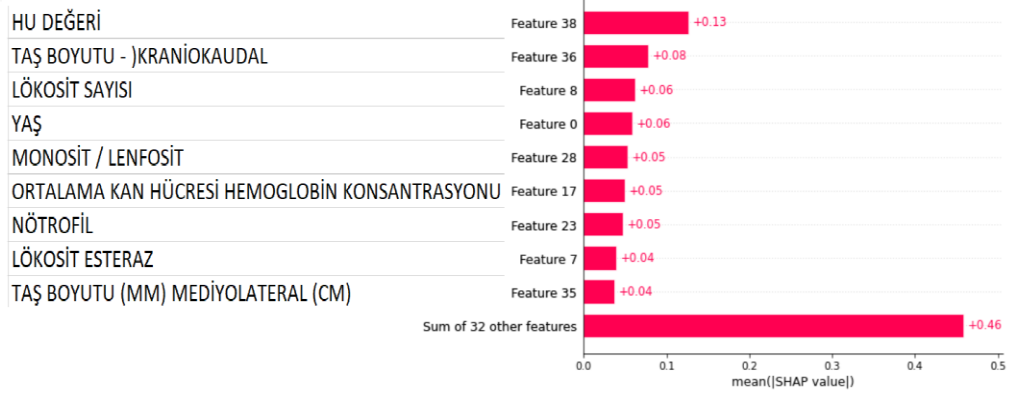
Şekil 10. PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde özniteliklerin göreceli önemi

Şekil 10’da görüldüğü üzere taşın yüzey alanı, yaş, trombosit dağılım genişliği, ortalama kan hücresi hemogloblin konsantrasyonu, trombosit sayısı, taşın medio-lateral yöndeki çapı, taş cilt mesafesi, taşın kranio-kaudal yöndeki çapı, platelet / lenfosit oranı, taşın anteriör-posteriör yöndeki çapı, eritrosit sayısı komplikasyon oluşumunu etkileyen ilk özniteliklerdir.



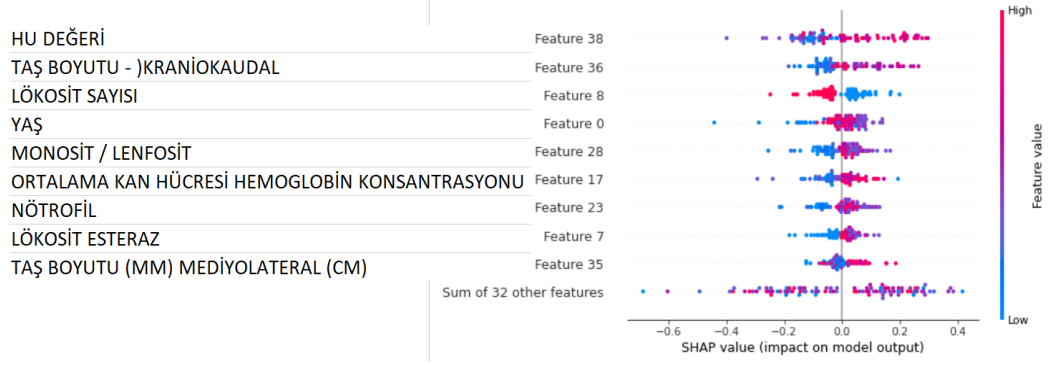
Şekil 11. PNL operasyonu komplikasyon gelişiminde sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması

Şekil 11’de görüldüğü gibi, LIME algoritmasına göre model 21 numaralı hastanın %64 ihtimalle ameliyatın komplikasyonsuz geçeceğini tahmin etmiştir. Ayrıca model 0.32’den büyük pelvis lokalizasyonu değerlerinin, 0.54’den büyük nötrofil değerinin ameliyatı komplikasyon gelişme yönüne götüreceğini tahmin etmektedir.



Şekil 12. PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP algoritmasına göre özneliliklerin modele etkisi

Şekil 12’ ye göre PNL operasyonu esnasında komplikasyon gelişimi tahmininde en çok etkili öznelilik HU değeridir. HU değerini kranio-kaudal yöndeki taş çapı, lökosit sayısı, yaş sırasıyla takip etmektedir. Bu özneliliklerin hangi değerlerinin modeli ne yönde etkilediğini gösteren grafik Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. PNL hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP değer grafiği

Şekil 13’de görüldüğü gibi PNL ameliyatı esnasında veya sonrasında gelişebilecek komplikasyon olup olmama tahmininde HU değerinin yüksek olması tahmini pozitif yönde etkilerken, düşük olması ise tahmini negatif yönde etkilemiştir. Bir başka değişle HU değeri yüksek olan hastada komplikasyon oluşma ihtimali fazladır. Aynı şekilde kranio-kaudal veya medio-lateral yöndeki taş boyutu yüksek olan hastalarda komplikasyon oluşma ihtimali yüksektir. Lökosit değerinin aldığı yüksek değerler komplikasyon oluşmama ihtimalini artırırken düşük değerler ise ters yönde yani pozitif (komplikasyon oluşur:1) yönünde tahmini etkilemiştir.

4.2.URS HASTALARINDA BAŞARI VE KOMPLİKASYON TAHMİNİ

URS operasyonu yapılan hastalarda başarı, başarısızlık ve komplikasyonlara neden olan faktörler açıklanabilir yapay zekâ kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

4.2.1. URS Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Başarı Tahmini

4.2.1.1. Veri Ön İşleme Adımı

URS operasyonlarının sonucunu (Başarılı / Taşsız, Başarısız / Taşlı) tahmin etmek için URS veri kümesinden faydalanılmıştır. Veri kümesi 401 başarılı, 119 başarısız örnekten oluştuğu gözlemlenmiştir. Veri setini dengelemek amacı ile veriye rastgele alt örnekleme (random under sampling) uygulanmıştır. Bu işlem ile rastgele seçilen 282 başarılı örnek veri kümesinden atılmıştır. 119 başarılı, 119 başarısız örneğin bulunduğu dengeli bir veri seti ile deneysel çalışmalar yapılmıştır. Sınıflandırma başarısı düşük olduğundan dengesiz veri problemine karşı sunulan üst

örnekleme yöntemlerinden SMOTE yöntemi veri setine uygulanmıştır. SMOTE yöntemi ile elde edilen 401 başarılı, 401 başarısız veri ile sınıflandırıcılar eğitilmiş ve test edilmiştir. Veri kümesini standartlaştırmak amacı ile sklearn kütüphanesinin StandardScaler fonksiyonundan faydalanılarak veri kümesindeki verilerin her biri kendi ortalama değerinden çıkarılıp, varyans değerine bölünerek standartlaştırılmıştır.

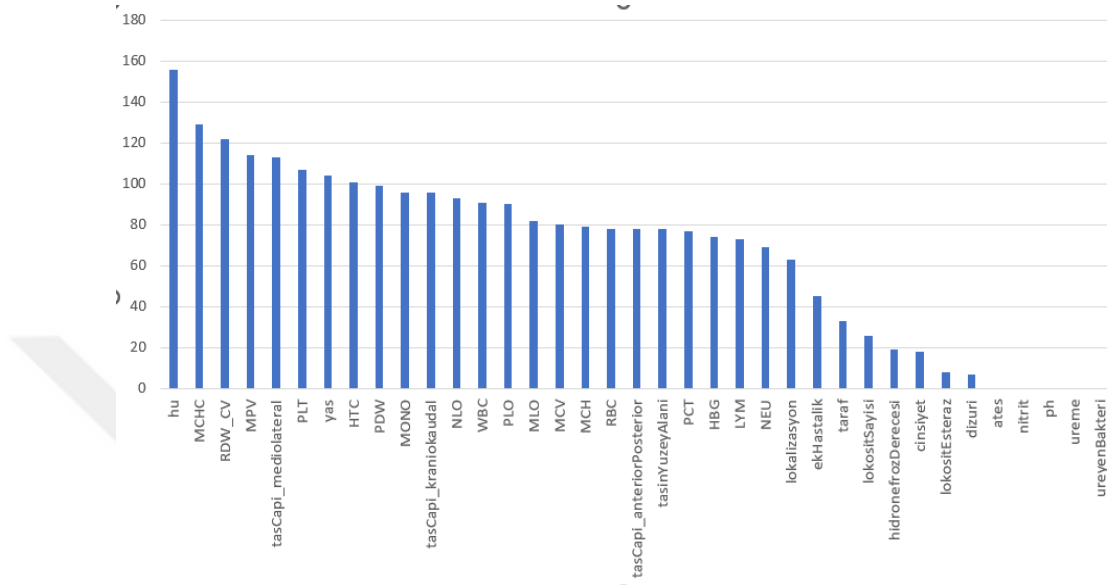
4.2.1.2. Uygun Modeli Seçme Adımı

Veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si test verisi olarak alınmıştır. Farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırma modelleri eğitilmiştir. Eğitim ve test aşamasında 10 katmanlı çapraz doğrulama (k=10-Fold) uygulanmıştır. Sınıflandırma modellerinin performansları kıyaslanmıştır. Tablo 11 sınıflandırma modellerinin performanslarını göstermektedir.

Tablo 11. URS hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri

Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk (Accuracy (%))	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1 Skoru	Sınıflandırma Parametreleri
Lojistik Regresyon	72.04	70.52	79.76	74.86	Varsayılan
SVM	69.56	69.66	73.80	71.67	Varsayılan
XGBoost	79.50	75.75	89.28	81.96	Varsayılan
Multi Layer Perceptron (MLP)	83.22	83.52	84.52	84.02	Gizli katman (150,200,100), iterasyon=300, relu, adam
Gaussian Naive Bayes	72.04	69.30	83.33	75.67	Varsayılan
Gradient Boosting	73.91	71.87	82.14	76.66	Varsayılan
Decision Tree	73.29	67.52	94.04	78.60	Varsayılan
Ada Boost	65.21	75.00	50.00	60.00	n_estimators=50, base_estimator=svc, learning_rate=1
4LightGBM	81.98	78.35	90.47	83.97	Varsayılan
Rastgele Orman (Random Forest)	78.88	75.00	89.28	81.52	Varsayılan

Tablo 11’ da görüldüğü gibi en yüksek sınıflandırma başarısına MLP (85.09 accuracy) algoritması ulaşmıştır. MLP algoritmasının eğitildiği öznitelikler ile özniteliklerin göreceli önemleri elde edilmiştir. Şekil 14 özniteliklerin göreceli önemini göstermektedir.

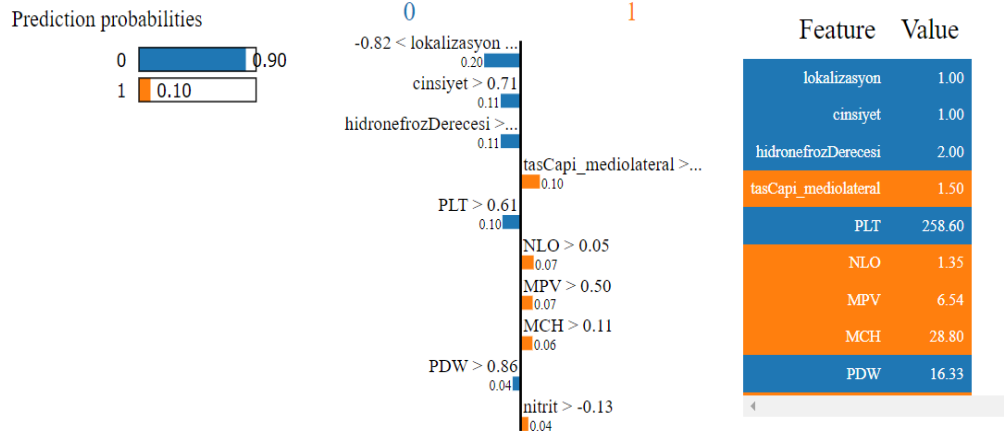


Şekil 14. URS hastalarının başarı tahmininde özniteliklerin göreceli önemi

Şekil 14’ de görüldüğü üzere HU değeri, ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), eritrosit dağılım genişliği, ortalama trombosit hacmi, medio-lateral yöndeki taş çapı, trombosit sayısı (PLT), yaş, Hematokrit (HTC), trombosit dağılım genişliği (PDW), monosit sayısı (MONO) öznitelikleri URS operasyonlarının başarısını etkilen ilk on özniteliktir. Modelin göreceli öznitelik önemlilikleri bu şekilde elde edilmiştir.

4.2.1.3. Modelin LIME Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması

URS operasyonu sonunda operasyon başarısını tahmin eden model açıklanabilir yapay zekâ algoritmaları ile açıklanmıştır. Bu amaç ile LIME ve SHAP algoritmaları kullanılmıştır. Gerçekleşen LIME analizi Şekil 15’de gösterilmiştir.

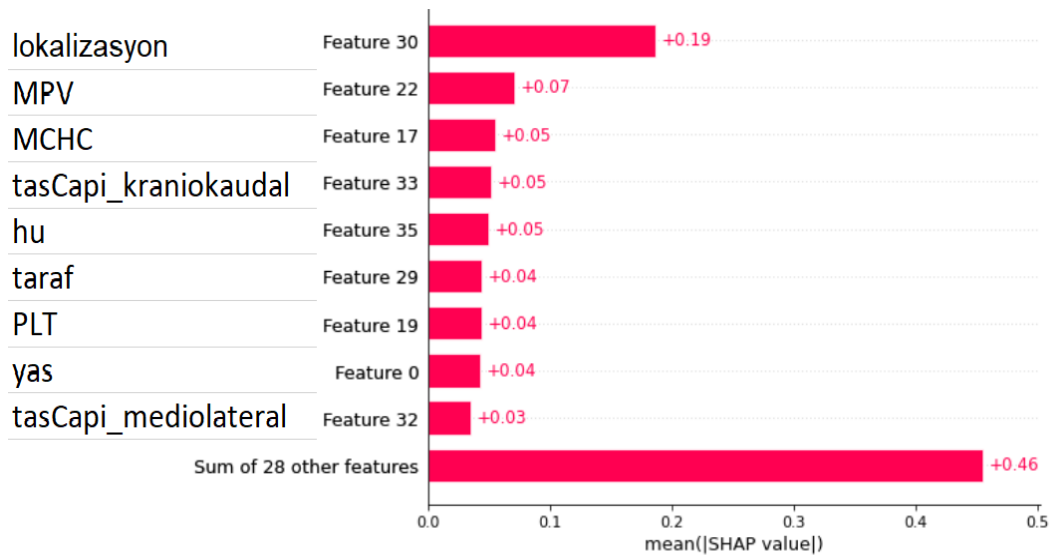


Şekil 15. URS operasyonu başarısında sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması

Şekil 15'e göre LIME algoritmasına göre model 21 numaralı hastanın %90 ihtimalle ameliyatın başarılı (taşsız) geçeceğini tahmin etmiştir. Ayrıca model büyük lokalizasyon değerlerinin (1: proksimal üreter 2: orta üreter 3: distal üreter) başarıyı pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Ayrıca model, erkek cinsiyetinin ameliyatı başarıya götüreceğini tahmin etmektedir.

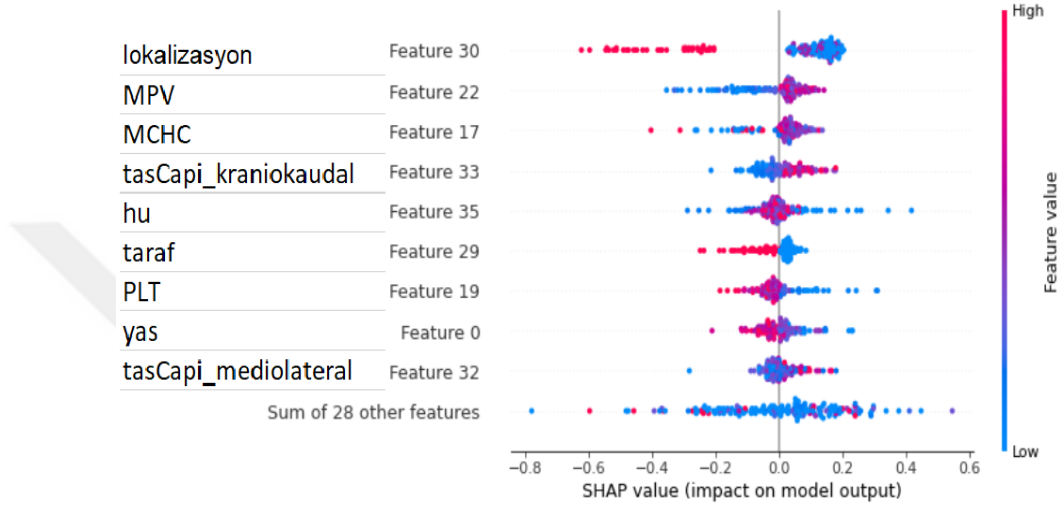
4.2.1.4. Modelin SHAP Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması

Açıklanabilir yapay zekâ ile ayrıca yöntemlerinden SHAP algoritması ile modeli etkileyen özneliliklerin önemi sıralanmıştır. Şekil 16 SHAP algoritmasına göre modeli etkileyen öznelilikleri göstermektedir.



Şekil 16. URS hastalarında başarı tahmininde SHAP algoritmasına göre özneliliklerin modele etkisi

Şekil 16' ya göre URS operasyonu başarısını etkileyen en önemli öznitelik lokalizasyonudur. Lokalizasyonu sırasıyla MPV, MCHC, kranio-kaudal yöndeki taş çapı, HU, taraf, PLT, yaş, medio-lateral yöndeki taş çapı takip etmektedir. Bu özniteliklerin hangi değerlerinin modeli ne yönde etkilediğini gösteren grafik Şekil 17' de gösterilmiştir.



Şekil 17. URS hastalarında başarı tahmininde SHAP değer grafiği

Şekil 17'de görüldüğü üzere URS ameliyatı başarısını etkileyen ilk on öznitelik arasından lokalizasyonun yüksek (kırmızı) değerler, ameliyatın başarısına etki etmekteyken düşük (mavi) değerleri başarısızlığa etki etmektedir. (1: proksimal üreter lokalizasyonu 2: orta üreter lokalizasyonu 3: distal üreter lokalizasyonu) Dolayısı ile distal üreter yerleşimi başarıyı arttırırken, proksimal üreter lokalizasyonu başarıyı azaltmaktadır. Benzer şekilde Ortalama Trombosit Hacmi' nin düşük değerleri (mavi) genellikle URS operasyonun başarılı geçme tahminine olumlu katkı vermektedir.

4.2.2. URS Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Komplikasyon

Gelişimi Tahmini

Bu çalışmada URS veri kümesinden, URS operasyonu esnasında veya sonrasında komplikasyon oluşup oluşmayacağı tahmin edilmiştir.

4.2.2.1. Veri Ön İşleme Adımı

Veri kümesinin 467 komplikasyonsuz, 53 komplikasyonlu örnekten oluştuğu gözlemlenmiştir. Veri setini dengelemek amacı ile veriye rastgele alt örnekleme (random under sampling) uygulanmıştır. Bu işlem ile rastgele seçilen 53

komplkasyonlu örnek veri kümesinden atılmıştır. 53 komplkasyonlu, 53 komplkasyonsuz örneğin bulunduğu dengeli bir veri seti ile deneysel çalışmalar yapılmış fakat sınıflandırma doğruluğu st rneklemeye göre geride kalmıştır. Veri kümesi SMOTE st örnekleme algoritması ile 467 komplkasyonlu, 567 komplkasyonsuz veriye dönüştürülmüştür. Veri kümesini standartlaştırmak amacı ile sklearn kütüphanesinin StandardScaler fonksiyonundan faydalanılmıştır. Veri kümesindeki verilerin her biri kendi ortalama değerinden çıkarılıp, varyans değerine bölünerek standartlaştırılmıştır.

4.2.2.2. Uygun Modeli Seçme Adımı

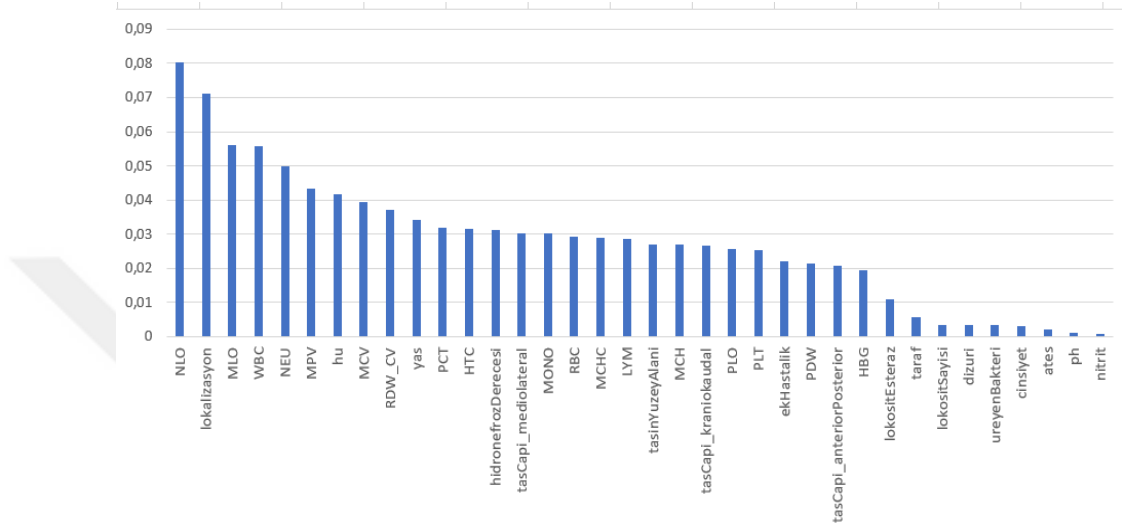
Veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si test verisi olarak alınmıştır. Farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırma modelleri eğitilmiştir.

Eğitim ve test aşamasında 10 katmanlı çapraz doğrulama (k=10-Fold) uygulanmıştır. Sınıflandırma modellerinin performansları kıyaslanmıştır. Tablo 12 sınıflandırma modellerinin performanslarını göstermektedir.

Tablo 12. URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde sınıflandırma metrikleri

Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk Accuracy (%)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1 Score	Sınıflandırma Parametreleri
Lojistik Regresyon	76.47	76.00	79.16	77.55	Varsayılan
SVM	80.74	80.00	83.33	81.63	Varsayılan
XGBoost	94.65	93.00	96.87	94.89	Varsayılan
Multi Layer Perceptron (MLP)	94.65	93.00	96.87	94.89	Gizli katman (150,200,100), iterasyon=300, relu, adam
Gaussian Naive Bayes	76.47	73.21	85.41	78.84	Varsayılan
Gradient Boosting	84.49	84.53	85.41	84.97	Varsayılan
Decision Tree	77.54	82.14	74.85	76.66	Varsayılan
Ada Boost	79.67	84.52	73.95	78.88	n_estimators=50, base_estimator=svc, learning_rate=1
LightGBM	95.72	94.89	96.87	95.87	Varsayılan
Rastgele Orman (Random Forest)	96.25	95.87	96.87	96.37	Varsayılan

Tablo 12’ de görüldüğü gibi en yüksek sınıflandırma başarısına Rastgele Orman (96.25 accuracy) algoritması ulaşmıştır. Rastgele Orman algoritmasının eğitildiği öznitelikler ile özniteliklerin göreceli önemleri elde edilmiştir. Şekil 18 özniteliklerin göreceli önemini göstermektedir.

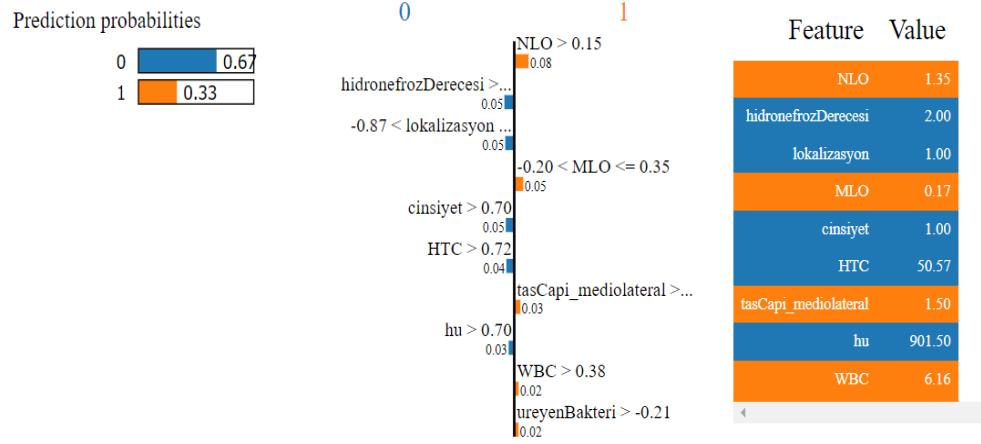


Şekil 18. URS hastalarının komplikasyon gelişimi tahmininde özniteliklerin göreceli önemi

Şekil 18’de görüldüğü üzere Nötrofil / Lenfosit Oranı (NLO), taşın lokalizasyonu, Monosit / Lenfosit Oranı (MLO), Lökosit Sayısı (WBC), Nötrofil (NEU), MPV, HU, Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV), Eritrosit Dağılım Genişliği öznitelikleri URS operasyonlarının esnasında ve sonrasında oluşabilecek komplikasyonların tahmin başarısını etkileyen ilk on özniteliktir.

4.2.2.3. Modelin LIME Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması

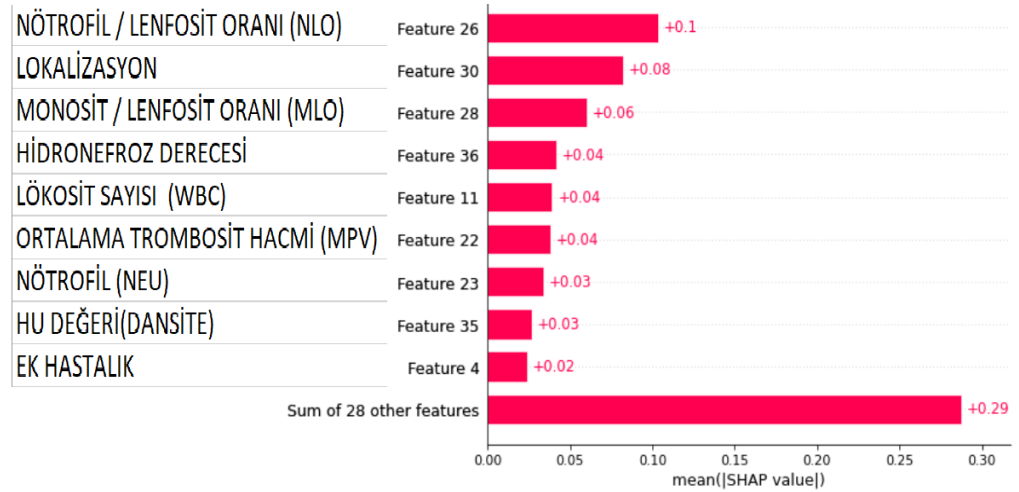
URS operasyonu sonunda operasyon başarısını tahmin eden model açıklanabilir yapay zekâ algoritmaları ile açıklanmıştır. Bu amaç ile LIME ve SHAP algoritmaları kullanılmıştır.



Şekil 19. URS operasyonu komplikasyon gelişiminde sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması

Şekil 19' a göre, LIME algoritmasına göre model 21 numaralı hastanın %62 ihtimalle operasyon esnasında veya sonrasında komplikasyonla karşılaşmayacağını tahmin etmektedir. 0.15'den büyük NLO değerleri hastanın komplikasyon ile karşılaşacağı yönünde etki yapmaktadır. 0.2 ile 0.35 arasındaki MLO değerleri de hastaya aynı yönde, komplikasyonun gelişeceği yönünde etki yapmaktadır.

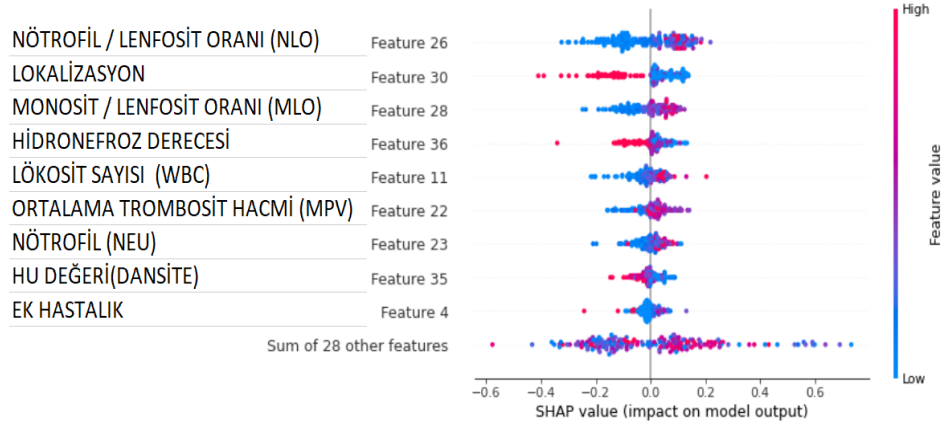
4.2.2.4. Modelin SHAP Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması



Şekil 20. URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP algoritmasına göre öz niteliklerin modele etkisi

Şekil 20' ye göre URS operasyonu sonunda veya esnasında komplikasyon oluşumu tahminini etkileyen en önemli öz nitelikler sırasıyla Nötrofil / Lenfosit Oranı, Lokalizasyon, Monosit / Lenfosit Oranı, Hidronefroz Derecesi, WBC, MPV, NEU,

HU Değeri ve Ek Hastalık öznitelikleridir. Bu özniteliklerin modeli ne yönde etkilediğini gösteren grafik Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 21. URS hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP değer grafiği

Şekil 21’de görüldüğü üzere URS operasyonu esnasında veya sonrasında komplikasyon oluşup oluşmayacağını tahmin eden modeli etkileyen ilk öznitelik Nötrofil / lenfosit oranıdır. NLO değerinin düşük değerleri (mavi) modeli komplikasyon olmama yönünde (~ -0.4) desteklediği görülmektedir. Benzer şekilde taşın yeri, yani Lokalizasyon değerlerinden (Proksimal Üreter=1, Orta Üreter=2, Distal Üreter=3) yüksek olanlar komplikasyonsuz ameliyatı desteklemektedir.

4.3. RİRC HASTALARINDA BAŞARI VE KOMPLİKASYON TAHMİNİ

RİRC operasyonu yapılan hastalarda başarı, başarısızlık ve komplikasyonlara neden olan faktörler açıklanabilir yapay zekâ kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

4.3.1. RİRC Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Başarı Tahmini

4.3.1.1. Veri Ön İşleme Adımı

RİRC operasyonlarının sonucunu (Başarılı / Taşsız, Başarısız / Taşlı) tahmin etmek için, 41 öznitelik, 1 hedef değişkenden oluşan RİRC veri kümesinden faydalanılmıştır. Veri kümesinin 83 başarılı, 27 başarısız örnekten oluştuğu gözlemlenmiştir. Veri setini dengelemek amacı ile veriye rastgele alt örnekleme (random under sampling) uygulanmıştır. Bu işlem ile rastgele seçilen 27 başarılı örnek

veri kümesinden atılmıştır. 27 başarılı, 27 başarısız örneğin bulunduğu dengeli bir veri seti ile deneysel çalışmalar yapılmıştır. Sınıflandırma başarısı düşük olduğundan dengesiz veri problemine karşı sunulan üst örnekleme yöntemlerinden SMOTE yöntemi veri setine uygulanmıştır. SMOTE yöntemi ile elde edilen 83 başarılı, 83 başarısız veri ile sınıflandırıcılar eğitilmiş ve test edilmiştir. Veri kümesini standartlaştırmak amacı ile sklearn kütüphanesinin StandardScaler fonksiyonundan faydalanılarak veri kümesindeki verilerin her biri kendi ortalama değerinden çıkarılıp, varyans değerine bölünerek standartlaştırılmıştır.

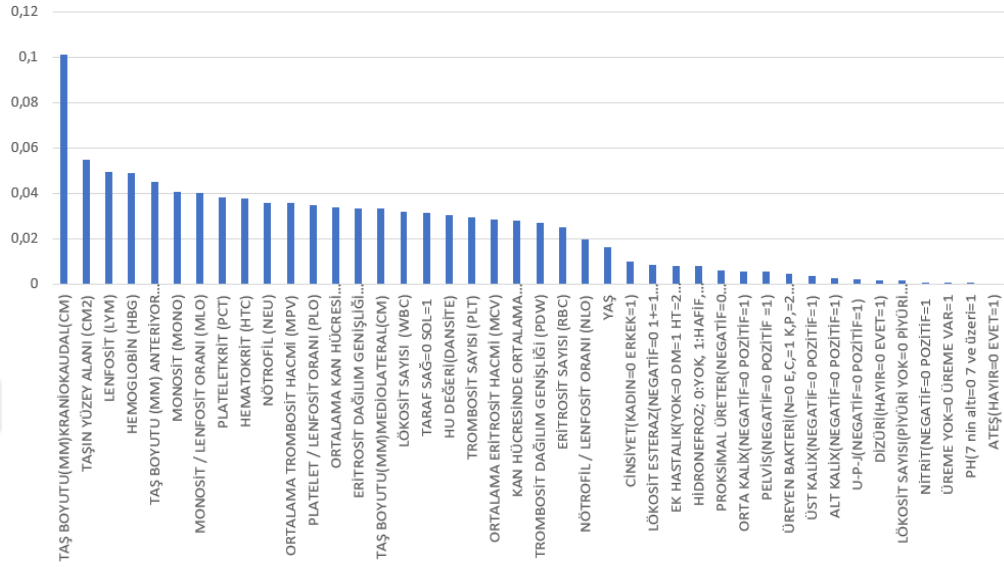
4.3.1.2. Uygun Modeli Seçme Adımı

Veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si test verisi olarak alınmıştır. Farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırma modelleri eğitilmiştir. Eğitim ve test aşamasında 10 katmanlı çapraz doğrulama (k=10-Fold) uygulanmıştır. Sınıflandırma modellerinin performansları kıyaslanmıştır. Tablo 13 sınıflandırma modellerinin performanslarını göstermektedir.

Tablo 13. RİRC hastalarının başarı tahmininde sınıflandırma metrikleri

Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk (Accuracy (%))	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1 Skoru	Sınıflandırma Parametreleri
Lojistik Regresyon	82.35	73.68	93.33	82.35	Varsayılan
SVM	79.41	72.22	86.66	78.78	Varsayılan
XGBoost	85.29	81.25	86.66	83.87	Varsayılan
Multi Layer Perceptron (MLP)	91.17	87.5	93.33	90.32	Gizli katman (200,150,100), iterasyon=300, relu, adam
Gaussian Naive Bayes	50.00	45.83	73.33	56.41	Varsayılan
Gradient Boosting	82.35	80.0	80.0	80.00	Varsayılan
Decision Tree	70.58	64.70	73.33	68.75	Varsayılan
Ada Boost	44.11	44.11	1	61.22	n_estimators=50, base_estimator=svc, learning_rate=1
LightGBM	76.47	73.33	73.33	73.33	Varsayılan
Rastgele Orman (Random Forest)	85.29	81.25	86.66	83.87	Varsayılan

Tablo 13’ de görüldüğü gibi en yüksek sınıflandırma başarısına MLP (91.17 accuracy) algoritması ulaşmıştır. MLP algoritmasının eğitildiği öznitelikler ile özniteliklerin göreceli önemleri elde edilmiştir Şekil 22 özniteliklerin göreceli önemini göstermektedir.

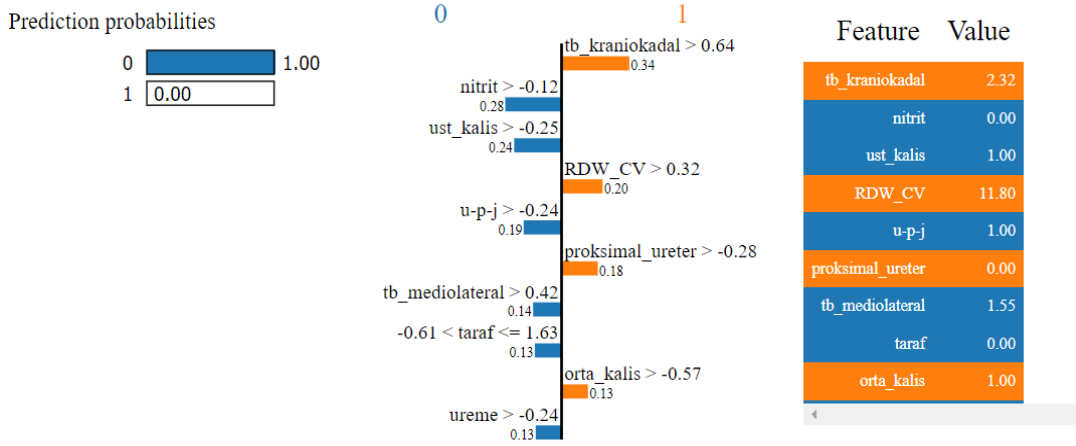


Şekil 22. RİRC hastalarının başarı tahmininde özniteliklerin göreceli önemi

Şekil 22’de görüldüğü gibi Kranio-kaudal yöndeki taş çapı, Taşın Yüzey Alanı, Lenfosit sayısı (LYM), Hemoglobün (HBG), Anterior-Posteriyor yöndeki taş çapı, Monosit sayısı, Monosit / Lenfosit Oranı (MLO), Plateletkrit (PCT), Hematokrit, Nötrofil sayısı öznitelikleri RİRC operasyonlarının başarısını etkilen ilk on göreceli özniteliktir.

4.3.1.3. Modelin LIME Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması

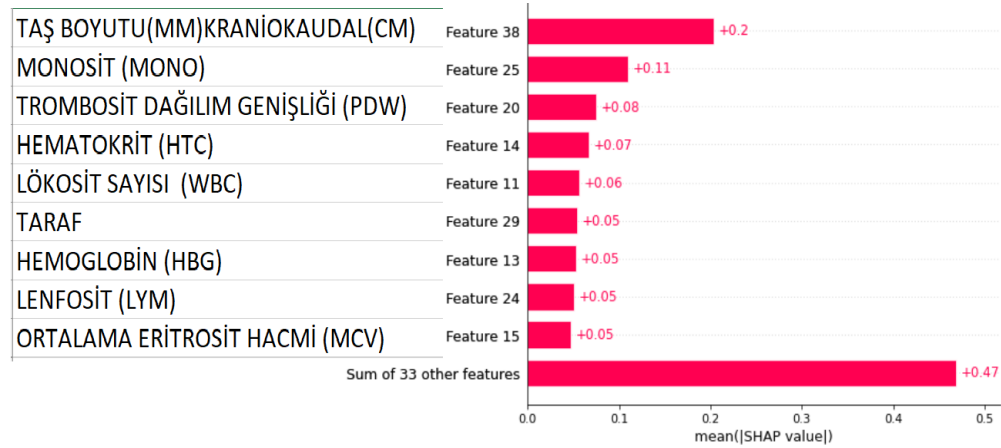
RİRC operasyonu sonunda operasyon başarısını tahmin eden model açıklanabilir yapay zekâ algoritmaları ile açıklanmıştır. Bu amaç ile LIME algoritması kullanılmıştır. Gerçekleşen LIME analizi Şekil 23’de gösterilmiştir.



Şekil 23. RİRC operasyonu başarısında sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması

Şekil 23'e göre LIME algoritmasına göre model, 21 numaralı hastanın %100 ihtimalle ameliyatının başarılı (taşsız) geçeceğini tahmin etmiştir. Büyük nitrit değerleri, büyük üst kaliks lokalizasyonu değerleri, büyük UPJ lokalizasyonu değerleri başarıyı negatif yönde etkilemiştir. Aynı şekilde büyük kranio-kaudal yöndeki taş boyutu, büyük RDW_CV kan değeri başarısızlığı pozitif yönde etkilemiştir.

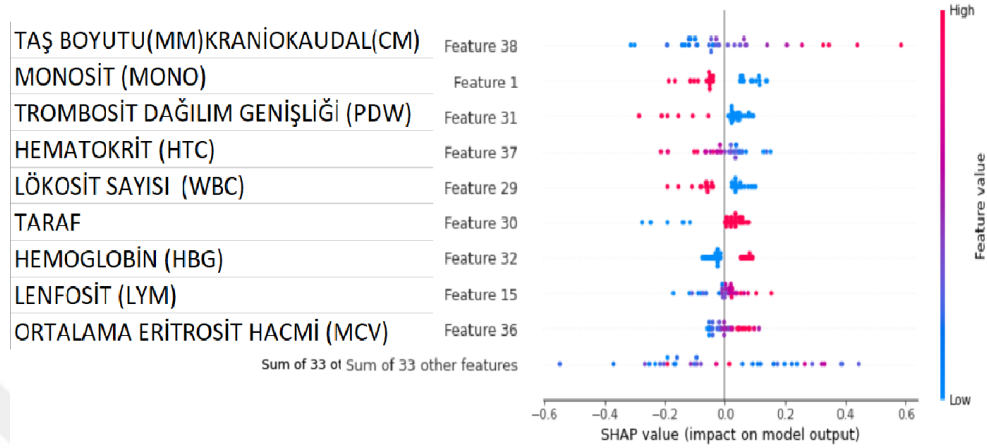
4.3.1.4. Modelin SHAP Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması



Şekil 24. RİRC hastalarında başarı tahmininde SHAP algoritmasına göre özneteliklerin modele etkisi

Şekil 24' e göre RİRC operasyonu başarısını etkileyen en önemli öznetelik Kranio-kaudal yöndeki taş çapıdır. Kranio-kaudal taş çapını, Monosit sayısı,

Trombosit Dağılım Genişliği, Hematokrit, Lökosit Sayısı, Taraf, Hemogloblin, Lenfosit sayısı, Ortalama Eritrosit Hacmi takip etmektedir. Bu özneliklerin hangi değerlerinin modeli ne yönde etkilediğini gösteren grafik Şekil 25’de gösterilmiştir.



Şekil 25. RİRC hastalarında başarı tahmininde SHAP değer grafiği

Şekil 25’de görüldüğü üzere RİRC ameliyatı başarısını etkileyen ilk on öznelik arasında Kranio-kaudal yöndeki taş boyutunun yüksek değerleri (kırmızı değerler), ameliyatın başarısızlığına etki etmekteyken düşük (mavi) değerleri başarıya etki etmektedir. Monosit sayısı özneliğinin yüksek değerleri operasyon başarısına etki ederken, düşük değerleri operasyon başarısızlığına etki etmektedir.

4.3.2. RİRC Hastalarında Açıklanabilir Yapay Zekâ ile Komplikasyon Gelişimi Tahmini

4.3.2.1. Veri ön İşleme Adımı

RİRC operasyonları esnasında veya sonrasında komplikasyon oluşup oluşmayacağını tahmin etmek için, 41 öznelik, 1 hedef değişkenden oluşan RİRC veri kümesinden faydalanılmıştır. Veri kümesinin 93 komplikasyonsuz, 17 komplikasyonlu örnekten oluştuğu gözlemlenmiştir. Dengesiz veri problemine karşı sunulan üst örnekleme yöntemlerinden SMOTE yöntemi veri setine uygulanmıştır. SMOTE yöntemi ile elde edilen 93 komplikasyonlu, 93 komplikasyonsuz veri ile sınıflandırıcılar eğitilmiş ve test edilmiştir. Veri kümesini standartlaştırmak amacı ile sklearn kütüphanesinin StandardScaler fonksiyonundan faydalanılarak veri

kümesindeki verilerin her biri kendi ortalama değerinden çıkarılıp, varyans değerine bölünerek standartlaştırılmıştır.

4.3.2.2. Uygun Modeli Seçme Adımı

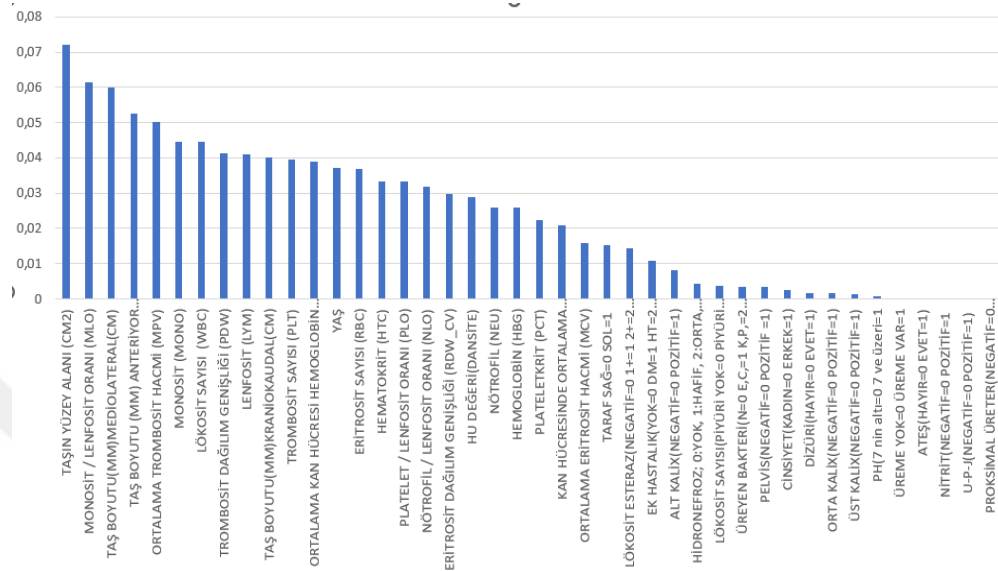
Veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si test verisi olarak alınmıştır. Farklı sınıflandırma algoritmaları ile sınıflandırma modelleri eğitilmiştir. Eğitim ve test aşamasında 10 katmanlı çapraz doğrulama (k=10-Fold) uygulanmıştır. Sınıflandırma modellerinin performansları kıyaslanmıştır. Tablo 14 sınıflandırma modellerinin performanslarını göstermektedir.



Tablo 14. RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde sınıflandırma metrikleri

Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk Accuracy (%)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1 Score	Sınıflandırma Parametreleri
Lojistik Regresyon	94.73	95.23	95.23	95.23	Varsayılan
SVM	92.10	90.90	95.23	93.02	Varsayılan
XGBoost	86.84	83.33	95.23	88.88	Varsayılan
Multi Layer Perceptron (MLP)	97.36	95.45	1.00	97.67	Gizli katman (190,140,100), iterasyon=350, relu, adam
Gaussian Naive Bayes	84.21	85.17	85.71	85.71	Varsayılan
Gradient Boosting	84.21	77.77	1.00	87.50	Varsayılan
Decision Tree	78.94	76.00	90.47	82.60	Varsayılan
Ada Boost	57.89	1.00	23.80	38.46	n_estimators=50, base_estimator=svc, learning_rate=1
LightGBM	92.10	87.50	1.00	93.33	Varsayılan
Rastgele Orman (Random Forest)	97.36	95.45	1.00	97.67	Varsayılan

Tablo 14’te görüldüğü gibi en yüksek sınıflandırma başarısına MLP ve rastgele orman (97.67 accuracy) algoritması ulaşmıştır. Random Forest algoritmasının eğitildiği öznitelikler ile özniteliklerin göreceli önemleri elde edilmiştir Şekil 26 özniteliklerin göreceli önemini göstermektedir.

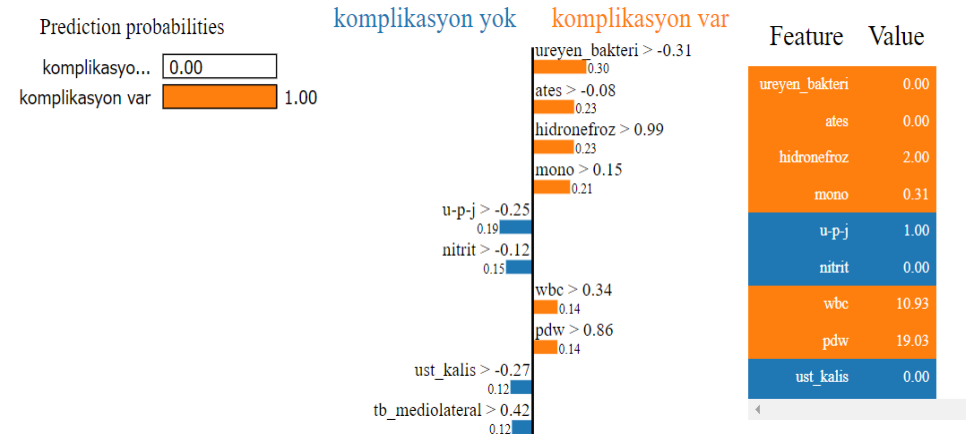


Şekil 26. RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde özniteliklerin göreceli önemi

Şekil 26’ da görüldüğü üzere Taşın Yüzey Alanı, Monosit-Lenfosit Oranı, Medio-Lateral yöndeki taş boyutu, Anteriyor-Posteriyor yöndeki taş boyutu, Ortalama Trombosit Hacmi, Monosit sayısı, Lökosit Sayısı, Trombosit Dağılım Genişliği, Lenfosit sayısı, Kranio-kaudal yöndeki taş boyutu öznitelikleri RİRC operasyonları ile ilişkili komplikasyon olma tahminini etkileyen ilk on göreceli özniteliktir.

4.3.2.3. Modelin LIME Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması

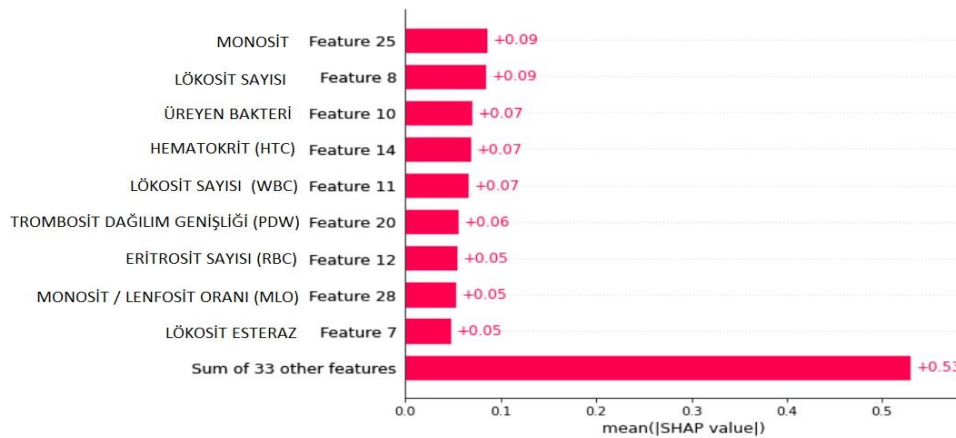
RİRC operasyonuna bağlı komplikasyon oluşup oluşmama durumunu tahmin eden model açıklanabilir yapay zekâ algoritmaları ile açıklanmıştır. Bu amaç ile LIME algoritması kullanılmıştır. Gerçekleşen LIME analizi Şekil 27’de gösterilmiştir.



Şekil 27. RIRC operasyonu komplikasyon gelişiminde sonuç tahmin modeli için LIME yorumlaması

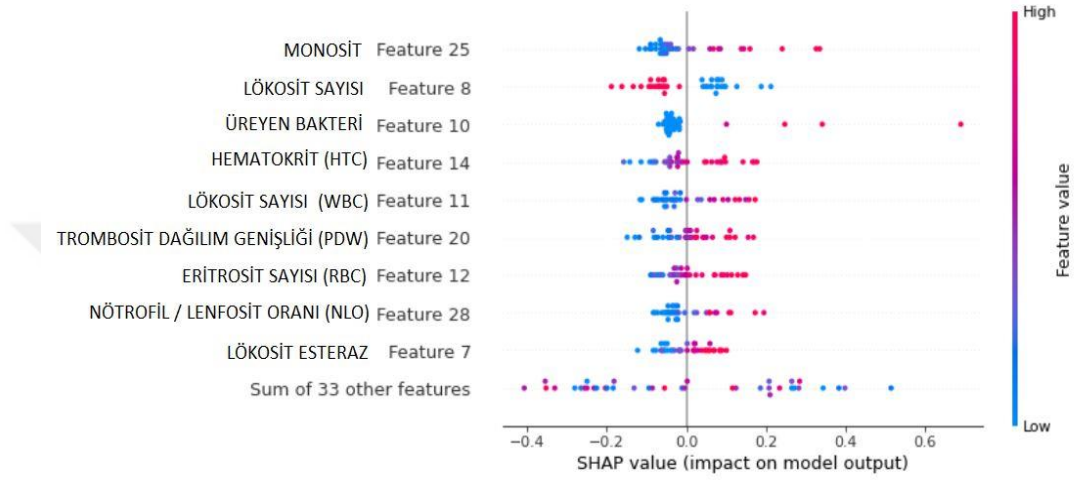
Şekil 27'ye göre LIME algoritmasına göre model 10 numaralı hastanın %100 ihtimalle ameliyatının komplikasyonlu olacağını tahmin edilmektedir. Üreyen bakteri özniteliğinin büyük değerleri (N=0 E.C.=1 K.P.=2 PSD=3 PRO=4 STAF=5 ENTR=6 DİĞER=7), ateş özniteliğinin büyük değerleri (Ateş var:1 yok:0), hidronefroz derecesinin büyük değerleri (0: YOK, 1: HAFİF, 2: ORTA, 3: ŞİDDETLİ) komplikasyonun varlığına pozitif etki yaparken üreteropelvik bileşke lokalizasyonu ve nitritin büyük değerleri komplikasyon yokluğuna katkı vermektedir.

4.3.2.4. Modelin SHAP Açıklanabilir Yapay Zekâ Algoritması ile Açıklanması



Şekil 28. RIRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP algoritmasına göre özniteliklerin modele etkisi

Şekil 28' e göre RİRC operasyonu kaynaklı komplikasyon tahminini etkileyen en önemli öznitelikler Monosit sayısı, Lökosit Sayısı, Üreyen Bakteri, Hematokrit, Lökosit Sayısı, Trombosit Dağılım Genişliği, Eritrosit Sayısı, Lökosit Esteraz, Monosit / Lenfosit Oranıdır. Bu özniteliklerin hangi değerlerinin modeli ne yönde etkilediğini gösteren grafik Şekil 29'da gösterilmiştir.



Şekil 29. RİRC hastalarında komplikasyon gelişimi tahmininde SHAP değer grafiği

Şekil 29'da görüldüğü üzere RİRC ameliyatına bağlı komplikasyon gelişimini etkileyen ilk dokuz öznitelik arasında monosit özniteliğinin düşük değerleri komplikasyon yokluğu yönünde etki ederken yüksek değerleri komplikasyon varlığına etki etmektedir. Üreyen bakteri özniteliğinin düşük değerleri komplikasyon yokluğuna etki ederken yüksek değerleri komplikasyon varlığına etki etmektedir.

5.TARTIŞMA

ÜSTH insidansının günümüzde artıyor olması önemli bir klinik ve ekonomik sorun oluşturmaktadır. Hayat boyu taşsızlık sağlayacak bir tedavi henüz yoktur ve rekürrens oranları yüksektir. Bu nedenlerle klinisyen açısından hangi tedavinin uygulanacağı, tedavi sonrası rezidü taş parçalarının kalıp kalmayacağı, komplikasyon gelişip gelişmeyeceği önem arz etmektedir.

ÜSTH' nın cerrahi tedavisinde 1970'li yıllara kadar açık cerrahi teknikler uygulanmaktaydı. Fakat zamanla minimal invaziv tekniklerin gelişmeye başlamasıyla; ESWL, URS, PNL, RIRC ve kombine teknikler ön plana çıkmıştır.

5.1. PNL YAPILAN HASTALARIN BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1.1. PNL Yapılan Hastaların Tedavi Başarısının Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Açık cerrahi tekniklerin yerini alması umuduyla ilk olarak 1976'da (105) tanımlanan PNL, amacına ulaşarak günümüzde 2,5 cm'den büyük böbrek taşlarının tedavisinde açık cerrahilerin yerini almıştır. Açık cerrahilere göre en önemli avantajları morbiditesinin daha az olması, yüksek başarı oranları, kısa iyileşme süresi ve kısa hastanede kalış süresidir (138).

PNL' de taşsızlık oranları %75,7 ile %95 arasında değişmektedir (14) (15).Çalışmamızda başarı oranı %80,1 olarak saptanmıştır. PNL' de tedavi başarısının ön tahmini seçilecek tedavide yol gösterici olacak ve taşsızlık sağlanamayacak gibi ise taşsızlık sağlanabilecek başka bir cerrahi teknik seçilebilecektir.

Literatüre baktığımızda daha önce Clinical Research Office of Endourological Society PNL çalışma grubunun, PNL başarısını öngörmek için nefrolitometrik bir nomogram geliştirmeye çalıştıklarını görmekteyiz. Bu çalışmada çok değişkenli varyasyonlar kullanılarak prediktif belirleyiciler ile taşsızlık arasındaki belirlenmeye çalışılmıştır. Değişken olarak taş yükü, önceki tedaviler, vücut kitle indeksi, renal anomali, taşın lokalizasyonu, staghorn taş ve taş sayısı kullanılmıştır. Sonuç olarak

geliştirilen nomogramda prediktif doğruluk ROC eğrisi ile değerlendirilmiş ve kalibre edilmiştir. Başarıya etki eden en önemli faktör olarak taş yükü bulunmuştur. Diğer başarıya etki eden faktörler olarak; staghorn taş varlığı, önceki tedaviler, hasta sayısı, taş sayısı ve taş lokalizasyonu bulunmuştur (139).

XGBoost modeline göre çalışmamızda kullandığımız başarıya etki eden öznitelikler arasında en önemlileri trombosit sayısı, taşın pelvis lokalizasyonu, taş cilt mesafesi ve cinsiyettir. Bu özniteliklerin modele etkilerini belirlemek için kullanmış olduğumuz LIME algoritması herhangi bir hastanın PNL ile tedavisinin başarılı olup olmayacağını tahmin ederek bir oran vermektedir. Kullanmış olduğumuz SHAP algoritması ise başarıya etki eden en önemli faktörler olarak ortalama trombosit hacmi, anterior-posterior yöndeki taş çapı ve taş cilt mesafesini ön plana çıkarmıştır.

SHAP algoritmasına göre ortalama trombosit hacmi değeri yüksek olan hastalarda başarı oranı daha yüksektir. Taş cilt mesafesinin artması başarıyı olumsuz etkilemektedir. Anterior-posterior yöndeki taş çapının artması ve yüksek MPV değerleri başarıyı artırır. LIME algoritmasında SHAP algoritmasının bulgularına ek olarak yüksek hidronefroz derecesi ve erkek cinsiyet başarıyı azaltan nedenler olarak ortaya çıkmıştır.

Literatüre bakıldığında taş cilt mesafesinin PNL başarısına etkisi olup olmadığı ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur. Çalışmaların büyük çoğunluğunda taş cilt mesafesinin PNL sonrası başarıya etkisi olmadığı yönündedir. Gönülalan ve ark.'nın çalışmasında PNL yapılan 192 hasta taş cilt mesafesi 94 mm ve altı ile 94 mm üstü şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Çalışmada taş cilt mesafesinin ameliyat ve ameliyat sonrası sonuçlar üzerine herhangi bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (140). Coşkun ve ark.'nın çalışmasında ise alt pol taşı olan PNL veya RIRC yapılan 50 hasta çalışılmıştır. Çalışmada taş cilt mesafesinin tedavi sonuçlarına etkisi olmamıştır (141). Özgör ve ark.'nın çalışmasında ise mini PNL yapılan hastalarda cilt kaliks mesafesinin mini PNL sonrası taşsızlık oranları için prediktif bir faktör olmadığını göstermiştir (142). Bir başka çalışmada nefrolitometri skoru kullanılarak PNL sonuçları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada da taş cilt mesafesi rezidüel taşlarla ilişkilendirilememiştir (143).

Taş boyutları ve PNL başarısı ile ilgili çalışmalara bakıldığında anterior-posterior yöndeki taş boyutu ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır. Ancak genel olarak

taş boyutu ve PNL sonuçları ile ilgili çalışmaların tamamına yakınında taş boyutunun artmasının başarıyı azalttığı gösterilmiştir. Maghsoudi ve ark.'nın çalışmasında taşsızlık oranı ve hastanede kalış süresi, taş boyutu ile ilişkili bulunmuştur (144). Kokov ve ark.'nın çalışmasında 146 mini PNL yapılan hastanın taşsızlık durumu değerlendirilmiştir. Çalışmada taş boyutu >20 mm olan hastaların taşsızlığa ulaşma olasılığı, 10-20 mm taş boyutuna sahip hastalara göre daha düşük bulunmuştur (145). Farhan ve ark.'nın çalışmasında ise daha büyük taş boyutu ve çoklu kaliks tutulumu olanlarda rezidüel taş oranı daha fazla bulunmuştur (143).

Çalışmamızda yüksekliğinde PNL başarısını arttıran bir başka etken olarak karşımıza çıkan ortalama trombosit hacmi, kandaki trombositlerin ortalama boyutunu ve ayrıca kemik iliği tarafından üretim hızını yansıtır. Daha genç trombositler (daha aktif) daha yüksek hacme sahiptir. Kanselerler, trombositopeni, diyabet, hipertansiyon, kalp hatalıkları, D vitamini eksikliği, preeklamsi gibi durumlarda artar (146). Literatürde ortalama trombosit hacim ve PNL başarısı ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır. Bu konuda daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.

Literatürde hidronefroz derecesi ile PNL başarısı arasındaki ilişkiyi açıklayan çalışmalar yetersiz olmakla birlikte bir çalışmada şiddetli hidronefrozu olan hastalarda RIRC ve PNL karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada PNL yapılan grupta hidronefroz derecesinin yüksek olduğu hastalarda, bizim çalışmamızın aksine başarı oranı daha yüksek çıkmıştır (147).

Cinsiyetin PNL başarısına etkisi ile ilgili kanıt literatürde bulunamamıştır. Çalışmamızda erkek cinsiyet başarısızlık yönünde etki etmiştir.

Bu çalışmada kullanmış olduğumuz hasta yaşı, anamnezde ateş ve dizüri varlığı, nitrit dışındaki idrar parametreleri, lökosit sayısı-MPV-MCH-RDW_CV dışındaki hemogram parametreleri, taşın tarafı, taşın böbrek içerisindeki lokalizasyonu, taşın yüzey alanı, HU değerlerinin PNL başarısında anlamlı etkileri olmamıştır.

5.1.2. PNL Yapılan Hastaların Komplikasyon Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

PNL günümüzde deneyimli merkezlerde %5' ten daha düşük komplikasyon oranları ile uygulanabilmektedir (148). Çalışmamızda komplikasyon oranı %16 olarak saptanmıştır. Komplikasyon oranımızın yüksek olmasında deneyim eksikliği ve

ekipman eksikliği en önemli faktörler olabilir. Komplikasyon ihtimalinin öngörülebilmesi, oranı azaltmaya yardımcı olabilir.

Yaptığımız çalışmada komplikasyon gelişimini öngörmeye en yüksek doğruluk oranına %93,81 ile Random Forest algoritması ulaşmıştır. Bu algoritmaya göre komplikasyon gelişimi tahmininde en çok ön plana çıkan öz nitelikler taşın yüzey alanı, hasta yaşı, trombosit dağılım genişliği ve trombosit sayısı olmuştur. LIME algoritması ise bir hastanın operasyonunun komplikasyonsuz geçirme ihtimalini hesaplamıştır. Ayrıca LIME algoritmasına göre taşın pelvis lokalizasyonu, yüksek nötrofil değerleri komplikasyon ihtimalini arttırmaktadır. SHAP algoritmasına göre ise HU değeri komplikasyon gelişiminde en önemli faktör olmakla birlikte, yüksek değerlerde komplikasyon ihtimali artmaktadır. Ayrıca kranio-kaudal ve medio-lateral yönlerdeki taş çaplarının yüksekliği ve düşük lökosit değerleri komplikasyon ihtimalini artırır.

Hounsfield Unit değerinin PNL' de komplikasyon gelişimine katkıda bulunup bulunmadığı ile ilgili literatürde bir kanıt yoktur. Çalışmamızda en önemli ekten olarak ortaya çıkan HU değeri ile ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Taş lokalizasyonu ile ilgili bir çalışmada staghorn taşı olanlarda PNL' de komplikasyon oranı yalnızca pelvis, üst kaliks ya da alt kaliks taşı olanlara göre daha yüksek bulunmuştur (149). Taşın pelvis lokalizasyonunun komplikasyon gelişimine etkisi ile ilgili çalışmalar eksiktir.

Nötrofil yüksekliği genellikle bakteriyel enfeksiyöz durumlarda olmaktadır. Bu durumda nötrofil sayısı yüksek hastalarda PNL sonrası özellikle enfeksiyöz komplikasyonlar artabilir.

Yüksek lökosit değerlerinin pratikte enfeksiyöz komplikasyon oranlarını arttırması beklenirken, yaptığımız çalışmada lökosit sayısının yüksek olması aksine komplikasyon gelişimi ihtimalini negatif yönde etkilemiştir.

Taş boyutu ile PNL komplikasyonları arasındaki ilişki ile ilgili çalışmalara bakıldığında, taş boyutunun artması komplikasyon oranlarını arttırmaktadır. El-Nahas ve ark.'nın çalışmasında 1178 hastanın verileri üzerinde çalışılmış. Çalışmada sonuç olarak komplikasyon ihtimalini en çok arttıran etmenler olarak; ameliyat öncesi idrar kültüründe üreme olması, taşların 3 kaliks grubunda da olması ve taş boyutunun 30 mm'den fazla olması ön plana çıkmıştır (150).

5.2. URS YAPILAN HASTALARIN BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.2.1. URS Yapılan Hastaların Tedavi Başarısı Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Üreter taşlarının tedavisinde kullanılan ve spesifik bir kontraendikasyonu bulunmayan URS, hastada aktif üriner sistem enfeksiyonu yoksa ve anestezi almasında sakınca yoksa güvenle uygulanabilmektedir. Zamanla başarı oranları %85-%100'e yükselmiştir. Başarı oranlarının bu denli yükselmesinde en çok aletlerin minyatürizasyonu ve yardımcı ekipmanların gelişmesi etkili olmuştur (7) (8). Semi rijit üreterorenoskop ile tedavi ettiğimiz 520 hastada başarı oranımız %77,1'de kalmıştır. AUA kılavuzları özellikle iliak çapraza seviyesine kadar olan üreter taşlarında semi rijit URS' yi önermekte, iliak çaprazın üst kısmında yerleşen taşlarda önermemektedir. Ancak fleksibl URS sisteminin maliyet ve diğer birtakım sorunları nedeniyle, ülkemizde pek çok merkezde iliak çaprazın üst kısmında yerleşen taşlarda da rijit URS kullanılmaktadır. Bulduğumuz bölgede de fleksibl URS' nin her an el altında bulundurulamaması nedeniyle benzer şekilde iliak çapraz seviyesi üzerindeki üreter taşlarına semi rijit URS uygulanmaktadır. Nitekim çalışmamızda değerlendirdiğimiz 520 hasta içerisinde %46,2 (240) ile en çok hasta grubunu proksimal üreter taşları oluşturmaktaydı. Bu başarı oranımızı en çok düşüren etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca 7,5 Fr URS cihazımız dışında daha ince kalibreli URS cihazımız bulunmamaktaydı. Yine bulduğumuz bölgede, URS' de çeşitli yardımcı ekipman eksiklikleri zaman zaman yaşanabilmektedir. Bunlar da başarıyı düşüren diğer teknik nedenler arasında sayılabilir. Bu teknik faktörleri günümüz şartlarında kısa vadede çözmek mümkün değildir.

URS' de başarı ihtimalinin önceden tahmin edilebilmesi hem klinisyene hem de hastaya yol gösterici olacaktır. Bu amaçla URS yapılan hastalar üzerinde açıklanabilir yapay zekâ ile başarıyı etkileyen faktörleri tahmin etmeye çalıştık. URS yapılan hastalarda kullanılan sınıflandırma metrikleri içerisinde en yüksek doğruluk oranına %85,09 ile Multi Layer Perceptron (çok katmanlı algılayıcı) algoritması ulaşmıştır.

MLP algoritmasının eğitildiği öznitelikler ile, özniteliklerin göreceli önemi saptanmıştır. MLP algoritmasına göre; HU, MCHC, RDW_CV, MPV, medio-lateral yöndeki taş çapı, PLT, yaş, HTC, PDW ve MONO öznitelikleri en çok ön plana çıkan özniteliklerdir. LIME algoritması ise bir hastanın başarıyla sonuçlanıp sonuçlanmayacağını tahmin etmiştir. LIME algoritmasına göre taş lokalizasyonunda, proksimal üreterden distal üretere doğru başarı ihtimali artar. Ayrıca erkek cinsiyette PNL' nin aksine başarı ihtimali artar. Kullanmış olduğumuz SHAP algoritmasına göre de yine proksimal üreter yerleşimi başarısızlığa katkı sağlayan en önemli etmendir. Ayrıca SHAP algoritmasına göre, düşük MPV değerleri operasyonun başarılı geçmesine katkı sağlar.

Literatürde Güner ve ark.' nın yapmış olduğu çalışmada 170 hasta proksimal üreter yerleşimi, orta üreter yerleşimi ve distal üreter yerleşimi şeklinde gruplara ayrılmıştır. Çalışmada cerrahinin süresi ve başarısını öngören faktörler tespit edilmeye çalışılmıştır. Başarı oranları sırasıyla %72,2, %74,5 ve %87,7 olarak saptanmıştır. Çok değişkenli analiz, taş çapının ve taş yükünün bağımsız olarak taşsızlık oranını etkilediğini göstermiştir. Ayrıca işlem başarısı ile taş çapı, taş yükü, impakte taş olması ve daha proksimal taş lokalizasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif korelasyon saptanmıştır (151).

Perez Castro ve ark.' nın çalışmasında 9681 hasta; proksimal üreter (2656), orta üreter (1980), distal üreter (4479) ve çoklu lokalizasyon (440) şeklinde gruplara ayrılmıştır. Taşsızlık oranları distal üreter lokalizasyonlarında %94,2, orta üreter lokalizasyonlarında %89,4, proksimal üreter lokalizasyonlarında %84,5 ve çoklu lokalizasyonlarda %76,6 olarak saptanmıştır. Proksimal üreter yerleşimi için, semi rijit üreteroskopi için başarısızlık ve tekrar tedavi oranları fleksibl üreteroskopiye göre önemli ölçüde daha yüksek saptanmıştır (152).

Karadağ ve ark.' nın çalışmasında ise proksimal üreter taşları için semi rijit URS ve fleksibl URS karşılaştırılmıştır. Taşsızlık oranları semi rijit URS yapılanlarda %63,4, fleksibl URS yapılanlarda %86,8 olarak saptanmıştır (153).

Özetle literatüre göre taş lokalizasyonu açısından proksimal üreter yerleşimi başarıyı olumsuz etkiler. Bu hastalarda fleksibl URS daha üstündür. Bizim çalışmamızda açıklanabilir yapay zekâ, URS başarısında taş lokalizasyonun en önemli

faktör olduğunu ve proksimal üreter yerleşiminin başarısızlığa katkıda bulunduğunu söylemektedir.

Cinsiyetin üreteroskopi başarısı üzerine etkisi ile ilgili çok az çalışma mevcuttur. Özsoy ve ark.'nın çalışmasında URS yapılan 286 kadın ve 641 erkek hasta değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda 251 (%87) kadın ve 564 (%87) erkek hastada taşsızlık sağlanmıştır. Sonuç olarak cinsiyetin başarıya katkısı ile ilgili bir kanıt bulunamamıştır (154).

MPV değerinin üreterorenoskopi başarısı üzerine etkisi ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma bulunamamıştır.

Bu çalışmada URS yapılan hastalarda taş lokalizasyonu, cinsiyet ve MPV değerleri dışında kullanmış olduğumuz parametreler başarıya anlamlı etkide bulunmamıştır.

5.2.2. URS Yapılan Hastalarda Komplikasyon Gelişimi Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

URS güvenli bir taş cerrahisi olarak kabul edilse de komplikasyonları mevcuttur. Bu komplikasyonlar genellikle konservatif yöntemlerle tedavi edilebilmektedir. Avülsiyon gibi ciddi komplikasyonlar nadir görülür. Güncel serilerde komplikasyon oranları %9-25 arasındadır (9).Komplikasyon oranlarının geçmişe oranla azalmış olduğunu görmekteyiz. Bunda gelişen teknoloji etkili olmuştur. Bu çalışmada değerlendirilen 520 URS yapılan hastada komplikasyon oranı %16 olarak saptanmıştır.

Bu çalışmada URS yapılan hastalarda komplikasyon gelişimi tahmininde en yüksek doğruluğa Rastgele Orman Algoritması ulaşmıştır (%96,25 doğruluk). Rastgele Orman Algoritmasına göre, komplikasyon gelişimi tahmininde en önemli öznitelikler; NLO, taşın lokalizasyonu, MLO, WBC, NEU, MPV, HU, MCV ve RDW_CV olmuştur. Genel olarak hemogram parametreleri ön plana çıkmıştır. LIME algoritması URS yapılan bir hatada komplikasyon gelişme ihtimalini hesaplamıştır. LIME algoritmasına göre URS hastalarında 0,15'ten yüksek NLO değerinde komplikasyon gelişme ihtimali artar. Ayrıca 0,2 ile 0,35 arasındaki MLO değerleri komplikasyon gelişme ihtimalini arttırmaktadır. SHAP algoritmasına göre ise benzer şekilde yüksek NLO değerleri komplikasyon gelişme oranını arttırır. Ayrıca SHAP algoritmasına göre taş lokalizasyonu URS' de komplikasyon gelişimini öngörmede

önemli bir parametredir. Distal üreter lokalizasyonunda komplikasyon gelişme ihtimali, proksimal üreter lokalizasyonuna göre daha düşüktür.

NLO' nın özellikle sepsisli hastalarda kötü prognoza işaret olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (155). Bu çalışmada URS yapılan hastalarda enfeksiyöz komplikasyon oranı %1 olarak saptanmıştır. Kendi çalışmamızda %4,2 olarak saptanmıştır. Literatürde, NLO değeri yüksekliğinin ve MLO değerinin, URS yapılan hastalarda komplikasyonlara etki edip etmediği ile ilgili herhangi bir çalışma henüz mevcut değildir.

Taş lokalizasyonunun URS yapılan hastalarda komplikasyon gelişimini etkileyip etkilemediği ile ilgili yapılan bir küresel çalışmada proksimal üreter taşı olanlarda cerrahinin komplikasyonsuz geçme oranı %92,6 olarak saptanmıştır. Bu oran orta üreter taşları için %93 ve distal üreter taşları için %96,2 olarak saptanmıştır (152). Taş lokalizasyonun URS komplikasyon oranları ile ilişkili olduğunu gösteren bu çalışma kendi çalışmamızı olumlu yönde desteklemektedir.

5.3. RİRC YAPILAN HASTALARIN BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.3.1. RİRC Yapılan Hastaların Tedavi Başarısı Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

RİRC, fleksibl URS cihazlarının geliştirilmesiyle böbrek içi ve proksimal üreter taşlarının cerrahi tedavisinde ön plana çıkmaktadır. Cepeda ve ark.' nın çalışmasında RİRC yapılan hastalarda başarı oranı %85,7 olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada >2 cm böbrek taşları için RİRC yapılan hastalardaki başarı oranının %70 olarak bulunmuş olması taş çapının artmasının başarıyı düşürdüğünü göstermektedir (10). Kendi çalışmamızda kullandığımız 110 hastada toplam başarı oranı %75,5 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda ortalama taş çapları; kranio-kaudal yönde 1,25 cm±0,38, medial-lateral yönde 1,34 cm±0,42, kranio-kaudal yönde 1,54 cm±0,64 olarak saptanmıştır.

Yaptığımız çalışmada RİRC yapılan hastalarda başarı tahmininde, sınıflandırma metrikleri içerisinde en yüksek doğruluk oranına MLP algoritması ulaşmıştır (%91,17 doğruluk). RİRC operasyonunun başarısını etkileyen en önemli göreceli öznitelikler;

kranio-kaudal yöndeki taş çapı, taşın yüzey alanı, lenfosit sayısı, hemoglobin, anteryor-posterior yöndeki taş çapı, monosit sayısı, monosit-lenfosit oranı, plateletkrit, hematokrit ve nötrofil sayısı olmuştur. LIME algoritması ise RİRC operasyonu olacak bir hastanın ameliyatının başarılı geçip geçmeyeceğini tahmin etmiştir. LIME algoritmasına göre nitrit pozitifliği, üst kaliks lokalizasyonu, UPJ lokalizasyonu, kranio-kaudal yöndeki taş çapı ve yüksek RDW_CV değerleri başarıyı olumsuz etkiler. SHAP algoritmasına göre ise başarıyı etkileyen en önemli faktör kranio-kaudal yöndeki taş çapıdır. Kranio-kaudal yöndeki taş çapı yüksekliği ve monosit sayısı yüksekliği başarısızlığa katkı sağlar.

Literatürde taş boyutu ve RİRC başarıları ilişkisini irdeleyen çalışmalara bakacak olursak; Diamand ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada 67 hasta değerlendirilmiştir. Çalışmada taşların maksimum çapı, hesaplanan alan, hesaplanan hacim, kümülatif çap ve 3 boyutlu hacim hesaplanmıştır. Sonuç olarak taş çapının RİRC başarılarını tahmin etmede kritik bir öneme sahip olduğunu bildirmişlerdir (156). Polat ve ark. ise fleksibl URS sonrası taşsızlığı tahmin etmek için bir skorelama istemi geliştirmeye çalışmışlardır. 621 hasta değerlendirilmiş ve başarı oranı %79,8 olarak saptanmıştır. Sonuçta geliştirilen sistem taş çapı, taş alanı, taş hacmi ve taş lokalizasyonuna bağlı olarak taşsızlığı tahmin etmiştir (157).

Literatürde RİRC yapılan hastalarda nitrit pozitifliği ile ameliyat sonrası ateş yüksekliği ilişkisini irdeleyen çalışmalar olmakla beraber başarı veya başarısızlığa katkısı ile ilgili bir çalışma yoktur.

RİRC uygulanan hastalarda taş lokalizasyonu ile ilgili çalışmalar daha çok alt kaliks taşlarının başarı oranları üzerinedir. Genellikle çalışmalarda alt kaliks taşlarında zorlu defleksiyon nedeniyle başarı düşmektedir. Çalışmamızda ise üst kaliks ve UPJ lokalizasyonu başarıyı olumsuz etkilemiştir.

Monosit yüksekliği ve RDW_CV yüksekliğinin RİRC hastalarında başarıya etkileri ile ilgili literatürde herhangi bir çalışma yoktur.

5.3.2. RİRC Yapılan Hastalarda Komplikasyon Gelişimi Tahminine Ait Bulguların Değerlendirilmesi

Fleksibl URS güvenle uygulanabilen, düşük komplikasyon oranlı minimal invaziv bir cerrahi yöntemdir. Tek böbrekli hastalarda dahi güvenle yapılabilir (158). Cerrahi işlemle ilgili en çok; ateş, hematüri, pıhtı retansiyonu gibi hafif

komplikasyonlar bildirilmektedir (159). Literatür araştırıldığında çalışmaların çoğunluğunda enfeksiyöz komplikasyonların ön plana çıktığı görülür. Çalışmamızda RİRC yapılan 110 hastada toplam komplikasyon oranı (17 hasta) %15,5 olarak saptanmıştır. Enfeksiyöz komplikasyon oranı (9 hasta) %8,2 olmakla birlikte en sık görülen komplikasyon olmuştur.

Açıklanabilir yapay zekâ kullanarak RİRC komplikasyonlarını tahmin etmek için kullanmış olduğumuz sınıflandırma metrikleri arasında en yüksek doğruluk oranına Rastgele Orman ve MLP algoritmaları ulaşmıştır(%97,67 doğruluk).Rastgele Orman algoritmasına göre; taşın yüzey alanı, monosit-lenfosit oranı, medio-lateral yöndeki taş çapı, anterior-posterior yöndeki taş çapı, ortalama trombosit hacmi, monosit sayısı, lökosit sayısı, trombosit dağılım genişliği, lenfosit sayısı ve kranio-kaudal yöndeki taş boyutu komplikasyon gelişim tahminini etkileyen ilk 10 göreceli öznitelikler olmuştur. LIME algoritması bir hastada komplikasyon gelişip gelişmeyeceğini tahmin etmiştir. LIME algoritmasına göre ameliyat öncesi idrar kültüründe üreme olan hastalarda (idrar yolu enfeksiyonuna neden olan mikroorganizmalar içerisinde daha nadir görülenler) komplikasyona zemin hazırlamaktadır. Ayrıca LIME algoritmasına göre, ameliyat öncesi ateşi olanlar ve hidronefroz derecesi yüksek olan hastalarda komplikasyon gelişme ihtimali artmaktadır. SHAP algoritmasına göre ise yine idrar yolu enfeksiyonu nedenleri arasında nadir görülen mikroorganizmalar komplikasyon ihtimalini arttırır. Ayrıca SHAP algoritmasına göre, RİRC yapılan hastalarda başarısızlığa katkı sağlayan bir etmen olarak saptanan monosit sayısı yüksekliği aynı zamanda komplikasyon gelişim ihtimalini de arttırmaktadır.

Literatürde ameliyat öncesi idrar kültüründe üreme olması ve komplikasyonlar arasındaki ilişki ile ilgili çalışmalar mevcut olmakla birlikte mikroorganizma tiplerine göre komplikasyon ihtimalinin arttığına dair kanıtlar azdır. Alezra ve ark.'nın yaptığı çalışmada fleksibl URS yapılan ve ameliyat sonrası akut pyelonefrit gelişen hastalar incelenmiştir. Ameliyat sonrası akut pyelonefrit gelişiminde katkısı olabilecek faktörler araştırılmıştır. Sonuçta ameliyat sonrası akut pyelonefrit gelişiminde en önemli prognostik faktörlerden biri olarak ameliyattan 1 gün önce alınan idrar kültürlerinde üreme olması ön plana çıkmıştır (160). Kendi çalışmamızda RİRC yapılan hastalarda ameliyat öncesi idrar kültüründe üreme olan hastalara antibiyotik

tedavisi sonrası cerrahi uygulanmıştır. Buna rağmen ameliyat öncesi idrar kültüründe üreme olması komplikasyon oranlarını arttırmıştır. Uchida ve ark.'nın çalışmasında üreteroskopik litotripsi uygulanan 469 hastanın verileri incelenmiştir. Çalışmada üreteroskopik litotripsi sonrası sistemik inflamatuvar yanıt sendromu gelişiminde rol oynayan faktörler araştırılmıştır. Sonuçta ameliyat öncesi idrar kültürlerinde üreme olan hastalarda, ameliyat öncesi antibiyotik tedavisi almalarına rağmen sistemik inflamatuvar yanıt sendromu gelişimi anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır (161).

Literatürde RIRC yapılan hastalarda, ameliyat öncesi ateş yüksekliği ve yüksek monosit düzeyinin komplikasyon ihtimalini etkilediğine dair çalışmalar eksiktir.

Shen ve ark.'nın yaptığı çalışmada ameliyat öncesi hidronefroz derecesi ile ameliyat sonrası komplikasyon oranları incelenmiştir. Çalışmada ameliyat öncesi orta ve şiddetli hidronefrozu olan hastalarda fleksibl URS sonrası intraoperatif üreteral yaralanma ve postoperatif üreter darlığı gelişme ihtimali daha yüksek saptanmıştır (162).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1- PNL yapılan hastalarda MPV yüksekliği başarıyı arttırırken, taş boyutunun yüksek olması, taş cilt mesafesinin yüksek olması, yüksek dereceli hidronefroz ve erkek cinsiyette başarı ihtimali azalır. Taş boyutu literatür ile uyumlu iken, hidronefroz derecesi ve taş cilt mesafesi yüksekliği literatür ile uyumsuzdur. Yüksek MPV değeri ve erkek cinsiyet ile ilgili daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.
- 2- PNL yapılan hastalarda taşın pelvis lokalizasyonu, yüksek nötrofil değerleri, yüksek HU değerleri, yüksek taş boyutu, düşük lökosit değerleri komplikasyon gelişme ihtimalini arttırır. Taş boyutunun artması ile komplikasyon gelişiminin artması literatürdeki çalışmalarla uyumludur. Pelvis lokalizasyonu, yüksek nötrofil değerleri, düşük lökosit değerleri ve yüksek HU değerleri ile ilgili daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.
- 3- URS yapılan hastalarda açıklanabilir yapay zekâ; taşın proksimal üreter yerleşiminin başarısızlığa katkıda bulunduğunu tahmin ederken, erkek cinsiyetin ve düşük MPV değerlerinin başarıya katkı sağladığını tahmin etmektedir. Proksimal üreter yerleşimi ile ilgili tahmin literatür ile uyumludur. Erkek cinsiyet ve MPV değerleri ile ilgili kanıt yoktur.
- 4- URS yapılan hastalarda yüksek NLO değerleri, 0,2-0,35 aralığındaki MLO komplikasyon ihtimalini arttırır. Distal üreter lokalizasyonu ise komplikasyon ihtimalini azaltır. Distal üreter yerleşimi ile ilgili tahmin literatür ile uyumlu iken, NLO ve MLO değerleri ile ilgili kanıt yoktur. Daha fazla kanıtı ihtiyaç vardır.
- 5- Açıklanabilir yapay zekâ yöntemlerine göre; RİRC yapılan hastalarda nitrit pozitifliği, taşın üst kaliks ve UPJ lokalizasyonları, taş boyutu, yüksek RDW_CV değerleri ve yüksek monosit sayısı başarıyı olumsuz etkiler. Taş lokalizasyonu ile ilgili tahminler literatür ile uyumsuz iken, taş boyutu ile

ilgili tahmin literatür ile uyumludur. Nitrit pozitifliği, yüksek RDW_CV ve yüksek monosit sayısı ile ilgili daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.

- 6- RİRC yapılan hastalarda ameliyat öncesi idrar kültüründe üreme olması, ameliyat öncesi ateş yüksekliği, yüksek hidronefroz derecesi ve yüksek monosit sayısı komplikasyon gelişme ihtimalini artırır. Yüksek hidronefroz derecesi ve idrar kültüründe üreme olması literatür ile uyumludur. Monosit yüksekliği ve ateş yüksekliği ile ilgili kanıt yoktur.
- 7- Sonuç olarak, açıklanabilir yapay zekâ poliklinik şartlarında muayene edilen bir hastada cerrahi kararı verildiğinde, hastanın ameliyatının başarılı geçip geçmeyeceği ve komplikasyon gelişip gelişmeyeceği ile ilgili bir yüzdelik tahmin verebilmektedir. Hastaya operasyon ile ilgili bilgi verirken, bu oranın poliklinikte hasta ile paylaşılması hasta için de bir fikir sağlayacaktır. Ayrıca ameliyat başarısının ve komplikasyon gelişme ihtimalinin önceden tahmin edilebilmesi ve başarı ile komplikasyon gelişimine katkıda bulunan faktörlerin bilinmesi klinisyen açısından önemli bir avantajdır.

7. KAYNAKLAR

1. A. Skolarikos , A. Neisius, A. Petrik, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro, *EAU Guidelines on Urolithiasis*. Arnhem : EAU Guidelines Office, the Netherlands, 2022. p. 8.
2. M. Akinci, T. Esen, S. Tellaloğlu, *Urinary Stone Disease in Turkey: An Updated Epidemiological Study*. European Urology, 1991. Vol. 20, p. 200-203.
3. D.B. Leusmann, H. Niggemann, S. Roth and H. von Ahlen, *Recurrence Rates and Severity of Urinary Calculi*. Scandinavian Journal of Urology and Nephrology, 1995. Vol. 29, pp. 279-283.
4. *Minimally Invasive Surgical Treatment for Kidney Stone Disease*. Sacco, Dayron Rodriguez and Dianne E. 4, Temmuz 2015, Advances in Chronic Kidney Disease, Vol. 22, pp. 266-272.
5. Ateş, Ferhat. SWL Endikasyonlar, Tedavi. [ed.] Turhan Çaşkurlu. *Üriner Sistem Taş Hastalığının Tedavisi*. İstanbul : Türk Üroloji Derneği/ Turkish Association of Urology, 2015, 11, pp. 77-86.
6. *Flexible Ureteroscopy and Laser Lithotripsy for Multiple Unilateral Intrarenal Stones*. Alberto Breda, Oreoluwa Ogunyemi, John T. Leppert, Peter G. Schulam. Elsevier B.V. on behalf of European Association of Urology, 2009, European Urology, Vol. 55, pp. 1190-1197.
7. A. Skolarikos , A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU Guidelines on Urolithiasis*. Arnhem : EAU Guidelines Office, the Netherlands., 2022. p. 19.
8. Berkan Reşorlu, Çetin Dinçel. *Üreterorenoskopi Tedavi Başarısı*. [ed.] Turhan Çaşkurlu. *Üriner Sistem Taş Hastalığının Tedavisi*. İstanbul : Türk Üroloji Derneği/ Turkish Association of Urology, 2015, 18, pp. 131-136.
9. *Complications of 2735 retrograde semirigid ureteroscopy procedures: A single-center experience*. Petrişor Geavlete, Dragoş Georgescu, Gheorghe Nita, Victor Mirciulescu and Victor Cauni. Mart 2006, Journal of Endourology, Vol. 20, pp. 179-185.
10. *Flexible ureteroscopy for renal stones*. M. Cepeda, J.H. Amón, J.A. Mainez, V. Rodríguez, D. Alonso y J.M. Martínez-Sagarra. AEU, 2014, Actas Urologicas Espanolas, Vol. 38, pp. 571-575.
11. *Resultados de la cirugía retrógrada intrarrenal en el tratamiento de litiasis renales mayores de 2 cm*. J.L. Palmero, A. Castelló, J. Miralles, I. Nuno de La Rosa,

C. Garau y J.C. Pastor. Elsevier España, S.L., 2014, Actas Urológicas Españolas, Vol. 38, pp. 257-262.

12. *Comparison of retrograde intrarenal surgery, shockwave lithotripsy, and percutaneous nephrolithotomy for treatment of medium-sized radiolucent renal stones.* Berkan Resorlu et al. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, November 2012, World Journal of Urology, Vol. 31, pp. 1581-1586.

13. A. Skolarikos , A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU guidelines on urolithiasis.* Arnhem : EAU Guidelines Office,the Netherlands., 2022. p. 28.

14. *The clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study: Indications, complications, and outcomes in 5803 patients.* Jean de la Rosette, Dean Assimos, Mahesh Desai, Jorge Gutierrez, James Lingeman, Roberto Scarpa . 2011, Journal of Endourology, Vol. 25, pp. 11-17.

15. *Lower pole I: A prospective randomized trial of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrostolithotomy for lower pole nephrolithiasis - Initial results.* David M. Albala, Dean G. Assimos, Ralph V. Clayman, John D. Denstedt, Michael Grasso, Jorge Gutierrez-Aceves et al. 2001, Journal of Urology, Vol. 166, pp. 2072-2080.

16. *Renal anatomy. Endourologic considerations.* Sampaio, Francisco J.B. November 2000, Urologic Clinics of North America, Vol. 27, pp. 585-607.

17. Mohamed Aly Elkoushy, Sero Andonian. Renal Physiology and Pathophysiology. Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology.* 12th Edition. Elsevier, 2021, Vol. II, 8, pp. 8634-8636.

18. Emil A. Tanagho, Tom F. Lue. Anatomy of the Genitourinary Tract. [book auth.] Tom F. Lue Jack W. McAninch. *Smith & Tanagho's General Urology.* 19th Edition. s.l. : McGraw-Hill Education, 2020, pp. 1-2.

19. Mohamed Aly Elkoushy, Sero Andonian. Renal Physiology and Pathophysiology. Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology.* 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 8, p. 8635.

20. Mohamed Aly Elkoushy, Sero Andonian. Renal Physiology and Pathophysiology. [book auth.] Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology.* 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 8, pp. 8636-8637.

21. Mohamed Aly Elkoushy, Sero Andonian. Renal Physiology and Pathophysiology. [book auth.] Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology.* 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 8, pp. 8639-8641.

22. Anafarta, Kadri. Ürogenital Organların Anatomik ve Histolojik Yapısı. [book auth.] Nihat Arıkan, Yaşar Bedük Kadri Anafarta. *Temel Üroloji*. 4. Baskı. s.l. : Güneş Tıp Kitapevleri, 2011, 1, pp. 2-3.
23. *Histology, Nephron*. Antonio Madrazo-Ibarra, Pradeep Vaitla. s.l. : NCBI Bookshelf, 2020, pp. 1-11.
24. Key, Melanie A. Breshears and Anthony W. Confer. The Urinary System. *Patology of Organ Systems*. 2017, 11, pp. 617-681.
25. Mohamed Aly Elkoushy, Sero Andonian . Renal Physiology and Pathophysiology. Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology*. 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 8, p. 8667.
26. *Duplex collecting system in a pelvic kidney - An unusual combination*. Francesca Giorlando, Chiara Recaldini, Anna Leonardi, Edoardo Macchi, Carlo Fugazzola. 12, 2017, *Journal of Radiology Case Reports*, Vol. 11, pp. 8-15.
27. *Surgical anatomy of the ureter*. Fröber, Rosemarie. 4, 2007, *BJU International*, Vol. 100, pp. 949-965.
28. Anafarta, Kadri. Ürogenital Organların Anatomik ve Histolojik Yapısı. Nihat Arıkan, Yaşar Bedük Kadri Anafarta. *Temel Üroloji*. 4. Baskı. s.l. : Güneş Tıp Kitapevleri, 2011, 1, pp. 6-7.
29. Mohamed Aly Elkoushy, Sero Andonian. Renal Physiology and Pathophysiology. Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology*. 12th Edition. basım yeri bilinmiyor : Elsevier, 2021, Cilt II, 8, s. 8675-8677.
30. *History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis*. Michelle Lopez, Bernd Hoppe. 1, s.l. : Springer, 2010, *Pediatric Nephrology*, Vol. 25, pp. 49-59.
31. Stoller, Marshall L. Urinary Stone Disease. Tom F. Lue Jack W. McAninch. *General Urology*. 19th Edition. s.l. : McGraw-Hill Education, 2020, p. 259.
32. *Renal stone epidemiology: A 25-year study in Rochester, Minnesota*. Christopher M. Johnson, David M. Vilson, William M. O'Fallon, Reza S. Malek and Leonard T. Kurland. 5, 1979, *Kidney International*, Vol. 16, pp. 624-631.
33. *Mechanism of Renal Calcium Conservation with Estrogen Replacement Therapy in Women in Early Postmenopause- A Clinical Research Center Study*. W. Roland McKane, Sundeep Khosla, Mary F. Burritt, Pai C. Kao, David M. Wilson, Steven J. Ory and B. Lawrence Riggs. 12, 1995, *Journal of Endocrinology and Metabolism*, Vol. 80, pp. 3458-3464.

34. Demographic and Geographic variability of kidney stones in the United States. J. Michael Soucie, Michael J. Thun, Ralph J. Coates, William McClellan and Harland Austin. 3, Atlanta : s.n., 1994, *Kidney International*, Vol. 46, pp. 893-899.

35. Ethnic Background Has Minimal Impact on the Etiology of Nephrolithiasis. Michaela E. Maloney, W. Patrick Springhart, Wesley O. Ekeruo, Matthew D. Young, Chibuzo U. Enemchukwu and Glenn M. Preminger. s.l. : American Urological Association, 2005, *Journal of Urology*, Vol. 173, pp. 2001-2004.

36. Epidemiology of urinary stone disease. Robertson, W. G. 1, s.l. : Springer-Verlag, 1990, *Urological Research*, Vol. 18, pp. 3-8.

37. Epidemiology of Stone Disease. Curhan, Gary C. 3, s.l. : Elsevier Saunders, 2007, *Urologic Clinics of North America*, Vol. 34, pp. 287-293.

38. Obesity and Kidney Stone Disease: A Systematic Review. Antonio Carbone, Yazan Al Salhi, Andrea Tasca, Giovanni Palleschi, Andrea Fuschi, Cosimo De Nunzio, Giorgio Bozzini, Sandro Mazzaferro, Antonio L. Pastore. 4, s.l. : Edizioni Minerva Medica, 2018, *Minerva Urologica e Nefrologica*, Vol. 70, pp. 393-400.

39. High Kidney Stone Risk in Men Working in Steel Industry at Hot Temperatures. Luiz Atan, Cassio Andreoni, Valdemar Ortiz, Edina Koga Silva, Ricardo Pitta, Fernanda Atan and Miguel Srougi. 5, s.l. : Elsevier, 2005, *Urology*, Vol. 65, pp. 858-861.

40. Urinary Volume, Water and Recurrences in Idiopathic Calcium Nephrolithiasis: A 5-Year Randomized Prospective Study . Loris Borghi, Tiziana Meschi, Ferdinando Amato, Angelo Briganti, Almerico Novarini and Alfredo Giannini. 3, s.l. : American Urological Association, 1996, *Journal of Urology*, Vol. 155, pp. 839-843.

41. Margaret S. Pearle, PhD, Jodi A. Antonelli, Yair Lotan. *Urinary Lithiasis and Endourology*. [book auth.] Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology*. 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 10, pp. 9269-9281.

42. Pathophysiology and Management of Calcium Stones. Sangtae Park, Margaret S. Pearle. 3, s.l. : Elsevier Saunders, 2007, *Urologic Clinics of North America*, Vol. 34, pp. 323-334.

43. Margaret S. Pearle, PhD, Jodi A. Antonelli, Yair Lotan. *Urinary Lithiasis and Endourology*. [book auth.] Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology*. 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 10, p. 9281.

44. Use of Potassium Citrate as Potassium Supplement During Thiazide of Calcium Nephrolithiasis. Michael J. Nicar, Roy Peterson and Charles Y. C. Pak. 3, s.l. : The American Urological Association Education and Research, 1984, *Journal of Urology*, Vol. 131, pp. 430-433.

45. Margaret S. Pearle, PhD, Jodi A. Antonelli, Yair Lotan. Urinary Lithiasis and Endourology. [book auth.] Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology*. 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 10, pp. 9281-9282.
46. *Effect of Magnesium on Calcium Oxalate Ion Binding*. Julie M. Riley, Hyunjin Kim, PhD, Timothy D. Averch, MD and Hyung J. Kim, PhD. 12, s.l. : Mary Ann Liebert, 2013, Journal of Endourology, Vol. 27, pp. 1487-1492.
47. *Isolation from Human Calcium Oxalate Renal Stones of Nephrocalcin, a Glycoprotein Inhibitor of Calcium Oxalate Crystal Growth*. Yasushi Nakagawa, MaryAnn Ahmed, Susan L. Hall, Sergio Deganello and Fredric L. Coe. 6, 1987, Journal of Clinical Investigation, Vol. 79, pp. 1782-1787.
48. *Contribution of human uropontin to inhibition of calcium oxalate crystallization*. John R. Asplin, Denise Arsenault, Joan H. Parks, Fredric L. Coe and John R. Hoyer. 1, s.l. : International Society of Nephrology, 1998, Kidney International, Vol. 53, pp. 194-199.
49. *Protein Inhibitors of Crystal Growth*. Bock, Emil Thomas Kaiser and Susan Clark. 3 II, s.l. : The Williams & Wilkins Co., 1989, Journal of Urology, Vol. 141, pp. 750-752.
50. *Stone Formation is Proportional to Papillary Surface Coverage by Randall's Plaque*. Samuel C. Kim, Fredric L. Coe, William W. Tinmouth, Ramsay L. Kuo, Ryan F. Paterson, Joan P. Parks, Larry C. Munch, Andrew P. Evan and James E. Lingeman. 1, s.l. : American Urological Association, 2005, Journal of Urology, Vol. 173, pp. 117-119.
51. Margaret S. Pearle, PhD, Jodi A. Antonelli, Yair Lotan. Urinary Lithiasis and Endourology. [book auth.] Roger R. Dmochowski, Louis R. Kavoussi, Craig A. Peters Alan W. Partin. *Campbell-Walsh-Wein Urology*. 12th Edition. s.l. : Elsevier, 2021, Vol. II, 10, pp. 9287-9290.
52. *Obesity, Weight Gain, and the Risk of Kidney Stones*. Eric N. Taylor, Meir J. Stampfer, Gary C. Curhan. 4, s.l. : American Medical Association, 2005, Jama, Vol. 293, pp. 455-462.
53. *Ureteropelvic Junction Obstruction in Nephrolithiasis*. Harry S. David, Russell W. Lavengood. 2, 1975, Urology, Vol. V, pp. 188-190.
54. *Should Patients With Single Renal Stone Occurrence Undergo Diagnostic Evaluation?* Pak, Charles Y. C. 5, s.l. : The Williams & Wilkins Co., 1982, Journal of Urology, Vol. 127, pp. 855-858.
55. *Metabolic Risk Factors in Patients With Ureteropelvic Junction and Renal Calculi*. Streem, Surena F. Matin and Stevan B. 6, s.l. : American Urological Association, 2000, Journal of Urology, Vol. 163, pp. 1676-1678.

56. Percutaneous Nephrolithotomy in Horseshoe Kidneys. G. Janetschek, K. H. Kunzel. 2, 1988, British Journal of Urology, Vol. 62, pp. 117-122.

57. Metabolic Abnormalities Associated With Renal Calculi in Patients with Horseshoe Kidneys. Ganesh V. Raj, Brian K. Auge, Dean Assimos and Glenn M. Preminger. 2, s.l. : Mary Ann Liebert, 2004, Journal of Endourology, Vol. 18, pp. 157-161.

58. Stone-Containing Pyelocaliceal Diverticulum: Embryogenic, Anatomic, Radiologic and Clinical Characteristics. Pfister, Anthony W. Middleton and Richard C. 1, s.l. : The American Urological Association Education and Research, 1974, Journal of Urology, Vol. 111, pp. 2-6.

59. Metabolic Abnormalities in Patients With Caliceal Diverticular Calculi. Streem, Thomas H. S. Hsu and Stevan B. 5, s.l. : American Urological Association, 1998, Vol. 160, pp. 1640-1642.

60. Does Medullary Sponge Kidney Cause Nephrolithiasis? J. M. Ginalski, L. Portmann, Ph. Jaeger. 1990, American Journal of Roentgenology, Vol. 155, pp. 299-301.

61. Modulation by Calcium of the Inhibitor Activity of Naturally Occurring Urinary Inhibitors. Joseph E. Zerwekh, Thomas I. S. Hwang, John Poindexter, Kathy Hill, George Wendell and Charles Y. C. Pak. 5, s.l. : International Society of Nephrology, 1988, Kidney International, Vol. 33, pp. 1005-1008.

62. A Urinary Calcium-Citrate Index for the Evaluation of Nephrolithiasis. Coe, Joan H. Parks and Fredric L. s.l. : e International Society of Nephrology, 1986, Kidney International, Vol. 30, pp. 85-90.

63. The Hypercalciurias CAUSES, PARATHYROID FUNCTIONS, AND DIAGNOSTIC CRITERIA. Charles Y. C. Pak, Masahiro Ohata, E. Clint Lawrence and W. Snyder. August, 1974, The Journal of Clinical Investigation, Vol. 54, pp. 387-400.

64. The primary hyperoxalurias. Bernd Hoppe, Bodo B. Beck and Dawn S. Milliner. 12, s.l. : Nature Publishing Group, 2009, Kidney International, Vol. 75, pp. 1264-1271.

65. Effect of Bile Salts and Fatty Acids on the Colonic Absorption of Oxalate. Binder, John W. Dobbins and Henry J. 6, s.l. : The Williams & Wilkins Company, 1976, Gastroenterology, Vol. 70, pp. 1096-1100.

66. Dissolved Urate Salts Out Calcium Oxalate in Undiluted Human Urine In Vitro: Implications for Calcium Oxalate Stone Genesis. Phulwinder K. Grover, Willis R. Marshall and Rosemary L. Ryall. s.l. : Elsevier Science Ltd, 2003, Chemistry & Biology, Vol. 10, pp. 271-278.

67. Urinary Citrate Excretion in Patients With Renal Calculi. Mahle, M. Menon and C. J. 6, s.l. : The Williams & Wilkins Co, 1983, Journal of Urology, Vol. 129, pp. 1158-1160.

68. *Hypocitraturia: Pathophysiology and Medical Management* . Jack M. Zuckerman, Dean G. Assimos. 3, 2009, *Reviews in Urology*, Vol. 11, pp. 134-144.
69. *Pediatric Urolithiasis*. Faerber, Gary J. s.l. : Lippincott Williams & Wilkins, 2014, *Current Opinion in Urology*, Vol. 11, pp. 385-389.
70. *Comparison between SLC3A1 and SLC7A9 Cystinuria Patients and Carriers: A Need for a New Classification*. Luca Dello Strologo, Elon Pras, Claudia Pontesilli et al. 10, 2002, *Journal of the American Society of Nephrology*, Vol. 13, pp. 2547-2553.
71. *Etiology and Treatment of Urolithiasis*. Pak, Charles Y. C. 6, s.l. : National Kidney Foundation, Inc, 1991, *American Journal of Kidney Diseases*, Vol. 18, pp. 624-637.
72. *Urinary Infection Stones*. K. -H. Bichler, E. Eipper, K. Naber, V. Braun, R. Zimmermann, S. Lahme. s.l. : Elsevier, 2002, *International Journal of Antimicrobial Agents*, Vol. 19, pp. 488-498.
73. *Metabolic Work-up of Patients with Urolithiasis: Indications and Diagnostic Algorithm*. Hans-Göran Tiselius, Michel Daudon, Kay Thomas, Christian Seitz. [ed.] James Catto. 1, s.l. : Elsevier B.V., 2017, *European Urology Focus*, Vol. 3, pp. 62-71.
74. Reha Özkeçeli, Nihat Satar. *Üriner Sistem Taş Hastalığı*. [book auth.] Nihat Arıkan, Yaşar Bedük Kadri Anafarta. *Temel Üroloji*. s.l. : Güneş Tıp Kitapevleri, 2011, 14, pp. 657-688.
75. *Modern approach of diagnosis and management of acute flank pain: Review of all imaging modalities*. Axel Heidenreich, F. Desgrandschamps, F. Terrier. 4, 2002, *European Urology*, Vol. 41, pp. 351-362.
76. *Limitations to Ultrasound in the Detection and Measurement of Urinary Tract Calculi*. A. Andrew Ray, Daniela Ghiculete, Kenneth T. Pace and R. John D'A. Honey. 2, s.l. : Elsevier Inc., 2010, *Urology*, Vol. 76, pp. 295-300.
77. *Prospective Comparison of Unenhanced Spiral Computed Tomography and Intravenous Urogram in the Evaluation of Acute Flank Pain*. Oren F. Miller, Scott K. Rineer, Scott R. Reichard, Robert G. Buckley, Murray S. Donovan, Ian R. Graham, Walter B. Goff and Christopher J. Kane. 6, 1998, *Urology*, Vol. 52, pp. 982-987.
78. *Clinical Effectiveness Protocols for Imaging in the Management of Ureteral Calculous Disease: AUA Technology Assessment*. Pat Fox Fulgham, Dean G. Assimos, Margaret Sue Pearle and Glenn M. Preminger. 4, s.l. : Elsevier Inc., 2013, *Journal of Urology*, Vol. 189, pp. 1203-1213.
79. A. Skolarikos, A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU Guidelines on Urolithiasis*. Arnhem : EAU Guidelines Office, the Netherlands, 2022. pp. 13-14.

80. *A Prospective Study of Recurrence Rate and Risk Factors For Recurrence After a First Renal Stone.* Alberto Trinchieri, Fabio Ostini, Roberta Nespoli, Fabrizio Rovera, Emanuele Montanari, Giampaolo Zanetti. 7, s.l. : American Urological Association, 1999, Journal of Urology, Vol. 162, pp. 27-30.

81. *Metabolic Evaluation of First-time and Recurrent Stone Formers.* David S. Goldfarb, Omotayo Arowojolu. 1, s.l. : Elsevier Inc, 2013, Urologic Clinics of North America, Vol. 40, pp. 13-20.

82. A. Skolarikos, A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU Guidelines on Urolithiasis.* Arnhem : EAU Guidelines Office, the Netherlands, 2022. p. 44.

83. *Renal Tubular Acidosis.* Robert Todd Alexander, Martin Bitzan. 1, s.l. : Elsevier Inc, 2019, Pediatric Clinics of North America, Vol. 66, pp. 135-157.

84. *Genetic, pathophysiological, and clinical aspects of nephrocalcinosis.* Ben Oliveira, Robert Kleta, Detlef Bockenhauer, Stephen B Walsh. 6, 2016, American Journal of Physiology - Renal Physiology, Vol. 311, pp. F1243-F1252.

85. *Dissolution of uric acid calculi.* John S. Rodman, John J. Williams and Charles M. Peterson. 6, s.l. : The American Urological Association Education and Research, Inc., 1984, Journal of Urology, Vol. 131, pp. 1039-1044.

86. *Extracorporeal Lithotripsy.* Streem, George K. Chow and Stevan B. 2, May 2000, Urologic Clinics of North America, Vol. 27, pp. 315-322.

87. A. Skolarikos, A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro. *EAU Guidelines on Urolithiasis.* Arnhem : EAU Guidelines Office, the Netherlands, 2022. p. 17.

88. *Triple D Score Is a Reportable Predictor of Shockwave Lithotripsy Stone-Free Rates.* Timothy Y. Tran, Kathryn McGillen, Eugene Blanchard Cone and Gyan Pareek. XX, s.l. : Mary Ann Liebert, Inc., 2014, Journal of Endourology, Vol. XX, pp. 1-5.

89. *Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of renal and ureteral stones.* Fabio Cesar Miranda Torricelli, Alexandre Danilovic, Fabio Carvalho Vicentini, Giovanni Scala Marchini, Miguel Srougi, Eduardo Mazzucchi. 1, 2015, Revista da Associacao Medica Brasileira, Vol. 61, pp. 65-71.

90. *Does Ureteral Stenting prior to Shock Wave Lithotripsy Influence the Need for Intervention in Steinstrasse and Related Complications? .* M.H. Ather, B. Shrestha, A. Mehmood. 2, 2009, Urologia Internationalis, Vol. 83, pp. 222-225.

91. A. Skolarikos, A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU Guidelines on Urolithiasis.* s.l. : EAU Guidelines Office, the Netherlands, 2022. p. 29.

92. *Management of kidney stones.* Nicole L. Miller, James E. Lingeman. 7591, 2007, British Medical Journal, Vol. 334, pp. 468-472.

93. *The contemporary management of renal and ureteric calculi.* Pearle, David J. Galvin and Margaret S. 6, 2006, BJU International, Vol. 98, pp. 1283-1288.

94. *The efficacy and safety of tamsulosin combined with extracorporeal shockwave lithotripsy for urolithiasis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials .* Kai Chen, Hua Mi, Guangyu Xu, Lin Liu, Xiubin Sun, Shiping Wang, Qingrong Meng, Tao Lv. 10, 2015, Journal of Endourology, Vol. 29, pp. 1166-1176.

95. *Prospective Randomized Trial Comparing Shock Wave Lithotripsy and Ureterscopy for Lower Pole Caliceal Calculi 1 cm or Less.* Margaret S. Pearle, James E. Lingeman, Raymond Leveillee, Ramsay Kuo, Glenn M. Preminger, Robert B. Nadler, Joseph Macaluso et al. 5 SUPPL., s.l. : American Urological Association, 2008, Journal of Urology, Vol. 179, pp. 2005-2009.

96. *Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy 25 Years Later: Complications and Their Prevention.* Andreas Skolarikos, Gerasimos Alivizatos, Jean de la Rosette. 5, s.l. : Elsevier B.V, 2006, European Urology, Vol. 50, pp. 981-990.

97. *Does ureteral stenting prior to shock wave lithotripsy influence the need for intervention in steinstrasse and related complications?* Section, M.H. Ather B. Shrestha A. Mehmood. 2, 2009, Urologia Internationalis, Vol. 83, pp. 222-225.

98. Michelle Jo Semins, Brian L. Matlaga. *Endoscopic Ureteral Surgery.* [book auth.] Stuart S. Howards, Glenn M. Preminger, Roger R. Dmochowski Joseph A. Smith. *Hinman's Atlas of Urologic Surgery.* 4th Edition. Philadelphia : Elsevier, Inc., 2018, 7, p. 325.

99. *Balloon Dilation of the Ureter: A Contemporary Review of Outcomes and Complications.* Nicholas J. Kuntz, Andreas Neisius, Matvey Tsivian , Momin Ghaffar , Nishant Patel , Michael N. Ferrandino, Glenn M. Preminger , Michael E. Lipkin. 2, s.l. : Elsevier Ltd, 2015, Journal of Urology, Vol. 194, pp. 413-417.

100. *Comparing of different methods for prevention stone migration during ureteroscopic lithotripsy.* Haluk Sen, Omer Bayrak, Sakip Erturhan, Gokhan Urgun, Seval Kul, Ahmet Erbagci, Ilker Seckiner. 3, Gaziantep : S. Karger AG, Basel, 2014, Urologia Internationalis, Vol. 92, pp. 334-338.

101. *A comparison of holmium:YAG laser with Lithoclast lithotripsy in ureteral calculi fragmentation.* Seong Soo Jeon, Ji-Hwan Hyun and Kyu-Sung Lee. 6, 2005, International Journal of Urology, Vol. 12, pp. 544-547.

102. *Surgical Management of stones: American Urological Association/ Endourological Society Guideline.* Dean Assimos et al. April, s.l. : American Urological Association, 2016, American Urological Association, pp. 1-50.

103. *Comparison between percutaneous nephrolithotomy and flexible ureteroscopy for the treatment of 2 and 3 cm renal lithiasis.* Á.A. Fernández Alcalde et al. 3, s.l. : Elsevier Espana, S.L.U., 2019, Actas Urológicas Espanolas, Vol. 43, pp. 111-117.

104. A. Skolarikos, A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU Guidelines on Urolithiasis.* Arnhem : EAU Guidelines Office,the Netherlands, 2022. pp. 35-36.

105. *Percutaneous pyelolithotomy.* Johansson, I. Fernström and B. 3, 1976, Scandinavian Journal of Urology and Nephrology, Vol. 10, pp. 257-259.

106. *Changing indications of open stone surgery.* Assimos, Brian R. Matlaga and Dean G. 4, s.l. : Elsevier Science Inc., 2002, Urology, Vol. 59, pp. 490-493.

107. Abbashek P. Patel, Bodo E. Knudsen. *Endoscopic and Percutaneous Renal Surgery.* [book auth.] Jr., Stuart S. Howards, Glenn M. Preminger Joseph A. Smith. *Hinman's Atlas of Urologic Surgery.* 4th Edition. s.l. : Elsevier Inc., 2018, 4, pp. 223-233.

108. A. Skolarikos , A. Neisius, A. Petřík, B. Somani, K. Thomas, G. Gambaro . *EAU Guidelines on Urolithiasis.* Arnhem : EAU Guidelines Office,the Netherlands, 2022. p. 22.

109. *Antibiotic prophylaxis in perioperative period of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of comparative studies.* Junjie Yu, Baoyu Guo, Jiangquan Yu, Tian Chen, Xue Han, Quan Niu, Shigao Xu, Zhe Guo, Qun Shi, Xinxin Peng, Zhexun Deng, Penglei Yang. 7, s.l. : Springer Berlin Heidelberg, 2020, World Journal of Urology, Vol. 38, pp. 1685-1700.

110. *Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy.* Christian Seitz, Mahesh Desai, Axel Hacker, Oliver W. Hakenberg, Evangelos Liatsikos, Udo Nagele, David Tolley. 1, s.l. : Elsevier B.V., 2012, European Urology, Vol. 61, pp. 146-158.

111. *Endoscopic Combined Intrarenal Surgery in Galdakao-Modified Supine Valdivia Position: A New Standard for Percutaneous Nephrolithotomy?* Cesare M. Scoffone, Cecilia M. Cracco, Marco Cossu, Susanna Grande, Massimiliano Poggio, Roberto M. Scarpa. 6, s.l. : Elsevier B.V., 2008, European Urology, Vol. 54, pp. 1393-1403.

112. *ECIRS (Endoscopic Combined IntraRenal Surgery) in the Galdakao-modified supine Valdivia position: a new life for percutaneous surgery?* Cecilia Maria Cracco, Cesare Marco Scoffone. s.l. : Springer-Verlag, 2011, World Journal of Urology, Vol. 29, pp. 821-827.

113. *Changing Trends in the Treatment of Nephrolithiasis in the Real World.* Kyung Jin Chung, Jae Heon Kim, Gyeong Eun Min, Hyoung Keun Park, Shufeng Li,

Francesco Del Giudice, Deok Hyun Han, Benjamin I Chung. 3, s.l. : Mary Ann Liebert, Inc., 2019, Journal of Endourology, Vol. 33, pp. 248-253.

114. *Role of Laparoscopic Stone Surgery.* Assimos, Rahul A. Desai and Dean G. 4, s.l. : Elsevier Inc., 2008, Urology, Vol. 71, pp. 578-580.

115. Manish N. Patel, Jorge Gutierrez-Acevez. Kidney: Reconstruction. [book auth.] Jr., Stuart S. Howards, Glenn M. Preminger Joseph A. Smith. *Hinman's Atlas of Urologic Surgery.* 4th Edition. s.l. : Elsevier Inc., 2018, 3.

116. *Laparoscopic anatrophic nephrolithotomy: Feasibility study in a chronic porcine model.* 2, s.l. : American Urological Association, 2003, Journal of Urology, Vol. 169, pp. 691-696.

117. *The management of large staghorn renal stones by percutaneous versus laparoscopic versus open nephrolithotomy: a comparative analysis of clinical efficacy and functional outcome.* Alireza Aminsharifi, Dariush Irani, Mansour Masoumi, Bahman Goshtasbi, Amirhossein Aminsharifi, Reza Mohamadian. 6, s.l. : Springer Berlin Heidelberg, 2016, Urolithiasis, Vol. 44, pp. 551-557.

118. *Laparoscopic transperitoneal pyelolithotomy for management of staghorn renal calculi.* Akbar Nouralizadeh, Nasser Simforoosh, Mohammad Hossein Soltani, Reza Sarhangnejad, Arash Ardestanizadeh, Shahram Shabaninia and Seyed Amir Mohsen Ziaee. 1, s.l. : Mary Ann Liebert, Inc., 2012, Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques, Vol. 22, pp. 61-65.

119. *Management of lithiasis in pelvic kidney through laparoscopy-guided percutaneous transperitoneal nephrolithotripsy.* Alesse R. Dos Santos, Delson C. B. Rocha Filho, Luis C. F. Tajra. 1, 2004, International Brazilian Journal of Urology, Vol. 30, pp. 32-33.

120. *Laparoscopic Ureterolithotomy.* Selçuk Şahin, Bekir Aras, Mithat Ekşi, Nevzat Can Şener, Volkan Tuğcu. 1, s.l. : Society of Laparoendoscopic Surgeons, Inc., 2016, Journal of Society of Laparoscopic and Robotic Surgeons, Vol. 20, pp. 1-7.

121. *Logistic Regression.* Campbell, Todd G. Nick and Kathleen M. Methods in Molecular Biology, Vol. 404, pp. 273-301.

122. *What is a support vector machine?* Noble, William S. 12, 2006, Computational Biology, Vol. 24, pp. 1565-1567.

123. *Applications of Support Vector Machine (SVM) Learning in Cancer Genomics.* SHUJUN HUANG, NIANGUANG CAI, PEDRO PENZUTI PACHECO, SHAVIRA NARANDES, YANG WANG, WAYNE XU. 2018, CANCER GENOMICS & PROTEOMICS, Vol. 15, pp. 41-51.

124. *Göğüs Verileri Metrikleri Üzerinden Kanser Sınıflandırılması.* Emine Cengil, Ahmet Çınar. 2, 2020, DÜMF Mühendislik Dergisi, Vol. 11, pp. 513-519.

125. *Approximating XGBoost with an interpretable decision tree.* Omer Sagi, Lior Rokach. 2021, Information Sciences, Vol. 572, pp. 522-542.
126. Stuart Russell, Peter Norvig. *Artificial Intelligence A Modern Approach.* 4th. 2021.
127. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman. *The Elements of Statistical Learning.* Second Edition. 2008.
128. *Data Analytics in Asset Management: Cost-Effective Prediction of the Pavement Condition Index.* S. Madeh Pirayonesi, and Tamer E. El-Diraby. 1, 2019, ASCE, Vol. 26, pp. 1-23.
129. *Veri Seti - Sınıflandırma İlişkisinde Performansa Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi.* Abdullah Alan, Murat Karabatak. 2, 2020, Fırah Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi, Vol. 32, pp. 531-540.
130. *Multi-class AdaBoost.* Ji Zhu, Saharon Rosset, Hui Zou, Trevor Hastie. 2006, pp. 1-20.
131. *Hafif Gradyan Artırma Makineleri ile Tarımsal Ürünlerin Sınıflandırılması.* Mustafa Üstüner, Saygın Abdikan, Gökhan Bilgin, Füsün Balık Şanlı. 2, 2020, Turkish Journal of Remote Sensing and GIS, Vol. 1, pp. 97-105.
132. *Random Decision Forests.* Ho, Tin Kam. 1995, pp. 1-5.
133. *The Random Subspace Method for Constructing Decision Forests.* Barandiaran, Inigo. 8, 1998, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 20.
134. *Hibrit Açıklanabilir Yapay Zeka Tasarımı ve LIME Uygulaması.* R.A. Selim Deliloğlu, Ayça Çakmak Pehlivanlı. 2021, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Vol. 27, pp. 228-236.
135. *“Why Should I Trust You?” Explaining the Predictions of Any Classifier.* Marco Tulio Ribeiro, Sameer Singh, Carlos Guestrin. 2016, KDD, pp. 1135-1144.
136. *A Unified Approach to Interpreting Model Predictions.* Scott M. Lundberg, Su-In Lee. 2017. pp. 1-10.
137. *Covid-19 Veri Kümesinin SMOTE Tabanlı Örnekleme Yöntemi Uygulanarak Sınıflandırılması.* Mustafa Yavaş, Aysun Güran, Mitat Uysal. 2020, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, pp. 258-264.
138. *Percutaneous Nephrolithotomy in Children.* Tina K. Schuster, Marc C. Smaldone, Timothy D. Averch, and Michael C. Ost. 10, s.l. : Mary Ann Liebert, Inc., 2009, Journal of Endourology, Vol. 23, pp. 1699-1705.
139. *A Nephrolithometric Nomogram to Predict Treatment Success of Percutaneous Nephrolithotomy.* Arthur Smith, Timothy D. Averch, Khaled Shahrour,

Dedan Opondo, Francisco P. J. Daels, Gaston Labate, Burak Turna and Jean J. M. C. H. de la Rosette. 2013, Journal of Urology, pp. 149-156.

140. *Skin-to-Stone Distance Has No Impact on Outcomes of Percutaneous Nephrolithotomy.* Umut Gonulalan, Murat Akand, Gokcen Coban, Tufan Cicek, Murat Kosan, Serdar Goktas, Hakan Ozkardes. 2014, Urologia Internationalis, Vol. 92, pp. 444-448.

141. *Comparison of Mini Percutaneous Nephrolithotomy (Mini PCNL) and Retrograde Intrarenal Surgery (RIRS) for the Minimal Invasive Management of Lower Caliceal Stones .* Alper Coskun, Bilal Eryildirim, Kemal Sarica, Emre Çamur, Utku Can, Erkin Saglam. 5, 2021, Journal of Urology, Vol. 18, pp. 485-490.

142. *Skin to calyx distance is not a predictive factor for miniaturized percutaneous nephrolithotomy outcomes .* Faruk Ozgor, Onur Kucuktopcu, Burak Ucpinar, Fatih Yanaral, Murat Binbay. 4, 2017, IBJU, Vol. 43, pp. 679-685.

143. *Prospective evaluation of outcome of percutaneous nephrolithotomy using the 'STONE' nephrolithometry score: A single-centre experience.* Muhammad Farhan, Syed M. Nazim, Basit Salam, M. Hammad Ather. s.l. : Elsevier, 2015, Arab Journal of Urology, Vol. 13, pp. 264-269.

144. *Number of Tracts or Stone Size: Which Influences Outcome of Percutaneous Nephrolithotomy for Staghorn Renal Stones?* Robab Maghsoudi, Masoud Etemadian, Pejman Shadpour, Mohammad Hadi Radfar, Hadi Ghasemi, Mohsen Shati. 2012, Urologia Internationalis, Vol. 89, pp. 103-106.

145. *Only Size Matters in Stone Patients: Computed Tomography Controlled Stone-Free Rates after Mini-Percutaneous Nephrolithotomy.* Dmitriy Kokov, Lukas Manka, Andreas Beck, Alexander Winter, Holger Gerullis, Pierre I. Karakiewicz, Peter Hammerer, Jonas Schiffmann. s.l. : S. Karger AG, 2019, Urologia Internationalis.

146. *Mean platelet volume: a quick, easy determinant of thrombotic risk?* Briggs, S. J. Machin and C. 2010, Journal of Thrombosis and Haemostasis, Vol. 8, pp. 146-7.

147. *Comparison of retrograde intrarenal surgery and standard percutaneous nephrolithotomy for management of stones at ureteropelvic junction with high-grade hydronephrosis.* Fang Wang, Yun Hong, Zesong Yang, Liefu Ye. 2021, Scientific Reports, Vol. 11, pp. 1-5.

148. *Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy for Simple and Complex Renal Caliceal Stones: A Comparative Analysis of More Than 10,000 Cases.* Guohua Zeng, Zhijian Zhao, ShawPong Wan, Zanlin Mai, Wenqi Wu, Wen Zhong and Jian Yuan. 10, 2013, Journal of Endourology, Vol. 27, pp. 1203-1208.

149. *The Effect of Stone Localization on the Success and Complication Rates of Percutaneous Nephrolithotomy.* Goksel Bayar, Mustafa Kadihasanoglu, Mustafa

Aydin, Umut Sariogullari, Orhan Tanriverdi, Muammer Kendirci. 6, 2014, Urology Journal, Vol. 11, pp. 1938-1942.

150. *Preoperative risk factors for complications of percutaneous nephrolithotomy.* Ahmed R. EL-Nahas, Mohamed A. Nabeeh, Mahmoud Laymon, Khaled Z. Sheir, Hamdy A. EL-Kappany, Yasser Osman. s.l. : Springer, 2021, Vol. 49, pp. 153-160.

151. *Factor Predicting Duration and Success of Semirigid Ureteroscopy for Ureteral Stones in Different Localizations.* Ekrem Guner, Yavuz Onur Danacioglu, Fatih Akkas, Ramazan Ugur, Salih Polat, Emre Aykanli, Abdullah Hizir Yavuzsan, Emre Sam and Abdulmuttalip Simsek. 3, 2021, Archivos Espanoles de Urologia, Vol. 74, pp. 335-342.

152. *Differences in Ureteroscopic Stone Treatment and Outcomes for Distal, Mid-, Proximal, or Multiple Ureteral Locations: The Clinical Research Office of the Endourological Society Ureteroscopy Global Study.* Enrique Perez Castro, Palle J.S. Osther, Viorel Jinga, Hassan Razvi, Konstantinos G. Stravodimos, Kandarp Parikh, Ali R. Kural, Jean J. de la Rosette. s.l. : Elsevier B.V., 2014, European Urology , pp. 1-8.

153. *Flexible Ureterorenoscopy versus Semirigid Ureteroscopy for the Treatment of Proximal Ureteral Stones: A Retrospective Comparative Analysis of 124 Patients.* Mert Ali Karadag, Aslan Demir, Murat Bagcioglu, Kursat Cecen, Ramazan Kocaaslan, Fatih Altunrende. 5, 2014, Urology Journal, Vol. 11, pp. 1867-1872.

154. *Impact of gender on success and complication rates after ureteroscopy.* M. Özsoy, Ö. Acar, K. Sarica, Z. Saratlija-Novakovic, H. Fajkovic, D. Librenjak, T. Esen, N. Scheffbuch, C. Seitz. s.l. : Springer, 2014, World Journal of Urology.

155. *Prognostic value of neutrophil-to-lymphocyte ratio in sepsis: a meta-analysis.* Zhiwei Huang, Zhaoyin Fu, Wujun Huang, Kegang Huang. s.l. : Elsevier Inc, 2019, American Journal of Emergency Medicine, pp. 1-30.

156. *Evaluation of stone size before flexible ureteroscopy: Which measurement is best?* R. Diamand, M. Idrissi-Kaitouni, E. Coppens, T. Roumeguère, F. Legrand. s.l. : ELSEVIER, 2017, Progres en Urologie, pp. 1-9.

157. *External validation of the T.O.HO. score and derivation of the modified T.O.HO. score for predicting stone-free status after flexible ureteroscopy in ureteral and renal stones.* Salih Polat, Yavuz Onur Danacioglu, Mustafa Soytaş, Serkan Yarimoglu, Omer Koras, Ali Emre Fakir, Kamil Gokhan Seker, Tansu Degirmenci. 2021, The International Journal of Clinical Practice, pp. 1-9.

158. *Flexible ureterorenoscopy versus miniaturized PNL for solitary renal calculi of 10–30 mm size.* Thomas Knoll, Jan Peter Jessen, Patrick Honeck, Gunnar Wendt-Nordahl. 2011, World Journal of Urology, Vol. 29, pp. 755-759.

159. *Successful outcome of flexible ureteroscopy with holmium laser lithotripsy for renal stones 2 cm or greater.* Ryoji Takazawa, Sachi Kitayama and Toshihiko Tsujii. 2012, International Journal of Urology, Vol. 19, pp. 264-267.

160. *Prognostic factors for severe infection after flexible ureteroscopy: Clinical interest of urine culture the day before surgery?* E. Alezra, J. Lasselin, T. Forzini, T. François, L. Viart, F. Saint. s.l. : Elsevier, 2015, Progres en Urologie, pp. 1-7.

161. *Predictive risk factors for systemic inflammatory response syndrome following ureteroscopic laser lithotripsy.* Yusuke Uchida, Ryoji Takazawa, Sachi Kitayama, Toshihiko Tsujii. 2017, pp. 1-7.

162. *Preoperative hydronephrosis is a predictive factor of ureteral stenosis after flexible ureteroscopy: a propensity scores matching analysis.* Yuefan Shen, Anping Xiang and Sihai Shao. 153, 2021, BMC Urology, Vol. 21, pp. 1-6.



EKLER

EK 1. URS yapılan 520 hastanın operasyon öncesi, operasyon esnası ve operasyon sonrası verileri

DEĞİŞKENLER	DEĞERLER
Yaş (ortalama $\pm$ SS)	41,63 $\pm$ 16,95
Cinsiyet (erkek/kadın)	376/144
Ateş yüksekliği(var/yok)	26/494
Dizüri (var/yok)	135/385
Ek hastalık (var/yok)	139/381
Nitrit (negatif/pozitif)	509/11
İdrar pH değeri (7 ve üzeri/<7)	27/493
Lökosit esterase (negatif/pozitif +1/+2/+3)	324/76/56/64
Piyüri (hasta sayısı/%)	160/%30,8
İdrar kültürü(üreme var/üreme yok)	17/503
Lökosit sayısı (ortalama $\pm$ SS)	9,76 $\pm$ 3,72
Eritrosit sayısı (ortalama $\pm$ SS)	4,96 $\pm$ 0,6
Hemoglobin (ortalama $\pm$ SS)	14,13 $\pm$ 1,8
Hematokrit (ortalama $\pm$ SS)	43,14 $\pm$ 5,28
Ortalama eritrosit hacmi (ortalama $\pm$ SS)	87,03 $\pm$ 6,44
Kan hücresinde ortalama hemoglobin (ortalama $\pm$ SS)	29,03 $\pm$ 10,97
Ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu (ortalama $\pm$ SS)	32,72 $\pm$ 2,01
Eritrosit dağılım genişliği (ortalama $\pm$ SS)	12,36 $\pm$ 1,36
Trombosit sayısı (ortalama $\pm$ SS)	249,14 $\pm$ 72,1
Trombosit dağılım genişliği (ortalama $\pm$ SS)	17,02 $\pm$ 3,11
Plateletkrit (ortalama $\pm$ SS)	0,19 $\pm$ 0,05
Ortalama trombosit hacmi (ortalama $\pm$ SS)	8,14 $\pm$ 1,44

Nötrofil (ortalama± SS)	6,35±3,4
Lenfosit (ortalama± SS)	2,31±0,89
Monosit (ortalama± SS)	0,68±0,29
Nötrofil/lenfosit oranı (ortalama± SS)	3,55±3,99
Platelet/lenfosit oranı (ortalama± SS)	121,97±64,01
Monosit/lenfosit oranı (ortalama± SS)	0,35±0,28
Taraf (sağ/sol) (hasta sayısı) (%)	(252/268)(%48,5/%51,5)
Taş lokalizasyonu (hasta sayısı/%)	
-proksimal üreter	240/%46,2
-orta üreter	49/%9,4
-distal üreter	231/%44,4
Taş çapı(anteriyor-posteriyor yön) (ortalama± SS) (cm)	0,8±0,27
Taş çapı(medial-lateral yön) (ortalama± SS) (cm)	0,74±0,27
Taş çapı(kranial-kaudal yön) (ortalama± SS) (cm)	1,01±0,45
Taşın yüzey alanı (ortalama± SS) (cm ²)	0,64±0,44
HU değeri (ortalama± SS)	815,6±336,91
Hidronefroz (yok, hafif, orta, şiddetli)	
-yok (hasta sayısı/%)	17/%3,3
-hafif (hasta sayısı/%)	74/%14,2
-orta (hasta sayısı/%)	282/%54,2
-şiddetli (hasta sayısı/%)	147/%28,3
Taşsızlık (hasta sayısı/%)	401/%77,1
Komplikasyon (hasta sayısı/%)	53/%10,2
Enfeksiyöz komplikasyon (hasta sayısı/%)	22/%4,2

EK 2. PNL yapılan 287 hastanın operasyon öncesi, operasyon esnası ve operasyon sonrası verileri

DEĞİŞKENLER	DEĞERLER
Yaş(ortalama $\pm$ SS)	40,58 $\pm$ 16,51
Cinsiyet (erkek/kadın)	176/111
Ateş yüksekliği(var/yok)	5/282
Dizüri (var/yok)	44/243
Ek hastalık (var/yok)	72/215
Nitrit (negatif/pozitif)	281/6
İdrar pH değeri(7 ve üzeri/<7)	13/274
Lökosit esteraz(negatif/pozitif +1,+2,+3)	120/43/56/68
Piyüri (hasta sayısı/%)	153/%53,3
İdrar kültürü(üreme var/üreme yok)	18/269
Lökosit sayısı (ortalama $\pm$ SS)	8,4 $\pm$ 2,36
Eritrosit sayısı(ortalama $\pm$ SS)	5,1 $\pm$ 0,52
Hemoglobin(ortalama $\pm$ SS)	14,48 $\pm$ 1,78
Hematokrit(ortalama $\pm$ SS)	44,01 $\pm$ 4,83
Ortalama eritrosit hacmi(ortalama $\pm$ SS)	86,36 $\pm$ 5,92
Kan hücresinde ortalama hemoglobin(ortalama $\pm$ SS)	28,45 $\pm$ 2,45
Ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu(ortalama $\pm$ SS)	32,89 $\pm$ 1,42
Eritrosit dağılım genişliği(ortalama $\pm$ SS)	13,35 $\pm$ 1,95
Trombosit sayısı(ortalama $\pm$ SS)	272,29 $\pm$ 91,67
Trombosit dağılım genişliği(ortalama $\pm$ SS)	17,83 $\pm$ 2,73
Plateletkrit(ortalama $\pm$ SS)	0,21 $\pm$ 0,06
Ortalama trombosit hacmi(ortalama $\pm$ SS)	7,85 $\pm$ 1,8
Nötrofil(ortalama $\pm$ SS)	4,97 $\pm$ 1,85

Lenfosit(ortalama± SS)	2,56±0,77
Monosit(ortalama± SS)	0,53±0,22
Nötrofil/lenfosit oranı(ortalama± SS)	2,29±3,81
Platelet/lenfosit oranı(ortalama± SS)	124,18±200,86
Monosit/lenfosit oranı(ortalama± SS)	0,24±0,35
Taraf (sağ/sol) (hasta sayısı/%)	(149/138)(%51,9/%48,1)
Taş lokalizasyonu (hasta sayısı/%)	
-pelvis	(261/%90,9)
-üst kaliks	(51/%17,8)
-orta kaliks	(108/%37,6)
-alt kaliks	(182/%63,4)
Taş çapı(anteriyor-posteriyor yön) (ortalama± SS) (cm)	(2,07±0,75)
Taş çapı(medial-lateral yön) (ortalama± SS) (cm)	(2,45±0,92)
Taş çapı(kranial-kaudal yön) (ortalama± SS) (cm)	(2,84±1,2)
Taşın yüzey alanı (ortalama± SS) (cm ²)	(4,1±2,48)
HU değeri(ortalama± SS)	(1086,56±309,13)
Taş cilt mesafesi(ortalama± SS)(cm)	(7,86±2,19)
Hidronefroz (yok, hafif, orta, şiddetli)(hasta sayısı/%)	
-yok	(9/%3,1)
-hafif	(13/%4,5)
-orta	(114/%39,7)
-şiddetli	(151/%52,6)
Taşısızlık (hasta sayısı/%)	(230/%80,1)
Komplikasyon (hasta sayısı/%)	(46/%16)
Enfeksiyöz komplikasyon (hasta sayısı/%)	(3/%1)
Kanama (hasta sayısı/%)	(23/%8)

EK 3. RİRC yapılan 110 hastanın operasyon öncesi, operasyon esnası ve operasyon sonrası verileri

DEĞİŞKENLER	DEĞERLER
Yaş(ortalama $\pm$ SS)	38,86 $\pm$ 20,47
Cinsiyet (erkek/kadın)	73/37
Ateş yüksekliği(var/yok)	1/109
Dizüri (var/yok)	33/77
Ek hastalık (var/yok)	34/76
Nitrit (negatif/pozitif)	108/2
İdrar pH değeri(7 ve üzeri/<7)	8/102
Lökosit esteraz(negatif/pozitif +1,+2,+3)	48/16/11/35
Piyüri (hasta sayısı/%))	59/53,6
İdrar kültürü(üreme var/üreme yok)	8/102
Lökosit sayısı (ortalama $\pm$ SS)	8,75 $\pm$ 2,95
Eritrosit sayısı(ortalama $\pm$ SS)	5,05 $\pm$ 0,54
Hemoglobin(ortalama $\pm$ SS)	14,17 $\pm$ 2,05
Hematokrit(ortalama $\pm$ SS)	43,14 $\pm$ 5,87
Ortalama eritrosit hacmi(ortalama $\pm$ SS)	85,42 $\pm$ 7,02
Kan hücresinde ortalama hemoglobin(ortalama $\pm$ SS)	28,06 $\pm$ 2,64
Ortalama kan hücresi hemoglobin konsantrasyonu(ortalama $\pm$ SS)	32,85 $\pm$ 1,54
Eritrosit dağılım genişliği(ortalama $\pm$ SS)	12,85 $\pm$ 1,9
Trombosit sayısı(ortalama $\pm$ SS)	272,67 $\pm$ 80,95
Trombosit dağılım genişliği(ortalama $\pm$ SS)	16,31 $\pm$ 3,06
Plateletkrit(ortalama $\pm$ SS)	0,2 $\pm$ 0,05
Ortalama trombosit hacmi(ortalama $\pm$ SS)	7,77 $\pm$ 1,26
Nötrofil(ortalama $\pm$ SS)	5,02 $\pm$ 2,23

Lenfosit(ortalama± SS)	2,64±1,03
Monosit(ortalama± SS)	0,62±0,24
Nötrofil/lenfosit oranı(ortalama± SS)	2,27±1,79
Platelet/lenfosit oranı(ortalama± SS)	115,21±48,85
Monosit/lenfosit oranı(ortalama± SS)	0,26±0,15
Taraf (sağ/sol) (hasta sayısı/%)	(63/47)(%57,3/%42,7)
Taş lokalizasyonu (hasta sayısı/%)	
-pelvis	(95/%86,4)
-üst kaliks	(14/%12,7)
-orta kaliks	(29/%26,4)
-alt kaliks	(52/%47,3)
-üreteropelvik bileşke(UPJ)	(11/%10)
-proksimal üreter	(11/%10)
Taş çapı(anteriyor-posteriyor yön) (ortalama± SS) (cm)	(1,25±0,38)
Taş çapı(medial-lateral yön) (ortalama± SS) (cm)	(1,34±0,42)
Taş çapı(kranial-kaudal yön) (ortalama± SS) (cm)	(1,54±0,64)
Taşın yüzey alanı (ortalama± SS) (cm ²)	(1,52±0,85)
HU değeri(ortalama± SS)	(1010,79±353,07)
Hidronefroz (yok, hafif, orta, şiddetli)(hasta sayısı/%)	
-yok	(5/%4,5)
-hafif	(5/%4,5)
-orta	(50/%45,5)
-şiddetli	(50/%45,5)
Taşısızlık (hasta sayısı/%)	(83/%75,5)
Komplikasyon (hasta sayısı/%)	(17/%15,5)
Enfeksiyöz komplikasyon (hasta sayısı/%)	(9/%8,2)

