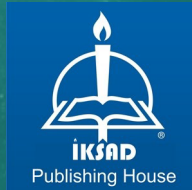


CERRAHİ TIP BİLİMLERİNDE MODERN ÇALIŞMALAR-II

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Ali UZUNKÖY

Doç. Dr. Mehmet Sait BERHUNİ



CERRAHİ TIP BİLİMLERİNDE MODERN ÇALIŞMALAR-II

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Ali UZUNKÖY

Doç. Dr. Mehmet Sait BERHUNİ

YAZARLAR

Prof. Dr. Ahmet TEKİN

Prof. Dr. Bülent ERKEK

Prof. Dr. Sezgin ZEREN

Doç. Dr. Ali Cihat YILDIRIM

Doç. Dr. Ali SAPMAZ

Doç. Dr. Mehmet Fatih EKİCİ

Doç. Dr. Mehmet Sait BERHUNİ

Doç. Dr. Serhan YILMAZ

Doç. Dr. Seyit Ali Volkan POLATKAN

Dr. Öğr. Üyesi Canbert ÇELİK

Dr. Öğr. Üyesi Ala ELCİRCEVİ

Dr. Öğr. Üyesi Murat ŞEN

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın SÖNMEZ

Uzm. Dr. Özen ATALAY ÖZMEN

Uzm. Dr. Reşit ÇİFTÇİ

Uzm. Dr. Vedat KAPLAN

Op. Dr. Yasin Orhan ERKUŞ

Dr. Öğr. Üyesi Nebi ACAR

Arş. Gör. Dr. Muhammed Alperen TAŞ

Dr. Mertcan KAYIKÇI



Copyright © 2026 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2026©

ISBN: 978-625-378-618-2

Cover Design: İbrahim KAYA

March / 2026

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	1
-------------------	----------

BÖLÜM 1

AKUT PANKREATİTTE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Doç. Dr. Ali SAPMAZ

Dr. Öğr. Üyesi Canbert ÇELİK.....	3
-----------------------------------	---

BÖLÜM 2

PERİTONEAL KARSİNOMATOZİSTE SİTOREDÜKTİF CERRAHİ VE HIPEC

Dr. Öğr. Üyesi Murat ŞEN.....	31
-------------------------------	----

BÖLÜM 3

AKILLI KONTAKT LENSLE VE BİYOSENSÖR TEKNOLOJİLERİNDE MODERN YAKLAŞIMLAR

Uzm. Dr. Özen ATALAY ÖZMEN.....	45
---------------------------------	----

BÖLÜM 4

METABOLİK CERRAHİNİN KANSER RİSKİ ÜZERİNE ETKİSİ

Uzm. Dr. Reşit ÇİFTÇİ.....	61
----------------------------	----

BÖLÜM 5

İNFLAMATUVAR BAĞIRSAK HASTALIKLARINDA CERRAHİ TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Doç. Dr. Mehmet Sait BERHUNİ.....	75
-----------------------------------	----

BÖLÜM 6

KASIK FITIĞI CERRAHİSİNDE GÜNCEL GELİŞMELER

Doç. Dr. Serhan YILMAZ

Op. Dr. Yasin Orhan ERKUŞ.....	81
--------------------------------	----

BÖLÜM 7

ANAL FİSSÜR VE ANAL FİSTÜLDE GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Uzm. Dr. Vedat KAPLAN.....	107
----------------------------	-----

BÖLÜM 8

İNDOSİYANİN YEŞİLİ (ICG) FLORESAN GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ VE CERRAHİDE GÜNCEL KULLANIM ALANLARI

Doç. Dr. Seyit Ali Volkan POLATKAN.....131

BÖLÜM 9

ADRENAL BEZ CERRAHİSİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Prof. Dr. Ahmet TEKİN

Dr. Öğr. Üyesi Nebi ACAR.....141

BÖLÜM 10

CERRAHİDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Dr. Öğr. Üyesi Ala ELCİRCEVİ.....155

BÖLÜM 11

KOLOREKTAL LEZYONLARDA ENDOSKOPIK SINIFLANDIRMA VE LEZYON KARAKTERİZASYONU

Doç. Dr. Ali Cihat YILDIRIM.....183

BÖLÜM 12

REKTUM KANSERİNDE YENİ UFUKLAR

Prof. Dr. Bülent ERKEK

Dr. Mertcan KAYIKCI.....201

BÖLÜM 13

GENEL CERRAHİ ALANINDA YENİ ARAŞTIRMA OLANAKLARI: YAPAY ZEKA, ROBOTİK CERRAHİ, NANOTEKNOLOJİ VE ÖTESİ

Doç. Dr. Mehmet Fatih EKİCİ

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın SÖNMEZ.....215

BÖLÜM 14

HEMORÖİD HASTALIĞININ GÜNCEL TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Prof. Dr. Sezgin ZEREN

Arş. Gör. Dr. Muhammed Alperen TAŞ.....231

ÖNSÖZ

Cerrahi branşlarda bilgi ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlediği günümüzde, klinik pratiğin bilimsel temellerle sürekli olarak yeniden şekillendiği bir dönemin içindeyiz. Multidisipliner bakış açısının giderek önem kazandığı modern tıpta, cerrahinin yalnızca teknik bir uygulama alanı değil, aynı zamanda bilimsel sorgulama ve yenilik üretme sürecinin merkezinde yer aldığı açıktır.

Bu bağlamda, cerrahi biliminin tarihsel gelişimine baktığımızda, İslam medeniyetinin ve özellikle Türk-İslam bilim dünyasının tıp alanına sunduğu katkılar dikkat çekici bir yer tutmaktadır. Orta Çağ'da Avrupa'da bilimsel faaliyetlerin sınırlı olduğu bir dönemde, İslam coğrafyasında yetişen hekim ve bilim insanları, cerrahinin temellerini sistematik bir şekilde ele almış ve modern tıbbın gelişimine yön vermiştir. Bu öncüler arasında, cerrahi teknikleri ayrıntılı biçimde tanımlayan ve eserleri yüzyıllar boyunca referans alınan Şerafeddin Sabuncuoğlu, yalnızca Anadolu tıp geleneğinin değil, dünya cerrahi tarihinin de önemli figürlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Onun "Cerrahiyyetü'l-Haniyye" adlı eseri, cerrahi girişimlerin görsellerle desteklenerek anlatıldığı ilk kapsamlı çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır.

Benzer şekilde, İbn-i Sina'nın "El-Kanun fi't-Tıb" adlı eseri, yalnızca teorik tıbbın değil, aynı zamanda cerrahi uygulamaların da bilimsel temellere oturtulmasında önemli bir rol oynamıştır. Anatomi, fizyoloji ve hastalıkların sistematik sınıflandırılması konularında ortaya koyduğu yaklaşım, yüzyıllar boyunca hem Doğu'da hem de Batı'da tıp eğitiminin temelini oluşturmuştur. Bunun yanı sıra, El-Zehravi (Abulcasis) gibi büyük cerrahlar, geliştirdikleri cerrahi aletler ve tekniklerle modern cerrahinin öncülerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Bu tarihsel miras, günümüz cerrahisinin ulaştığı ileri teknolojik düzey ile birleştiğinde, geçmiş ile gelecek arasında güçlü bir köprü kurmaktadır.

Minimal invaziv cerrahi tekniklerden robotik cerrahiye, görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemelerden kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarına kadar pek çok yenilik, cerrahinin sınırlarını her geçen gün daha ileriye taşımaktadır. Bu gelişmelerin ortak noktası ise, bilimsel merak, disiplinler arası iş birliği ve insan sağlığını önceleyen etik bir anlayışın rehberliğinde ilerlemesidir.

Elinizdeki bu kitap, alanında uzman akademisyenlerin katkılarıyla hazırlanmış olup, cerrahi pratiğin güncel bilgi birikimini sistematik ve anlaşılır bir şekilde sunmayı hedeflemektedir. Bu eser, hem eğitim sürecindeki genç hekimler için güvenilir bir kaynak, hem de deneyimli cerrahlar için güncel gelişmeleri takip edebilecekleri bir başvuru kitabı niteliği taşımaktadır.

Sonuç olarak, cerrahi biliminin tarihsel köklerinden güç alarak geleceğe yön veren bu çalışma, geçmişin birikimi ile bugünün yeniliklerini harmanlayarak okuyucularına bütüncül bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır. Bilimin evrensel ışığında, insanlığa hizmet etme idealini taşıyan tüm meslektaşlarımıza katkı sağlaması dileğiyle...

Prof. Dr. Ali UZUNKÖY

Doç. Dr. Mehmet Sait BERHUNİ

BÖLÜM 1

AKUT PANKREATİTTE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Doç. Dr. Ali SAPMAZ¹
Dr. Öğr. Üyesi Canbert ÇELİK²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19292972>

¹ Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Genel Cerrahi Bölümü, alisapmaz@gmail.com ,
orcid id: 0000-0002-0832-0477

² Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Genel Cerrahi Bölümü, canbertcelik@gmail.com,
orcid id: 0000-0002-5412-3458

1. Giriş

Akut pankreatit (AP), pankreasın ani gelişen inflamasyonu ile karakterize klinik bir hastalık olup dünya genelinde hastaneye yatış gerektiren en yaygın gastrointestinal hastalıklardan biridir. Son yıllarda yapılan epidemiyolojik çalışmalar akut pankreatit insidansının giderek arttığını göstermektedir. Küresel ölçekte akut pankreatitin yıllık insidansının 100.000 kişide yaklaşık 13–49 vaka arasında değiştiği bildirilmektedir (Peery et al., 2012; Iannuzzi et al., 2022). Hastalık her iki cinsiyette benzer sıklıkta görülmekle birlikte yaşın ilerlemesi ile birlikte görülme riskinin arttığı gösterilmiştir (Iannuzzi et al., 2022).

Akut pankreatitin klinik seyri oldukça değişken olup hafif ve kendini sınırlayan bir inflamasyondan pankreatik nekroz ve çoklu organ yetmezliği ile seyreden ağır bir tabloya kadar geniş bir spektrum gösterebilir (Szatmary et al., 2022). Hastaların büyük çoğunluğunda hastalık hafif seyretmekte ve destek tedavisi ile iyileşmektedir. Bununla birlikte olguların yaklaşık %15–20'sinde orta dereceli veya ağır pankreatit gelişebilmektedir. Bu hastalarda pankreatik nekroz, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu (SIRS) ve persistan organ yetmezliği gelişebilir ve yoğun bakım tedavisi gerekebilir (Huang & Badurdeen, 2023).

Akut pankreatit toplumun tüm kesimlerini etkileyebilmekle birlikte epidemiyolojik dağılım coğrafi bölge, yaşam tarzı ve risk faktörlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. En sık etiyolojik nedenler safra taşı hastalığı ve alkol kullanımıdır. Bu iki faktör akut pankreatit olgularının yaklaşık %70–80'inden sorumludur (Szatmary et al., 2022). Bunun dışında hipertrigliseridemi, bazı ilaçlar, travma, metabolik hastalıklar ve endoskopik retrograd kolanjiyopankreatografi (ERCP) sonrası gelişen pankreatit daha nadir görülen nedenler arasında yer almaktadır (Crockett et al., 2018).

Son yıllarda akut pankreatit nedeniyle hastaneye yatış oranlarında belirgin bir artış olduğu bildirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde akut pankreatitin yılda 288.000'den fazla hastane yatışına neden olduğu ve sağlık sistemi üzerinde önemli bir ekonomik yük oluşturduğu gösterilmiştir (Peery et al., 2012). Bu artışın kesin nedeni tam olarak açıklanamamakla birlikte obezite prevalansındaki artış ve buna bağlı gelişen safra taşı hastalığının önemli rol oynadığı düşünülmektedir (Szatmary et al., 2022).

Akut pankreatitin yönetimi son yıllarda önemli ölçüde değişmiştir. Güncel kılavuzlar erken ve uygun sıvı resüsitasyonu, erken enteral beslenme ve komplikasyon gelişen hastalarda minimal invaziv girişimsel yöntemlerin tercih edilmesini önermektedir. Ayrıca profilaktik antibiyotik kullanımının rutin olarak önerilmemesi ve pankreatik nekroz tedavisinde “step-up” yaklaşımının benimsenmesi güncel tedavi stratejilerinin temelini oluşturmaktadır (Huang & Badurdeen, 2023; Crockett et al., 2018).

Bu bölümde akut pankreatitin epidemiyolojisi, etiyolojisi, patofizyolojisi, tanı yöntemleri ve güncel tedavi yaklaşımları güncel literatür ışığında ele alınacaktır.

2. Etiyoloji

Akut pankreatit çok sayıda farklı etiyolojik faktöre bağlı olarak gelişebilen inflamatuvar bir hastalıktır. Bununla birlikte olguların büyük çoğunluğundan birkaç temel neden sorumludur. Güncel epidemiyolojik veriler akut pankreatit vakalarının yaklaşık %70–80’inin safra taşı hastalığı ve alkol kullanımı ile ilişkili olduğunu göstermektedir ((Szatmary et al., 2022; Huang & Badurdeen, 2023). Bunun dışında hipertrigliseridemi, endoskopik girişimler, bazı ilaçlar, metabolik hastalıklar, genetik faktörler ve travma daha nadir görülen nedenler arasında yer almaktadır. Ayrıntılı incelemelere rağmen hastaların bir kısmında belirgin bir etiyolojik faktör saptanamayabilir ve bu durum idiopatik akut pankreatit olarak tanımlanır (Yadav & Lowenfels, 2013).

Tablo 1. Akut pankreatitin başlıca etiyolojik nedenleri

Etiyoloji	Yaklaşık oran (%)
Safra taşı hastalığı	40–70
Alkol kullanımı	25–35
Hipertrigliseridemi	1–14
Post-ERCP	3–5
İlaçlar	<5
Diğer nedenler	<5
İdiopatik	10–30

2.1 Safra Taşına Bağlı Pankreatit

Safra taşı hastalığı akut pankreatitin en sık nedenidir ve olguların yaklaşık %40–70’inden sorumludur (Szatmary et al., 2022). Safra taşı pankreatitin patogeneğinde ampulla Vateri düzeyinde gelişen geçici obstrüksiyonun rol oynadığı düşünülmektedir (Opie, 1901). Küçük çaplı safra taşlarının pankreatit gelişimi açısından daha yüksek risk taşıdığı gösterilmiştir (Venneman et al., 2005).

2.2 Alkole Bağlı Pankreatit

Alkol kullanımı akut pankreatitin ikinci en sık nedenidir ve özellikle Batı ülkelerinde olguların yaklaşık %25–35’inden sorumludur (Szatmary et al., 2022). Alkol pankreatik asiner hücrelerde toksik etki oluşturmakta ve pankreatik sekresyonların viskozitesini artırarak pankreatik kanal sisteminde protein tıkaçlarının oluşmasına neden olabilmektedir (Lugea et al., 2015).

2.3 Hipertrigliseridemi

Serum trigliserid düzeylerinin genellikle 1000 mg/dL’nin üzerinde olduğu durumlarda pankreatit gelişme riski belirgin şekilde artmaktadır (Scherer et al., 2014). Patogeneşte pankreatik kapillerlerde trigliseridlerin parçalanması sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitlerinin pankreatik dokuda toksik etki oluşturduğu düşünülmektedir.

2.4 ERCP Sonrası Pankreatit

ERCP sonrası pankreatit iatrojenik pankreatitin en sık nedenlerinden biridir ve ERCP uygulanan hastaların yaklaşık %3–5’inde görülmektedir (Dumonceau et al., 2014).

2.5 Genetik Faktörler

PRSS1, CFTR, SPINK1 ve CTSC genlerinde saptanan mutasyonlar pankreatit gelişimi ile ilişkilendirilmiştir (Whitcomb, 2013).

2.6 İlaçlara Bağlı Pankreatit

İlaç ilişkili pankreatit nadir görülmekte olup tüm akut pankreatit vakalarının %5’inden azını oluşturmaktadır (Wolfe et al., 2020).

2.7 İdiopatik Pankreatit

Ayrıntılı klinik değerlendirme ve görüntüleme yöntemlerine rağmen bazı hastalarda pankreatitin nedeni saptanamayabilir. Bu olgular idiyopatik akut pankreatit olarak tanımlanır ve vakaların yaklaşık %10–30'unu oluşturur (Yadav & Lowenfels, 2013).

3. Patofizyoloji

Akut pankreatit patogeneğinde pankreatik enzimlerin pankreas içinde erken aktivasyonu temel rol oynamaktadır. Normal koşullarda pankreatik enzimler zimogen formunda sentezlenir ve duodenumda aktive olur. Ancak pankreatit gelişiminde bu enzimlerin pankreas içinde erken aktivasyonu meydana gelir ve pankreatik dokuda oto-sindirim süreci başlar (Banks et al., 2013; Szatmary et al., 2022).

Asiner hücrelerde meydana gelen hasar hücre içi kalsiyum dengesinin bozulmasına yol açar. Bu durum lizozomal enzimlerin pankreatik zimogenlerle aynı hücre içi vakuollerde birleşmesine ve tripsinojenin tripsine dönüşmesine neden olur (Zator & Whitcomb, 2017). Tripsin aktivasyonu pankreatit patogeneğinde kritik bir basamak olup diğer pankreatik enzimlerin aktivasyonunu tetikleyerek inflamatuvar süreci başlatır.

Enzim aktivasyonu sonucunda pankreas dokusunda ödem, vasküler permeabilite artışı ve mikrosirkülasyonu bozukluklar gelişir (Huang & Badurdeen, 2023). Bu süreç pankreatik nekroz gelişimine katkıda bulunabilir.

İnflamatuvar yanıt sırasında TNF- α , IL-1, IL-6 ve IL-8 gibi sitokinler önemli rol oynar (Makhija & Kingsnorth, 2002). Bu mediatörler nötrofillerin pankreas dokusuna göçünü artırarak inflamasyonun şiddetlenmesine neden olur.

Şiddetli olgularda lokal inflamasyon sistemik dolaşıma yayılabilir ve sistemik inflamatuvar yanıt sendromu (SIRS) gelişebilir. Persistan SIRS gelişimi akut pankreatitte mortalitenin en önemli belirleyicilerinden biridir (Wu & Banks, 2013).

Mikrovasküler bozukluklar pankreas dokusunda nekroz gelişimine yol açabilir. Nekrotizan pankreatitte nekrotik dokunun enfekte olması ciddi sepsis ve çoklu organ yetmezliği ile ilişkilidir (Banks & Freeman, 2006).

4. Şiddetin Belirlenmesi

Akut pankreatitte hastalık şiddetinin doğru ve erken belirlenmesi uygun tedavi stratejisinin planlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Hastaların bir kısmında başlangıçta ağır pankreatit tablosu ile başvurmakla birlikte, başlangıçta hafif seyreden olguların bazılarında hastalık kısa sürede kötüleşerek ağır pankreatite ilerleyebilir. Bu nedenle hastaların erken dönemde klinik bulgular, laboratuvar parametreleri ve görüntüleme sonuçları açısından dikkatle izlenmesi gerekmektedir (Tenner, 2004). Akut pankreatitte hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde günümüzde en yaygın kullanılan sistem Revize Atlanta sınıflaması olmakla birlikte, alternatif olarak Determinant-Based sınıflama sistemi de kullanılmaktadır (Tablo 2) (Trikudanathan, 2024). Hastaların büyük çoğunluğunda (%80) hastalık hafif seyirli ve kendini sınırlayan bir klinik tablo şeklinde görülmektedir. Hafif akut pankreatit, organ yetmezliğinin ve pankreatik nekroz veya sıvı koleksiyonu gibi lokal komplikasyonların bulunmaması ile tanımlanır. Bu hastalarda genellikle ilk 48 saat içerisinde klinik düzelme görülür ve hastalar oral beslenmeyi tolere edebilir. Hastaların yaklaşık %20'sinde ise hastalık daha ağır bir klinik tabloya ilerleyerek orta dereceli veya ağır pankreatit gelişebilir. Bu durum komplikasyon riskinin artması, hastanede kalış süresinin uzaması ve mortalite oranlarının yükselmesi ile ilişkilidir. Orta dereceli akut pankreatit, lokal komplikasyonların varlığı veya 48 saatten kısa süren geçici organ yetmezliği ile tanımlanırken; ağır akut pankreatit 48 saatten uzun süren persistan organ yetmezliği ile karakterizedir (Banks et al., 2013).

Tablo 2. Revize Atlanta Sınıflaması ve Determinant-Based Sınıflaması

Revize Atlanta Sınıflaması (2012)	Tanım	Determinant-Based Sınıflaması	Tanım
Hafif akut pankreatit	Organ yetmezliği yoktur. Lokal veya sistemik komplikasyon gelişmez.	Hafif akut pankreatit	Lokal komplikasyon yoktur ve organ yetmezliği bulunmaz.
Orta dereceli akut pankreatit	Geçici organ yetmezliği (<48 saat) ve/veya lokal veya sistemik komplikasyonlar	Orta dereceli akut pankreatit	Steril lokal komplikasyonlar ve/veya geçici organ yetmezliği (<48 saat)
Ağır akut pankreatit	Persistan organ yetmezliği (>48 saat)	Ağır akut pankreatit	Enfekte lokal komplikasyon veya persistan organ yetmezliği (>48 saat)
—	—	Kritik akut pankreatit	Enfekte lokal komplikasyon ve persistan organ yetmezliği

Akut pankreatitte gelişebilen lokal komplikasyonların başında peripankreatik sıvı koleksiyonları ve pankreatik ya da peripankreatik nekroz gelmektedir. Lokal komplikasyonlar Tablo 3.'de gösterilmiştir. Nekrotik alanlar başlangıçta steril olabilir, ancak ilerleyen süreçte enfeksiyon gelişebilir. Organ yetmezliğinin değerlendirilmesinde Modified Marshall skorlama sistemi kullanılmakta ve solunum, kardiyovasküler ile renal sistemler bu kapsamda

incelenmektedir. Bu sistemde ilgili organlardan herhangi birinde skorun 2 ve üzerinde olması organ yetmezliği varlığını göstermektedir.

Tablo 3. Akut pankreatitte lokal komplikasyonlar

Komplikasyon	Tanım
Akut peripankreatik sıvı koleksiyonu	İnterstisyel pankreatitte erken dönemde gelişen sıvı koleksiyonu
Pankreatik psödokist	Genellikle 4 haftadan sonra gelişen kapsüllü sıvı koleksiyonu
Akut nekrotik koleksiyon (ANC)	Nekrotizan pankreatitte erken dönemde görülen nekrotik koleksiyon
Walled-off nekroz (WON)	Nekrotik koleksiyonların 4 haftadan sonra kapsülleşmesi

4.1 Hastalık Şiddetinin Öngörülmesi

Akut pankreatitte hastalık şiddetinin erken dönemde öngörülmesi klinik yönetim açısından büyük önem taşımaktadır. Hastaların küçük bir kısmı başlangıçta ağır pankreatit ile başvurmakla birlikte, başlangıçta hafif seyreden bazı olgularda klinik durum hızla kötüleşebilir. Bu nedenle hastaların erken dönemde yakından izlenmesi ve ağır pankreatit gelişme riski taşıyan bireylerin erken dönemde belirlenmesi gereklidir.

Hastalık şiddetini öngörmek amacıyla klinik, laboratuvar ve görüntüleme bulgularını içeren çok sayıda prognostik model geliştirilmiştir. Ancak bu modellerin çoğunun özgüllüğü sınırlıdır ve ağır pankreatit gelişimini erken dönemde yüksek doğrulukla tahmin etmek her zaman mümkün değildir. Güncel kılavuzlar hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde klinik risk faktörleri, inflamatuvar yanıt bulguları ve laboratuvar parametrelerinin birlikte değerlendirilmesini önermektedir (Trikudanathan, 2024).

IAP/APA kılavuzuna göre, akut pankreatit şiddetini öngörmeye en pratik yaklaşım; yatışta SIRS varlığının değerlendirilmesi ve semptom başlangıcından itibaren 48. saatte SIRS'in devam edip etmediğinin tekrar gözden geçirilmesidir. Özellikle 48 saatten uzun süren (persistan) SIRS, ağır pankreatit ve olumsuz klinik sonuçlarla güçlü biçimde ilişkilidir. Kılavuz ayrıca, SIRS kriterlerinin tek başına veya yüksek CRP ve/veya IL-6 gibi inflamatuvar

belirteçlerle birlikte kullanılması halinde ağır akut pankreatit öngörüsünün güçlendiğini belirtmektedir (IAP/APA Working Group, 2025).

Mortaliteyi öngörmeye, 5988 hastaya ait verileri içeren 30 çalışmanın meta-analizi, Ranson, APACHE II, bilgisayarlı tomografi şiddet indeksi (CTSI), modifiye CTSI, akut pankreatit şiddeti için yatak başı indeksi (BISAP) skoru ve CRP'yi karşılaştırdı. APACHE II'nin mortalite için en yüksek tahmin değerine sahip olduğunu gösterdi (AUC) 0,91, %95 CI 0,88–0,93) (Miko, 2019).

Akut pankreatitli hastaların sonuçlarını tahmin etmek dinamik ve çok boyutlu bir süreçtir. Hastanede yatış süresince akut pankreatit tedavisinin sonucunu tahmin etmenin en iyi stratejisi kalıcı organ yetmezliği varlığıdır. Schepers ve ark. kalıcı organ yetmezliği, büyük hasta gruplarında %39-42 gibi yüksek bir mortalite ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Schepers, 2017).

Ayrıca son yıllarda yapılan sistematik derlemeler ve meta-analizler, bazı hasta özelliklerinin akut pankreatitte ağır hastalık gelişimi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu risk faktörleri arasında ileri yaş (≥ 65 yıl), belirgin komorbidite yükü (Charlson komorbidite indeksi ≥ 3), artmış vücut kitle indeksi ($> 25 \text{ kg/m}^2$), artmış visseral yağ dokusu ve hipertrigliseridemi yer almaktadır. Bu faktörlerin varlığı, hastalarda ağır akut pankreatit gelişme olasılığının artması ile ilişkilendirilmiştir (IAP/APA Working Group, 2025).

Tüm bu bilgiler ışığında güncel kılavuzlar prognoz değerlendirmesinde konak risk faktörleri, klinik risk sınıflaması ve tedaviye yanıtın izlenmesi şeklinde “çok boyutlu” bir yaklaşımı önermektedir (IAP/APA Working Group, 2025).

5. Klinik Bulgular ve Tanı

Akut pankreatit klinik olarak geniş bir spektrumda seyredebilir. Hastalık bazı olgularda hafif ve kendini sınırlayan bir tablo şeklinde görülürken, bazı hastalarda ciddi sistemik komplikasyonlara ve organ yetmezliğine yol açabilen ağır bir klinik tabloya ilerleyebilir. Bu nedenle hastaların erken dönemde dikkatli bir klinik değerlendirmeden geçirilmesi ve uygun tanısal yöntemlerin kullanılması önemlidir (Triukudanathan, 2024).

5.1 Klinik Bulgular

Akut pankreatitin en tipik klinik bulgusu epigastrik bölgede başlayan ve sıklıkla sırta yayılan şiddetli karın ağrısıdır. Ağrı genellikle ani başlangıçlıdır ve birkaç saat içinde şiddetlenir. Hastalar sıklıkla öne eğilmekle ağrının kısmen azaldığını ifade ederler. Ağrıya çoğu zaman bulantı ve kusma eşlik eder

Fizik muayenede epigastrik hassasiyet, abdominal distansiyon ve barsak seslerinde azalma görülebilir. İleri olgularda sistemik inflamatuvar yanıt bulguları olarak ateş, taşikardi ve taşipne gelişebilir. Nadir durumlarda retroperitoneal kanamaya bağlı olarak Cullen bulgusu (periumbilikal ekimoz) ve Grey Turner bulgusu (flank ekimozu) ortaya çıkabilir ve bu bulgular genellikle ağır hastalık ile ilişkilidir

5.2 Tanı Kriterleri

Akut pankreatit tanısı klinik bulgular, laboratuvar testleri ve görüntüleme yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesi ile konur. Revize Atlanta sınıflamasına göre akut pankreatit tanısı için aşağıdaki üç kriterden en az ikisinin bulunması gereklidir (Banks, 2013).

1. Akut pankreatit ile uyumlu karakteristik karın ağrısı
2. Serum amilaz veya lipaz düzeylerinin normal üst sınırın üç katından fazla olması
3. Görüntüleme yöntemlerinde akut pankreatit ile uyumlu bulguların saptanması

Bu kriterlerden ikisinin varlığı çoğu hastada tanı koymak için yeterlidir ve görüntüleme her zaman gerekli olmayabilir (Tenner, 2013).

5.3 Laboratuvar Bulguları

Akut pankreatitin tanısında en sık kullanılan biyokimyasal belirteçler amilaz ve lipaz enzimleridir. Serum lipaz düzeyi pankreatik hasarı göstermede daha spesifik olup genellikle hastalığın başlangıcından sonraki ilk 24 saat içinde yükselir ve birkaç gün yüksek kalabilir. Amilaz düzeyi ise daha erken yükselmekle birlikte özgüllüğü daha düşüktür. Hem lipaz hem de amilaz AP tanısında kullanılsa da, lipazın yarı ömrü daha uzundur ve ağrı başlangıcından sonra daha geç başvuran hastalarda tercih edilir. Diabetes mellituslu hastalarda, mekanizması net olarak bilinmemekle birlikte, diyabetik olmayan bireylere kıyasla daha yüksek bazal lipaz düzeyleri bildirilmiştir. Bu durum, bazı

olgularda tanısal eşik değeri olarak lipaz düzeyinin normal üst sınırın 3–5 katından daha yüksek olmasının gerekebileceğini düşündürmektedir. (Tenner, 2013). Lipaz ve amilaz yükselmelerinin çeşitli gastrointestinal ve gastrointestinal olmayan nedenleri de vardır. Ayırıcı tanıda gözden kaçırılmaması gerekir (Akshintala, 2018).

Bunun yanı sıra bazı laboratuvar parametreleri hastalığın şiddeti ve prognozu hakkında da bilgi sağlayabilir. C-reaktif protein (CRP) düzeyinin özellikle hastalığın 48. saatinde yüksek bulunması daha ağır bir hastalık seyri ile ilişkili olabilir. Artmış kan üre azotu (BUN), hematokrit ve serum kreatinin düzeyleri intravasküler volüm kaybı ve sistemik etkilenme hakkında ipucu verebilir (IAP/APA Working Group, 2013). Etiyolojinin belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla karaciğer fonksiyon testleri, trigliserid düzeyi ve serum kalsiyum düzeyi de değerlendirilmelidir (Tenner, 2013).

5.4 Görüntüleme Yöntemleri

Görüntüleme yöntemleri akut pankreatitin tanısında, etiyolojinin belirlenmesinde ve komplikasyonların değerlendirilmesinde önemli rol oynar. Abdominal ultrasonografi, özellikle safra taşlarının saptanmasında ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir

Kontrastlı bilgisayarlı tomografi (BT) pankreatik nekroz ve peripankreatik komplikasyonların değerlendirilmesinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemidir. Ancak erken dönemde yapılan BT incelemeleri pankreatik nekrozun henüz gelişmemiş olması nedeniyle hastalık şiddetini olduğundan daha hafif gösterebilir. Bu nedenle BT genellikle klinik olarak kötüleşen veya tanısı net olmayan hastalarda tercih edilmektedir (Trikudanathan, 2024). Ayrıca şiddeti değerlendirmek için ilk konvansiyonel BT'nin en uygun zamanlaması, semptomların başlangıcından en az 72-96 saat sonrasıdır. Ek olarak BT tabanlı skorlama sistemlerinin erken tedavi yaklaşımlarını veya klinik sonuçları doğrudan değiştirdiğine dair güçlü kanıt bulunmamakla birlikte, hastalık şiddetinin öngörülmesinde klinik skorlama sistemleriyle karşılaştırılabilir doğruluk sağladığı gösterilmiştir (Bollen, 2012).

Manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi (MRCP) pankreatik duktal yapıların değerlendirilmesinde ve sıvı koleksiyonlarının karakterizasyonunda kullanılan yöntemlerdir. MRCP özellikle 3 mm'ye kadar olan koledok taşlarını ve

pankreatik kanal anomalilerini saptamada avantaj sunmaktadır. Ayrıca kontrast madde alerjisi olan veya böbrek yetmezliği bulunan hastalarda gadolinyum kullanılmadan elde edilen T2 ağırlıklı görüntüler, pankreatik nekrozun değerlendirilmesinde yararlı bilgiler sağlayabilmektedir (Stimac, 2007).

6. Akut Pankreatitin Tedavisi

6.1 Tedavinin Genel İlkeleri

Akut pankreatit tedavisi temel olarak destekleyici yaklaşımlara dayanmakta olup erken dönemde uygun tedavinin başlanması hastalığın klinik seyrini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Güncel kılavuzlar akut pankreatit tedavisinde temel hedeflerin hastalık şiddetinin erken belirlenmesi, yeterli sıvı resüsitasyonunun sağlanması, ağrının kontrol altına alınması, uygun beslenme desteğinin verilmesi ve pankreatite yol açan etiyolojik faktörlerin tedavi edilmesi olduğunu vurgulamaktadır (Miko, 2019).

Akut pankreatitli hastaların büyük çoğunluğu hafif seyirli hastalık tablosu ile başvurmakta ve destekleyici tedavi ile birkaç gün içerisinde klinik iyileşme göstermektedir. Bununla birlikte hastaların yaklaşık %15–20'sinde orta dereceli veya ağır pankreatit gelişebilmektedir. Bu hastalarda sistemik inflamatuvar yanıt, organ yetmezliği ve lokal komplikasyonlar gelişebileceğinden yakın klinik izlem gereklidir. Özellikle hastalığın ilk 48–72 saatlik dönemi, klinik seyrin belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir(IAP/APA Working Group, 2025).

Hastalığın şiddetinin değerlendirilmesi tedavi stratejisinin belirlenmesi açısından önem taşır. Persistan organ yetmezliği gelişen hastalarda yoğun bakım izlemi gerekebilir. Bu nedenle akut pankreatitli hastalarda klinik bulgular, laboratuvar parametreleri ve organ fonksiyonları erken dönemde düzenli aralıklarla değerlendirilmelidir

Akut pankreatit yönetimi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Gastroenteroloji, genel cerrahi, yoğun bakım ve girişimsel radyoloji uzmanlarının koordinasyonu özellikle nekrotizan pankreatit gibi komplike olgularda tedavinin başarısı açısından büyük önem taşımaktadır (Trikudanathan, 2024).

6.2 Sıvı Resüsitasyonu

Akut pankreatit tedavisinin en önemli basamaklarından biri erken dönemde yeterli sıvı resüsitasyonunun sağlanmasıdır. Pankreatik inflamasyon sırasında gelişen kapiller geçirgenlik artışı ve üçüncü boşluk sıvı kaybı intravasküler hacim azalmasına yol açabilir. Bu durum pankreas dokusunda hipoperfüzyona neden olarak pankreatik nekroz gelişimine katkıda bulunabilir. Bu nedenle akut pankreatit tanısı konulan hastalarda mümkün olan en erken dönemde intravenöz sıvı tedavisine başlanması önerilmektedir. Geçmişte agresif sıvı tedavisinin mortaliteyi azaltabileceği düşünülmüş olsa da son yıllarda yapılan çalışmalar aşırı sıvı yüklenmesinin pulmoner ödem ve solunum yetmezliği gibi komplikasyonlara yol açabileceğini göstermiştir. Bu nedenle güncel yaklaşım orta düzeyde sıvı resüsitasyonu uygulanması yönündedir (Huang & Badurdeen, 2023). 2022 yılında yayımlanan WATERFALL randomize kontrollü çalışması, agresif sıvı tedavisi ile orta düzey sıvı tedavisini karşılaştırmış ve agresif sıvı tedavisinin sıvı yüklenmesi riskini artırdığını göstermiştir. Bu çalışmada agresif tedavi grubunda sıvı yüklenmesi oranı %20.5 iken orta düzey tedavi grubunda %6.3 olarak bulunmuştur (de Madaria, 2022). Genel olarak hipovolemi varlığında yaklaşık 10 ml/kg başlangıç bolusu, ardından 1.5 ml/kg/saat hızında intravenöz sıvı infüzyonu uygulanması önerilmektedir.

Sıvı tedavisinde tercih edilen solüsyon çoğu hastada laktatlı Ringer solüsyonudur. Çeşitli çalışmalar laktatlı Ringer solüsyonunun normal salin ile karşılaştırıldığında sistemik inflamatuvar yanıtın daha az gelişmesi ve hastanede kalış süresinin kısalması ile ilişkili olabileceğini göstermiştir (IAP/APA Working Group, 2025). Ayrıca Ringer laktat çözeltisi fizyolojik pH'a daha yakın iken normal salinin pH değeri yaklaşık 5,5'tir. Düşük pH ortamının tripsinojen aktivasyonunu artırarak pankreatik asiner hücreleri hasara karşı daha duyarlı hale getirdiği ve akut pankreatitin şiddetini artırabileceği deneysel çalışmalarda gösterilmiştir (Wu, 2011).

Sıvı tedavisinin etkinliği klinik ve laboratuvar parametreleri ile izlenmelidir. Kalp hızı, ortalama arter basıncı, idrar çıkışı, hematokrit ve kan üre azotu düzeyleri sıvı tedavisinin yeterliliğinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek önemli göstergelerdir. Özellikle kan üre azotu düzeyinin yüksek olması veya hastaneye yatışın ilk 24 saatinde artış göstermesi kötü prognoz ile ilişkilendirilmektedir (Wu, 2009)

6.3 Ağrı Yönetimi

Günümüzde akut pankreatitte ağrı tedavisinin temelini opioid analjezikler ve NSAİİ'ler oluşturmaktadır. Ağrının şiddetli olduğu olgularda genellikle opioidler tercih edilmektedir. 2019 yılında yapılan retrospektif bir çalışmada akut pankreatit tanısı alan hastaların yaklaşık %80'ine hastalığın erken döneminde opioid tedavisi uygulandığı bildirilmiştir (Wu, 2019). Bununla birlikte opioid kullanımı bağımlılık gelişimi, sedasyon, solunum depresyonu ve opioid ilişkili bağırsak disfonksiyonu gibi çeşitli yan etkilerle ilişkilidir. Bu durum bağırsak motilitesinde azalma, sfinkter tonusunda artış ve gastrointestinal sekresyonlarda azalma ile karakterize olup bulantı, kusma, reflü, abdominal distansiyon ve konstipasyon gibi semptomlara yol açabilir (Farmer, 2019). Ayrıca akut ağrı sendromlarının tedavisini değerlendiren randomize kontrollü çalışmaların yakın tarihli bir sistematik incelemesi, opioidlerin NSAİİ'lere kıyasla daha üstün analjezik etki göstermediğini ve bazı klinik durumlarda daha az etkili olabileceğini ortaya koymuştur (Chou, 2020).

Son yıllarda torasik epidural analjezi akut pankreatitte alternatif bir analjezik yaklaşım olarak dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmalarda epidural analjezinin hastaların %87,5–100'ünde yeterli ağrı kontrolü sağlayabildiği bildirilmiştir (Hui, 2022).

Opioid kullanımını azaltmak amacıyla gabapentin ve pregabalin gibi nöromodülatör ajanlar başta olmak üzere çeşitli yardımcı analjezikler de kullanılabilir. Bunun yanında N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptör antagonistleri, magnezyum, ketamin, intravenöz lidokain ve kanabinoidler gibi alternatif analjezik yaklaşımlar üzerine de araştırmalar devam etmektedir.

Akut pankreatite bağlı ağrı yönetimi her hastanın klinik durumuna göre bireyselleştirilmiş bir yaklaşım gerektirir. Analjezik tedavi planlanırken hem ağrının şiddeti hem de pankreatitin klinik ağırlığı dikkate alınmalıdır.

6.4 Beslenme Tedavisi

Akut pankreatit tedavisinde beslenme yaklaşımı son yıllarda önemli ölçüde değişim göstermiştir. Geçmişte pankreasın “dinlendirilmesi” amacıyla hastaların uzun süre oral alımdan uzak tutulması önerilmekteydi. Bu yaklaşımın pankreatik sekresyonu azaltarak inflamasyonu hafifleteceği düşünülmekteydi. Ancak son yıllarda yapılan klinik çalışmalar ve meta-analizler erken enteral beslenmenin pankreas üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını ve aksine klinik

sonuçları iyileştirebileceğini göstermiştir. Bu nedenle güncel yaklaşımda akut pankreatitli hastalarda mümkün olan en erken dönemde enteral beslenmenin başlatılması önerilmektedir (James, 2018).

Gecikmiş beslenme uygulanan hastalarda total nekrotizan pankreatit, enfekte peripankreatik nekroz ve çoklu organ yetmezliği insidansında istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmayan bir artış eğilimi bildirilmiştir (Wege, 2018).

Hafif akut pankreatitli hastalarda bulantı ve kusma bulunmaması ve abdominal ağrının gerilemesi durumunda oral beslenmeye erken dönemde başlanması önerilmektedir. Güncel kılavuzlar, oral beslenmenin çoğu hastada hastaneye yatışın ilk 24 saatinde başlatılabileceğini ve bu yaklaşımın hastanede kalış süresini kısaltabileceğini bildirmektedir (IAP/APA Working Group, 2025). Önceden yaygın olarak kullanılan berrak sıvı diyet ile başlama yaklaşımının gerekli olmadığı gösterilmiştir. Güncel çalışmalar hastaların doğrudan düşük yağlı katı diyet ile beslenmeye başlayabileceğini ve bunun klinik sonuçlar açısından güvenli olduğunu göstermektedir (Huang & Badurdeen, 2023).

Oral alımın tolere edilemediği veya orta-ağır pankreatit gelişen hastalarda enteral beslenme tercih edilmelidir. Enteral beslenme nazogastrik veya nazojejunal tüp aracılığıyla uygulanabilir. Geçmişte pankreatik sekresyonu artırabileceği düşüncesiyle nazojejunal beslenme daha fazla tercih edilmekteydi. Ancak son yıllarda yapılan randomize kontrollü çalışmalar ve sistematik derlemeler nazogastrik ve nazojejunal beslenme yöntemleri arasında mortalite, enfeksiyon gelişimi, organ yetmezliği veya komplikasyon oranları açısından anlamlı bir fark bulunmadığını göstermiştir (Dutta, 2020).

Akut pankreatitli hastalarda enteral beslenmeye genellikle saatte yaklaşık 25 mL hızında polimerik bir formül ile başlanır ve hastanın toleransına göre kademeli olarak artırılır. İleus varlığında dahi, mümkün olduğunda günlük hesaplanan enerji gereksiniminin (ideal vücut ağırlığı başına yaklaşık 25 kcal/kg) en az %30'una ulaşılması hedeflenir (Petrov, 2009). Enteral formülün tolere edilemediğini düşündüren klinik bulgular arasında abdominal ağrıda artış, nazogastrik beslenme sırasında kusma, abdominal distansiyon ve ishal yer alır.

Parenteral beslenme ise yalnızca enteral beslenmenin mümkün olmadığı durumlarda uygulanmalıdır. Enteral beslenmenin mümkün olduğu durumlarda

parenteral beslenme önerilmemektedir çünkü parenteral beslenme enfeksiyon riskini artırabilir ve bağırsak mukozasının atrofiye uğramasına neden olabilir. Bununla birlikte ciddi ileus, intestinal obstrüksiyon veya enteral beslenmenin tolere edilemediği durumlarda total parenteral beslenme gerekli olabilir (Kutsogiannis, 2011).

Sonuç olarak akut pankreatitli hastalarda beslenme tedavisinin temel prensibi mümkün olan en erken dönemde enteral beslenmenin başlatılmasıdır. Erken oral veya enteral beslenme hastanede kalış süresini kısaltabilir, enfeksiyon komplikasyonlarını azaltabilir ve genel klinik sonuçları iyileştirebilir. Bu nedenle güncel kılavuzlar akut pankreatit yönetiminde erken enteral beslenmenin standart tedavi yaklaşımının bir parçası olması gerektiğini vurgulamaktadır (IAP/APA Working Group, 2025).

6.5 Antibiyotik Kullanımı

Akut pankreatit tedavisinde antibiyotik kullanımının rolü uzun yıllardır tartışılan konular arasında yer almaktadır. Geçmişte özellikle nekrotizan pankreatit olgularında enfeksiyon gelişimini önlemek amacıyla profilaktik antibiyotik kullanımı önerilmiş olsa da günümüzde mevcut kanıtlar bu yaklaşımın klinik sonuçları anlamlı şekilde iyileştirmediğini göstermektedir. Bu nedenle güncel kılavuzlar steril pankreatik nekroz varlığında rutin antibiyotik profilaksisini önermemektedir (IAP/APA Working Group, 2025).

Nekrotizan pankreatit olgularında enfeksiyon gelişimi hastalığın prognozunu belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Enfekte pankreatik nekroz, akut pankreatitli hastalarda mortaliteyi belirgin şekilde artıran ciddi bir komplikasyondur. Bununla birlikte çok sayıda randomize kontrollü çalışma ve meta-analiz profilaktik antibiyotik kullanımının enfekte pankreatik nekroz gelişimini veya mortaliteyi anlamlı şekilde azaltmadığını göstermiştir (Huang & Badurdeen, 2023). Bu nedenle antibiyotik tedavisi yalnızca enfeksiyon varlığının klinik veya radyolojik olarak düşünülmesi durumunda uygulanmalıdır.

Enfekte pankreatik nekroz gelişiminden şüphelenilen hastalarda ateş, lökositoz, klinik kötüleşme ve organ yetmezliği bulguları görülebilir. Görüntüleme yöntemlerinde nekrotik koleksiyon içerisinde gaz varlığının saptanması enfeksiyon açısından oldukça spesifik bir bulgudur. Bu gibi durumlarda geniş spektrumlu antibiyotik tedavisinin başlanması

önerilmektedir. Antibiyotik seçimi pankreatik dokuda yeterli penetrasyon sağlayabilen ajanlardan yapılmalıdır. Karbapenemler, kinolonlar ve metronidazol kombinasyonları pankreatik nekroz dokusuna iyi penetrasyon göstermeleri nedeniyle sıklıkla tercih edilen antibiyotikler arasında yer almaktadır (Behrman, 2011).

Bunun yanı sıra akut pankreatitli hastalarda pankreas dışı enfeksiyonların gelişebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle ağır pankreatit olgularında yoğun bakım yatışı, invaziv girişimler ve immün yanıtın bozulması nedeniyle nozokomiyal enfeksiyon riski artmaktadır. Bu nedenle antibiyotik tedavisi aşağıdaki durumlarda endikedir:

- Enfekte pankreatik nekroz
- Akut kolanjit
- Bakteriyemi veya sepsis
- Pnömoni
- Üriner sistem enfeksiyonu

Son yıllarda antibiyotik kullanımının daha rasyonel hale getirilmesi amacıyla biyobelirteçlerin kullanımına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle prokalsitonin düzeylerinin enfeksiyon varlığını öngörmeye yararlı olabileceği gösterilmiştir. Prokalsitonin düzeyine dayalı algoritmaların kullanılması antibiyotik kullanımını azaltırken enfeksiyon komplikasyonlarını artırmamaktadır (Huang & Badurdeen, 2023). Bu nedenle gelecekte akut pankreatitte antibiyotik tedavisinin yönetiminde biyobelirteç temelli yaklaşımların daha fazla yer alması beklenmektedir.

Sonuç olarak mevcut kanıtlar akut pankreatitte profilaktik antibiyotik kullanımının rutin olarak önerilmediğini göstermektedir. Antibiyotik tedavisi yalnızca enfeksiyon varlığının klinik veya radyolojik olarak gösterildiği durumlarda uygulanmalı ve gereksiz antibiyotik kullanımından kaçınılmalıdır.

6.6 Lokal Komplikasyonların Yönetimi

Akut pankreatit sırasında gelişebilen lokal komplikasyonlar hastalığın klinik seyrini, tedavi yaklaşımını ve prognozunu önemli ölçüde etkileyebilir. Bu komplikasyonların tanımlanması ve sınıflandırılmasında günümüzde en yaygın kullanılan sistem 2012 yılında güncellenmiş Revize Atlanta sınıflamasıdır. Bu sınıflamaya göre akut pankreatite bağlı lokal komplikasyonlar dört ana başlık altında incelenmektedir: akut peripankreatik

sıvı koleksiyonu, akut nekrotik koleksiyon, pankreatik psödokist ve walled-off nekroz (Tablo 3).

Revize Atlanta sınıflamasına göre pankreatik ve peripankreatik koleksiyonlar ortaya çıkış zamanı ve içerik özelliklerine göre iki ana gruba ayrılmaktadır. Hastalığın ilk dört haftasında gelişen koleksiyonlar genellikle kapsül içermeyen erken dönem koleksiyonlar olarak değerlendirilirken, dört haftadan sonra gelişen ve belirgin bir kapsül ile çevrili olan koleksiyonlar geç dönem komplikasyonlar olarak tanımlanmaktadır.

Akut peripankreatik sıvı koleksiyonları, interstisyel ödematöz pankreatit olgularında görülen ve nekrotik materyal içermeyen sıvı birikimleridir. Bu koleksiyonlar çoğunlukla pankreas çevresindeki retroperitoneal alanlarda yer alır ve hastalığın erken döneminde ortaya çıkar. Çoğu olguda spontan gerileme eğiliminde olduklarından girişimsel tedavi gerektirmezler. Bununla birlikte nadir durumlarda koleksiyonların büyümesi, enfeksiyon gelişmesi veya semptomatik hale gelmesi durumunda drenaj işlemleri gerekebilir. İnterstisyel pankreatitli hastalarda yapılan klinik çalışmalarda akut peripankreatik sıvı koleksiyonlarının büyük bölümünün ilk 7–10 gün içerisinde kendiliğinden gerilediği, yalnızca küçük bir kısmının dört haftadan uzun süre devam ederek pankreatik psödokiste dönüştüğü bildirilmiştir (Lenhart, 2008).

Akut nekrotik koleksiyonlar ise pankreas parankimi veya peripankreatik dokularda gelişen nekroz ile ilişkili sıvı ve nekrotik doku içeren koleksiyonlardır. Bu koleksiyonlar genellikle hastalığın ilk dört haftası içerisinde ortaya çıkar ve nekrotizan pankreatit ile ilişkilidir. Nekrotizan pankreatit akut pankreatitin en ağır formlarından biri olup mortalite oranının belirgin şekilde arttığı bir klinik tabloya yol açabilir. Bununla birlikte nekrotik alanların önemli bir kısmı başlangıçta steril olup uygun destek tedavisi ile konservatif olarak izlenebilir.

Zaman içerisinde akut nekrotik koleksiyonların organize olması sonucunda kapsüllü nekrotik koleksiyonlar gelişebilir. Bu durum walled-off nekroz (WON) olarak adlandırılmaktadır. WON genellikle hastalığın başlangıcından yaklaşık dört hafta sonra ortaya çıkar ve kalın inflamatuvar bir kapsül ile çevrilidir. Bu lezyonlar hem sıvı hem de nekrotik materyal içerebilir ve klinik olarak abdominal ağrı, enfeksiyon, gastrik çıkış obstrüksiyonu veya safra yolu basısı gibi komplikasyonlara yol açabilir (Szatmary, 2022).

Pankreatik psödokistler ise pankreas kanal sisteminin hasarına bağlı olarak gelişen, yalnızca sıvı içeren ve belirgin bir kapsül ile çevrili koleksiyonlardır. Psödokistler çoğunlukla interstisyel pankreatit olgularında görülür ve epitelyal bir duvar içermezler. Çoğu psödokist asemptomatik olup zamanla spontan olarak gerileyebilir. Ancak büyük boyutlara ulaşan veya semptomlara yol açan psödokistlerde endoskopik, perkütan veya cerrahi drenaj yöntemleri uygulanabilir.

Nekrotizan pankreatitli hastalarda nekrotik alanlar başlangıçta genellikle steril olup konservatif tedavi ile takip edilebilir. Güncel kılavuzlar erken dönemde steril nekrotizan pankreatit olgularında girişimsel tedaviden kaçınılmasını ve destek tedavisinin sürdürülmesini önermektedir (IAP/APA Working Group, 2025).

Enfekte nekrotizan pankreatit tanısı klinik bulgular, laboratuvar parametreleri ve görüntüleme yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesi ile konulmaktadır. Ateş, lökositoz, artmış inflamatuvar belirteçler ve hastanın klinik durumunda kötüleşme enfeksiyon açısından uyarıcı bulgular olabilir. Görüntüleme çalışmalarında nekrotik koleksiyon içerisinde gaz saptanması enfeksiyon açısından oldukça spesifik bir bulgudur (Baron, 2020). Bununla birlikte tanıyı doğrulamak amacıyla ince iğne aspirasyonunun rutin olarak yapılması önerilmemektedir (IAP/APA Working Group, 2025).

Enfekte nekrotizan pankreatit tedavisinde başlangıç yaklaşımı genellikle konservatif tıbbi tedavidir. Bu kapsamda hastalara uygun beslenme desteği sağlanmalı ve pankreatik dokuda yeterli penetrasyon sağlayabilen geniş spektrumlu antibiyotikler intravenöz olarak uygulanmalıdır. Antifungal ajanların profilaktik veya ampirik kullanımı önerilmemektedir (Baron, 2020).

Girişimsel tedavi gereksinimi olan hastalarda güncel yaklaşım step-up stratejisi olarak adlandırılan aşamalı tedavi yöntemidir. Bu yaklaşımda ilk basamakta minimal invaziv drenaj yöntemleri uygulanır. Perkütan kateter drenajı veya endoskopik transluminal drenaj bu amaçla kullanılabilir. Drenaj işlemi ile klinik düzelme sağlanamayan hastalarda minimal invaziv nekrosektomi yöntemleri uygulanabilir. Endoskopik transluminal drenaj sırasında plastik stentler veya lümen apposing metal stentler kullanılabilir. Özellikle geniş nekrotik koleksiyonların bulunduğu veya enfekte walled-off nekroz olgularında metal stentlerin daha etkili olduğu bildirilmektedir.

Minimal invaziv yöntemlerin başarısız olduğu veya ek intraabdominal komplikasyonların bulunduğu nadir durumlarda açık cerrahi nekrosektomi gerekebilir. Bununla birlikte güncel tedavi stratejileri mümkün olduğunca minimal invaziv girişimlerin tercih edilmesini önermektedir (IAP/APA Working Group, 2025).

Sonuç olarak akut pankreatitte gelişen lokal komplikasyonların yönetimi komplikasyonun tipi, zamanlaması ve hastanın klinik durumuna göre belirlenmelidir. Çoğu koleksiyon konservatif tedavi ile izlenebilirken semptomatik veya enfekte koleksiyonlarda minimal invaziv girişimsel yöntemler tercih edilmektedir. Bu yaklaşım komplikasyon oranlarını azaltmakta ve klinik sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.

6.7 Biliyer Pankreatitin Yönetimi

Biliyer pankreatit akut pankreatitin en sık nedenlerinden biridir ve tedavinin temel amacı akut atağın tedavisine ek olarak safra taşı kaynaklı komplikasyonların ve pankreatit rekürrensini önlenmesidir. Bu nedenle akut atak kontrol altına alındıktan sonra safra kesesinin cerrahi olarak çıkarılması tedavinin önemli bir basamağını oluşturur.

Safra taşı pankreatiti geçiren hastalarda, endoskopik sfinkterotomi uygulanmış olsa bile rekürrens riskini azaltmak amacıyla iyileşme sonrasında kolesistektomi yapılması önerilmektedir (Laws, 2000). Kolesistektomi uygulanmayan hastalarda kısa dönemde tekrarlayan biliyer komplikasyonların gelişme riski yüksektir. Yapılan çalışmalarda kolesistektominin uygulanmaması durumunda yaklaşık 6–18 hafta içinde tekrarlayan pankreatit, akut kolesistit veya kolanjit gelişme riskinin %25–30 oranında olduğu bildirilmiştir. Bu risk özellikle endoskopik sfinkterotomi uygulanmamış hastalarda daha belirgindir (Hernandez, 2004).

Hafif şiddetli biliyer pankreatit olgularında kolesistektominin aynı hastane yatışı sırasında yapılması güvenli ve etkili bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Erken kolesistektominin gecikmiş cerrahiye kıyasla biliyer komplikasyonların tekrarını azalttığı gösterilmiştir. Randomize kontrollü bir çalışmada, aynı yatış sırasında kolesistektomi uygulanan hastalarda sekiz hafta sonra planlanan aralıklı cerrahiye göre tekrarlayan biliyer komplikasyonlar ve yeniden hastaneye yatış oranlarının anlamlı şekilde daha düşük olduğu gösterilmiştir (da Costa, 2015).

Buna karşılık nekrotizan pankreatit gelişen hastalarda cerrahi müdahalenin ertelenmesi önerilmektedir. Bu hastalarda pankreatik ve peripankreatik inflamasyonun gerilemesi, sıvı koleksiyonlarının rezorbe olması ve klinik durumun stabil hale gelmesi beklenmelidir. Erken dönemde yapılan kolesistektomi bazı olgularda komplikasyon riskini artırabilir. Özellikle başlangıçta interstisyel pankreatit düşünülen ancak aslında fark edilmemiş nekrotizan pankreatiti olan hastalarda erken cerrahi girişim sonrası organ yetmezliği, enfekte nekroz ve uzamış hastanede kalış gibi olumsuz sonuçların daha sık görüldüğü bildirilmiştir (Kwong, 2017).

6.8 Uzun Dönem İzlem

Akut pankreatit geçiren hastalar iyileşme sonrasında bazı uzun dönem komplikasyonlar açısından izlenmelidir. Bu komplikasyonlar arasında pankreatik ekzokrin yetmezlik, pankreatojenik diyabet ve kronik pankreatit gelişimi yer alabilir.

Bu nedenle hastaların klinik takiplerinin yapılması ve gerekli durumlarda metabolik değerlendirme yapılması önerilmektedir (Trikudanathan, 2024).

6.9 Gelecekteki Tedavi Yaklaşımları

Akut pankreatit tedavisinde spesifik farmakolojik tedaviler üzerine çalışmalar devam etmektedir. Bazı çalışmalar proteaz inhibitörleri ve antiinflamatuvar ajanların pankreatit seyrini iyileştirebileceğini öne sürmektedir.

Somatostatin ve ulinastatin kombinasyonunun bazı çalışmalarda komplikasyon oranlarını azaltabileceği gösterilmiş olsa da mortalite üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır (Huang & Badurdeen, 2023).

Ayrıca akut pankreatitin hiperkoagülabl bir durum olduğu bilinmektedir. Düşük molekül ağırlıklı heparin kullanımı üzerine yapılan bazı çalışmaların organ yetmezliği ve mortaliteyi azaltabileceğini göstermesi nedeniyle bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Huang & Badurdeen, 2023)

Kaynakça

- Peery, A. F., Crockett, S. D., Murphy, C. C., Jensen, E. T., Kim, H. P., Egberg, M. D., ... Dellon, E. S. (2012). Burden of gastrointestinal disease in the United States: 2012 update. *Gastroenterology*, 143(5), 1179–1187. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2012.08.002>
- Iannuzzi, J. P., King, J. A., Leong, J. H., Quan, J., Windsor, J. W., Tanyingoh, D., ... Windsor, J. A. (2022). Global incidence of acute pancreatitis is increasing over time: A systematic review and meta-analysis. *Pancreas*, 51(4), 389–397. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000002008>
- Szatmary, P., Grammatikopoulos, T., Cai, W., Huang, W., Mukherjee, R., Halloran, C., ... Sutton, R. (2022). Acute pancreatitis: Diagnosis and treatment. *Clinical Medicine*, 22(3), 263–268. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2022-0081>
- Huang, Y., & Badurdeen, D. S. (2023). Acute pancreatitis review. *Turkish Journal of Gastroenterology*, 34(8), 795–801. <https://doi.org/10.5152/tjg.2023.23175>
- Crockett, S. D., Wani, S., Gardner, T. B., Falck-Ytter, Y., & Barkun, A. N. (2018). American Gastroenterological Association Institute guideline on initial management of acute pancreatitis. *Gastroenterology*, 154(4), 1096–1101. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2018.01.032>
- Yadav, D., & Lowenfels, A. B. (2013). The epidemiology of pancreatitis and pancreatic cancer. *Gastroenterology*, 144(6), 1252–1261. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2013.01.068>
- Opie, E. L. (1901). The etiology of acute hemorrhagic pancreatitis. *Bulletin of the Johns Hopkins Hospital*, 12, 182–188.
- Venneman, N. G., Buskens, E., Besselink, M. G., Stads, S., Go, P. M., Bosscha, K., ... van Erpecum, K. J. (2005). Small gallstones are associated with increased risk of acute pancreatitis: Potential benefits of prophylactic cholecystectomy? *American Journal of Gastroenterology*, 100(11), 2540–2550. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2005.00317.x>
- Lugea, A., Waldron, R. T., & Pandol, S. J. (2015). Pancreatic adaptive responses in alcohol abuse. *Pancreas*, 44(7), 1045–1053. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000000396>

- Scherer, J., Singh, V. P., Pitchumoni, C. S., & Yadav, D. (2014). Issues in hypertriglyceridemic pancreatitis: An update. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 48(3), 195–203. <https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000048>
- Dumonceau, J. M., Andriulli, A., Elmunzer, B. J., Mariani, A., Meister, T., Devière, J., ... Hassan, C. (2014). Prophylaxis of post-ERCP pancreatitis: European Society of Gastrointestinal Endoscopy guideline. *Endoscopy*, 46(9), 799–815. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1377875>
- Whitcomb, D. C. (2013). Genetic risk factors for pancreatic disorders. *Gastroenterology*, 144(6), 1292–1302. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2013.01.069>
- Wolfe, D., Kanji, S., Yazdi, F., Barbeau, P., Rice, D., Beck, A., ... Skidmore, B. (2020). Drug induced pancreatitis: A systematic review of case reports. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 18(5), 1006–1015. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2019.07.043>
- Banks, P. A., Bollen, T. L., Dervenis, C., Gooszen, H. G., Johnson, C. D., Sarr, M. G., ... Vege, S. S. (2013). Classification of acute pancreatitis—2012 revision of the Atlanta classification. *Gut*, 62(1), 102–111. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2012-302779>
- Zator, Z., & Whitcomb, D. C. (2017). Insights into the genetic risk factors for the development of pancreatic disease. *Therapeutic Advances in Gastroenterology*, 10(3), 323–336. <https://doi.org/10.1177/1756283X16684687>
- Makhija, R., & Kingsnorth, A. N. (2002). Cytokines and acute pancreatitis. *Journal of the Pancreas*, 3(4), 104–110.
- Wu, B. U., & Banks, P. A. (2013). Clinical management of patients with acute pancreatitis. *Gastroenterology*, 144(6), 1272–1281.
- Banks, P. A., & Freeman, M. L. (2006). Practice guidelines in acute pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, 101(10), 2379–2400.
- Tenner, S. (2004). Initial management of acute pancreatitis: Critical issues during the first 72 hours. *American Journal of Gastroenterology*, 99, 2489–2494.

- Trikudanathan, G., Yazici, C., Evans Phillips, A., & Forsmark, C. E. (2024). Diagnosis and management of acute pancreatitis. *Gastroenterology*, 167(4), 673–688. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2024.02.052>
- IAP/APA/EPC/IPC/JPS Working Group. (2025). International Association of Pancreatology revised guidelines on acute pancreatitis 2025. *Pancreatology*, 25(6), 770–814. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2025.04.020>
- Mikó, A., Vigh, É., Mátrai, P., Soós, A., Garami, A., Balaskó, M., ... Hegyi, P. (2019). Computed tomography severity index vs other indices in the prediction of severity and mortality in acute pancreatitis: A predictive accuracy meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 10, 1002. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01002>
- Schepers, N. J., Bakker, O. J., Besselink, M. G., Ahmed Ali, U., Bollen, T. L., Gooszen, H. G., ... Bruno, M. J. (2019). Impact of characteristics of organ failure and infected necrosis on mortality in necrotising pancreatitis. *Gut*, 68(6), 1044–1051. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-314657>
- Tenner, S., Baillie, J., DeWitt, J., & Vege, S. S. (2013). American College of Gastroenterology guideline: Management of acute pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, 108(9), 1400–1416. <https://doi.org/10.1038/ajg.2013.218>
- Akshintala, V. S., Kamal, A., & Singh, V. K. (2018). Uncomplicated acute pancreatitis: Evidence-based management decisions. *Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America*, 28(4), 425–438. <https://doi.org/10.1016/j.giec.2018.05.008>
- Working Group IAP/APA Acute Pancreatitis Guidelines. (2013). IAP/APA evidence-based guidelines for the management of acute pancreatitis. *Pancreatology*, 13(4 Suppl 2), e1–e15. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2013.07.063>
- Bollen, T. L., Singh, V. K., Maurer, R., Repas, K., van Es, H. W., Banks, P. A., & Mortelet, K. J. (2012). A comparative evaluation of radiologic and clinical scoring systems in the early prediction of severity in acute pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, 107(4), 612–619. <https://doi.org/10.1038/ajg.2011.438>
- Stimac, D., Miletić, D., Radić, M., Krznarić, I., Mazur-Grbac, M., Perković, D., ... Zaninović, V. (2007). The role of non-enhanced magnetic

- resonance imaging in the early assessment of acute pancreatitis. *American Journal of Gastroenterology*, 102, 997–1004.
- de-Madaria, E., Buxbaum, J. L., Maisonneuve, P., García García de Paredes, A., Zapater, P., Guilabert, L., ... ERICA Consortium. (2022). Aggressive or moderate fluid resuscitation in acute pancreatitis. *New England Journal of Medicine*, 387(11), 989–1000. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2202884>
- Wu, B. U., Hwang, J. Q., Gardner, T. H., Repas, K., Delee, R., Yu, S., ... Conwell, D. L. (2011). Lactated Ringer's solution reduces systemic inflammation compared with saline in patients with acute pancreatitis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 9(8), 710–717. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2011.04.026>
- Wu, B. U., Johannes, R. S., Sun, X., Conwell, D. L., & Banks, P. A. (2009). Early changes in blood urea nitrogen predict mortality in acute pancreatitis. *Gastroenterology*, 137(1), 129–135. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.03.056>
- Wu, B. U., Butler, R. K., & Chen, W. (2019). Factors associated with opioid use in patients hospitalized for acute pancreatitis. *JAMA Network Open*, 2(4), e191827. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.1827>
- Farmer, A. D., Drewes, A. M., Chiarioni, G., et al. (2019). Pathophysiology and management of opioid-induced constipation: European expert consensus statement. *United European Gastroenterology Journal*, 7(1), 7–20. <https://doi.org/10.1177/2050640618818305>
- Chou, R., Wagner, J., Ahmed, A. Y., et al. (2020). *Treatments for acute pain: A systematic review*. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.
- Hui, R. W. H., & Leung, C. M. (2022). Thoracic epidural analgesia in acute pancreatitis: A systematic review. *Pancreas*, 51(7), e95–e97.
- James, T. W., & Crockett, S. D. (2018). Management of acute pancreatitis in the first 72 hours. *Current Opinion in Gastroenterology*, 34(5), 330–335.
- Vege, S. S., DiMagno, M. J., Forsmark, C. E., Martel, M., & Barkun, A. N. (2018). Initial medical treatment of acute pancreatitis: American Gastroenterological Association institute technical review. *Gastroenterology*, 154(4), 1103–1139.

- Dutta, A. K., Goel, A., Kirubakaran, R., Chacko, A., & Tharyan, P. (2020). Nasogastric versus nasojejunal tube feeding for severe acute pancreatitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3, CD010582.
- Petrov, M. S., Loveday, B. P., Pylypchuk, R. D., et al. (2009). Systematic review and meta-analysis of enteral nutrition formulations in acute pancreatitis. *British Journal of Surgery*, 96, 1243–1252.
- Kutsogiannis, J., Alberda, C., Gramlich, L., et al. (2011). Early use of supplemental parenteral nutrition in critically ill patients. *Critical Care Medicine*, 39, 2691–2699.
- Behrman, S. W., Bahr, M. H., Dickson, P. V., & Zarzaur, B. L. (2011). The microbiology of secondary and postoperative pancreatic infections. *Archives of Surgery*, 146, 613–619.
- Lenhart, D. K., & Balthazar, E. J. (2008). MDCT of acute mild pancreatitis: Abdominal complications and fate of fluid collections. *American Journal of Roentgenology*, 190, 643–649.
- Baron, T. H., DiMaio, C. J., Wang, A. Y., & Morgan, K. A. (2020). American Gastroenterological Association clinical practice update: Management of pancreatic necrosis. *Gastroenterology*, 158, 67–75.e1.
- Laws, H. L., & Kent, R. B. (2000). Acute pancreatitis: Management of complicating infection. *American Surgeon*, 66, 145–150.
- Hernandez, V., Pascual, I., Almela, P., et al. (2004). Recurrence of acute gallstone pancreatitis and relationship with cholecystectomy or endoscopic sphincterotomy. *American Journal of Gastroenterology*, 99, 2417–2423.
- da Costa, D. W., Bouwense, S. A., Schepers, N. J., et al. (2015). Same-admission versus interval cholecystectomy for mild gallstone pancreatitis (PONCHO): A multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 386, 1261–1268.
- Kwong, W. T., & Vege, S. S. (2017). Unrecognized necrosis at same admission cholecystectomy for pancreatitis increases organ failure and infected necrosis. *Pancreatology*, 17, 41–46.

BÖLÜM 2

PERİTONEAL KARSİNOMATOZİSTE SİTOREDÜKTİF CERRAHİ VE HIPEC

Dr. Öğr. Üyesi Murat ŞEN¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293134>

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye. muratsen@uludag.edu.tr, orcid id: 0000-0002-1170-7170

GİRİŞ

Peritoneal karsinomatozis, gastrointestinal ve jinekolojik malignitelerin doğal seyri içinde görülebilen, geçmişte uzun bir süre boyunca sistemik yayımlı ve tedavi edilemez hastalık tablosunun bir uzantısı olarak kabul edilmiş klinik bir durumdur (Jacquet ve Sugarbaker, 1996).

Ancak peritoneal metastazların bazı tümör tiplerinde bölgesel yayılım paterni gösterebildiğinin anlaşılması, seçilmiş hastalarda daha agresif lokal veya bölgesel tedavi stratejilerinin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Cinquini ve ark., 2024).

Günümüzde sitoreduktif cerrahi (SRC), görünür tümör yükünün mümkün olduğunca tamamen ortadan kaldırılmasını; hipertermik intraperitoneal kemoterapi (HIPEC) ise cerrahi sonrasında geride kalabilecek görünür olmayan mikroskopik rezidüel hastalığın bölgesel olarak hedeflenmesini amaçlayan tamamlayıcı bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Hübner ve ark., 2024).

Bununla birlikte ilerleyen bölümlerde daha detaylı şekilde anlatıldığı üzere modern yaklaşım, her peritoneal metastaz hastasına standart olarak SRC ve HIPEC uygulanmasından çok, doğru hasta seçimi, uygun tümör biyolojisi, düşük-orta hastalık yükü ve tam sitoreduksiyon olasılığı üzerine odaklanmaktadır (Quénet ve ark., 2021).

PERİTONEAL METASTAZLARIN BİYOLOJİSİ VE KLİNİK ÖNEMİ

Peritoneal metastaz gelişimi; serozal yüzeye dökülen tümör hücrelerinin periton sıvısı ile taşınması, uygun peritoneal nişlere implante olması ve sonrasında invazyon yaparak çoğalması sonucu ortaya çıkar (Jacquet ve Sugarbaker, 1996).

Peritoneal metastazların karın içindeki dağılımı rastlantısal değildir; pelvis, sağ alt kadran, büyük omentum, sağ subfrenik alan ve ince barsak mezenterisi gibi bölgeler, yer çekimi etkisi ve karın içindeki periton sıvısının dolaşım şekli nedeniyle sık yerleşim alanlarıdır (Cotte ve ark., 2010).

Peritoneal metastazların biyolojik davranışı primer tümör tipine göre değişkenlik gösterir. Psödomiksoma peritonei ve diffüz malign peritoneal mezotelyomada SRC ve HIPEC daha yerleşik bir rol oynarken; kolorektal ve

gastrik kaynaklı metastazlarda karar süreci daha seçici ve daha katı kriterlere dayanmaktadır (Cinquini ve ark., 2024).

Bu nedenle tedavi planı oluşturulurken yalnızca görüntüleme bulgularına göre değil, primer tümörün biyolojisi, sistemik tedaviye yanıtı, hastanın performans durumu ve cerrahi ile tam sitoredüksiyon sağlanabilme olasılığı değerlendirilerek göz önünde bulundurulmalıdır. (Graf ve ark., 2024).

HASTA SEÇİMİ VE ENDİKASYONLAR

Sitoreduktif cerrahi ve HIPEC, majör morbidite (%33-47) ve mortalite (%0-7) riskleri taşıyan, 8-14 saat sürebilen prosedürlerdir. Bu nedenle bu prosedürler için en kritik basamak hasta seçimidir. Bu kritik karar, 'ameliyat yapılabilir mi' sorusundan çok 'bu hastada tam ya da tama yakın sitoredüksiyon gerçekçi olarak sağlanabilir mi ve bunun onkolojik karşılığı anlamlı olur mu' sorusu üzerinden verilmelidir (Riss ve ark., 2013). Kardiyopulmoner, nefrolojik ve hepatik rezervleri yetersiz olan veya karın dışı uzak organ metastazı (örn. akciğer, kemik) bulunan hastalar genellikle bu prosedürler için kontrendike kabul edilir.

İyi performans durumu, sınırlı peritoneal hastalık yükü, sınırlı ince barsak tutulumu, kontrol altına alınabilir komorbiditeler ve deneyimli merkez koşulları tedavi lehine parametrelerdir (Cinquini ve ark., 2024).

Buna karşılık yaygın mezenter tutulumu, çok seviyeli ince barsak serozal yayılımı, kontrolsüz ekstraperitoneal metastaz, ileri malnütrisyon ve beklenen inkomplet sitoredüksiyon kötü adaylık göstergeleri olarak kabul edilir (Cotte ve ark., 2010). (Tablo 1)

Tablo 1. Sitoreduktif cerrahi ve HIPEC için hasta seçimini yönlendiren temel ölçütler

<i>Tedavi lehine bulgular</i>	<i>Tedavi aleyhine bulgular</i>
<i>ECOG 0-1 performans</i>	<i>Kötü performans durumu / fragil hasta</i>
<i>Düşük-orta PCI</i>	<i>Yüksek PCI ve yaygın peritoneal yük</i>
<i>Sınırlı ince barsak tutulumu</i>	<i>Diffüz ince barsak ve mezenter tutulumu</i>
<i>Tam sitoredüksiyon olasılığı</i>	<i>Beklenen inkomplet sitoredüksiyon</i>
<i>Kontrol altında primer hastalık</i>	<i>Kontrolsüz primer veya lokal ileri hastalık</i>
<i>Sınırlı ya da yok ekstraperitoneal hastalık</i>	<i>Yaygın ekstraperitoneal metastaz</i>

PREOPERATİF DEĞERLENDİRME

Preoperatif değerlendirme; hastalığın yaygınlığını saptamak, tam sitoredüksiyon olasılığını öngörmek ve perioperatif riski belirlemek açısından zorunludur (Cinquini ve ark., 2024). Bu değerlendirmenin multidisipliner tümör konseyleri ve radyoloji, patoloji, jinekoloji, üroloji gibi bölümler ile dirsek teması içerisinde yapılması önerilmektedir.

Kontrastlı torakoabdominopelvik BT temel görüntüleme yöntemidir; ancak düşük hacimli hastalıkta, özellikle ince barsak serozasında ve mezenterik tutulumda duyarlılığının sınırlı olduğu bilinmektedir. Peritondaki 5 mm'nin altındaki implantlar radyolojik olarak sıklıkla atlanabilir (radyolojik-cerrahi uyumsuzluk) (Jacquet ve ark., 1993).

Görüntülemede porta hepatitis tutulumu, mezenterik kök infiltrasyonu, birden fazla bölgede tam veya kısmi bağırsak obstrüksiyonu, hidroureter, psoas invazyonu, müsinöz olmayan asit varlığı ve yaygın ince barsak tutulumu gibi bulgular inkomplet sitoredüksiyon lehine yorumlanmalıdır (Cotte ve ark., 2010) (Tablo 2).

Seçilmiş olgularda MRG, PET-BT ve özellikle tanısal laparoskopi karar sürecini güçlendirebilir. Tanısal laparoskopi, sınırda rezektabl görünen hastalarda gereksiz laparotomiye azaltan stratejik bir araçtır (Cinquini ve ark., 2024).

Hastanın daha önce tümör nedeniyle geçirdiği cerrahiye bağlı olarak belirlenen preoperatif değerlendirme skoruna ise Önceki Cerrahi Skoru (Prior Surgical Score - PSS) denilir ve preoperatif değerlendirmede mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü geçirilmiş cerrahinin boyutu, SRC'nin başarısını etkiler. PSS-0, önceden cerrahi geçirmemiş (sadece biyopsi) hastaları tanımlarken; PSS-3, 5' ten fazla abdominopelvik bölgenin disseke edildiği ve tümör hücrelerinin skar dokusu içine gömüldüğü kompleks vakaları ifade eder. Skar dokusu içindeki tümörlere HIPEC ile penetrasyon sağlanamaz.

Özetle beslenme durumu, sarkopeni, kardiyopulmoner rezerv, önceki abdominal cerrahi öyküsü ve sistemik tedaviye verilen yanıt da preoperatif değerlendirmede cerrahi kadar belirleyici unsurlardır (Graf ve ark., 2024).

Tablo 2. Preoperatif değerlendirmede inkomplet sitoredüksiyon lehine yorumlanabilecek başlıca bulgular

Parametre	Klinik anlamı
<i>Porta hepatis tutulumu</i>	<i>Tam sitoredüksiyon olasılığını azaltır</i>
<i>Mezenterik kök infiltrasyonu</i>	<i>Rezektabiliteyi belirgin sınırlar</i>
<i>Çok seviyeli barsak obstrüksiyonu</i>	<i>Yaygın barsak hastalığını düşündürür</i>
<i>Yaygın ince barsak tutulumu</i>	<i>Kısa barsak riski ve inkomplet cerrahi olasılığı</i>
<i>Hidroureter / psoas invazyonu</i>	<i>Lokal ileri hastalık göstergesi</i>
<i>Yüksek radyolojik PCI</i>	<i>Cerrahi yararın azalabileceğini düşündürür</i>

PERİTONEAL KANSER İNDEKSİ (PCI) VE SİTOREDÜKSİYON TAMLIĞI

Peritoneal Kanser İndeksi (PCI), Sugarbaker ve ekibi tarafından tanımlanmış peritoneal hastalık yükünü standardize biçimde ifade eden en yaygın skorlama sistemidir. Bu indeks 13 abdominopelvik bölgedeki (karnın 9 anatomik kadranı ile ince bağırsakların 4 bölgesinin) tümör dağılımı ve bu bölgelerdeki lezyon boyutunu değerlendirir (Jacquet ve Sugarbaker, 1996) (Şekil 1).

Regions	Lesion Size	Lesion Size Score
0 Central	_____	LS 0 No tumor seen
1 Right Upper	_____	LS 1 Tumor up to 0.5 cm
2 Epigastrium	_____	LS 2 Tumor up to 5.0 cm
3 Left Upper	_____	LS 3 Tumor > 5.0 cm or confluence
4 Left Flank	_____	
5 Left Lower	_____	
6 Pelvis	_____	
7 Right Lower	_____	
8 Right Flank	_____	
9 Upper Jejunum	_____	
10 Lower Jejunum	_____	
11 Upper Ileum	_____	
12 Lower Ileum	_____	

PCI

Şekil 1: Peritoneal karsinomatozis indeksi (PCI) hesaplama tablosu

Toplam skor 0 ile 39 arasında değişir. Yüksek PCI skoru, hem tam sitoredüksiyon ihtimalinin azalması hem de sağkalımın kötüleşmesi ile ilişkilidir (Cotte ve ark., 2010).

Pratikte PCI yalnızca prognostik bir sayı değildir; cerrahi endikasyonun, hasta bilgilendirmesinin ve merkez içi multidisipliner kararın temel bileşenlerinden biridir (Graf ve ark., 2024). Örneğin özellikle kolorektal kanserlerde PCI > 20 veya mide kanserlerinde PCI > 12-15 olması durumunda sağkalım beklentisi büyük oranda düştüğünden genellikle SRC kontrendike kabul edilir. Oysa psödomiksoma peritonei tümör biyolojisi daha yavaş seyirli olduğu için yüksek PCI skorlarında (PKİ > 30) dahi cerrahi denenebilir.

Ameliyat sonunda değerlendirilen sitoredüksiyon tamlığı skoru (CC skoru) ise tedavinin gerçek başarısını gösterir. Bu skora göre CC-0; gözle görülür makroskobik tümörün kalmamasını ifade eder. CC-1; geride kalan tümör nodüllerinin <2.5 mm boyutta olmasını ifade eder. Bu skor apendiks müsinoz neoplazmlarında HIPEC bu boyuta penetre edebileceğinden tam sitoredüksiyon kabul edilir ancak yüksek dereceli/agresif veya müsinoz olmayan tümörlerde sadece CC-0 gerçek bir tam sitoredüksiyon sayılır. 2,5 mm ile 2,5 cm arasındaki nodüllerin kaldığı sitoredüksiyon CC-2 olarak sınıflandırılır ve suboptimal sitoredüksiyon olarak adlandırılır. 2,5 cm' den büyük nodüllerin kaldığı sitoredüksiyon ise CC-3 sınıfına girer. Görünür

rezidüel hastalık bırakılmaması, özellikle kolorektal ve yüksek dereceli tümör biyolojisinde en önemli hedef olarak kabul edilmektedir (Quénet ve ark., 2021) (Tablo 3).

Tablo 3. Sitoredüksiyon tamlığı (CC) skoru

Skor	Tanım	Klinik yorum
CC-0	<i>Görünür rezidüel hastalık yok</i>	<i>İdeal cerrahi sonuç</i>
CC-1	<i>Minimal rezidüel nodüller</i>	<i>Seçilmiş müsinöz olgularda kabul edilebilir</i>
CC-2	<i>Belirgin rezidüel hastalık</i>	<i>İnkomplet sitoredüksiyon</i>
CC-3	<i>Yaygın rezidüel hastalık</i>	<i>Beklenen onkolojik yarar belirgin azalır</i>

SİTOREDÜKTİF CERRAHİNİN TEMEL PRENSİPLERİ

Sitoreduktif cerrahi, tek bir standart operasyon değil; tümör dağılımına göre şekillenen çok bileşenli bir rezeksiyon stratejisidir (Cinquini ve ark., 2024). Bu bölümde sitoreduktif cerrahinin intraoperatif tekniklerinden ziyade özellikle hasta seçimi, endikasyon, eksiksiz cerrahiyi sağlayacak adımlar, HIPEC rejimleri ve postoperatif takipten bahsedilmektedir. Detaylı sitoreduktif cerrahi basamakları için ileri okumalar önerilmektedir.

Gerektiğinde paryetal ve visseral peritonektomiler, omentektomi, diyafram stripping/rezeksiyonu, splenektomi, kolektomi, ince barsak rezeksiyonları, pelvik peritonektomi ve ek organ rezeksiyonları uygulanabilir (Graf ve ark., 2024).

Bununla birlikte cerrahi radikalite, onkolojik anlamlılık ile dengelenmelidir. Özellikle yaygın ince barsak ve mezenter tutulumu bulunan hastalarda maksimalist yaklaşım, morbiditeyi arttırırken beklenen onkolojik katkıyı sınırlayabilir (Riss ve ark., 2013).

Bu nedenle deneyimli ekiplerde bile temel hedef, her implantı teknik olarak çıkarmaktan çok, kabul edilebilir morbidite sınırları içinde CC-0/CC-1 düzeyinde sitoredüksiyon sağlayabilmektir (Cinquini ve ark., 2024).

Sitoredüksiyon, yüksek voltajlı elektrokoter (özellikle topuz uçlu koter) kullanılarak yapılmalıdır. Geleneksel bistüri veya makas disseksiyonu, tümör hücrelerinin venöz ve lenfatik kanallara saçılmasına yol açarken; elektro-

buharlaştırma (electroevaporation) 1-2 mm'lik bir ısı nekrozu hattı yaratarak hem kanamayı azaltır hem de geride tümör hücresi bırakma ihtimalini minimize eder. Süreç sırasında ortamda birikecek toksik duman, özel duman tahliye cihazlarıyla emilmelidir.

Sugarbaker'ın tanımladığı temel peritonektomi prosedürleri altı aşamada toplanabilir:

1) Anterior Parietal Peritonektomi: Ksifoidden pubise kadar uzanan, eski insizyon skarlarını ve umbilikusu da içeren geniş peritoneal sıyırma işlemi. Diyafragmatik rezeksiyon gerekiyorsa sternumun son kısmı olan ksifoidin çıkartılması (ksifoidektomi) cerrahi alandaki ekspojuru oldukça artırır.

2) Sağ Subfrenik Peritonektomi ve Glisson Kapsülü Sıyırılması: Karaciğer sağ lobu üzerindeki tümörler, peritonla birlikte Glisson kapsülü düzeyinde elektro-buharlaştırma ile sıyırılır (topuz uçlu koter önerilir). Bu işlemde sağ hepatic ven ve vena kava yaralanmalarına dikkat edilmelidir.

3) Sol Subfrenik Peritonektomi: Sol diyafram, sol sürrenal ve perinefrik yağ dokusu üzerindeki periton diseke edilir; sıklıkla dalağın ve gerekirse pankreas kuyruğunun çıkarılmasını (splenektomi/distal pankreatektomi) gerektirir.

4) Omental Bursektomi ve Lesser Omentektomi: Hepatoduodenal ligament, safra kesesi ve gastrohepatik ligament üzerindeki tümörler temizlenir. Omental bursanın tabanının net görülmesi için karaciğer segment 4 ile sol lateral segmenti birleştiren "Pont Hepatique" (Hepatic köprü) adı verilen karaciğer parankiminin elektrokoterle bölünmesi ve altındaki umbilikal ligamentin rezeke edilmesi gerekebilir.

5) Pelvik Peritonektomi ve Rektosigmoid Rezeksiyon: Pelvis tabanı tamamen temizlenir. Üreterler korunarak, mesane kubbesinden rektumun anterioruna dek periton soyulur. Kadınlarda bilateral salpingooferektomi ve histerektomi rutin olarak eklenir. Rektovajinal veya retrovezikal septuma invaze olan hastalıkta Douglas poşu ile birlikte rektosigmoid kolonun en-bloc rezeksiyonu zorunludur.

6) Greater Omentektomi: Omentum majus transvers kolondan ayrılarak midenin büyük kurvaturu boyunca çıkarılır.

HIPEC'İN RASYONELİ VE TEKNİK İLKELERİ

HIPEC' in teorik temeli, kemoterapötik ajanın periton boşluğuna yüksek bölgesel konsantrasyonda verilmesi ve hiperterminin sitotoksik etkiyi artırmasıdır. İntravenöz (sistemik) verilen kemoterapötik ajanların peritondaki tümör nodüllerine penetrasyonu çok zayıftır. Buna karşın, Mitomisin-C, Sisplatin ve Oksaliplatin gibi yüksek molekül ağırlıklı ajanların doğrudan periton boşluğuna verilmesi, sistemik dolaşıma geçişi kısıtlayan bu bariyer sayesinde, karın içinde plazmaya oranla (20 ila 1000 kat) çok yüksek ilaç konsantrasyonlarının elde edilmesini sağlar (Hübner ve ark., 2024).

Isı artışı tümör hücre membran geçirgenliğini ve bazı ilaçların penetrasyonunu artırabilir; ayrıca hipertermi ile kemoterapi arasında sinerjik etki oluşabileceği kabul edilmektedir. Kemoterapi sıvısının 41-43°C aralığında ısıtılması, tümör hücrelerinin membran geçirgenliğini artırır, DNA onarım mekanizmalarını inhibe eder ve ilacın doku içine penetrasyonunu 1-2 mm derinliğe kadar çıkarır (Graf ve ark., 2024).

Ayrıca HIPEC, daha önceki ameliyatlardan kaynaklanan ve rezeksiyon sonrası oluşan yara yüzeylerinde fibrin tabakası içine hapsolabilen ("Tumor Cell Entrapment" hipotezi) serbest kanser hücrelerinin mekanik yıkama ve termal sitotoksisite ile yok edilmesini sağlar.

HIPEC açık veya kapalı teknikle uygulanabilir. Açık teknikte perfüzyat dağılımı daha doğrudan gözlenebilirken, kapalı teknikte uygulayıcı personelin toksik kemoterapötik ajana maruziyeti azalabilir ve karın içi basınç dağılımı etkileyebilir; ancak üstünlüğü kesin olarak gösterilmiş tek bir teknik bulunmamaktadır (Cinquini ve ark., 2024). Tam sitoredüksiyon sonrası veya anastomozlardan önce/sonra HIPEC aşamasına geçilir. Bu aşamada açık teknik (Literatürde Kolezyum tekniği olarak adlandırılır) ve kapalı teknik yöntemlerin birbirine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur.

El Yardımlı Açık Teknik: Karın cilt kenarları bir ekartör mekanizmasına asılarak (örn. Thompson rektörü) yapay bir havuz veya "Kolezyum" oluşturulur. Cerrah, koruyucu eldivenlerle karın içi organları manuel olarak manipüle eder. Bu sayede ısının (42-43°C) ve ilacın batının her yerine eşit dağılması sağlanır. Bu manipülasyon ile ayrıca dokuların birbirine yapışması da önlenir. Dezavantajı ameliyathane ekibinin aerosol şeklindeki kemoterapötik buhara maruz kalma riskidir. Duman tahliye cihazlarıyla bu

buharın tahliye edilmesi ve buhar ile oda havası arasında bir bariyeri oluşturulması şarttır.

Kapalı Teknik: Karın insizyonu cildi geçici/kalıcı dikişlerle tamamen kapatıldıktan sonra kateterler aracılığıyla perfüzyon sağlanır. Daha önce laparotomi geçiren hastalarda karın fasyasının açık bırakılıp yalnızca karın cildinin geçici dikişlerle kapatıldığı teknik önerilir. Böylece karın duvarı katmanları ve fasya da kemoterapötik ajana maruz kalmış olur. HIPEC sonrası ciltteki geçici dikişler açılır ve Günümüzde sıklıkla kullanılan teknik budur. Cerrah, karın duvarına dışarıdan manuel kompresyon uygulayarak sıvıyı dağıtır. Aerosol sızıntı riski minimaldir, vücut içi basıncın artması teorik olarak ilaç penetrasyonunu artırabilir ancak alanlar arası yapışıklıklar nedeniyle bazı sıcak veya kör (ilaç ulaşmayan) noktalar kalabilir

Uygulama öncesi hemostazın sağlanması, anastomoz stratejisinin netleştirilmesi, giriş-çıkış drenlerinin uygun yerleştirilmesi ve anestezi ekibiyle ısı-sıvı-elektrolit yönetiminin koordinasyonu önem taşır (Graf ve ark., 2024).

HIPEC REJİMLERİ VE GÜNCEL TARTIŞMALAR

Kolorektal peritoneal metastazlarda en sık tartışılan ajanlar mitomisin-C ve oksaliplatin'dir. Son yıllarda kısa süreli yüksek doz oksaliplatin bazlı HIPEC protokollerine yönelik yaklaşım daha eleştirel hale gelmiştir (Quénet ve ark., 2021).

Örneğin PRODIGE 7 çalışması, tam sitoredüksiyon yapılabilen kolorektal peritoneal metastazlı hastalarda oksaliplatin bazlı kısa süreli HIPEC eklenmesinin genel sağkalım avantajı göstermediğini ve geç postoperatif komplikasyonları artırabildiğini ortaya koymuştur (Quénet ve ark., 2021). Profilaktik HIPEC uygulamalarını inceleyen COLOPEC ve PROPHYLOCHIP çalışmaları da kolorektal kanserde adjuvan HIPEC' in peritoneal nüksü önlemede yeterli fayda sağlamadığını bildirmiştir (Quénet ve ark., 2021).

Buna rağmen PSOGI uzlaşısı süreci, HIPEC' in kolorektal olgularda tamamen terk edilmemesi; ancak seçilmiş hastalarda, özellikle mitomisin-C temelli protokollerle ve deneyimli merkezlerde koşullu olarak sürdürülmesi yönünde bir çerçeve önermektedir (Hübner ve ark., 2024).

Bu çerçevede 90 dakikalık mitomisin-C bazlı Dutch protokolü güncel pratikte daha fazla destek gören seçeneklerden biri olarak öne çıkmaktadır (Hübner ve ark., 2024).

Over kanserinde ise OVHIPEC-1 çalışması ile gösterildiği üzere neoadjuvan kemoterapi sonrası aralık (interval) sitoreduksiyon yapılan ileri evre over kanserlerinde sitoreduksiyona sisplatin bazlı HIPEC eklenmesinin sağkalımı anlamlı derecede (yaklaşık 12 ay) uzattığı randomize Faz-III çalışmalarla kanıtlanmıştır ve güncel kılavuzlarda güçlü bir öneri seviyesine sahiptir.

Mide kanserinde daha önce bahsedildiği üzere PCI < 12 olan, asiti bulunmayan seçilmiş gastrik karsinomatozis vakalarında HIPEC' in sağkalıma mütevazı ancak olumlu etkileri olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu fayda Asya kökenli meta-analizler ve CYTO-CHIP çalışması ile gösterilmiştir. Mide kanserinde HIPEC' in profilaktik kullanımı ise GASTRICHIP çalışması gibi randomize kontrollü çalışmalar ile hala araştırma kapsamındadır.

SONUÇLAR, MORBİDİTE VE TAKİP

SRC-HIPEC komplikasyon oranı yüksek olan bir girişimdir ve anlamlı derecede morbidite riski taşır. Anastomoz kaçağı, enterik fistül, intraabdominal koleksiyon, hematolojik toksisite, renal fonksiyon bozukluğu, pulmoner komplikasyonlar ve uzamış hastanede yatış en sık bildirilen sorunlar arasındadır (Quénet ve ark., 2021). Bu majör girişim sonrası hastalar ağır bir sistemik inflamatuvar yanıt sendromu (SIRS), ciddi protein ve sıvı şiftleri yaşadığı için erken postoperatif dönem yoğun bakım ünitesi takibi gerektirir.

Komplikasyon riski; yüksek PCI, çoklu organ rezeksiyonu, ileri yaş, malnütrisyon ve uzun operasyon süresi ile artmaktadır. Bu nedenle perioperatif bakım zinciri, cerrahi tekniğin kendisi kadar kritik kabul edilmelidir (Cinquini ve ark., 2024). Ayrıca postoperatif erken dönemde kemoterapatik ajanların emilimine bağlı olarak 7-10. günlerde miyelosüpresyon (nötropeni, trombositopeni) izlenebilir.

Postoperatif takipte nüks izlemi, primer tümör biyolojisine uygun sistemik tedavi planlaması ve multidisipliner değerlendirme sürdürülmelidir. Özellikle kolorektal kökenli olgularda SRC-HIPEC, tek başına bir işlem değil, daha geniş multimodal onkolojik tedavi programının cerrahi bileşeni olarak değerlendirilmelidir (Graf ve ark., 2024).

SONUÇ

Peritoneal karsinomatozis günümüzde tek tip ve mutlak palyatif bir tablo olarak değerlendirilmemektedir. Seçilmiş hastalarda sitoreduktif cerrahi, uzun dönem hastalık kontrolü ve bazı olgularda anlamlı sağkalım avantajı sağlayabilen temel tedavi aracıdır (Cinquini ve ark., 2024).

HIPEC ise, özellikle uygun tümör biyolojisi ve düşük-orta hastalık yüküne sahip olgularda, tam sitoreduksiyon sağlanabildiğinde tamamlayıcı bir bölgesel tedavi seçeneği olarak değerini korumaktadır (Hübner ve ark., 2024).

Mevcut kanıtların ortak mesajı; başarının ana belirleyicisinin uygun hasta seçimi, düşük rezidüel hastalık ve deneyimli merkezlerde yürütülen standartlaştırılmış bakım süreçleri olduğudur (Quénet ve ark., 2021).

KAYNAKÇA

- Cinquini, M., Kusamura, S., Montori, G., ve ark. (2024). Multi-Society Guideline on Cytoreductive Surgery and HIPEC. *Journal of Surgical Oncology*.
- Cotte, E., Passot, G., Gilly, F. N., & Glehen, O. (2010). Selection of patients and staging of peritoneal surface malignancies. *World Journal of Gastrointestinal Oncology*, 2(1), 31-35.
- Graf, W., ve ark. (2024). Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy for peritoneal metastases. *Medicina*, 60(7), 1058.
- Hübner, M., van der Speeten, K., Govaerts, K., ve ark. (2024). 2022 Peritoneal Surface Oncology Group International consensus on HIPEC regimens for peritoneal malignancies: Colorectal cancer. *Annals of Surgical Oncology*, 31, 1341-1364.
- Jacquet, P., Jelinek, J. S., Steves, M. A., & Sugarbaker, P. H. (1993). Evaluation of computed tomography in patients with peritoneal carcinomatosis. *Cancer*, 72(5), 1631-1636.
- Jacquet, P., & Sugarbaker, P. H. (1996). Clinical research methodologies in diagnosis and staging of patients with peritoneal carcinomatosis. In P. H. Sugarbaker (Ed.), *Peritoneal carcinomatosis: Principles of management* (pp. 359-374). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Quénet, F., Elias, D., Roca, L., ve ark. (2021). Cytoreductive surgery plus hyperthermic intraperitoneal chemotherapy versus cytoreductive surgery alone for colorectal peritoneal metastases (PRODIGE 7): A multicentre, randomised, open-label, phase 3 trial. *The Lancet Oncology*, 22(2), 256-266.
- Riss, S., Chandrakumaran, K., Cecil, T. D., Mohamed, F., MacGregor, A. B., & Moran, B. J. (2013). Peritoneal metastases from colorectal cancer: patient selection for cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy. *European Journal of Surgical Oncology*, 39(9), 931-937.

BÖLÜM 3

AKILLI KONTAKT LENSLEER VE BİYOSENSÖR TEKNOLOJİLERİNDE MODERN YAKLAŞIMLAR

Uzm. Dr. Özen ATALAY ÖZMEN¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293181>

¹ Bursa Şehir Hastanesi, Göz Kliniği, ozenatalay@gmail.com, Bursa, Türkiye, orcid id: 0009-0008-0321-879X

1. Giriş

Kontakt lensler, uzun yıllar boyunca miyopi, hipermetropi, astigmatizma ve presbiyopi gibi refraktif bozuklukların düzeltilmesinde kullanılan pasif optik araçlar olarak değerlendirilmiştir. Ancak son yıllarda tıp, mühendislik ve temel bilimler arasındaki disiplinler arası etkileşimin artmasıyla birlikte, kontakt lens teknolojileri önemli bir dönüşüm sürecine girmiştir. Özellikle akıllı kontakt lens teknolojilerinin geliştirilmesi, bu geleneksel optik cihazların fonksiyonel sınırlarını aşarak, tanı ve tedavi süreçlerinde aktif rol üstlenen entegre biyomedikal sistemlere dönüşmesini mümkün kılmıştır. Biyosensör entegrasyonu, kablosuz veri iletimi ve sağlık izleme uygulamaları sayesinde kontakt lensler, yalnızca görme düzeltme amacıyla değil, aynı zamanda gerçek zamanlı fizyolojik veri toplama ve klinik karar destek sistemlerinin bir parçası olarak kullanılmaya başlanmıştır (Wu et al., 2024).

Bu dönüşümsel gelişmeler; mikroelektronik, nanoteknoloji, biyomalzemeler, mikroakışkan sistemler ve veri iletişim teknolojileri gibi çok sayıda ileri mühendislik alanının oftalmoloji ile kesiştiği multidisipliner araştırmalara dayanmaktadır. Özellikle esnek elektronik devrelerin, biyoyumlu polimerlerin ve nanoölçekli sensörlerin geliştirilmesi, kontakt lens matrisi içerisine sensör ve iletim bileşenlerinin entegre edilmesini mümkün kılmıştır. Bu sayede kontakt lensler, göz yüzeyi ile sürekli temas halinde bulunan, invaziv olmayan ve hasta konforunu yüksek düzeyde koruyan ideal bir giyilebilir sağlık platformu haline gelmiştir. Günümüzde akıllı kontakt lenslerin temel hedefi; görme düzeltme işlevinin ötesine geçerek, sürekli izleme, erken tanı ve hedefe yönelik tedavi uygulamalarını destekleyen akıllı sistemler geliştirmektir.

Akıllı kontakt lenslerin modern oftalmolojideki potansiyeli özellikle göz içi basıncı (GİB) takibi, gözyaşı bileşenlerinin analizi ve glikoz gibi sistemik biyobelirteçlerin izlenmesi alanlarında belirginleşmiştir. Gözyaşı, hem oküler hem de sistemik hastalıklarla ilişkili çok sayıda biyobelirteci içermesi nedeniyle, non-invaziv biyosensör uygulamaları için son derece değerli bir biyolojik sıvı olarak kabul edilmektedir. Akıllı kontakt lensler aracılığıyla gözyaşındaki glikoz, elektrolitler, proteinler ve inflamatuvar mediyatörlerin sürekli ölçümü mümkün hale gelmekte; bu durum özellikle diyabet, glokom ve oküler yüzey hastalıklarının takibinde yeni bir klinik

yaklaşım sunmaktadır. Sürekli ve gerçek zamanlı veri elde edilmesi, hastalığın dinamik seyrinin daha iyi anlaşılmasını sağlamakta ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Buna ek olarak, akıllı kontakt lens teknolojileri yalnızca tanısal uygulamalarla sınırlı kalmayıp, tedavi edici fonksiyonlarla da genişletilmektedir. Kontrollü ve hedefe yönelik ilaç salınım sistemlerinin kontakt lenslere entegre edilmesi, özellikle glokom ve kuru göz hastalığı gibi kronik oküler patolojilerin tedavisinde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu yaklaşım, ilacın biyoyararlanımını artırırken sistemik yan etkileri azaltmakta ve hasta tedavi uyumunu belirgin biçimde iyileştirmektedir. Ayrıca artırılmış gerçeklik (AR), görüntüleme sistemleri ve görme destek teknolojileri gibi yenilikçi uygulamaların da akıllı kontakt lens platformlarına entegre edilmesi, bu cihazların yalnızca tıbbi değil aynı zamanda fonksiyonel ve rehabilitatif alanlarda da kullanım potansiyelini artırmaktadır.

Bu bölümde, akıllı kontakt lenslerin biyosensör teknolojileri ile entegrasyonu ayrıntılı biçimde ele alınarak, bu sistemlerin temel çalışma prensipleri, kullanılan sensör tipleri ve algılanan biyobelirteçler tartışılacaktır. Ayrıca klinik uygulama alanları, malzeme bilimi temelli tasarım yaklaşımları, biyoyuumluluk gereksinimleri, enerji yönetimi stratejileri ve kablosuz veri iletim teknolojileri gibi kritik teknolojik bileşenler güncel bilimsel çalışmalar ışığında değerlendirilecektir. Böylece akıllı kontakt lenslerin mevcut durumu, klinik potansiyeli ve gelecekteki uygulama alanları kapsamlı bir perspektifle ortaya konulacaktır.

2. Akıllı Kontakt Lensler (Smart Contact Lenses, SCL)

Akıllı kontakt lensler (Smart Contact Lenses, SCL), geleneksel kontakt lenslerin temel işlevi olan optik görme düzeltme kapasitesinin ötesinde, ileri mikroelektronik ve biyosensör teknolojilerini bünyesinde barındıran biyomedikal cihazlardır (Wu et al., 2024; Xia et al., 2025). Bu lensler, gözyaşı ve korneal yüzeyden elde edilen fizyolojik verileri sürekli olarak izleyebilen, analiz edebilen ve kablosuz olarak harici cihazlara aktarabilen entegre sistemlerdir. Sensörler, mikrodevreler, kablosuz iletişim modülleri ve bazı tasarımlarda küçük güç kaynakları gibi bileşenler, lensin polimer matrisi içerisine gömülerek hem optik şeffaflık hem de konforlu kullanım sağlar (Psoma & Ndege, 2025).

SCL'lerin temel amacı, göz ve gözyaşı aracılığıyla elde edilen biyolojik verileri sürekli ve gerçek zamanlı olarak takip etmektir. Bu sayede sistemik ve lokal sağlık durumları hakkında bilgi sağlanabilir. Örneğin, gözyaşı glukoz düzeyi diyabet yönetiminde bir biyobelirteç olarak kullanılabilirken, göz içi basınç (intraocular pressure, IOP) ölçümleri glokom takibinde kritik öneme sahiptir (Elsherif et al., 2022, Adibag et al., 2024). Bazı ileri SCL tasarımları, yalnızca veri toplamakla kalmayıp, sensörlerden elde edilen bilgiler doğrultusunda kontrollü ilaç salımı veya diğer terapötik yanıtlar üretebilme kapasitesine sahiptir. Bu özellikleri ile akıllı kontakt lensler, klasik giyilebilir medikal cihazların gözle sınırlı, miniaturize edilmiş bir formu olarak düşünülebilir (Psoma & Ndege, 2025).

Akıllı lensler, biyomedikal sensör teknolojileri, nanomalzemeler ve esnek elektronik devreler alanındaki gelişmeler sayesinde mümkün olmuştur. Şeffaf iletken malzemeler, esnek devre geometrileri ve düşük güç tüketimli mikroçip tasarımları, lensin optik performansını ve kullanıcı konforunu bozmadan karmaşık fonksiyonların entegre edilmesini sağlar. Modern SCL tasarımları, hem tıbbi hem de potansiyel olarak artırılmış gerçeklik uygulamaları için uygun platformlar sunmaktadır. Bu özellikler, akıllı kontakt lensleri yalnızca bir görme düzeltme aracı olmaktan çıkarıp, kişiselleştirilmiş sağlık takibi ve dijital sağlık ekosistemi ile entegre olabilen ileri biyomedikal cihazlar haline getirmektedir (Psoma & Ndege, 2025).

Özetle, akıllı kontakt lensler; biyosensörler, mikroelektronik devreler ve kablosuz iletişim teknolojilerinin kesişim noktasında konumlanan, göz ve gözyaşı bazlı sürekli izleme sağlayan, gerektiğinde terapötik yanıt oluşturabilen multidisipliner cihazlardır. Giyilebilir tıbbın oküler platformda uygulanmış hali olarak, hem klinik izlem hem de kişiselleştirilmiş sağlık yönetimi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır (Adibag et al., 2024).

3. Biyosensör Teknolojileri ile Entegrasyon

Akıllı kontakt lensler, göz ve gözyaşı üzerinden elde edilen biyobelirteçleri ölçmek ve analiz etmek için biyosensör teknolojileri ile entegre çalışmaktadır. Bu entegrasyon, lensleri yalnızca optik düzeltme aracı olmaktan çıkarıp, gerçek zamanlı sağlık izleme ve potansiyel terapötik müdahaleler için fonksiyonel bir platform haline getirmektedir. Modern biyosensör teknolojileri, lens yüzeyine mikro veya nano ölçekli cihazların

entegre edilmesine olanak sağlayarak, küçük hacimli gözyaşı örneklerinde bile yüksek hassasiyet ve özgüllükle ölçüm yapılmasını mümkün kılmaktadır (Wu et al., 2024; Xia et al., 2025).

3.1 Gözyaşı ve Biyobelirteçler

Gözyaşı, hem lokal (ocular) hem de sistemik sağlık durumuna ilişkin bilgi sağlayan çeşitli biyobelirteçler içerir. Bu sıvı; glikoz, laktat, elektrolitler (sodyum, potasyum, kalsiyum), proteinler (enzimler, sitokinler), hormonlar ve nörotransmitterler gibi molekülleri barındırır (Adibag et al., 2024). Bu özellik, gözyaşını non-invaziv biyosensörler için ideal bir biyolojik örnek haline getirir.

Biyosensörler, bu moleküllerin varlığını ve konsantrasyonlarını algılamak için iki temel prensipte çalışır:

1. Optik Sensörler:

- Yüzey plazmon rezonansı (SPR), floresans ve renk değişim tabanlı sistemler kullanılır.
- Düşük konsantrasyonlu analitlerde yüksek hassasiyet ve seçicilik sağlarlar.
- Nanofabrikasyon teknikleri sayesinde lens yüzeyine entegre edilebilir, böylece optik şeffaflık ve kullanıcı konforu korunur (Elsherif et al., 2022, Adibag et al., 2024).

2. Elektrokimyasal Sensörler:

- Enzimatik reaksiyonlara dayalı olarak elektron transferi veya akım değişimi ölçer.
- Glikoz, laktat ve bazı iyonların sürekli izlenmesi için uygundur.
- Miniaturleştirilebilir ve düşük güçle çalışabilir.

Gözyaşı biyobelirteçlerinin analizi, hem oküler hastalıkların erken teşhisi (glokom, kuru göz, keratit) hem de sistemik hastalıkların izlenmesi (diyabet, inflamasyon, elektrolit dengesizlikleri) açısından kritik öneme sahiptir (Park et al., 2024).

3.2 Glikoz Sensörleri

Akıllı kontakt lenslerin en dikkat çekici ve yaygın uygulamalarından biri, gözyaşındaki glikoz düzeylerini ölçen sensörlerdir. Bu sistemler, diyabet takibi için non-invaziv bir alternatif sunarak, klasik parmak ucu kan testleri yerine sürekli ve gerçek zamanlı izleme imkânı sağlar (Park et al., 2024).

- Modern glikoz sensörleri, gözyaşı glikozu ile kan glikozu arasındaki korelasyonu izleyebilir ve bireysel farklılıklara göre veri analizini optimize edebilir.
- Özellikle Nature Communications'ta yayımlanan bir çalışmada, kablosuz ve yumuşak yapıllı akıllı kontakt lens ile gözyaşı glikozu yoğunluğu sürekli olarak izlenmiş ve bireysel farklılıklara göre “kişiselleştirilmiş gecikme süresi” (personalized lag time) kavramı tanımlanmıştır (Adibag et al., 2024). Bu, lensin ölçümlerinin kişiye özgü olarak yorumlanmasını ve diyabet yönetiminin optimize edilmesini sağlamaktadır.
- Glikoz sensörleri, mikroelektrokimyasal ve optik yöntemlerin kombinasyonu ile yüksek hassasiyet ve düşük örnek hacmi ile çalışacak şekilde tasarlanabilir.

Bu teknoloji, sadece hastaların yaşam kalitesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda klinik karar destek sistemleri için de güvenilir veri sağlar.

3.3 İlaç Salınımı ve Tanı-Tedavi Bütünleşmesi

Modern akıllı kontakt lenslerin bir diğer önemli işlevi, tanı ve tedaviyi tek platformda birleştirebilmesidir. Bu yaklaşım, kontrollü ilaç salımı ile sağlanır ve şu avantajları sunar:

- İlacın doğrudan göz yüzeyine veya ilgili dokuya iletilmesi sayesinde lokal etkinlik artar.
- Sistemik dolaşıma ilacın geçişi azaldığı için yan etkiler minimize edilir.
- Tedavi, sensörlerden alınan verilere bağlı olarak otomatik veya uzaktan tetiklenebilir, böylece kapalı döngü (closed-loop) sistemler oluşturulabilir (Adibag et al., 2024).

Bu sistemler, özellikle glukom, kuru göz, post-operatif inflamasyon ve diğer oküler hastalıkların tedavisinde klinik avantajlar sağlar. Örneğin, glukomlu bir hastada intraoküler basınç sensörleri ile ölçüm yapılabilir ve

basınç belirli bir eşik değerini aştığında lens üzerinden göz damlası benzeri bir ilaç salımı tetiklenebilir (Park et al., 2024).

Böylece akıllı kontakt lensler, sadece veri toplamakla kalmaz; aynı zamanda bireyselleştirilmiş tedavi stratejilerinin uygulanmasına olanak tanır ve “tanı-tedavi bütünleşmesi” (theranostics) konseptini göz tabanlı bir platformda hayata geçirir.

4. Teknolojik Bileşenler ve Dizayn Prensipleri

Akıllı kontakt lenslerin tasarımı, optik performans, biyoyoumluluk, sensör entegrasyonu, enerji yönetimi ve veri iletimi gibi çoklu disiplinlerin birleşimini gerektirir. Bu bileşenlerin uyumlu bir şekilde tasarlanması, lensin hem konforlu kullanımını hem de fonksiyonel doğruluğunu garanti eder.

4.1 Malzemeler ve Biyoyoumluluk

Biyoyoumlu polimerler, akıllı kontakt lenslerin tasarımında temel bir kriterdir. Hidrojel ve silikon hidrojel gibi materyaller, yüksek oksijen geçirgenliği, nem tutma kapasitesi ve uzun süreli konfor sağlayarak lensin optik performansını etkilemeden sensör ve elektronik bileşenlerin entegre edilmesine uygun bir platform sunar (Wu et al., 2024; Xia et al., 2025).

- **Hidrojel malzemeler**, yüksek su içeriği sayesinde lensin gözle temasında yumuşaklık ve esneklik sağlar.
- **Silikon hidrojel**, oksijen iletkenliği açısından üstün performans sunar ve uzun süreli kullanımda korneal sağlığı destekler.

Sensör ve elektronik elemanların lens matrisi ile entegrasyonu, mikro ölçekli üretim teknikleri sayesinde mümkün olmaktadır. Güncel yöntemler arasında şunlar öne çıkar:

1. **3D Mikro-fabrikasyon:** Lazer litografi veya fotolitografi ile mikro ölçekli devrelerin ve sensör elemanlarının lens yüzeyine yüksek hassasiyetle yerleştirilmesini sağlar.
2. **Mikro-baskı (Microprinting):** Esnek devre elemanlarının polimer matrisi üzerine doğrudan baskısını mümkün kılar.
3. **Lazer Mikroişleme:** Lensin optik alanını bozmadan mikro kanallar, elektrotlar ve sensör yuvaları oluşturulmasını sağlar (Psoma & Ndege, 2025, Adibag et al., 2024).

Bu teknikler, lensin şeffaflık, esneklik ve biyouyumluluk özelliklerini korurken, sensörlerin hassas ve güvenilir ölçüm yapabilmesine imkân tanır.

4.2 Enerji Yönetimi ve Veri İletimi

Akıllı kontakt lenslerde enerji yönetimi ve veri iletimi, cihazın fonksiyonelliğini doğrudan etkileyen kritik bileşenlerdir.

4.2.1 Enerji Yönetimi

Lenslerde güç kaynağı olarak geleneksel piller nadiren kullanılır; bunun yerine kablosuz enerji transferi ve enerji toplama mekanizmaları ön plandadır.

- Kablosuz enerji transferi (Wireless Power Transfer, WPT): RF veya indüktif kuplaj tabanlı sistemler kullanılarak, lensin enerji ihtiyacı batarya olmadan karşılanabilir.
- Mikro piller ve süperkapasitörler: Ultra ince, esnek ve biyouyumlu tasarımlar ile lens içerisine entegre edilebilir.
- Biyolojik enerji toplama: Göz kırpma hareketleri, gözyaşı iyonları ve korneal elektrik alanından enerji elde etmeye yönelik araştırmalar sürmektedir. Bu mekanizmalar, lensin kendi enerjisini üretmesini sağlayarak tamamen kablosuz ve uzun süreli kullanım olanağı sunabilir (Elsherif et al., 2022, Park et al., 2024).

4.2.2 Veri İletimi

Sensörlerden elde edilen verilerin harici cihazlara güvenli ve gerçek zamanlı olarak aktarılması, akıllı lenslerin klinik ve kişisel kullanımında hayati öneme sahiptir. Bu amaçla düşük güçlü kablosuz iletişim protokolleri tercih edilmektedir:

- RFID (Radio-Frequency Identification): Lensin enerji ihtiyacını karşılamak ve kısa mesafede veri iletimi sağlamak için kullanılabilir.
- NFC (Near Field Communication): Kullanıcı ile mobil cihaz arasında düşük enerji ile veri transferi sağlar.
- BLE (Bluetooth Low Energy) ve diğer düşük güçlü protokoller: Sensör verilerini gerçek zamanlı olarak bulut tabanlı sağlık izleme sistemlerine aktarmak için kullanılabilir (Park et al., 2024).

Veri iletimi sırasında enerji verimliliği ve elektromanyetik uyumluluk lensin tasarımında kritik parametrelerdir. Modern çalışmalar, sensör-veri-enerji entegrasyonunu optimize ederek, lensin kompakt ve kullanıcı dostu olmasını sağlamaya odaklanmaktadır (Park et al., 2024).

5. Klinik Uygulamalar ve Gelecek Perspektifler

Akıllı kontakt lens teknolojileri, biyosensör entegrasyonu ve kablosuz veri iletim altyapısı sayesinde yalnızca deneysel mühendislik platformları olmaktan çıkıp klinik uygulamaya aday sistemler haline gelmiştir. Özellikle kronik hastalıkların uzun dönemli izlem gereksinimi, minimal invaziv ve sürekli ölçüm sağlayan lens sistemlerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda diyabet, glokom ve metabolik sendrom gibi hastalıklar öncelikli hedef alanlar olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte kişiselleştirilmiş sağlık yönetimi, uzaktan hasta takibi ve dijital sağlık ekosistemi ile entegrasyon, akıllı lenslerin gelecekteki konumunu belirleyecek temel faktörlerdir.

5.1 Obezite, Diyabet ve Glokom Takibi

Diyabet Takibi

Diyabet, sürekli glikoz takibi gerektiren kronik bir metabolik hastalıktır. Mevcut invaziv kan şekeri ölçüm yöntemleri hasta konforunu azaltmakta ve düzenli takibi zorlaştırabilmektedir. Akıllı kontakt lensler, gözyaşı glikoz düzeyini ölçerek non-invaziv ve sürekli bir alternatif sunmaktadır.

Modern glikoz sensörlü lensler:

- Elektrokimyasal veya optik algılama prensipleri ile çalışır,
- Gerçek zamanlı veri üretir,
- Mobil uygulamalar aracılığıyla sürekli izleme imkânı sağlar.

Gözyaşı glikozu ile kan glikozu arasındaki ilişki bireysel farklılık gösterebildiğinden, güncel yaklaşımlar “kişiselleştirilmiş kalibrasyon” ve “lag time” analizine odaklanmaktadır. Bu durum, veri yorumlamada yapay zekâ destekli algoritmaların önemini artırmaktadır. Sürekli ölçüm sayesinde hipoglisemi ve hiperglisemi ataklarının erken tespiti mümkün olabilir.

Obezite ve Metabolik Sendrom

Obezite ve metabolik sendrom, yalnızca kilo artışı ile sınırlı olmayıp hormonal ve inflamatuvar parametrelerde değişikliklerle ilişkilidir. Gözyaşı sıvısında leptin, insülin, laktat ve inflamatuvar sitokinler gibi metabolik belirteçlerin saptanması, akıllı lenslerin obezite ve metabolik sendrom yönetiminde potansiyel bir izlem aracı olabileceğini göstermektedir.

Bu yaklaşım, klasik laboratuvar analizlerine alternatif olarak daha sık ve non-invaziv ölçüm yapılmasına olanak sağlayabilir.

Glokom Takibi

Glokom, optik sinir hasarı ile seyreden ve çoğunlukla göz içi basınç (IOP) artışı ile ilişkili kronik bir hastalıktır. Geleneksel ölçüm yöntemleri (tonometri) genellikle klinik ortamda ve aralıklı yapılmaktadır. Ancak IOP gün içerisinde dalgalanma gösterebilir.

Akıllı kontakt lenslere entegre edilen mikro-basınç sensörleri veya strain-gauge sistemleri sayesinde:

- 24 saatlik sürekli göz içi basınç takibi,
- Basınç değişim trendlerinin analizi,
- Riskli dalgalanmaların erken saptanması

mümkün hale gelmektedir. Bu sürekli ölçüm paradigması, glokom tedavisinde erken müdahale stratejilerini güçlendirebilir ve hastalık progresyonunu daha etkin kontrol etmeye katkı sağlayabilir.

5.2 Kişiselleştirilmiş Sağlık ve Uzaktan İzleme

Akıllı kontakt lenslerin en önemli katkılarından biri, kişiselleştirilmiş tıp yaklaşımını desteklemesidir. Sensörlerden elde edilen sürekli biyoveriler, bireyin fizyolojik profilinin dinamik olarak analiz edilmesine olanak tanır.

Lensler mobil uygulamalar, bulut tabanlı veri platformları ve hastane bilgi sistemleri ile entegre edildiğinde şu avantajlar ortaya çıkar:

- Uzaktan hasta takibi (remote patient monitoring)
- Erken uyarı sistemleri
- Yapay zekâ tabanlı risk analizi
- Tedaviye uyumun izlenmesi

Özellikle yoğun klinik izleme gerektiren diyabet ve glokom gibi hastalıklarda, sürekli veri akışı sağlık profesyonellerine karar destek mekanizması sunabilir.

Gelecekte, bu sistemlerin “dijital ikiz” (digital twin) konsepti ile entegre edilmesi öngörülmektedir. Böylece bireyin biyolojik verileri sanal ortamda modellenerek öngörücü sağlık senaryoları oluşturulabilir.

Ayrıca, kapalı döngü sistemler sayesinde sensör → analiz → terapötik yanıt zinciri otomatikleştirilebilir. Örneğin, belirli bir eşik değerin aşılması durumunda ilaç salımı veya uyarı mekanizması devreye girebilir.

5.3 Regülasyon ve Klinik Onay Süreçleri

Akıllı kontakt lenslerin klinik uygulamaya geçebilmesi için yalnızca teknolojik gelişim yeterli değildir; güvenlik, biyoyumluluk ve düzenleyici gerekliliklerin karşılanması zorunludur.

Bu cihazlar genellikle yüksek riskli medikal cihaz kategorisinde değerlendirilir ve kapsamlı prelinik ve klinik çalışmalara ihtiyaç duyar. Onay sürecinde dikkate alınan temel kriterler şunlardır:

- Uzun dönem biyoyumluluk ve korneal güvenlik
- Elektronik bileşenlerin ısı ve elektromanyetik güvenliği
- Veri güvenliği ve hasta mahremiyeti
- Mekanik dayanıklılık ve sterilizasyon protokolleri

Uluslararası standartlar (örneğin ISO biyoyumluluk standartları, medikal cihaz regülasyonları) doğrultusunda gerçekleştirilen çok merkezli klinik çalışmalar, cihazın etkinlik ve güvenilirliğini göstermede kritik öneme sahiptir.

Ayrıca, yapay zekâ tabanlı veri analiz sistemlerinin regülasyonu, gelecekte ayrı bir değerlendirme alanı olarak önem kazanacaktır. Algoritmaların doğruluğu, şeffaflığı ve klinik güvenilirliği düzenleyici kurumlar tarafından dikkatle incelenecektir.

Gelecek Perspektifi

Akıllı kontakt lenslerin geleceği üç ana ekseninde şekillenmektedir:

1. Tam Entegre Kapalı Döngü Sistemler: Sensör + analiz + ilaç salımı kombinasyonu
2. Yapay Zekâ Destekli Sürekli Sağlık Analitiği

3. Tamamen Kablosuz ve Enerji-Otonom Platformlar

Uzun vadede akıllı kontakt lenslerin yalnızca kronik hastalık takibi için değil, genel sağlık izleme, biyometrik doğrulama ve artırılmış gerçeklik uygulamaları için de kullanılması beklenmektedir.

Bu gelişmeler, göz tabanlı biyosensör platformlarını dijital sağlık çağının merkezi bileşenlerinden biri haline getirebilir.

6. Sonuç

Akıllı kontakt lensler, biyosensör teknolojileri ile entegre edildiğinde oftalmoloji ve medikal biyoteknoloji alanlarında dönüşümsel bir paradigma değişimi potansiyeli taşımaktadır. Geleneksel olarak yalnızca optik düzeltme amacıyla kullanılan kontakt lensler, sensör, mikroelektronik devre ve kablosuz iletişim bileşenleri ile donatıldığında, göz yüzeyini sürekli veri üreten biyolojik bir arayüze dönüştürmektedir. Bu durum, gözyaşı ve oküler mikroçevrenin yalnızca lokal hastalıkların değil, aynı zamanda sistemik fizyolojik süreçlerin de izlenebildiği bir biyomedikal platform olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

Akıllı lensler; non-invaziv sağlık izlemi, gerçek zamanlı biyobelirteç analizi ve sürekli hasta takibi gibi özellikleri sayesinde kronik hastalık yönetiminde yeni bir ölçüm paradigması sunmaktadır. Diyabet, glokom ve metabolik sendrom gibi düzenli izlem gerektiren durumlarda, aralıklı klinik ölçümler yerine sürekli ve dinamik veri elde edilmesi, hastalık progresyonunun daha doğru değerlendirilmesine olanak tanıyabilir. Bunun yanı sıra, kontrollü ilaç salınımı sistemlerinin entegrasyonu ile tanı ve tedavinin aynı platformda birleştirilmesi (theranostik yaklaşım), kişiselleştirilmiş tıbbın oküler düzeyde uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Sensör verilerine dayalı kapalı döngü sistemler, gelecekte otomatik terapötik yanıt üretebilen akıllı biyomedikal cihazların temelini oluşturabilir.

Bununla birlikte, bu teknolojilerin yaygın klinik kullanıma ulaşabilmesi için bazı temel bilimsel ve mühendislik zorluklarının aşılması gerekmektedir. Özellikle malzeme bilimi alanında daha yüksek oksijen geçirgenliğine sahip, uzun süreli biyoyumlu ve elektronik entegrasyona uygun polimerlerin geliştirilmesi kritik öneme sahiptir. Enerji yönetimi konusunda bataryasız veya kendi kendine enerji üretebilen sistemlerin tasarlanması, cihazların güvenli ve sürdürülebilir kullanımını destekleyecektir. Ayrıca, sensör

doğruluğu, kalibrasyon gereksinimleri ve uzun dönem stabilite gibi teknik parametrelerin optimize edilmesi gerekmektedir.

Klinik geçerlilik açısından ise geniş ölçekli, çok merkezli çalışmalarla güvenlik ve etkinlik verilerinin ortaya konması zorunludur. Düzenleyici onay süreçleri, veri güvenliği ve hasta mahremiyeti gibi konular da teknolojinin translasyonel başarısını belirleyecek önemli faktörlerdir. Yapay zekâ destekli veri analizi sistemlerinin entegrasyonu, hem klinik karar destek mekanizmalarını güçlendirecek hem de kişiselleştirilmiş sağlık yönetimini ileri bir seviyeye taşıyacaktır.

Sonuç olarak, akıllı kontakt lensler biyosensör teknolojileri ile birleştiğinde, göz tabanlı sürekli sağlık izleme sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olmaya adaydır. Multidisipliner araştırmaların ilerlemesiyle birlikte, bu cihazların geleceğin entegre, otonom ve kişiselleştirilmiş medikal platformları arasında yer alması beklenmektedir.

References

- Wu, Y., Chen, X., Li, Z., et al. (2024). Smart contact lenses in ophthalmology: Innovations, sensing technologies and clinical applications. *Biosensors*, 14(2), 97. <https://doi.org/10.3390/bios14020097>
- Xia, Y., Zhao, Y., & Wang, J. (2025). Optical contact lens biosensors for health monitoring. *ACS Sensors*, 10(1), 120–134. <https://doi.org/10.1021/acssensors.4c02134>
- Psoma, A., & Ndege, P. (2025). Emerging smart contact lens technology and clinical perspectives. *European Medical Journal Innovations*, 9(1), 52–60.
- Adibag, S., et al. (2024). Advancements and applications of smart contact lenses in biomedical monitoring. *Biosensors and Bioelectronics*, 242, 115699. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2024.115699>
- Elsherif, M., Hassan, M. U., Yetisen, A. K., & Butt, H. (2022). Wearable smart contact lenses for continual glucose monitoring: A review. *Frontiers in Medicine*, 9, 821836. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.821836>
- Park, J., Kim, J., Kim, S., et al. (2024). In-depth correlation analysis between tear glucose and blood glucose using wireless smart contact lenses. *Nature Communications*, 15, 1874. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-01874-3>

BÖLÜM 4

METABOLİK CERRAHİNİN KANSER RİSKİ ÜZERİNE ETKİSİ

Uzm. Dr. Reşit ÇİFTÇİ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293261>

¹ Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye,
reşit.ciftci@hotmail.com, orcid id:0000-0001-8818-9933

1. Giriş

Obezite, günümüzde dünya genelinde giderek büyüyen önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir. Önceleri daha çok yüksek gelirli Batı ülkelerinde yaygın olduğu düşünülmektedirken, son yıllarda Kuzey Afrika, Orta Doğu, Orta ve Güney Amerika ile Güney ve Güneydoğu Asya ve Okyanusya’da da belirgin bir artış göstermiştir (Sung et al., 2018; Sung et al., 2021). Obezitenin kanser gelişimi ve tümör progresyonu ile güçlü bir ilişki içinde olduğu bildirilmektedir (Bhaskaran et al., 2014; Renehan, Tyson, Egger, Heller, & Zwahlen, 2008). Obeziteye bağlı morbidite ve mortalitenin yüksekliği, bu durumun küresel ölçekte ekonomik yükünü giderek artırmakta ve obeziteyi adeta bir salgın haline getirmektedir. Obezite ile ilişkili hastalıklar arasında kanser, klinik sonuçları açısından en endişe verici olanlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Basen-Engquist & Chang, 2011).

Bariatrik cerrahi, obezitenin yanı sıra obeziteye eşlik eden metabolik ve kardiyovasküler bozuklukların tedavisinde en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bariatrik cerrahinin kanser gelişme riskini azaltıp azaltmadığı ve bu olası etkinin hangi mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıktığına ilişkin veriler hâlen sınırlıdır (Castagneto-Gissey, Casella-Mariolo, Casella, & Mingrone, 2020). Obezite ve buna eşlik eden metabolik sendrom; hiperlipidemi, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, obstrüktif uyku apnesi, non-alkolik steatohepatit ve çeşitli maligniteler dâhil olmak üzere birçok kronik hastalığın gelişiminde önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Basen-Engquist & Chang, 2011; Bhaskaran et al., 2014).

2. Obezite Cerrahisinde Güncel Endikasyonlar

Yirmi yılı aşkın süredir metabolik ve bariatrik cerrahi, vücut kitle indeksi (VKİ) $>40 \text{ kg/m}^2$ olan bireylerde veya VKİ $35\text{--}40 \text{ kg/m}^2$ aralığında olup obeziteye bağlı en az bir komorbid hastalığı bulunan kişilerde önerilen bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Buna karşılık farmakolojik tedavi seçenekleri arasında yer alan liraglutid ve semaglutid, VKİ $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ olan bireylerde ya da VKİ $\geq 27 \text{ kg/m}^2$ olup eşlik eden komorbiditesi bulunan hastalarda kullanılabilen ajanlar olarak tanımlanmaktadır (Eisenberg et al., 2022).

Yaşam tarzı değişiklikleri ve diyet müdahaleleri, obezite tedavisinin temel basamaklarını oluşturmakta ve tüm bireyler için önerilmektedir. Bununla birlikte cerrahi tedaviye aday olma kriterleri genellikle daha ileri derecede obeziteyi gerektirmektedir. Bunun başlıca nedeni, yüksek VKİ değerlerine sahip bireylerin obezite ile ilişkili maligniteler ve diğer kronik hastalıklar açısından belirgin biçimde daha yüksek risk taşımasıdır. Bu hasta grubunda daha fazla kilo kaybı sağlanabilmesi ve buna bağlı olarak hastalık riskinde anlamlı azalma elde edilmesi olasılığı da daha yüksektir. Öte yandan metabolik ve bariatrik cerrahinin güvenlik profili iyi tanımlanmış olup, uzun dönem takiplerde hem yüksek düzeyde hem de sürdürülebilir kilo kaybı sağladığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Eisenberg et al., 2022).

Bu birikmiş bilimsel kanıtlar doğrultusunda American Society for Metabolic and Bariatric Surgery ile International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders, 2022 yılında yayımladıkları ortak bildiride bariatrik cerrahiye ilişkin endikasyonların güncellenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu öneriler, 1991 yılında gerçekleştirilen National Institutes of Health Konsensüs Konferansı'nda belirlenen kılavuzların, son otuz yılı aşkın dönemde elde edilen bilimsel veriler ışığında yeniden değerlendirilmesine dayanmaktadır (Eisenberg et al., 2022).

Güncellenmiş önerilere göre, VKİ ≥ 35 kg/m² olan bireylerde eşlik eden komorbidite bulunup bulunmamasına bakılmaksızın metabolik ve bariatrik cerrahi önerilmektedir. Metabolik hastalığı bulunan ve VKİ 30–34,9 kg/m² aralığında olan bireylerde ise metabolik ve bariatrik cerrahi düşünülmelidir. Asya popülasyonunda obezite ile ilişkili risklerin daha düşük VKİ değerlerinde ortaya çıkması nedeniyle VKİ ≥ 27 kg/m² olan bireylerde cerrahi önerilmekte; bu popülasyonda VKİ ≥ 25 kg/m² klinik obeziteyi göstermektedir. Ayrıca uygun şekilde seçilmiş çocuk ve ergen hastalarda da metabolik ve bariatrik cerrahi bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir (Eisenberg et al., 2022; Sauter, 2023).

3. Obezite ve Kanser İlişkisine Aracılık Eden Moleküler Mekanizmalar

Obezite ile karsinogenez arasındaki biyolojik bağlantı oldukça karmaşık olup, birbiriyle etkileşim içinde olan çok sayıda moleküler yolak üzerinden gerçekleşmektedir (Sauter, 2023). Bu süreçte hiperinsülinemi,

artmış leptin düzeyleri, kronik düşük dereceli inflamasyon, oksidatif stres, hipoksiye bağlı faktör-1 aktivasyonu ve çeşitli sitokinlerin salınımı önemli rol oynamaktadır. Ayrıca epigenetik düzenlemelerde meydana gelen değişiklikler, özellikle DNA metilasyon paternlerindeki farklılaşmalar, visceral yağ dokusunun fonksiyonel bozulmasına bağlı sekretom değişiklikleri, adipokin üretimindeki değişimler ve eksozomal mikroRNA salınımındaki artış ile cinsiyet hormonlarının metabolizmasındaki değişiklikler de bu süreçte etkili olabilmektedir (Karra et al., 2022).

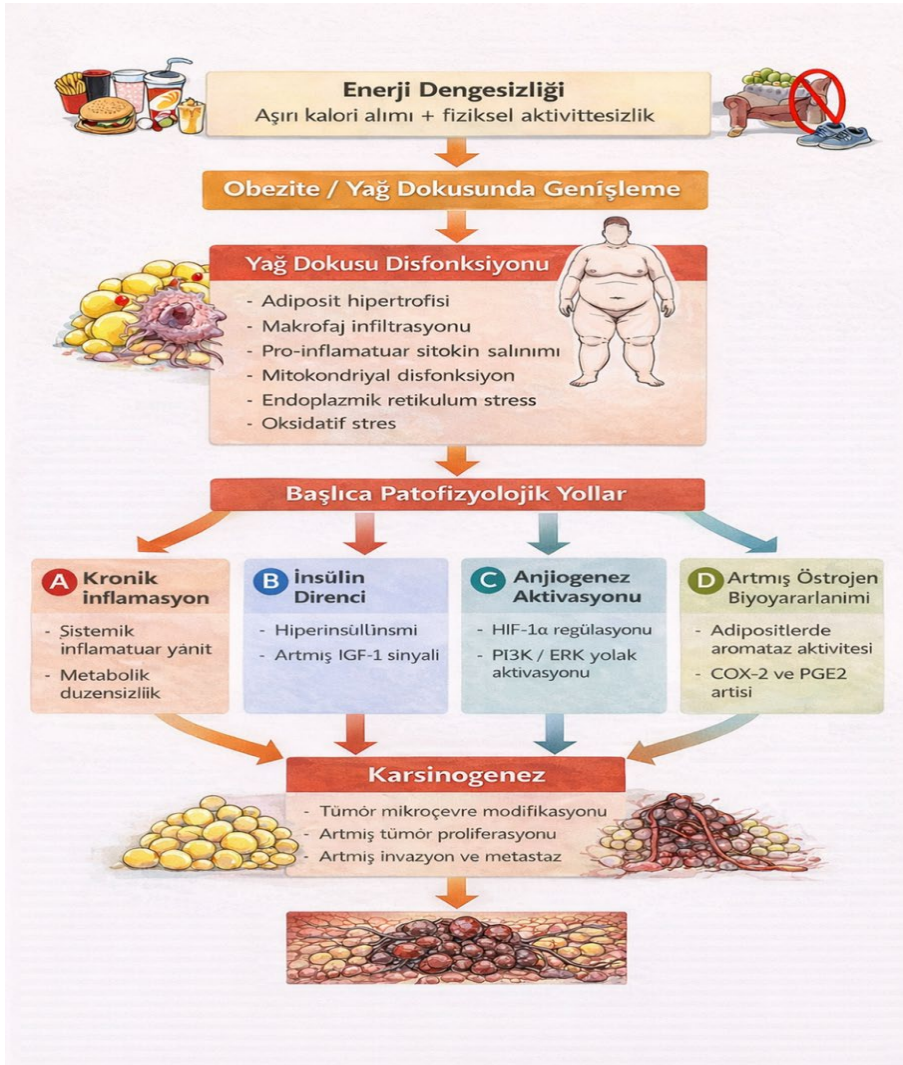
Beslenme alışkanlıkları da bu ilişkiye katkıda bulunabilmektedir. Özellikle yüksek oranda işlenmiş gıdaların tüketimi, yağdan zengin diyetler ve hem ekzojen hem de endojen kaynaklı potansiyel kanserojenlere maruz kalma, obezite ile ilişkili karsinogenez mekanizmalarını destekleyen faktörler arasında yer almaktadır. Obezite, özellikle santral yağlanmanın artışı aracılığıyla metabolik sendrom gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Sauter, 2023). Santral adipozite; bel çevresi, bel-kalça oranı veya visceral yağ hacmi gibi ölçümlerle değerlendirilebilir. Metabolik sendrom tanısı ise genellikle abdominal obezite, hipertansiyon, açlık glukoz metabolizmasında bozulma, yüksek plazma trigliserid düzeyleri ve düşük yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol düzeylerinden en az üçünün bulunmasıyla konur.

Dünya genelinde obezite, metabolik sendrom ve obezite ile ilişkili kanserlerin prevalansında gözlenen artış; bu alanlarda daha kapsamlı araştırmalar yapılması, etkili tarama stratejilerinin geliştirilmesi ve obeziteyi hedefleyen müdahalelerin güçlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Karra et al., 2022). Obezitenin azaltılmasının, kanser insidansının düşürülmesi veya bazı kanserlerin önlenmesinde temel stratejilerden biri olabileceği ileri sürülmektedir (Anveden et al., 2017; Mackenzie et al., 2018; Renehan et al., 2008).

Obeziteye bağlı kanser gelişiminde rol oynayan mekanizmalar oldukça çeşitlidir ve henüz tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Bu mekanizmalardan bazılarının, yağ dokusu kütesinin azalmasına bağlı olarak dolaşımdaki östrojen düzeylerinin düşmesi üzerinden etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu durum, özellikle hormon duyarlı malignitelerin riskinde değişikliklere yol açabilmekte ve menopoz sonrası kadınlarda daha belirgin şekilde gözlenebilmektedir (de Waard, Poortman, de Pedro-Alvarez Ferrero,

& Baanders-van Halewijn, 1982; Kaaks, Lukanova, & Kurzer, 2002). Obezite ile sıklıkla birlikte bulunan insülin direnci de insülin sinyal yolları üzerinden östrojen metabolizmasını etkileyerek dolaşımdaki östrojen düzeylerinin artmasına katkıda bulunabilir ve dolaylı olarak periferik östrojen sentezini artırabilir (Suba, 2012).

Bunun yanında, bariatrik cerrahi sonrası gözlenen kanser riskindeki azalmanın yalnızca kilo kaybına bağlı olmadığı, kilo kaybından bağımsız bazı biyolojik mekanizmaların da rol oynayabileceği ileri sürülmektedir (Ashrafian et al., 2011). Bu mekanizmalar arasında sistemik inflamasyonun ve inflamatuvar biyobelirteçlerin azalması, gastrointestinal hormonlarda meydana gelen değişiklikler, gastrointestinal anatominin yeniden düzenlenmesi ve buna bağlı olarak bağırsak mikrobiyotasında meydana gelen değişimler ile yağ, glukoz ve safra asidi metabolizmasındaki farklılıklar yer almaktadır (Castagneto Gissei, Casella Mariolo, & Mingrone, 2018; Castagneto-Gissei et al., 2020).



4. Obezite ile İlişkili Olan ve Olmayan Kanser Türleri

International Agency for Research on Cancer tarafından 2016 yılında yapılan değerlendirmede, aşırı kilo ve obezite ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu kabul edilen 13 kanser türü tanımlanmıştır. Bunlar arasında postmenopozal meme kanseri, endometrium kanseri, over kanseri, hepatoselüler karsinom, kolorektal kanser, pankreas kanseri, özofagus adenokarsinomu, mide kardias kanseri, safra kesesi kanseri, böbrek hücreli

kanser, tiroid kanseri, multipl miyelom ve meningiom yer almaktadır (Lauby-Secretan et al., 2016).

Bununla birlikte, bazı kanser türleri için mevcut verilerin sınırlı olması veya çalışmalar arasında tutarsız sonuçlar bulunması nedeniyle, obezite ile ilişkiyi destekleyen kanıtların yetersiz olduğu belirtilmiştir. Bu grupta akciğer kanseri, özofagus skuamöz hücreli karsinomu, mide kardiya dışı kanseri, ekstrahepatik safra yolu kanserleri, kutanöz melanom, testis kanseri, mesane kanseri ile beyin veya omurilik kaynaklı gliomlar yer almaktadır (Lauby-Secretan et al., 2016).

5. Bariatrik ve Metabolik Cerrahinin Obezite İlişkili Kanserler Üzerine Etkisi

Bariatrik ve metabolik cerrahinin, kanser gelişimi ve hastalık prognozu üzerinde koruyucu etkilere sahip olabileceğini gösteren giderek artan sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak bu etkinin yalnızca kilo kaybına bağlı olmadığı; hem kilo ile ilişkili hem de kilo bağımsız çeşitli biyolojik mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir. Nitekim bazı araştırmalar, bariatrik cerrahi sonrasında elde edilen kilo kaybı miktarı ile kanser insidansındaki azalma arasında doğrudan bir ilişki saptanmadığını bildirmiştir (Adams et al., 2009; Sjöström et al., 2009). Bu bulgu, cerrahinin antikanser etkisinin sadece kilo kaybına indirgenemeyeceğini, daha karmaşık biyolojik süreçlerin rol oynadığını düşündürmektedir.

Bu olası mekanizmalar arasında proinflamatuvar sitokin ve mediatörlerin salınımında azalma, bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler, glukoz ve lipid metabolizmasının yeniden düzenlenmesi, insülin duyarlılığında artış ve gastrointestinal hormonlarda meydana gelen değişiklikler sayılmaktadır (Castagneto-Gissey et al., 2020).

Bazı çalışmalar, özellikle postmenopozal kadınlarda kanser insidansı ve kansere bağlı mortalite açısından bariatrik ve metabolik cerrahinin anlamlı derecede koruyucu etkiler sağlayabileceğini göstermiştir. Buna karşın benzer bir faydanın erkek hastalarda aynı ölçüde gösterilemediği bildirilmiştir (Adams et al., 2009; Sjöström et al., 2009). Kadınlarda gözlenen bu olumlu etkinin, cerrahi sonrasında yağ dokusuna bağlı östrojen üretimi ve dolaşımdaki biyoyararlanımının belirgin şekilde azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durumun özellikle hormona duyarlı meme ve

endometrium kanserlerinin görülme sıklığındaki azalmaya katkı sağladığı öne sürülmektedir (Ashrafian et al., 2011).

Swedish Obese Subjects Study, bariatrik cerrahinin kanser gelişimi ve sonuçları üzerindeki etkisini değerlendiren ilk prospektif kontrollü müdahale çalışmasıdır. Ortalama 10,9 yıllık takip süresi sonunda, cerrahi uygulanan bireylerde kanser prevalansının anlamlı derecede daha düşük olduğu gösterilmiştir. Ancak bu olumlu etkinin kadın hastalarda belirgin olduğu, ameliyat edilen erkeklerde ise benzer bir sonucun doğrulanmadığı bildirilmiştir (Sjöström et al., 2009).

Cerrahi uygulanan ve uygulanmayan obez bireylerin karşılaştırıldığı altı gözlemsel çalışmayı içeren bir sistematik derleme ve meta-analiz de benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Bu analizde bariatrik cerrahinin genel kanser insidansını ve kansere bağlı mortaliteyi azaltma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, sonuçlar cinsiyete göre değerlendirildiğinde koruyucu etkinin kadın hastalarda belirgin olduğu, erkeklerde ise benzer bir faydayı destekleyen güçlü kanıtların henüz bulunmadığı ifade edilmiştir (Tee, Cao, Warnock, Hu, & Chavarro, 2013).

Son yıllarda yayımlanan sistematik derleme ve meta-analizler de bariatrik cerrahinin gelecekteki kanser riskini azaltabileceğini desteklemektedir. Bununla birlikte, özellikle kolorektal kanser açısından sonuçların heterojen olduğu ve cerrahi tipleri, takip süresi, hasta seçimi ve metodolojik farklılıklar nedeniyle daha dikkatli yorumlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Davey et al., 2023; Wilson, Lathigara, & Kaushal, 2023).

6. Klinik Uygulamalar Açısından Çıkarımlar ve Gelecek Perspektifleri

Mevcut sistematik derlemeler ve meta-analizlerin büyük bölümü, bariatrik cerrahinin koruyucu bir etkiye sahip olduğunu ve hem genel kanser insidansında hem de obezite ile ilişkili kanserlerin görülme sıklığında anlamlı azalmalar sağladığını ortaya koymaktadır. Bunun yanında, kanserle ilişkili mortalite oranlarında da belirgin düşüşler bildirilmiştir. Risk azalmasının özellikle hormon duyarlı ve kadınlara özgü malignitelerde daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu kanserler arasında meme, endometrium ve over kanserleri ön plana çıkmaktadır. Ayrıca pankreas, safra kesesi, hepatoselüler karsinom ve kolorektal kanser gibi diğer malignitelerde de insidansın

azaldığını gösteren veriler bulunmaktadır (Ashrafian et al., 2011; Tee et al., 2013; Wilson et al., 2023). Bu bulgular, obez bireylerde bariatrik cerrahinin yalnızca metabolik faydalar sağlamadığını, aynı zamanda gelecekteki kanser riski ve kanser ilişkili mortalite üzerinde de olumlu etkiler oluşturabileceğini desteklemektedir.

Bununla birlikte, mevcut literatürün büyük bir kısmı gözlemsel çalışmalardan oluşmaktadır. Bu nedenle bariatrik cerrahinin kanser riski üzerindeki etkisini daha net ortaya koyabilmek için prospektif ve uzun dönemli çalışmalara ihtiyaç vardır. Uzun süreli takipler, cerrahi sonrası kilo kaybının zaman içindeki seyri ile kanser gelişimi arasındaki olası ilişkiyi değerlendirmeye olanak sağlayacaktır. Ayrıca kilo kaybının derecesi ile kanser riskindeki değişimin doz-yanıt ilişkisi çerçevesinde incelenmesi de önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Uzun dönemli izlem çalışmaları, aynı zamanda yeniden kilo alımının görülme sıklığını ve bunun kanser gelişimi üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek açısından da değerli bilgiler sağlayacaktır (Castagneto-Gissey et al., 2020; Sauter, 2023).

Bariatrik cerrahinin hangi kanser türlerinde daha belirgin koruyucu etki oluşturduğu, kadınlarda gözlenen daha güçlü faydanın altında yatan biyolojik nedenler, cerrahinin yalnızca kanser insidansını mı azalttığı yoksa kanser prognozunu ve sağkalımı da etkileyip etkilemediği gibi birçok konu hâlen tam olarak açıklığa kavuşmuş değildir. Benzer şekilde, farklı kanser türleri için hangi bariatrik veya metabolik cerrahi yönteminin daha uygun olduğu ve bazı cerrahi prosedürlerde gastroözofageal reflü hastalığının potansiyel bir kontrendikasyon oluşturup oluşturmadığı gibi sorular da gelecekte yanıtlanması gereken önemli araştırma başlıkları arasındadır (Sauter, 2023; Wilson et al., 2023).

Obezite cerrahisi ve kilo kaybının obezite ile ilişkili kanserlerin farklı alt tipleri üzerindeki etkisinin de daha ayrıntılı biçimde incelenmesi gerekmektedir. Özellikle mevcut çalışmalar arasında sonuçların belirgin heterojenite gösterdiği kolorektal kanser gibi maligniteler için daha kapsamlı araştırmaların yapılması önem taşımaktadır (Davey et al., 2023).

Ayrıca kanserlerin moleküler alt tipleri ile belirli hasta gruplarına yönelik çalışmaların artırılması gereklidir. Özellikle premenopozal ve postmenopozal meme kanseri alt tipleri ile östrojen reseptörü pozitif ve negatif meme kanseri gibi farklı biyolojik özelliklere sahip hasta

popölasyonlarının ayrı ayrı değerdendirilmesi, bariatrik cerrahinin kanser gelişimi üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu tür çalışmalar, aynı zamanda obezite, kilo kaybı ve karsinogenez arasındaki moleküler mekanizmaların daha net biçimde ortaya konmasına da katkıda bulunacaktır (Castagneto-Gissey et al., 2020; Wilson et al., 2023).

7. Sonuç

Güncel bilimsel veriler, obezitenin çeşitli kanser türlerinin gelişimi için önemli bir risk faktörü olduğunu göstermektedir. Bariatrik ve metabolik cerrahi ise farklı biyolojik ve metabolik mekanizmalar aracılığıyla hem genel kanser prevalansında hem de kanser ilişkili mortalitede anlamlı azalmalar sağlayabilmektedir (Ashrafian et al., 2011; Sjöström et al., 2009; Tee et al., 2013).

Bununla birlikte, bariatrik cerrahi sonrasında gastroözofageal bölge kanserlerinin görölme sıklığında artış olabileceğine dair bulgular da mevcuttur. Bu nedenle cerrahi sonrası dönemde endoskopik izlem ve klinik farkındalık büyük önem taşımaktadır. Bu hasta grubunda neoplazi gelişimini artıran veya azaltan mekanizmaların daha iyi anlaşılması, hem klinik izlem stratejilerinin geliştirilmesi hem de toplum düzeyinde etkili halk sağlığı politikalarının oluşturulabilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Castagneto-Gissey et al., 2020).

KAYNAKLAR

- Adams, T. D., Stroup, A. M., Gress, R. E., Adams, K. F., Calle, E. E., Smith, S. C., ... Hunt, S. C. (2009). Cancer incidence and mortality after gastric bypass surgery. *Obesity*, 17(4), 796–802. <https://doi.org/10.1038/oby.2008.610>
- Anveden, Å., Taube, M., Peltonen, M., Jacobson, P., Andersson-Assarsson, J. C., Sjöholm, K., ... Carlsson, L. M. S. (2017). Long-term incidence of female-specific cancer after bariatric surgery or usual care in the Swedish Obese Subjects Study. *Gynecologic Oncology*, 145(2), 224–229. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2017.02.036>
- Ashrafian, H., Ahmed, K., Rowland, S. P., Patel, V. M., Gooderham, N. J., Holmes, E., ... Darzi, A. (2011). Metabolic surgery and cancer: Protective effects of bariatric procedures. *Cancer*, 117(9), 1788–1799. <https://doi.org/10.1002/cncr.25738>
- Basen-Engquist, K., & Chang, M. (2011). Obesity and cancer risk: Recent review and evidence. *Current Oncology Reports*, 13(1), 71–76.
- Bhaskaran, K., Douglas, I., Forbes, H., dos-Santos-Silva, I., Leon, D. A., & Smeeth, L. (2014). Body-mass index and risk of 22 specific cancers: A population-based cohort study of 5.24 million UK adults. *The Lancet*, 384(9945), 755–765.
- Castagneto Gissei, L., Casella Mariolo, J., & Mingrone, G. (2018). Intestinal peptide changes after bariatric and minimally invasive surgery: Relation to diabetes remission. *Peptides*, 100, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2017.12.010>
- Castagneto-Gissey, L., Casella-Mariolo, J., Casella, G., & Mingrone, G. (2020). Obesity surgery and cancer: What are the unanswered questions? *Frontiers in Endocrinology*, 11, 213. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00213>
- Davey, M. G., Ryan, O. K., Ryan, É. J., Donlon, N. E., Reynolds, I. S., Fearon, N. M., Martin, S. T., & Heneghan, H. M. (2023). The impact of bariatric surgery on the incidence of colorectal cancer in patients with obesity: A systematic review and meta-analysis of registry data. *Obesity Surgery*, 33(8), 2293–2302. <https://doi.org/10.1007/s11695-023-06674-4>

- de Waard, F., Poortman, J., de Pedro-Alvarez Ferrero, M., & Baanders-van Halewijn, E. A. (1982). Weight reduction and oestrogen excretion in obese post-menopausal women. *Maturitas*, 4(2), 155–162.
- Eisenberg, D., Shikora, S. A., Aarts, E., Aminian, A., Angrisani, L., Cohen, R. V., ... Puzifferri, N. (2022). 2022 American Society for Metabolic and Bariatric Surgery (ASMBS) and International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO): Indications for metabolic and bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 18(12), 1345–1356.
- Kaaks, R., Lukanova, A., & Kurzer, M. S. (2002). Obesity, endogenous hormones, and endometrial cancer risk: A synthetic review. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 11(12), 1531–1543.
- Karra, P., Winn, M., Pauleck, S., Bulsiewicz-Jacobsen, A., Peterson, L., Coletta, A., ... Gunter, M. J. (2022). Metabolic dysfunction and obesity-related cancer: Beyond obesity and metabolic syndrome. *Obesity*, 30(7), 1323–1334.
- Lauby-Secretan, B., Scoccianti, C., Loomis, D., Grosse, Y., Bianchini, F., & Straif, K. (2016). Body fatness and cancer—Viewpoint of the IARC Working Group. *New England Journal of Medicine*, 375(8), 794–798.
- Mackenzie, H., Markar, S. R., Askari, A., Faiz, O., Hull, M., Purkayastha, S., ... Hanna, G. B. (2018). Obesity surgery and risk of cancer. *The British Journal of Surgery*, 105(12), 1650–1657. <https://doi.org/10.1002/bjs.10914>
- Pontzer, H., Durazo-Arvizu, R., Dugas, L. R., Plange-Rhule, J., Bovet, P., Forrester, T. E., ... Luke, A. (2016). Constrained total energy expenditure and metabolic adaptation to physical activity in adult humans. *Current Biology*, 26(3), 410–417.
- Renehan, A. G., Tyson, M., Egger, M., Heller, R. F., & Zwahlen, M. (2008). Body-mass index and incidence of cancer: A systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. *The Lancet*, 371(9612), 569–578. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60269-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60269-X)
- Sauter, E. R. (2023). Obesity, metabolic and bariatric surgery, and cancer prevention: What do we need to learn and how do we get there? *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 19(7), 781–787. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2023.01.029>

- Sjöström, L., Gummesson, A., Sjöström, C. D., Narbro, K., Peltonen, M., Wedel, H., ... Carlsson, L. M. S. (2009). Effects of bariatric surgery on cancer incidence in obese patients in Sweden (Swedish Obese Subjects Study): A prospective, controlled intervention trial. *The Lancet Oncology*, 10(7), 653–662. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(09\)70159-7](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(09)70159-7)
- Suba, Z. (2012). Interplay between insulin resistance and estrogen deficiency as co-activators in carcinogenesis. *Pathology & Oncology Research*, 18(2), 123–133. <https://doi.org/10.1007/s12253-011-9466-8>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249.
- Sung, H., Siegel, R. L., Torre, L. A., Pearson-Stuttard, J., Islami, F., Fedewa, S. A., ... Jemal, A. (2019). Global patterns in excess body weight and the associated cancer burden. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 69(2), 88–112.
- Tee, M. C., Cao, Y., Warnock, G. L., Hu, F. B., & Chavarro, J. E. (2013). Effect of bariatric surgery on oncologic outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Surgical Endoscopy*, 27(12), 4449–4456. <https://doi.org/10.1007/s00464-013-3127-9>
- Wilson, R. B., Lathigara, D., & Kaushal, D. (2023). Systematic review and meta-analysis of the impact of bariatric surgery on future cancer risk. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(7), 6192. <https://doi.org/10.3390/ijms24076192>

BÖLÜM 5

İNFLAMATUVAR BAĞIRSAK HASTALIKLARINDA CERRAHİ TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Doç. Dr. Mehmet Sait BERHUNİ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293407>

¹ Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye,
drmsaitberhuni@hotmail.com orcid id: 0000-0003-4617-069X

Giriş

İnflamatuvar bağırsak hastalıkları (İBH), başlıca Crohn hastalığı ve ülseratif kolit olmak üzere gastrointestinal sistemin kronik, immün aracılı ve tekrarlayan inflamasyonla seyreden hastalıklarını kapsar. Bu hastalıklar relaps ve remisyon dönemleri ile karakterizedir ve uzun dönemde hastaların yaşam kalitesi üzerinde belirgin etkilere yol açar. Son yıllarda immünomodülatörler ve biyolojik ajanların kullanımının artması cerrahi gereksinimini azaltmış olsa da cerrahi tedavi, komplikasyon gelişimi, medikal tedaviye direnç veya malignite riski durumlarında temel tedavi bileşeni olmaya devam etmektedir. Cerrahi yaklaşımın temel amacı hastalığı tamamen ortadan kaldırmak değil, komplikasyonları kontrol altına almak, semptomları azaltmak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Özellikle Crohn hastalığında cerrahi sonrası nüks oranlarının yüksek olması nedeniyle bağırsak koruyucu yaklaşımlar önem kazanmıştır (Migliorisi, 2026).

Ülseratif kolitte cerrahi endikasyonlar genellikle medikal tedaviye yanıtız akut şiddetli kolit, steroid bağımlılığı veya intoleransı, kronik refrakter hastalık, displazi ya da kolorektal kanser gelişimi ve çocuk hastalarda büyüme geriliği gibi durumları içerir. Bunun yanında toksik megakolon, perforasyon, masif kanama ve sepsis gibi hayatı tehdit eden komplikasyonlar acil cerrahi gerektirir (Goyal, 2026). Crohn hastalığında ise cerrahi çoğunlukla hastalığın komplikasyonlarına bağlı olarak gündeme gelir. Fibrotik striktürlere bağlı obstrüksiyon, intraabdominal apseler, fistüller, perforasyon, refrakter perianal hastalık ve malignite şüphesi cerrahi gereksinimin başlıca nedenleridir (Khan, 2025).

Ülseratif kolitin cerrahi tedavisinde total proktokolektomi ve ileal poş-anal anastomoz (IPAA) altın standart tedavi olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem hastalığın küratif tedavisini sağlarken kalıcı stoma gereksinimini ortadan kaldırır ve uzun dönemde yaşam kalitesinde belirgin iyileşme sağlar. Bununla birlikte poşit gelişimi, pelvik sepsis, fekal inkontinans ve fertilitate azalması gibi komplikasyonlar görülebilir (Vignali, 2025). Yüksek riskli hastalarda üç aşamalı cerrahi yaklaşım tercih edilebilir. Acil durumlarda subtotal kolektomi ve end ileostomi hayat kurtarıcı bir seçenek olarak uygulanır ve hastanın stabilizasyonu sonrasında rekonstrüktif cerrahi planlanabilir. IPAA uygulanamayan seçilmiş hastalarda kontinans sağlayan

ileostomi seçenekleri değerlendirilebilir, ancak komplikasyon oranları nedeniyle sınırlı kullanım alanına sahiptir.

Crohn hastalığında cerrahi tedavi küratif değildir ve çoğunlukla komplikasyon yönetimine yöneliktir. En sık uygulanan cerrahi girişim ileosekal rezeksiyondur. Bu işlem lokalize ileosekal hastalık, obstrüksiyon veya inflamatuvar kitle varlığında uygulanır. Kolonik Crohn hastalığında segmenter rezeksiyon tercih edilebilir. Bununla birlikte kısa bağırsak sendromu riskini azaltmak amacıyla geniş rezeksiyonlardan kaçınılmalı ve mümkün olduğunca bağırsak koruyucu yaklaşım benimsenmelidir (Migliorisi, 2026). Striktüroplasti, özellikle çoklu striktürlerin varlığında veya bağırsak uzunluğunun korunmasının kritik olduğu durumlarda önemli bir cerrahi seçenektir. Heineke–Mikulicz, Finney ve Michelassi teknikleri striktür uzunluğuna göre uygulanabilmektedir.

Perianal Crohn hastalığı kompleks bir klinik tablo olup multidisipliner yaklaşım gerektirir. Cerrahi tedavi apselerin drenajı, seton yerleştirilmesi, seçilmiş vakalarda fistülotomi ve ileri olgularda fekal diversiyon veya proktektomi gibi seçenekleri içerir. Cerrahi girişimlerin biyolojik tedavi ile kombine edilmesi tedavi başarısını artırmaktadır (Moran, 2025).

Minimal invaziv cerrahi teknikler günümüzde inflamatuvar bağırsak hastalıklarının cerrahi tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Laparoskopik cerrahi daha az postoperatif ağrı, daha kısa hastanede kalış süresi, daha hızlı iyileşme ve daha iyi kozmetik sonuçlar sağlamaktadır. Robotik cerrahi ise özellikle pelviste dar anatomik alanlarda diseksiyon kolaylığı sağlayarak güvenli bir alternatif sunmaktadır (Zaman, 2024). Minimal invaziv yaklaşımlar kısa dönem sonuçları iyileştirirken uzun dönem sonuçlar açısından açık cerrahi ile benzer başarı oranları bildirilmiştir.

İBH hastalarında perioperatif yönetim cerrahi başarısının önemli belirleyicilerindendir. Malnütrisyon, immünsüpresyon, aktif inflamasyon ve sepsis varlığı postoperatif komplikasyon riskini artırır. Bu nedenle cerrahi öncesinde beslenme desteği sağlanması, steroid dozunun azaltılması, aneminin düzeltilmesi ve enfeksiyon kontrolünün sağlanması önerilmektedir. Geliştirilmiş iyileşme protokolleri (Enhanced Recovery After Surgery – ERAS) İBH cerrahisinde daha hızlı iyileşme, daha kısa hastanede yatış süresi ve azalmış komplikasyon oranları ile ilişkilendirilmiştir (Lin et al., 2024).

Crohn hastalığında cerrahi sonrası nüks oranları yüksektir ve endoskopik nüks çoğu hastada ilk yıl içinde gelişebilir. Sigara kullanımı, penetran hastalık fenotipi ve önceki cerrahiler nüks riskini artıran faktörlerdir. Bu nedenle cerrahi sonrası risk temelli yaklaşım benimsenmeli, erken biyolojik tedavi başlanması ve düzenli endoskopik izlem yapılması önerilmektedir (Khan, 2025).

Son yıllarda inflamatuvar bağırsak hastalıklarının yönetiminde cerrahi ve medikal tedavilerin entegrasyonu giderek önem kazanmaktadır. Biyolojik ajanlar cerrahi gereksinimini azaltmakta, bağırsak koruyucu cerrahi yaklaşımlar ön plana çıkmakta ve minimal invaziv teknikler cerrahi sonuçları iyileştirmektedir. Gelecekte biyobelirteçler ve kişiselleştirilmiş tedavi algoritmalarının cerrahi karar süreçlerinde belirleyici rol oynaması beklenmektedir.

Sonuç olarak inflamatuvar bağırsak hastalıklarında cerrahi tedavi, komplikasyonların yönetimi ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesinde kritik öneme sahiptir. Ülseratif kolitte cerrahi küratif potansiyele sahipken, Crohn hastalığında cerrahi çoğunlukla komplikasyon kontrolüne yöneliktir. Minimal invaziv tekniklerin yaygınlaşması, ERAS protokollerinin uygulanması ve multidisipliner yaklaşım cerrahi sonuçları belirgin biçimde iyileştirmektedir. Gelecekte bireyselleştirilmiş tedavi stratejileri ve bağırsak koruyucu yaklaşımlar cerrahinin rolünü daha da optimize edecektir.

Kaynaklar

- Goyal, M. K., Hassan, S. A., & Berinstein, J. A. (2026). Managing acute severe ulcerative colitis in 2025 and beyond. *Current Gastroenterology Reports*, 28(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s11894-025-01025-y>
- Khan, Z. M., & Ahmed, A. (2025). Appraisal of current surgical guidelines for inflammatory bowel disease. *Colorectal Disease*, 27(2), 210–218. <https://doi.org/10.1111/codi.17125>
- Lin, V., Hull, T., & Steele, S. R. (2024). Enhanced recovery after surgery in inflammatory bowel disease. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 28(5), 1324–1333. <https://doi.org/10.1007/s11605-024-05892-5>
- Migliorisi, G., Spinelli, A., & Danese, S. (2026). Redefining the surgical paradigm in Crohn's disease. *Annals of Gastroenterological Surgery*, 10(1), 45–54. <https://doi.org/10.1002/ags3.12736>
- Moran, G. W., Lamb, C. A., Kennedy, N. A., et al. (2025). British Society of Gastroenterology consensus guidelines on the management of Crohn's disease in adults. *Gut*, 74(3), 495–522. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2024-332188>
- Vignali, A., & Elmore, U. (2025). Pouch surgery for ulcerative colitis. *Clinics in Colon and Rectal Surgery*, 38(1), 35–44. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1792143>
- Zaman, S., Khan, J. S., & Patel, H. (2024). Minimally invasive surgery for inflammatory bowel disease. *Surgical Clinics of North America*, 104(2), 345–362. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2023.11.006>

BÖLÜM 6

KASIK FITİĞİ CERRAHİSİNDE GÜNCEL GELİŞMELER

Doç. Dr. Serhan YILMAZ¹

Op. Dr. Yasin Orhan ERKUŞ²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293473>

¹ Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği, drserhanyilmaz@gmail.com, orcid id: 0000-0002-5612-5932

² Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği, yasinorhanerkus@gmail.com, orcid id: 0000-0002-6616-5292

1. Giriş ve Küresel Epidemiyoloji

Kasık fıtıkları, genel cerrahi pratiğinde en sık karşılaşılan cerrahi patolojilerden biri olup, dünya çapında sağlık sistemleri üzerinde devasa bir epidemiyolojik ve ekonomik yük oluşturmaktadır. Küresel ölçekte her yıl 20 milyondan fazla elektif kasık fıtığı onarımı gerçekleştirildiği tahmin edilmekte olup, bu prosedür genel cerrahinin temel taşlarından birini temsil etmektedir (Ma et al., 2023). Epidemiyolojik verilere göre kasık fıtığının genel prevalansı yaklaşık %7.7 düzeyindedir; anatomik ve fizyolojik dinamiklerdeki farklılıklar nedeniyle bu hastalık erkeklerde (%9.6), kadınlara (%1.3) kıyasla belirgin şekilde daha yüksek oranda görülmektedir (Abebe, Tareke, Alem, Debebe, & Beyene, 2022).

Modern cerrahi felsefede kasık fıtığı yönetimi; izole bir anatomik defektin mekanik olarak kapatılmasından öte, karın kaslarının fasya, diyafram ve pelvik taban ile senkronize biçimde çalıştığı dinamik fonksiyonel ünitenin bütünüyle ele alındığı "Karın Duvarı Bütünlüğü" (Abdominal Core Health) konsepti çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, hastanın solunum mekaniğinden omurga stabilitesine kadar uzanan geniş bir fizyolojik yelpazeyi kapsar. Bu doğrultuda cerrahi başarının temel ölçütü, yalnızca nüks (rekürrens) oranlarının düşürülmesi değil, aynı zamanda kronik postoperatif ağrının önlenmesi ve hastanın uzun dönem yaşam kalitesinin (QoL) maksimize edilmesidir (Stabilini et al., 2023).

1.1. Kasık Fıtığı Cerrahisinin Tarihsel Gelişimi ve Paradigmalar

Kasık fıtığı cerrahisi, tarihsel süreç içerisinde tıp bilimindeki anatomik keşiflere, biyomekanik prensiplere ve materyal mühendisliğindeki inovasyonlara paralel olarak köklü paradigma değişimleri geçirmiştir. Yirminci yüzyılın başlarında, zayıflamış anatomik yapıların sütürler aracılığıyla birbirine yaklaştırılarak dikildiği doku tabanlı gerilimli (tension-based) onarımlar (örn. Bassini ve McVay teknikleri) altın standart olarak kabul edilmiştir. Ancak bu geleneksel yöntemler, rekonstrükte edilen anatomik hatlar üzerinde yarattıkları

yüksek fizyolojik gerilime bağlı lokal doku iskemisi ve uzun dönemde kabul edilemez düzeydeki yüksek nüks oranları nedeniyle ciddi kısıtlılıklara sahipti.

Modern herniolojideki ilk büyük cerrahi devrim, sentetik polimer yamaların (mesh) klinik pratiğe entegre edilmesiyle yaşanmıştır. Sentetik bir iskelenin konak dokuya entegre olarak güçlü bir fibrotik bariyer oluşturması prensibine dayanan gerilimsiz (tension-free) yama onarımları, nüks oranlarında dramatik bir düşüş sağlayarak modern fıtık cerrahisinin temel dinamiğini oluşturmuştur.

İkinci majör devrim ise 1990'lı yıllarda minimal invaziv cerrahinin (MİC) yükselişiyle gerçekleşmiştir. Transabdominal preperitoneal (TAPP) ve total ekstraperitoneal (TEP) yaklaşımların cerrahi pratiğe girmesiyle, fıtık defektine dokuların doğal anatomik planlarını bozmadan posterior bölgeden ulaşılması mümkün hale gelmiştir. Bu sayede tüm miyopektineal orifis, preperitoneal alandan yerleştirilen geniş bir yama ile minimal travmayla ve güvenle desteklenebilmiştir.

Günümüzde kasık fıtığı cerrahisi; robotik platformların artan kullanımı, ileri görüntüleme ve navigasyon teknolojileri ile biyomateryal bilimindeki gelişmeler doğrultusunda yeni bir dönüşüm sürecine girmiştir. Minimal invaziv tekniklerin evrimi, üç boyutlu anatomik kavrayışın artması ve biyouyumlu, hafif ve kısmen rezorbe olabilen mesh tasarımlarının geliştirilmesi, cerrahi pratiğin teknik ve felsefi çerçevesini yeniden şekillendirmektedir.

Bu süreçte, tüm hastalara tek tip bir onarım stratejisinin uygulandığı geleneksel yaklaşım yerini; hastanın anatomik özellikleri, komorbiditeleri, fıtığın tipi (direkt, indirekt, femoral, rekürren), bilateralite durumu ve cerrahin deneyimi gibi parametrelerin dikkate alındığı “Bireyselleştirilmiş (Tailored) Yaklaşım” anlayışına bırakmıştır. Güncel kılavuzlar da cerrahi tekniğin hasta ve fıtık özelliklerine göre seçilmesini önermektedir (Stabilini et al., 2023).

1.2. Minimal İnvaziv Cerrahi (MİC) Adaptasyonunda Küresel ve Bölgesel Eşitsizlikler

Kasık fıtığı onarımında minimal invaziv cerrahi (MİC) teknikleri (laparoskopik TEP, TAPP ve robotik platformlar), daha düşük erken postoperatif ağrı, daha hızlı işe dönüş ve bilateral olgularda tek seans avantajı gibi klinik üstünlükler sunmasına rağmen, bu teknolojilerin benimsenme oranı küresel ölçekte belirgin bir heterojenlik göstermektedir.

Avrupa genelinde çok merkezli, prospektif kohort verilerinin analiz edildiği geniş ölçekli çalışmalar; elektif inguinal herni onarımında MİC kullanım oranlarının ülkeler ve bölgeler arasında anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Kıta genelinde ortalama MİC kullanım oranı yaklaşık dörtte bir düzeyinde bildirilirken, Batı Avrupa ülkelerinde bu oran belirgin şekilde daha yüksek seyretmekte; Güney ve bazı Doğu Avrupa ülkelerinde ise anlamlı derecede düşük kalmaktadır. Bu durum, cerrahi pratiğin yalnızca klinik kanıtlarla değil, aynı zamanda sağlık sisteminin yapısal ve ekonomik dinamikleriyle de şekillendiğini göstermektedir (Henriksen, Christoffersen, Marckmann, & Jensen, 2025).

Çok düzeyli ve çok değişkenli analizlerde, minimal invaziv tekniğin tercih edilmesini bağımsız olarak etkileyen faktörler tanımlanmıştır. Bilateral fitık varlığı, MİC lehine en güçlü belirleyicilerden biri olarak öne çıkmakta; ayrıca cerrahın prosedür-spesifik deneyim düzeyi ve yıllık vaka hacmi teknik seçimi anlamlı biçimde etkilemektedir. Bunun yanında, sağlık sisteminin finansman modeli ve kurumun altyapı olanakları da teknoloji adaptasyonunda belirleyici rol oynamaktadır.

Bu bulgular, cerrahi inovasyonların klinik pratiğe entegrasyonunun yalnızca kanıta dayalı üstünlüklerle değil; eğitim altyapısı, merkez hacmi, geri ödeme politikaları ve organizasyonel faktörlerle birlikte değerlendirildiğini ortaya koymaktadır (Henriksen et al., 2025).

2. Kanıta Dayalı Tıp Işığında Kılavuzlarda Paradigma Değişimleri

Kanıta dayalı tıp uygulamaları bağlamında, kasık fıtığı ve karın duvarı yönetimine dair uluslararası kılavuzlar cerrahi pratiği standardize eden, hasta güvenliğini merkeze alan ve klinik karar verme süreçlerini bilimsel bir temele oturtan en önemli dayanaklardır. Bu alanda cerrahi pratiğe yön veren majör kılavuzlar son yıllarda metodolojik bir evrim geçirmiştir.

2.1. HerniaSurge ve EHS Kılavuzlarında GRADE Metodolojisi

İlk kez 2018 yılında yayımlanan Uluslararası Kasık Fıtığı Yönetimi Kılavuzu, 2023-2024 yıllarında The HerniaSurge Group tarafından kapsamlı bir şekilde güncellenmiştir. 30 uluslararası fıtık uzmanından oluşan bir çalışma grubu tarafından yürütülen bu güncellemede, Nisan 2022'ye kadar olan literatür taranarak 39 yeni bildiri (statement) ve 32 yeni öneri (recommendation) formüle edilmiş; bu önerilerin 16'sı "güçlü öneri" (strong recommendation) statüsünde kabul edilmiştir.

Bu kılavuz güncellemelerinin en önemli bilimsel dayanağı, Avrupa Fıtık Derneği (European Hernia Society - EHS) tarafından da ENGINE projesi kapsamında standartlaştırılan GRADE (Grades of Recommendation, Assessment, Development, and Evaluation) metodolojisi. GRADE metodolojisi, eski nesil uzman konsensuslarının ötesine geçerek; sadece bilimsel kanıtın kalitesini değil, hastaların değer yargılarını, fayda ve zarar arasındaki dengeyi, maliyet-etkinliği, sağlıkta eşitliği ve uygulanabilirliği şeffaf bir şekilde değerlendiren bütüncül bir sistemdir (Stabilini et al., 2023). Örneğin EHS, bu metodolojiyi kullanarak sadece kasık fıtıklarında değil, aynı zamanda ESCP ve EAES katılımlarıyla yayımlanan parastomal fıtıkların önlenmesi gibi "Hızlı Kılavuzlarda" (Rapid Guidelines) da risk stratifikasyonuna dayalı spesifik öneriler sunmaktadır (örn. end kolostomisi olan hastalarda proflaktik yama kullanımı için "koşullu", yüksek riskli hastalarda ise "güçlü" öneri) (Stabilini et al., 2023).

2.2. Yama (Mesh) Ağırlığı Paradoksu ve Biyomekanik Stres Dinamikleri

Güncel uluslararası kılavuzlar, randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizler doğrultusunda, primer inguinal herni onarımında mesh tabanlı tekniklerin nüks oranlarını anlamlı şekilde azalttığını ve standart yaklaşım olarak kabul edilmesi gerektiğini güçlü biçimde önermektedir (Stabilini et al., 2023). Bununla birlikte, sentetik yamaların fiziksel özellikleri (özellikle mesh ağırlığı ve porozitesi) klinik sonuçları etkileyebilen önemli parametrelerdir.

Mesh Ağırlığının Tanımı

Hernia literatüründe meshler genellikle birim yüzey alanına düşen polimer miktarına göre sınıflandırılır:

- Hafif ağırlıklı mesh (Lightweight Mesh – LWM): $<50 \text{ g/m}^2$
- Ağır ağırlıklı mesh (Heavyweight Mesh – HWM): $>70 \text{ g/m}^2$

Ancak modern sınıflandırma yalnızca gramajı değil; Por genişliği, Elastisite, Polimer tipi, Rezorbe edilebilir komponent oranı gibi biyomekanik özellikleri de dikkate almaktadır.

Açık Anterior Onarımda (Lichtenstein) Biyomekanik Dinamikler

Açık anterior teknikte yerleştirilen mesh, transversalis fasya ve posterior duvar yapıları tarafından desteklenmektedir. Bu anatomik destek sayesinde intraabdominal basınç, mesh üzerine doğrudan serbest bir kuvvet olarak değil; çevresel dokular aracılığıyla dağılmış yük şeklinde iletilir.

Meta-analizler, açık Lichtenstein onarımında LWM kullanımının:

- Kronik postoperatif inguinal ağrısı (CPIP) azaltabildiğini
- “Yabancı cisim hissi”ni düşürdüğünü
- Nüks oranlarını anlamlı biçimde artırmadığını göstermektedir.

Ancak kısmen rezorbe olabilen bazı mesh tasarımlarında uzun dönem yapısal dayanıklılığın ürün spesifik olduğu ve teknik hatalarla birleştiğinde nüks riskini artırabileceği bildirilmektedir. Bu nedenle mesh seçimi yalnızca ağırlığa değil, mekanik stabilite ve defekt büyüklüğüne göre yapılmalıdır (Stabilini et al., 2023).

Laparo-Endoskopik Onarımda (TEP / TAPP) Biyomekanik Gerçeklik

Posterior yaklaşımlarda mesh, tüm miyopektineal orifisi örten geniş bir prostetik bariyer görevi görür. Bu pozisyonda mesh, intraabdominal basınca karşı daha doğrudan bir yük taşır ve özellikle geniş defektlerde deformasyon (bulging) riski söz konusu olabilir.

Ancak güncel kılavuzlar laparo-endoskopik onarımlarda mutlak olarak ağır mesh kullanımını şart koşmamaktadır. Çoğu çalışma:

- Uygun boyutlandırılmış ve yeterli örtüşme sağlanmış LWM’nin

- Deneyimli cerrahlar tarafından uygulandığında nüks oranlarını artırmadığını göstermektedir.

Bununla birlikte:

- Geniş medial defektlerde
- Zayıf arka duvar anatomisinde
- Fiksasyon yapılmayan olgularda

daha rijit veya yüksek mekanik dayanımlı meshlerin tercih edilmesi önerilebilmektedir (Stabilini et al., 2023).

2.3. Bireyselleştirilmiş (Tailored) Cerrahi Karar Algoritması

"Herkese uyan tek beden" yaklaşımının terk edilmesiyle birlikte, modern fıtık cerrahları hastanın spesifik klinik durumuna göre en uygun tekniği seçmelidir (Stabilini et al., 2023). Avrupa Fıtık Derneği ve HerniaSurge kılavuzlarından sentezlenen güncel "Bireyselleştirilmiş Karar Algoritması" klinik pratiği şu şekilde yönlendirmektedir.

Klinik Senaryo	Birinci Basamak Öneri	Klinik Gerekçe
Primer tek taraflı (erkek)	Lichtenstein veya TEP/TAPP	Her iki yöntem güvenlidir. Karar; yaş, anestezi riski, cerrah deneyimi ve erken işe dönüş beklentisine göre verilir.
Primer tek taraflı (kadın)	Posterior yaklaşım (TEP/TAPP) tercih edilir	Kadınlarda femoral herni prevalansı daha yüksektir; posterior yaklaşım femoral halkayı direkt görme avantajı sağlar.
Primer bilateral	Posterior yaklaşım (TEP/TAPP veya r-TAPP)	Aynı seansta bilateral onarım; tek preperitoneal diseksiyon alanı; daha az insizyon morbiditesi.
Rekürren (önceki anterior onarım sonrası)	Posterior yaklaşım	Skarlı anterior plandan kaçınılır; yeni diseksiyon planı kullanılır.
Rekürren (önceki posterior onarım sonrası)	Açık anterior yaklaşım	Önceki preperitoneal diseksiyon alanından kaçınma.

Skrotal / dev inguinokrotal herni	Açık anterior veya deneyimli merkezde eTEP	Laparoskopik diseksiyon teknik olarak zor olabilir; açık yaklaşım anatomik kontrol sağlar.
Geçirilmiş majör pelvik cerrahi (örn. radikal prostatektomi)	Genellikle açık anterior tercih edilir	Retzius alanı fibrotik olabilir; posterior yaklaşım deneyim gerektirir ve seçilmiş olgularda uygulanabilir.
Kronik ağrı / meshoma	Multidisipliner değerlendirme; seçilmiş olguda hedefli nörektomi ± mesh çıkarımı	Ağrı kaynağına yönelik bireyselleştirilmiş yaklaşım gerekir.
Mesh kontrendikasyonu	Shouldice (tercihen deneyimli merkezde) veya Desarda	Kontaminasyon veya hasta tercihi durumunda doku onarımı.

3. Yama (Mesh) Biyomühendisliği ve Materyal Bilimindeki İnovasyonlar

Sentetik meshlerin klinik pratiğe entegrasyonu, gerilimsiz onarım konsepti ile birlikte inguinal herni cerrahisinde nüks oranlarını dramatik biçimde azaltmıştır. Günümüzde primer onarımlarda nüks oranları çoğu seride %1–4 aralığında bildirilmektedir. Ancak implant biyolojisine bağlı komplikasyonlar materyal inovasyonunun temel itici gücü olmuştur.

Mesh implantasyonu sonrası görülebilen:

- Kronik inflamatuvar yanıt ve yabancı cisim reaksiyonu
- Fibrotik kapsülleşme ve rijidite artışı
- Cerrahi alan enfeksiyonu (çoğunlukla %1–5; yüksek riskli vakalarda daha yüksek)
- Klinik anlamlı kronik postoperatif inguinal ağrı (CPIP; genellikle %5–15 aralığında)

mesh tasarımında biyomekanik ve biyolojik optimizasyon gerekliliğini ortaya koymuştur.

Modern yaklaşım, “mekanik bariyer” kavramından “rejeneratif biyomateryal” paradigmasına doğru evrilmektedir.

3.1. 3D Baskı Teknolojileri, MEW (Melt Electrowriting) ve mPCL/PEG Polimer Kompozitleri

Üç boyutlu (3D) baskı teknolojileri, hastanın spesifik pelvik anatomisine uyum sağlayabilen ve hücrel entegrasyon için istenilen gözenek (por) yapısına sahip implantların hassas bir şekilde üretilmesine olanak tanımaktadır. Bu alandaki en büyük mühendislik atılımlarından biri, polimer liflerin bir elektrik alanı ile mikrometre düzeyinde yüksek çözünürlükle dizilmesini sağlayan Melt Electrowriting (MEW) üretim teknolojisidir. MEW kullanılarak üretilen tıbbi sınıf polikaprolakton (mPCL) iskeletler, vücuttaki yumuşak dokuların biyomekanik ve viskoelastik davranışlarını geleneksel sentetik yamalara göre çok daha iyi taklit etmektedir.

Dahası, bu mPCL matrisine hidrofilik bir polimer olan polietilen glikol (PEG) eklenmesiyle elde edilen kompozit yapılar cerrahi biyomekanik sınırlarını aşmıştır. Özellikle 75:25 oranında hazırlanan PCL/PEG kompozitlerinde, saf PCL ağlarına kıyasla çekme kopma mukavemeti (ultimate tensile strength) %127 oranında dramatik bir artış göstererek 44 MPa seviyelerine ulaşmıştır. Geleneksel olarak uzun yıllardır kullanılan polipropilen tabanlı yamaların (örneğin Gynemesh) çekme mukavemetinin yalnızca 2.59 MPa civarında olduğu göz önüne alındığında, bu yeni nesil kompozitlerin intraabdominal basınca ne kadar dirençli olduğu açıkça görülmektedir. Bu yüksek biyomekanik güç, yamanın sıvı ortamlarda kontrollü olarak erimesine (hidrolitik degradasyon) izin verirken ilk aylardaki hayati doku desteğini eksiksiz sunmakta ve yabancı cisim hissini ortadan kaldırmaktadır (Ren et al., 2022). Ancak burada kritik nokta şudur: Abdominal duvar için gerekli biyomekanik dayanım, yüksek MPa değerlerinden ziyade fizyolojik yük altında esneklik ve deformasyon uyumudur. Dolayısıyla ultra-yüksek çekme mukavemeti klinik başarı ile doğrudan korele değildir; viskoelastik uyum ve yük dağılımı daha belirleyicidir. Bu materyaller henüz geniş klinik faz çalışmalarında rutin kullanıma girmemiştir; çoğu veri prelinik model düzeyindedir.

3.2. Dinamik Rejeneratif İskeletler (Scaffolds) ve Karın Duvarı Uyumu

Yama mühendisliğindeki bir diğer ezber bozan yaklaşım, dinamik karın duvarı fizyolojisi ile uyumlu çalışan "dinamik rejeneratif iskeletlerin" geliştirilmesidir. Bu devrimin öncü cihazlarından olan ProFlor'un klinik ve deneysel başarılarının üzerine inşa edilen yeni nesil "Stenting & Shielding (S&S) Hernia System", doku onarımında yepyeni bir evrimi temsil etmektedir.

Termoplastik Elastomer (TPE) materyali kullanılarak (Thermolast M type TM9HET) enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen S&S cihazı, fıtık defektini bir stent gibi içeriden desteklerken, aynı zamanda karın içi basınca karşı koruyucu bir kalkan (shielding) görevi görür. İn vivo domuz (porcine) modelleri üzerinde gerçekleştirilen ve manyetik rezonans (MR) ile desteklenen güncel çalışmalar, bu cihazın fıtık bölgesinde klasik sert ve fibröz skar dokusu oluşturmadığını kanıtlamıştır. Aksine, cihazın hareket uyumlu (motion-compliant) dinamik yapısı, implant matriksi içerisinde olgun arterler ve venlerle zengin bir şekilde beslenen yepyeni bir kas benzeri dokunun büyümesini teşvik etmekte; bu hücrel rejenerasyon sürecine "neomyogenesis" (yeni kas oluşumu) adı verilmektedir. "Neomyogenesis" kavramı özellikle hayvan modellerinde tanımlanmıştır; ancak insan uzun dönem histolojik kanıtlar halen sınırlıdır. Bu sistemler umut verici olmakla birlikte standart of care değildir (Amato et al., 2025).

3.3. Oksitik (Auxetic) Geometrilere ve İlaç Salınımlı Akıllı Biyomateryaller

Klasik sentetik polimerler boylamasına gerildiklerinde hacmi korumak için enlemesine daralma (pozitif Poisson oranı) eğilimi gösterirler. Ancak 3D yazıcılarla tasarlanan Oksitik (Auxetic) mimarili yamalar, negatif Poisson oranına (NPR) sahip olup gerildiklerinde enlemesine de genişleyen çok özel bir hücrel dizilime sahiptirler. Öksürme veya ağır kaldırma gibi eylemler sırasında karın içi basıncında ani ve yüksek sıçramalar yaşandığında, oksitik yamalar bu basınç stresini dar bir alanda toplamak yerine yamanın tüm yüzeyine eşzamanlı ve homojen olarak dağıtır. Bu muazzam stres dağılımı, yamanın gözeneklerinin büzülmesini veya çökmesini engelleyerek (maintenance of pore integrity) yüksek gerilim altında dahi doku beslenmesinin ve oksijenasyonun devamlılığını korur.

Aynı zamanda postoperatif morbiditenin önlenmesi amacıyla, yama iskeletlerine terapötik ajanların yüklendiği akıllı ilaç salınımlı (drug-eluting) materyaller geliştirilmiştir. Örneğin, lokal inflamasyonu dindiren moleküllerin veya geniş spektrumlu antibiyotiklerin (örn: azitromisin) doğrudan yama üzerinden salınması, yama yüzeyindeki dirençli bakteriyel biyofilm gelişimini 14 güne kadar etkili bir şekilde inhibe edebilmektedir (Ren et al., 2022). Bu yapıların abdominal duvar yük dinamikleri ile biyomekanik uyumu deneysel çalışmalarda gösterilmiş olsa da, geniş klinik validasyon henüz erken aşamadır.

3.4. Biyoyapıştırıcılar ve Travmasız Fiksasyon

Laparoskopik onarımda mekanik fiksasyon materyalleri (tak, zımba) sinir irritasyonu ve CPIP ile ilişkilendirilmiştir.

Bu nedenle:

- Fiksasyonsuz geniş mesh yerleşimi
 - Absorbe edilebilir yapıştırıcılar
 - Fibrin bazlı ajanlar
 - Katekol (L-Dopa türevli) biyoyapıştırıcılar
- üzerine çalışmalar yürütülmektedir.

Midye adezyon mekanizmasından esinlenen katekol bazlı sistemler, ıslak ortamda kimyasal bağ oluşturma kapasitesine sahiptir. Preklinik çalışmalar umut verici olmakla birlikte, henüz rutin klinik standart değildir (Kord Forooshani & Lee, 2017).

4. Minimal İnvaziv Cerrahi (MİC): Laparoskopik ve Robotik Tekniklerin Evrimi

Transabdominal preperitoneal (TAPP) ve total ekstraparitoneal (TEP) yaklaşımlar, son otuz yılda minimal invaziv kasık fıtığı cerrahisinin sarsılmaz omurgasını oluşturmuş ve elde edilen klinik çıktılarla evrimleşmeye devam etmiştir. Minimal invaziv tekniklerin temel felsefesi; fıtık defektine dokuların doğal anatomik planlarını en az bozacak şekilde posterior (arka) bölgeden ulaşarak, miyopektineal orifisi (direkt, indirekt ve femoral herni potansiyel alanlarını) içine alacak genişlikte bir preperitoneal yama ile gerilimsiz olarak kaplamaktır.

4.1. Laparoskopik TEP ve TAPP: Standart Cerrahi Prensipler ve Yedi Temel Adım

Transabdominal Preperitoneal (TAPP) onarımında cerrah, abdominal kaviteye girerek fitik bölgesine içeriden dışarıya doğru yaklaşır. Standart uygulamada göbek altı hizasından yerleştirilen bir adet optik port ve anterior superior iliak spinaların (ASIS) sefalik ve medialine konumlandırılan iki adet çalışma portu kullanılır. TAPP tekniğinde periton insizyonu yapılarak preperitoneal alan açılır, diseksiyon tamamlanıp yama yerleştirildikten sonra peritonun dikkatli kapatılması intraperitoneal adezyon riskini azaltmak açısından kritiktir.

Total Ekstraperitoneal (TEP) onarım ise tamamen karın duvarı katmanları arasında kalarak, periton boşluğuna (batın içine) hiç girilmeden gerçekleştirilen bir tekniktir. TEP tekniği periton ihlalini engellediği için teorik olarak batın içi komplikasyon risklerini asgariye indirir. Laparoskopik fitik cerrahisinde altın standart olan TEP diseksiyonunun metodolojisi, eğitim ve cerrahi güvenlik açısından literatürde "Yedi Temel Adım" (Seven Steps of TEP) olarak net bir algoritmaya bağlanmıştır:

1. Orta Hatta Pubik Simfizinin Tanımlanması: İlk anatomik nirengi noktasının tespiti.
2. Cooper Bağlarının Diseksiyonu: Bilateral olarak künt diseksiyonla Retzius boşluğunun açılması.
3. Hesselbach Üçgeninin Belirlenmesi: Üç potansiyel herniasyon bölgesinin (direkt, femoral ve obturator) anatomik sınırlarının çizilmesi.
4. Inferior Epigastrik Damarların Tespiti: Kanamayı önlemek için damarların eleve edilerek korunması.
5. Bogros Boşluğunun Geliştirilmesi: Diseksiyonun lateralde ASIS seviyesine kadar ilerletilmesi.
6. Kordon Yapılarının Diseksiyonu: Spermatik kord (veya round ligaman) yapılarının fitik kesesinden narin bir biçimde ayrılması.
7. Yamanın Yerleştirilmesi: Geniş ağın preperitoneal boşluğa katlanmadan, gerilimsiz bir şekilde serilmesi (Ferzli & Iskandar, 2019).

1.

4.2. Genişletilmiş Görüşlü Total Ekstraperitoneal Yaklaşım (eTEP) ve Klinik Çıktılar

Geleneksel TEP cerrahisinin en büyük kısıtlamaları; dar çalışma alanı ve aletlerin birbiriyle çatışması (sword-fighting) sorunudur. Bu anatomik ve ergonomik bariyerleri aşmak üzere geliştirilen "Genişletilmiş Görüşlü Total Ekstraperitoneal Yaklaşım (eTEP)", minimal invaziv herni onarımında yeni bir ufuk açmıştır. eTEP yaklaşımında trokarlar standart TEP'teki gibi orta hatta sıkışık değil; daha sefalik, lateral ve esnek konumlandırılarak rektus kası arkasında (retrorektus plan) son derece geniş ve panoramik bir ekstraperitoneal alan yaratılır. Bu geniş alan, eTEP tekniğini özellikle büyük skrotal herniler ve bilateral onarımlar için cazip kılmaktadır.

Robotik platform entegrasyonu (r-eTEP), özellikle dikiş ve periton kapatmada ergonomik avantaj sağlayabilir. Ancak mevcut veriler çoğunlukla retrospektif kohortlara dayanmakta olup uzun dönem randomize karşılaştırmalı çalışmalar sınırlıdır.

4.3. Robotik Cerrahi (r-TAPP): Ergonomi, Port Optimizasyonu ve Öğrenme Eğrisi

Robotik cerrahi, laparoskopik yaklaşımdaki iki boyutlu görüş ve sınırlı el bileği hareketi (fulcrum etkisi) gibi dezavantajları, üç boyutlu (3D) panoramik görüntü ve yedi serbestlik derecesine sahip eklemliler (articulating) enstrümanlarla ortadan kaldırarak diseksiyon kalitesini artırmaktadır.

Modern r-TAPP prosedürünün başarısı, port yerleşimi (docking) standardizasyonuna bağlıdır. Güney Kore'den araştırmacıların bildirdiği güncel protokollere göre; hasta ameliyat masasına supin yatırıldıktan sonra, bağırsakların pelvisten sefalik yöne doğru uzaklaşması için 10° ila 15° arasında Trendelenburg (baş aşağı) pozisyonu verilir. Robot sisteminin esnek yapısı sayesinde orta hattın yanına yapılarak üç aktif çalışma kolu kullanılır. Göbek veya göbek üstü hizasından yerleştirilen bir adet 8 mm optik trokar ile umbilikusa yaklaşık 10 cm mesafede, her iki yanda (ASIS mediali) yatay düzlemde yerleştirilen diğer 8 mm portlar, kolların birbiriyle dışarıda çarpışmasını engeller. Ayrıca, robotun eşsiz dikme kabiliyeti ve yüksek çözünürlüklü doku manipülasyonu sayesinde, peritonun kapatılması sırasında delici mekanik fiksasyonlar (tack) yerine dikenli (barbed) emilebilir sütürlerin rahatlıkla kullanılabilmesi sağlanır (Jung, Lee, & Lee, 2023).

4.4. Robotik ve Laparoskopik Yaklaşımların Karşılaştırması: Cerrahi Alan Enfeksiyonu (SSI) Paradoksu

MİC'nin iki farklı dalı olan laparoskopik ve robotik yaklaşımların birbirine üstünlüğü tartışmalı bir konudur. Bu alandaki en kapsamlı kanıt, geniş meta-analizlerle ortaya konmuştur (Sabbatini et al., 2024; Solaini, Cavaliere, Avanzolini, Rocco, & Ercolani, 2022). Bu analize göre, her iki yöntemin kronik ağrı ve genel postoperatif komplikasyon oranları birbirine eşit ve istatistiksel farklılık taşımamaktadır. Ayrıca robotik tek taraflı onarımlarda operasyon süresinin ortalama 26.85 dakika daha uzun sürdüğü doğrulanmıştır (Solaini et al., 2022).

Ancak meta-analiz, literatürde "SSI Paradoksu" olarak adlandırılabilen çarpıcı bir istatistiksel gerçeği açığa çıkarmıştır. Robotik inguinal herni onarımının (r-TAPP vb.), laparoskopik tekniklere kıyasla Cerrahi Alan Enfeksiyonu (SSI) riskini istatistiksel olarak son derece belirgin bir şekilde artırdığı kanıtlanmıştır (Sabbatini et al., 2024). Robotik yaklaşımdaki 8 mm'lik daha büyük trokar girişleri, eklemli aletlerin yarattığı lokal yara sürtünmesi (mikroiskemi) ve uzamış operasyon süreleri bu yüksek riskin potansiyel patofizyolojik sebepleri olarak görülmektedir. SSI gibi uzamış hastane yatışlarına ve morbiditeye yol açabilen bu gerçek, hasta seçimlerinde ve preoperatif onam süreçlerinde şeffaflıkla değerlendirilmesi gereken kritik bir parametredir. Ancak bu bulgu:

- Seçim yanlılığı
- Öğrenme eğrisi
- Uzamış operasyon süresi
- Port çapı farkları

gibi faktörlerden etkilenebilir. Bu nedenle SSI artışı kesin nedensel ilişki olarak yorumlanmamalı; prospektif randomize verilerle desteklenmelidir. Mevcut kanıt düzeyine göre robotik cerrahinin klinik üstünlüğü net değildir; ancak ergonomik avantajları belirgindir.

4.5. Gizli (Occult) Kontralateral Fıtıkların Yönetimi ve Cerrahi Karar Algoritmaları

Laparoskopik ve robotik yaklaşımların (TAPP/TEP) cerraha sağladığı en değerli avantajlardan biri, aynı cerrahi seansta karşı kasık bölgesinin de batın içerisinden veya preperitoneal alandan kolayca değerlendirilebilmesidir.

Semptomatik bir fıtık için ameliyata girildiğinde, karşı tarafta ultrason veya muayene ile tespit edilemeyen ancak laparoskopide görülen "gizli (occult)" bir fıtığın onarılıp onarılmaması gerektiği konusu uzun yıllardır tartışılmaktadır.

Bu tartışmaya yön veren en güncel veri, dünyanın en büyük fıtık veri tabanı olan ACHQC üzerinden hastaların incelenmesiyle elde edilmiştir. Eğilim Skoru Eşleştirmesi (Propensity Score Matching) kullanılarak elde edilen sonuçlara göre, gizli fıtık saptanıp cerrahinin bilateral onarıma dönüştürüldüğü grupta (Occult grup), tek taraflı grupta kalanlara kıyasla ameliyat süresi istatistiksel olarak uzamış ve 30 günlük hastaneye yeniden yatış (readmission) riski hafif bir artış göstermiştir. Üstelik erken dönem postoperatif yaşam kalitesi (QoL) anketlerinde genel iyileşme ve ağrı iyileşme skorlarında, bilateral onarım geçirenler tek taraflı gruba göre bir miktar geride kalmıştır (Lewis, Huang, & Al-Mansour, 2025).

Bununla birlikte, onarılmayan asemptomatik fıtıkların zamanla inkarasyon (boğulma) riski taşıdığı göz önüne alındığında; kontralateral gizli fıtığın aynı seansta MİC ile onarılması, hastayı ileride ikinci bir kez anestezi almaktan ve yepyeni bir insizyon sürecinden koruduğu için Bireyselleştirilmiş Karar Algoritmaları çerçevesinde değerli bir seçenektir. Modern yaklaşım, bu uzamış ameliyat süresi ve minör readmisyon risklerinin operasyon öncesinde hasta onam süreçlerine (preoperative patient counseling) şeffaf bir biçimde yansıtılması yönündedir.

5. Görüntüleme, Veri Bilimi ve Yapay Zeka (AI) Entegrasyonu

Kasık fıtığı cerrahisi, yalnızca anatomik diseksiyon ve defektin mekanik onarımından ibaret olmaktan giderek uzaklaşmakta; görüntüleme destekli navigasyon, veri bilimi ve yapay zeka (AI)/makine öğrenimi (ML) uygulamalarının perioperatif kararlara katkı sunduğu bir alana evrilmektedir. Bu dönüşüm; preoperatif risk sınıflamasından, intraoperatif karar destek sistemlerine ve postoperatif sonuç izlemine kadar cerrahi bakım zincirinin farklı basamaklarını etkileyebilecek potansiyel taşır. Ancak mevcut uygulamaların önemli bir kısmı, "rutin standart" olmaktan ziyade erken klinik adaptasyon veya translasyonel geliştirme evresindedir.

5.1. İndosiyanin Yeşili (ICG) Floresans Anjiyografi ile Vasküler Navigasyon

Laparoskopik ve robotik kasık fıtığı onarımında iatrojenik vasküler yaralanmalar, majör morbiditelere (kanama) neden olabilen ve vakaların açık cerrahiye dönüşünü (konversiyon) zorunlu kılan en tehlikeli komplikasyonlardır. Anatomik varyasyonların veya yoğun skar dokusunun neden olduğu bu riski minimize etmek amacıyla, İndosiyanin Yeşili (ICG) floresans anjiyografisinin kullanıldığı "Floresans Kılavuzluğunda Cerrahi" (Fluorescence-guided surgery) tıp literatüründe çığır açan bir inovasyon olarak ön plana çıkmaktadır.

Todeschini ve arkadaşlarının yayımladığı klinik raporlara göre; standart bir MİC prosedürü sırasında, preperitoneal diseksiyon başlamadan hemen önce anestezi ekibi tarafından intravenöz yolla 2 ml ICG enjekte edilmekte ve ardından molekülün sistemik dolaşıma hızla katılması için 10 ml fizyolojik serum verilmektedir. Yaklaşık 45 saniyelik kısa bir sürenin ardından, robotik platformların Firefly teknolojisi veya özel laparoskopik kameralarla (örn. Stryker) cerrahi alan yakın kızılötesi (NIR) spektrumunda aydınlatılır. Bu işlem sonucunda; eksternal iliak arter ve ven kompleksi, inferior epigastrik damarlar ve spermatika damarları karanlık arka planda canlı ve parlak yeşil bir floresans ile görünür hale gelir. Bu gerçek zamanlı anatomik haritalama sayesinde, iliak damarları barındıran "Ölüm Üçgeni" (Triangle of Doom) ve sinirleri barındıran "Ağrı Üçgeni" (Triangle of Pain) milimetrik bir doğrulukla izole edilmektedir. Yama (mesh) yerleştirilmeden hemen önce veya fiksasyon esnasında ikinci bir doz ICG uygulanarak tespitleme (zımbalama) sırasında damarların hasar görmediği görsel olarak son kez teyit edilmekte ve operasyon sıfır vasküler hasarla sonlandırılabilir (Todeschini et al., 2024).

Bununla birlikte:

- ICG'nin rutin TEP/TAPP standardı olduğunu söylemek için kanıt düzeyi sınırlıdır.
- Çoğu veri; olgu serileri, kohort raporları veya teknoloji değerlendirme çalışmalarından gelmektedir.
- Klinik fayda, olgu seçimi (özellikle rekürren/pelvik cerrahi öykülü/skar dokulu olgular) ile artabilir.

5.2. Makine Öğrenimi (ML) Tabanlı Preoperatif Risk ve Klinik Sonuç Tahmin Modelleri

Makine öğrenimi (Machine Learning - ML) algoritmaları, devasa preoperatif hasta veri setlerini kullanarak postoperatif sonuçları tahmin etmede devrimsel bir rol üstlenmektedir. Bu bağlamda, geliştirilen yapay zeka modelleri, planlanan kasık fıtığı onarımının hastanın mevcut "kronik pelvik ve kasık ağrısını" çözüp çözemeyeceğini güvenilir bir şekilde öngörebilen ML algoritmaları olarak tıp literatürüne girmiştir.

Random Forest ve Extreme Gradient Boosting (XGBoost) gibi ileri algoritmalar kullanılarak yapılan analizlerde; kadın cinsiyet, ağrının bedendeki yayılım paterni, preoperatif ağrı kesici (analjezik) kullanım yoğunluğu ve aile öyküsü gibi klinik faktörlerin, cerrahi başarının öngörülmesinde en kritik belirleyiciler olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır (Rego, Shiney, & Subramani, 2025). Benzer şekilde, robot yardımlı radikal prostatektomi (RARP) geçirmiş hastalarda sonradan oluşacak kasık fıtığı riskini öngörmek üzere tasarlanan bir başka XGBoost modeli, oldukça yüksek bir ayırt edicilik gücüne (AUC 0.833) ulaşmıştır. Bu modelde uygulanan SHAP (SHapley Additive exPlanations) analizleri sayesinde; hastanın yaşı, vücut kitle indeksi (VKİ), preoperatif albümin seviyesi ve geçirilmiş karın cerrahisi geçmişi, fıtık gelişimindeki payı hekimin anlayabileceği (explainable AI) bir netlikte ortaya konmuştur. Geliştirilen bu AI destekli risk hesaplayıcıları, fıtık nüksü ve komplikasyon olasılıklarını %85'e varan doğrulukla tahmin edebilmekte olup; fıtık nüks oranlarında sağlanacak yalnızca %1'lik bir azalmanın dahi sağlık sistemlerinde yıllık milyonlarca dolarlık tasarruf sağlayabileceği öngörülmektedir (Yu, Ma, Wu, Zhang, & Yang, 2025).

Bununla birlikte klinik kullanım için kritik metodolojik noktalar şunlardır:

- Dış doğrulama (external validation) olmadan modeller genellenebilir kabul edilemez.
- AUC gibi metrikler tek başına yeterli değildir; kalibrasyon, karar eğrisi analizi ve klinik etki analizi gerekir.
- “Explainable AI” (örn. SHAP) klinik kabulü artırır; ancak açıklanabilirlik, modelin doğru olduğu anlamına gelmez.
- Tahmin doğruluğu; veri kalitesi, veri kaynağı (registry vs tek merkez), sınıf dengesizliği ve bias ile belirgin etkilenir.

5.3. Yapay Zeka Destekli Cerrahi Faz Tanıma (Surgical Phase Recognition) ve İntraoperatif Kılavuzluk

Preoperatif tahminlerin yanı sıra, intraoperatif (ameliyat sırası) süreçlerde yapay görme (computer vision) teknolojilerinin cerrahi konsollara entegrasyonu, milisaniyeler içinde çalışan otonom asistanlık (augmented intraoperative guidance) sistemlerini doğurmuştur. Kapsamlı literatür derlemelerine göre; yapay zeka ve Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN), laparoskopik ve robotik video görüntülerini kare kare işleyerek ameliyatın hangi basamağında (diseksiyon, yama yerleştirme, fiksasyon vb.) olduğunu "Cerrahi Faz Tanıma" algoritmalarıyla otonom olarak anlayabilmektedir (Goyal et al., 2025; Taha, Enodien, Frey, & Taha-Mehlitz, 2022).

Araştırmacıların yüzlerce fıtık cerrahisi videosuyla eğittiği bu modeller operasyon sırasında kritik anatomik yapıları (örneğin vas deferens) son derece yüksek doğrulukla ayırt edip ekranda etiketleyebilmektedir (Ortenzi et al., 2023; Zygomalas, Kalles, Katsiakakis, Anastasopoulos, & Skroubis, 2024). Fıtık cerrahisinin geleceği olan bu teknoloji sayesinde, cerrah tehlikeli bir vasküler veya nörolojik yapıya yaklaştığında sistem bunu algılayarak cerrahi görsel uyarılarla veya konsoldaki haptik (dokunsal) titreşimlerle uyaracak ve böylece iatrojenik doku hasarlarını pratik olarak sıfıra indirecektir.

Ancak klinikte gerçek zamanlı otonom uyarı sistemleri için:

- Video verisindeki heterojenlik (kamera açısı, kanama, duman, lens kirlenmesi)
 - Merkezler arası cihaz/ışık farkları
 - Veri etiketleme standardı
 - Hukuki/sorumluluk çerçevesi
- gibi bariyerler vardır.

6. Postoperatif Komplikasyonlar ve Ağrı Yönetimi

Fıtık onarımı cerrahisinde yamaların (mesh) ve minimal invaziv teknolojilerin rutin kullanıma girmesiyle nüks oranları kabul edilebilir asgari düzeylere (%1-3) çekilmiş olsa da, günümüzde hastaların postoperatif dönemde en çok mustarip olduğu temel sorun "Kronik Postoperatif Kasık Ağrısı"dır (Chronic Postoperative Inguinal Pain - CPIP). Cerrahinin başarısını klasik nüks oranlarından ziyade hastanın uzun dönem yaşam kalitesi (QoL) üzerinden

tanımlayan modern fitik cerrahisinde, ağrı yönetimi en kritik basamağı oluşturmaktadır.

6.1. CPIP: Patofizyoloji ve Risk Faktörleri

CPIP genellikle ameliyattan ≥ 3 ay sonra devam eden ve günlük yaşamı etkileyen ağrı olarak tanımlanır. Klinik olarak anlamlı CPIP insidansı çoğu çalışmada %5–15 aralığında bildirilmekle birlikte, hafif semptomlar daha yüksek oranlarda görülebilir.

Patofizyolojik Mekanizmalar

CPIP multifaktöriyel bir sendromdur ve genellikle şu mekanizmaların kombinasyonu söz konusudur:

1. Nöropatik komponent
 - İlioinguinal, iliohipogastrik veya genitofemoral sinirin kesilmesi, sıkışması veya irritasyonu
 - Tack veya sütür ile sinir tuzağa düşmesi
2. Nosiseptif / inflamatuvar komponent
 - Mesh kontraksiyonu
 - Yabancı cisim reaksiyonu
 - “Meshoma” oluşumu
3. Somatik / miyofasyal komponent
 - Fasya gerilimi
 - Kas spazmı
 - Skar dokusu kaynaklı mekanik hassasiyet

Preoperatif dönemde hangi hastada kronik ağrı gelişeceğini öngörebilmek, cerrahın pre-emptif (önleyici) stratejiler geliştirmesi açısından hayati öneme sahiptir. Portekiz genelindeki hastaneleri kapsayan ve EuraHS Yaşam Kalitesi anketini kullanan prospektif çok merkezli PINE (Portuguese Inguinal Hernia Cohort) çalışması, bu risk faktörlerini analiz etmiştir (PT Surg [Portuguese Collaborative Research Group], 2022). Lojistik regresyon modellerine göre, kronik ağrı gelişiminin en güçlü üç bağımsız belirleyicisi şunlardır:

1. Şiddetli Erken (Immediate) Postoperatif Ağrı: Ameliyat sonrası ilk günlerdeki yetersiz analjezi, santral sinir sisteminde "rüzgar yukarı"

(wind-up) denilen santral sensitizasyonu tetikleyerek uzun dönem kronik ağrı riskini neredeyse 3 kat (OR 2.90, $p<0.001$) artırmaktadır.

2. Absorbe Olmayan Fiksasyon (Tack) Kullanımı: Titanyum veya plastik zimbaların kullanılması, sinir zedelenmesine bağlı olarak ağrı riskini %64 (OR 1.64, $p=0.011$) oranında artırmaktadır.
3. Preoperatif Yüksek Ağrı Skorları: Ameliyata girmeden önce halihazırda şiddetli ağrısı ve düşük yaşam kalitesi (QoL) olan hastalar, postoperatif dönemde de en dezavantajlı hasta grubunu oluşturmaya devam etmektedirler (PT Surg [Portuguese Collaborative Research Group], 2022).

Bu veriler ışığında:

- Erken dönemde multimodal analjezi uygulanması
- Gereksiz penetran fiksasyondan kaçınılması
- Seçilmiş vakalarda fiksasyonsuz tekniklerin tercih edilmesi
- Sinir anatomisine titiz saygı

önleyici stratejiler arasında yer alır.

Ancak “her vakada fiksasyonsuz teknik zorunludur” şeklinde bir genelleme kılavuz düzeyinde yapılmamaktadır; karar bireyselleştirilmelidir.

6.2. Refrakter CPIP Yönetimi ve Bireyselleştirilmiş (Tailored) Nörektomi Uygulamaları

Kronik ağrı sendromu yerleştikten sonra, HerniaSurge kılavuzlarına göre ilk basamak tedavi daima muhafazakar olmalıdır: Analjezikler, pregabalin gibi nöromodülatör ilaçlar ve ultrason eşliğinde uygulanan lokal sinir blokajları. Ancak bu yöntemlere yanıt vermeyen refrakter (dirençli) CPIP hastalarının cerrahi yönetimi için spesifik uzmanlık merkezlerine (Hernia Centers) sevk edilmeleri gerekmektedir.

Geçmiş yıllarda dirençli ağrısı olan hastalara uygulanan, ağrının gerçek kaynağına bakılmaksızın bölgedeki üç temel sinirin de körlemesine kesildiği "standart üçlü nörektomi" yaklaşımı, yarattığı geniş duyu kayıpları nedeniyle modern tıpta büyük ölçüde terk edilmiştir. Günümüzdeki standart yaklaşım "Bireyselleştirilmiş (Tailored) Nörektomi"dir. Bu teknikte preoperatif selektif sinir blokajlarıyla bir "ağrı haritalaması" yapılır ve operasyon sırasında sadece hasarlı veya tuzağa düşmüş olan spesifik sinir dalı lokalize edilerek izole edilir.

Eğer sorun sinirden ziyade yamanın kitle oluşturması (meshoma) ise sinirlere dokunulmaksızın sadece bu skar dokusu çıkarılır.

Özellikle Robotik olarak uygulanan "Robot-assisted Tailored Neurectomy" (Robot destekli bireyselleştirilmiş nörektomi) prosedürü yayınlanmıştır. Dirençli nöropatik kasık ağrısı olan hastalarda yapılan klinik araştırmalar, robotik sistemin sunduğu devasa optik büyütme ve eklemli hassasiyet sayesinde hasarlı sinirlerin milimetrik olarak eksize edilebildiğini göstermiştir. Ortalama 60 dakika süren bu işlemlerde açık cerrahiye dönüş (konversiyon) yaşanmamış, hastalar gereksiz duyu kayıplarından korunarak hızlıca günlük aktivitelerine geri dönmüştür (Alfarawan, Kaiser, El-Sourani, & Bockhorn, 2025).

7. Sonuç

Kasık fıtığı cerrahisi, son otuz yılda yalnızca teknik ilerlemelerle değil, aynı zamanda metodolojik, biyomühendislik ve hasta merkezli yaklaşım alanlarında yaşanan dönüşümlerle köklü bir evrim geçirmiştir. Gerilimsiz mesh onarımlarının yaygınlaşması ile nüks oranları minimal düzeylere indirgenmiş; minimal invaziv yaklaşımlar sayesinde erken dönem iyileşme süreci optimize edilmiştir. Bununla birlikte modern cerrahi başarı tanımı artık yalnızca anatomik bütünlüğün sağlanması ile sınırlı değildir. Günümüzde cerrahinin değeri; kronik postoperatif ağrı, fonksiyonel kapasite, yaşam kalitesi, maliyet-etkinlik ve uzun dönem hasta memnuniyeti gibi çok boyutlu parametreler üzerinden değerlendirilmektedir.

Kılavuzların GRADE metodolojisine geçişi, cerrahi karar verme süreçlerinde önemli bir şeffaflık ve bilimsel standardizasyon sağlamıştır. Teknik üstünlük tartışmalarının yerini, hasta özelliklerine göre şekillenen bireyselleştirilmiş (tailored) cerrahi stratejiler almıştır. Primer, bilateral, rekürren veya kadın hastalarda femoral herni riski gibi klinik senaryolar dikkate alınarak posterior veya anterior yaklaşım seçilmesi, modern pratiğin temelini oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, "herkese uyan tek beden" anlayışının yerini risk-adaptif cerrahiye bırakmasını temsil etmektedir.

Mesh biyomühendisliğindeki gelişmeler, inflamatuvar yanıtı azaltmayı ve abdominal duvarın dinamik biyomekaniğine daha uyumlu implantlar geliştirmeyi hedeflemektedir. Hafif ve makroporöz sentetik meshler günümüzde standart yaklaşımı temsil ederken; kısmen rezorbe kompozitler, 3D

baskı teknolojileri, rejeneratif scaffold yapılar ve akıllı biyomateryaller translasyonel araştırma aşamasındadır. Ancak yeni nesil implantların yaygın klinik kullanımına geçiş için uzun dönem, yüksek kaliteli kanıt gereklidir.

Minimal invaziv cerrahi, özellikle bilateral ve rekürren hernilerde belirgin avantajlar sağlamaktadır. Robotik sistemler ergonomik ve teknik kolaylık sunmakla birlikte, laparoskopik yaklaşımlara karşı belirgin klinik üstünlükleri henüz netleşmemiştir. Bu nedenle teknik seçim, cerrah deneyimi, hasta profili ve merkez altyapısı doğrultusunda yapılmalıdır.

Modern dönemde en önemli kalite göstergesi kronik postoperatif kasık ağrısıdır (CPIP). Erken dönemde etkin multimodal analjezi uygulanması, sinir anatomisine titiz saygı gösterilmesi ve gereksiz penetran fiksasyondan kaçınılması önleyici stratejilerin temelini oluşturur. Refrakter vakalarda ise multidisipliner değerlendirme ve bireyselleştirilmiş nörektomi yaklaşımları tercih edilmelidir. Ağrı yönetiminin cerrahi başarının ayrılmaz bir parçası olduğu unutulmamalıdır.

Dijital sağlık teknolojileri ve yapay zeka destekli risk tahmin modelleri, preoperatif karar destek sistemleri ve intraoperatif navigasyon uygulamaları ile cerrahi pratiği yeniden şekillendirme potansiyeline sahiptir. Ancak bu sistemler, klinik kararı devralan değil; kanıta dayalı cerrahi pratiği destekleyen araçlar olarak konumlandırılmalıdır. Dış doğrulama, maliyet-etkinlik analizi ve etik çerçeve bu teknolojilerin entegrasyonunda belirleyici olacaktır.

Sonuç olarak, modern kasık fıtığı cerrahisi; anatomik doğruluk, biyomekanik uyum, hasta merkezli sonuçlar ve veri temelli kalite iyileştirme süreçlerinin entegrasyonuna dayanan bütüncül bir disiplin haline gelmiştir. Başarılı bir çağdaş fitik cerrahisi yalnızca teknik ustalığa değil; kanıta dayalı karar verme becerisine, komplikasyon önleme stratejilerine ve hasta beklentilerini merkeze alan klinik vizyona sahip olmalıdır. Bu bütünleşik yaklaşım, fitik cerrahisinin geleceğini belirleyen temel paradigma olarak karşımızda durmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kasık Fıtığı Onarımı, Minimal İnvaziv ve Robotik Cerrahi, Cerrahi Yamalar ve Biyomateryaller, Kronik Postoperatif Kasık Ağrısı – CPIP, Cerrahide Yapay Zeka

Kaynakça

- Abebe, M. S., Tareke, A. A., Alem, A., Debebe, W., & Beyene, A. (2022). Worldwide magnitude of inguinal hernia: Systematic review and meta-analysis of population-based studies. *SAGE Open Medicine*, 10, 20503121221139150. <https://doi.org/10.1177/20503121221139150>
- Alfarawan, F., Kaiser, G. M., El-Sourani, N., & Bockhorn, M. (2025). Robot-assisted tailored neurectomy in chronic postherniorrhaphic inguinal neuralgia: A retrospective analysis. *Annals of Surgery Open*, 6(4), e617. <https://doi.org/10.1097/AS9.0000000000000617>
- Amato, G., Puleio, R., Agrusa, A., et al. (2025). Dynamic behavior of the Stenting & Shielding hernia system fosters neomyogenesis in experimental porcine model. *Bioengineering*, 12(8), 883. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12080883>
- Ferzli, G., & Iskandar, M. (2019). Laparoscopic totally extra-peritoneal (TEP) inguinal hernia repair. *Annals of Laparoscopic and Endoscopic Surgery*. <https://doi.org/10.21037/ales.2019.03.03>
- Goyal, A., Mendoza, M., Munoz, A. E., Macias, C. A., Abou-Mrad, A., Marano, L., Oviedo, R. J. (2025). Artificial intelligence for real-time surgical phase recognition in minimal invasive inguinal hernia repair: A systematic review on behalf of TROGSS - the robotic global surgical society. *Artificial Intelligence Surgery*, 5, 450-464. <https://doi.org/10.20517/ais.2024.108>
- Henriksen, N. A., Christoffersen, M. W., Marckmann, M., & Jensen, K. K. (2025). Procedural costs of robot-assisted and laparoscopic ventral and incisional hernia repair: A propensity-score matched nationwide database study. *Journal of Abdominal Wall Surgery*, 4, 15464. <https://doi.org/10.3389/jaws.2025.15464>
- Jung, S., Lee, J. H., & Lee, H. S. (2023). Early outcomes of robotic transabdominal preperitoneal inguinal hernia repair: A retrospective single-institution study in Korea. *Journal of Minimally Invasive Surgery*, 26(3), 128-133. <https://doi.org/10.7602/jmis.2023.26.3.128>
- Kord Forooshani, P., & Lee, B. P. (2017). Recent approaches in designing bioadhesive materials inspired by mussel adhesive protein. *Journal of*

- Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 55(1), 9-33.
<https://doi.org/10.1002/pola.28368>
- Lewis, S. A., Huang, L. C., & Al-Mansour, M. R. (2025). Quality of life outcomes of minimally invasive repair of occult contralateral inguinal hernias: An ACHQC analysis. *Surgical Endoscopy*, 39(10), 6793-6801.
<https://doi.org/10.1007/s00464-025-12060-1>
- Ma, Q., Jing, W., Liu, X., Liu, J., Liu, M., & Chen, J. (2023). The global, regional, and national burden and its trends of inguinal, femoral, and abdominal hernia from 1990 to 2019: Findings from the 2019 Global Burden of Disease Study - A cross-sectional study. *International Journal of Surgery*, 109(3), 333-342.
<https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000217>
- Ortenzi, M., Rapoport Ferman, J., Antolin, A., et al. (2023). A novel high accuracy model for automatic surgical workflow recognition using artificial intelligence in laparoscopic totally extraperitoneal inguinal hernia repair (TEP). *Surgical Endoscopy*, 37(11), 8818-8828.
<https://doi.org/10.1007/s00464-023-10375-5>
- PT Surg (Portuguese Collaborative Research Group). (2022). Predictors of low quality of life after open inguinal hernia repair using the EuraHS-QoL score: Prospective multicentric cohort study across 33 hospitals. *Hernia*, 26(1), 225-232. <https://doi.org/10.1007/s10029-021-02498-2>
- Rego, M., Shiney, E., & Subramani, S. (2025). Optimizing surgical techniques for ventral hernias: A comparative analysis using machine learning models. In *2025 8th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)* (pp. 809-815).
<https://doi.org/10.1109/ICOEI65986.2025.11013617>
- Ren, J., Murray, R., Wong, C. S., et al. (2022). Development of 3D printed biodegradable mesh with antimicrobial properties for pelvic organ prolapse. *Polymers*, 14(4), 763. <https://doi.org/10.3390/polym14040763>
- Sabbatini, F., La Regina, D., Murgante Testa, N., et al. (2024). Hospital costs of robotic-assisted and open treatment of large ventral hernias. *Scientific Reports*, 14(1), 11523. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62550-w>
- Solaini, L., Cavaliere, D., Avanzolini, A., Rocco, G., & Ercolani, G. (2022). Robotic versus laparoscopic inguinal hernia repair: An updated

- systematic review and meta-analysis. *Journal of Robotic Surgery*, 16(4), 775-781. <https://doi.org/10.1007/s11701-021-01312-6>
- Stabilini, C., Muysoms, F. E., Tzanis, A. A., et al. (2023). EHS rapid guideline: Evidence-informed European recommendations on parastomal hernia prevention-With ESCP and EAES participation. *Journal of Abdominal Wall Surgery*, 2, 11549. <https://doi.org/10.3389/jaws.2023.11549>
- Stabilini, C., van Veenendaal, N., Aasvang, E., et al. (2023). Update of the international HerniaSurge guidelines for groin hernia management. *BJS Open*, 7(5), zrad080. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrad080>
- Taha, A., Enodien, B., Frey, D. M., & Taha-Mehlitz, S. (2022). The development of artificial intelligence in hernia surgery: A scoping review. *Frontiers in Surgery*, 9, 908014. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.908014>
- Todeschini, H., Dip, F., Drago, M., White, K. P., Rosenthal, R. J., & Sarotto, L. (2024). Fluorescence-guided laparoscopic inguinal hernia repair using indocyanine green angiography to prevent iatrogenic vascular injury: A case report and video. *International Journal of Surgery Case Reports*, 123, 110203. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2024.110203>
- Yu, W., Ma, Y., Wu, J., Zhang, M., & Yang, C. (2025). Interpretable machine learning model predicts 1-year inguinal hernia risk after robot-assisted radical prostatectomy. *Journal of Robotic Surgery*, 19(1), 564. <https://doi.org/10.1007/s11701-025-02723-5>
- Zygomalas, A., Kalles, D., Katsiakakis, N., Anastasopoulos, A., & Skroubis, G. (2024). Artificial intelligence assisted recognition of anatomical landmarks and laparoscopic instruments in transabdominal preperitoneal inguinal hernia repair. *Surgical Innovation*, 31(2), 178-184. <https://doi.org/10.1177/15533506241226502>

BÖLÜM 7

ANAL FİSSÜR VE ANAL FİSTÜLDE GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Uzm. Dr. Vedat KAPLAN¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293559>

¹ Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye
vedat_kaplan_@hotmail.com orcid id: 0000-0002-9389-4351

GİRİŞ

Benign anorektal hastalıklar; ağrı, kanama, akıntı, kaşıntı, kötü koku ve sosyal yaşamda kısıtlanma gibi semptomlar nedeniyle hastaların günlük işlevselliğini, uyku düzenini, iş hayatına katılımını, sosyal aktivitelerini ve psikolojik iyilik halini belirgin biçimde etkilemektedir. Bu hastalıkların zaman zaman komplike hale gelmesi, tıbbi ve cerrahi müdahale gereksiniminin doğması, tedaviye rağmen yüksek tekrarlama oranlarının görülmesi ve hastalığın mahremiyetle ilişkili doğası, hastalarda anksiyeteye yol açabilmektedir (Ji L. 2021). Bu hastalık grubu içinde anal fissür ve anal fistül, proktoloji pratiğinde en sık karşılaşılan ve hasta konforunu en hızlı bozan tablolar arasında yer almaktadır. Anal fissür için geniş popülasyon verilerinde yıllık insidansın yaklaşık %0,11 (1,1/1000 kişi-yıl) olduğu ve kümülatif riskin %7,8'e ulaşabildiği bildirilmiştir (Mapel, DW. 2014). Anal fistül için ise sistematik derleme ve meta-analizde prevalans yaklaşık 18,37/100.000 (erkek 12,81/100.000; kadın 5,69/100.000) olarak raporlanmış, ayrıca farklı ülkelerden yıllık insidans aralıkları da bildirilmiştir (Sarveazad, A. 2022). Avrupa'da yapılmış geniş çaplı bir çalışmada ise insidans 12–28/100.000 olarak belirtilmiştir (Zanotti C. 2007).

Anal fissür

Anal fissür, dentat çizgiden anal verge'ye uzanabilen, anal kanal anoderminde yer alan uzunlamasına lineer bir yırtıktır. Olguların büyük çoğunluğu posterior orta hatta, daha az bir kısmı ise anterior orta hatta görülür. Klinik olarak en tipik yakınmalar şiddetli defekasyon ağrısı ve taze kırmızı rektal kanamadır. Patofizyolojide internal anal sfinkter hipertoni ve buna bağlı lokal iskemi önemli yer tutar; bu durum fissürün iyileşmesini güçleştirir, ağrı–spazm–iskemi döngüsünü sürdürür ve hastalığın kronikleşmesine zemin hazırlar (Riboni, C.2024).

Akut anal fissür genellikle daha kısa süreli, yüzeysel ve belirgin fibrozis olmadan seyreden bir hastalıktır. Buna karşılık kronik anal fissür; semptomların uzaması, fissür kenarlarında fibrozis gelişmesi, sentinel pili/skin tag, hipertrofik anal papilla ve fissür tabanında internal sfinkter liflerinin görünür hâle gelmesi gibi kronikleşme bulguları ile karakterizedir. Klinik pratikte kronik fissür için en sık kullanılan eşik sürenin 6 haftayı

aşmasıdır. Bu morfolojik ve süreye dayalı ayırım, hastalığın doğal seyrini ve tedavi basamağını belirlemesi açısından önem taşır (Quinn, R. 2025).

Klinik yaklaşım açısından akut ve kronik fissür ayırımı önemlidir; çünkü akut fissürlerin önemli bir kısmı dışkı düzenlenmesi, liften zengin diyet, ılık oturma banyosu ve travmayı azaltan konservatif önlemlerle düzelebilirken, kronik fissürde sfinkter spazmını çözmeye yönelik topikal veya girişimsel tedaviler daha sık gündeme gelir. Bu nedenle anal fissür değerlendirmesinde yalnızca lezyonun görülmesi değil, süresinin, lokal kronikleşme bulgularının ve altta yatan sfinkter hipertonisinin birlikte ele alınması gerekir (Hwang, SH. 2022).

Konservatif yaklaşım

Anal fissür tedavisinde amaç; ağrıyı gidermek, internal sfinkter hipertonisini azaltmak, lokal perfüzyonu artırmak ve mukozal iyileşmeyi sağlamaktır. Bu nedenle tedavi basamaklı şekilde planlanır: akut dönemde dışkılama travmasını azaltan konservatif önlemler ön plandayken, kronikleşme eğiliminde sfinkter gevşetici topikal/medikal tedaviler devreye girer; yanıtız veya rekürren olgularda ise botulinum toksini ya da cerrahi seçenekler gündeme gelir. Bu yaklaşımın temel mantığı, ağrı-spazm-iskemi döngüsünü mümkün olduğunca erken kırmak ve fissürün kronikleşmesini önlemektir (Hwang, SH 2022). Güncel kılavuzlar da özellikle kronik fissürde medikal tedaviyi, cerrahi öncesi standart ilk basamak olarak konumlandırmaktadır (Davids, JS. 2022).

Akut anal fissürde oturma banyosu, lif takviyesi, yeterli hidrasyon ve gerekirse topikal analjezik ile hidrokortizon içeren destekleyici tedaviler önerilir; bu yaklaşımların genel olarak iyi tolere edildiği ve belirgin yan etki oluşturmadığı belirtilmektedir. Akut fissürlerin yaklaşık %50'sinin konservatif tedaviye yanıt verebildiği ifade edilmiştir. Pratikte bu basamak; kabızlık döngüsünü kırmayı, dışkıyı yumuşatmayı, ıkınmayı azaltmayı ve fissüre yol açan mekanik travmayı en aza indirmeyi amaçlar. Hastaya dışkılama alışkanlığı, tuvalette uzun kalmama, düzenli sıvı alımı ve lif kullanımına ilişkin verilen eğitim ile 2-4 haftalık yakın izlem, tedavi uyumunu ve etkinliğini artırır (Hwang, SH. 2022). Yakın tarihli geniş bir seride de akut fissür olgularının büyük çoğunluğunda başlangıç tedavisinin konservatif olduğu, tüm hastalarda dışkı kıvamının düzenlenmesinin

hedeflendiği ve konservatif yaklaşım altında olguların önemli kısmında iyileşme sağlandığı gösterilmiştir (Fritz, S. 2026).

Konservatif akut fissür tedavisinde veya kronik fissür tedavisinde, topikal nitratlar ve kalsiyum kanal blokerleri birinci basamak farmakolojik seçeneklerdendir. Topikal nitratlar, internal sfinkter tonusunu azaltarak kimyasal sfinkterotomi etkisi oluşturur; kronik fissürde yaklaşık %50 iyileşme sağladığı, ancak hastaların yaklaşık %50'sinde rekürrens görülebildiği vurgulanmıştır. Doz artırmanın iyileşmeyi artırmadığı, buna karşın baş ağrısı insidansını artırdığı bildirilmiştir (Hwang, SH. 2022). Güncel ASCRS kılavuzunda da topikal nitratların etkin olduğu, ancak baş ağrısının en önemli sınırlayıcı yan etki olduğu; baş ağrısının en az üçte bir hastada görülebildiği ve tedaviyi bırakmaya yol açabildiği belirtilmektedir (Davids, JS. 2023). Kalsiyum kanal blokerleri, özellikle topikal diltiazem ve nifedipin, nitratlara benzer etkinlik gösterirken daha az baş ağrısı ile ilk sıra alternatifler arasında yer alır; derleme verilerinde kalsiyum kanal blokerleri ile iyileşmenin %65 civarında olabildiği de belirtilmiştir. Daha yeni meta-analitik veriler de topikal kalsiyum kanal blokerlerinin oral formlara göre daha iyi iyileşme ve daha iyi tolerabilite sağlayabildiğini düşündürmektedir; bu nedenle sistemik yan etki riskini azaltmak adına pratikte topikal formlar daha çok tercih edilmektedir (Li, T. 2025).

Botox injeksiyonu

Botulinum toksini, internal anal sfinktere enjekte edilerek geçici kimyasal sfinkterotomi oluşturan, böylece sfinkter tonusunu düşürüp lokal iskemi-spazm döngüsünü kırmayı amaçlayan sfinkter koruyucu bir tedavi seçeneğidir. Uygulama özellikle kronik anal fissürde, topikal nitrat veya kalsiyum kanal blokeri tedavisine yanıt alınamayan, rekürren seyreden ya da cerrahi öncesinde daha az invaziv bir basamak tercih edilen hastalarda gündeme gelir. Güncel ASCRS kılavuzu da botulinum toksinin kronik fissürde topikal tedavilere benzer sonuçlar verebildiğini, başarısız topikal tedavi sonrası ise ikinci basamakta iyileşme oranını bir miktar artırabildiğini belirtmektedir. Ayrıca doz, enjeksiyon yeri ve uygulama tekniği açısından standart bir protokol bulunmadığı; bu nedenle sonuçların seriler arasında değişkenlik gösterebildiği vurgulanmaktadır. (Davids, JS. 2023)

Derleme verilerinde botulinum toksin A ile başarı oranının yaklaşık %60 olduğu; rekürrens %20–30 bandında seyredebileceği ve geçici inkontinansın yaklaşık %5 gibi bir oranla sınırlı kaldığı aktarılmıştır (Quinn R, 2025). Bu çerçevede daha güncel veriler de genel olarak benzer bir tablo çizmektedir: ASCRS kılavuzunda 20–60 ünite botulinum toksin ile iyileşmenin yaklaşık %67 düzeyinde olabildiği, geniş meta-analitik verilerde ise toplam iyileşme oranlarının %33–96 arasında değiştiği ve geçici fekal inkontinans oranının yaklaşık %5 olduğu bildirilmektedir. Uzun dönem izlemde rekürrens halen temel sınırlılıklardan biridir; yakın tarihli bir derlemede iyileşmenin çoğu seride %60–85 aralığında olduğu, ancak 1–3 yıl içinde %30–40’a varan nükslerin görülebildiği belirtilmiştir. Bu nedenle botulinum toksini, kesin ve kalıcı cerrahi çözümden çok, uygun hastada güvenli ve tekrarlanabilir bir sfinkter koruyucu basamak olarak değerlendirilmelidir (Davids, JS. 2023).

Özellikle kontinans açısından riskli hastalarda, örneğin çoklu doğum öyküsü bulunanlarda, eşlik eden sfinkter yaralanması olanlarda, daha önce anorektal/proktolojik cerrahi geçirmiş hastalarda veya bazal inkontinans riski taşıyan olgularda, cerrahi tedavi önerilmeden önce denenebilecek değerli bir seçenektir (Hwang, SH. 2022). Nitekim güncel kılavuzlar da lateral internal sfinkterotominin ilk basamakta uygun olmayabileceği gruplar arasında obstetrik yaralanma öyküsü olan kadınları, inflamatuvar bağırsak hastalığı bulunanları, önceki anorektal operasyon geçirenleri ve belgelenmiş anal sfinkter hasarı olan hastaları özellikle vurgulamakta; bu hasta grubunda botulinum toksini gibi sfinkter koruyucu tedavilerin daha anlamlı bir ara basamak oluşturduğunu düşündürmektedir (Quinn R, 2025, Davids, JS. 2023).

Lateral internal sfinkterotomi

Lateral internal sfinkterotomi (LİS), kronik anal fissürde internal anal sfinkterin distal bölümünün lateral taraftan kontrollü olarak kesilmesi esasına dayanır. Temel amaç, istirahat sfinkter basıncını düşürmek, lokal perfüzyonu artırmak ve fissürün sürmesine yol açan ağrı–spazm–iskemi döngüsünü kırmaktır. Teknik açık veya kapalı yöntemle uygulanabilmekle birlikte, güncel yaklaşımda özellikle kronik fissürde medikal tedaviye yanıtız hastalarda en etkili cerrahi seçenek olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte LİS her hastada ilk seçenek değildir; önceki obstetrik yaralanma

öyküsü olan kadınlarda, inflamatuvar bağırsak hastalarında, daha önce anorektal cerrahi geçirmiş olgularda ve belgelenmiş anal sfinkter hasarı bulunan hastalarda kontinans riski nedeniyle karar daha dikkatli verilmelidir. Ayrıca son yıllarda “tailored” LİS yaklaşımı, yani sfinkterotominin fissür apeksi düzeyinde sınırlanması, benzer iyileşme oranlarını korurken kontinans bozukluğunu azaltma potansiyeli nedeniyle daha fazla önem kazanmıştır. (Davids, JS. 2023,)

Lateral internal sfinkterotomi (LİS) kronik anal fissürde en etkili cerrahi yöntem olarak kabul edilir; iyileşme oranlarının %95’in üzerinde olduğu; ancak fekal inkontinans riskinin çalışmalara göre değişken (yaklaşık %3,9–%10,0) olabildiği bildirilmiştir (Quinn R, 2025). Bazı derlemelerde LİS sonrası fekal inkontinans oranının daha geniş aralıkta (%8–%30) raporlandığı ve başarı oranının %95 civarında olduğu da belirtilmiştir (Hwang, SH. 2022). Bu nedenle güncel yaklaşımda cerrahi karar; iyileşme olasılığı–kontinans riski dengesiyle, hastaya özel verilmelidir. Güncel ASCRS kılavuzu da LİS’in kronik anal fissürde topikal nitratlar, kalsiyum kanal blokerleri ve botulinum toksinine göre daha yüksek iyileşme oranları sunduğunu, ancak fekal inkontinans riskinin tamamen sıfır olmadığını vurgulamaktadır; buna karşılık uzun dönem kontinans ve yaşam kalitesinin hastaların büyük çoğunluğunda korunduğu bildirilmektedir. Açık ve kapalı teknikler arasında genel iyileşme açısından belirgin fark gösterilememiş, ancak bazı meta-analizlerde kapalı tekniğin erken dönem komplikasyonlar açısından bir miktar avantajlı olabileceği belirtilmiştir (Asefa, Z. 2023).

Son yıllarda PRP, çeşitli topikal ajanlar ve farklı bazı iyileşmeyi hızlandırmayı amaçlayan yöntemler tartışılrsa da; uzun dönem fonksiyonel sonuçlar ve standartlaşmış çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle bu uygulamalar, mevcut güçlü basamaklı tedavilerin yerine değil; seçilmiş olgularda ek/araştırma düzeyinde değerlendirilmelidir (Aygin, D. 2025). Nitekim 2025 tarihli sistematik derleme, cerrahi ve konservatif tedavilerin birbirini tamamlayan yaklaşımlar olduğunu; refrakter olgularda LİS’in en güçlü seçenek olmaya devam ettiğini göstermektedir. PRP için erken randomize veriler özellikle kronik fissürde semptom kontrolü ve iyileşme açısından umut verici görünse de, uygulama protokollerinin standardizasyonu ve uzun dönem karşılaştırmalı sonuçlar hâlen yetersizdir (Ebrahimibagha, H. 2023, Domínguez-Muñoz, M. 2025).

Anal fistül

Anal fistül, anal kanal veya rektum ile perianal cilt arasında epitelize ya da granülasyon dokusu ile döşeli patolojik bir trakt oluşmasıdır ve en sık perianal apse sürecinin sekeli olarak karşımıza çıkar. Klinik pratikte kronik akıntı, perianal irritasyon, tekrarlayan apseleşme ve yaşam kalitesinde bozulma ile seyreden bu tablo, yalnızca lokal enfeksiyonun devamı olarak değil, aynı zamanda nüks ve kontinans kaybı riski nedeniyle dikkatle değerlendirilmesi gereken bir cerrahi problem olarak kabul edilir (Reza, L. 2023). Etiyolojide en sık kabul gören mekanizma kriptoglandüler enfeksiyondur ve anal fistüllerin yaklaşık %90'ının bu yolla geliştiği vurgulanmaktadır. Perianal apse drenajı sonrası fistül gelişim oranının %30–50 civarında olduğu düşünülmektedir (Garg, P. 2024).

Anal fistüllerin anatomik sınıflandırılmasında en yaygın kullanılan sistem Parks sınıflandırmasıdır. Bu sınıflama, fistül traktının internal ve eksternal anal sfinkterlerle olan ilişkisini temel alır: intersfinkterik fistüller internal ve eksternal sfinkter arasındaki intersfinkterik planda seyreder; transsfinkterik fistüller eksternal sfinkteri geçerek iskiorektal fossaya uzanır; suprasfinkterik fistüller intersfinkterik planda yukarı çıkarak puborektalis/levator kaslarının seviyesinin üzerinden dolaşıp aşağı inerek perianal cilde ulaşır; ekstrasfinkterik fistüller ise sfinkter kompleksini doğrudan katetmeden daha yukarıdan pelvik plandan perianal cilde uzanan traktlarla tanımlanır. Bu anatomik çerçeve, hangi olguda sfinkterin ne ölçüde kesileceği veya korunacağı kararını standardize ettiği için cerrahi planlamada temel referanstır (Gosselink MP, 2015). Cerrahi yaklaşım açısından pratikte ikinci kritik ayrım basit–kompleks fistül ayrımıdır. Düşük yerleşimli, tek traktlı ve sfinkter kompleksinin sınırlı bir bölümünü içeren fistüller genellikle basit olarak değerlendirilirken; yüksek seviyeli, dallanan, at nalı uzanım gösteren, nüks etmiş, multipl fistüller ile eşlik eden apse, koleksiyon, sepsis, inflamatuvar bağırsak hastalığı, HIV enfeksiyonu veya yüksek inkontinans riski bulunan olgular kompleks kabul edilir. Bu ayrım yalnızca morfolojik değil, aynı zamanda tedavi hedefini belirleyen işlevsel bir ayrımdır; çünkü basit fistüllerde kür ön planda tutulabilirken, kompleks fistüllerde sfinkter korunumu öncelik kazanır (Reza , L. 2024). Bu noktada tanı ve haritalama büyük önem taşır. Nitekim güncel kılavuzlar, kompleks fistül şüphesinde EUA'nın tek başına tanısal araç olarak kullanılmaması, mümkün olduğunda

MR veya endoanal ultrasonografi ile anatomik değerlendirmenin desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Reza, L. 2023). Bu nedenle çoğu olguda klinik muayene ve gerektiğinde EUA (anestezi altında muayene) yeterli olsa da kompleks şüphede trakt anatomisini, sekonder uzanımları ve koleksiyonu göstermede pelvik MR belirgin üstünlük sağlar ve pratikte karar verme sürecini doğrudan yönlendirir (Neves, PO. 2026).

Anal fistül tedavisinin temeli internal ağzın kontrolü, nüksün azaltılması ve anal sfinkter fonksiyonunun korunmasıdır. Başarılı tedavi yalnızca traktın ortadan kaldırılmasına değil, aynı zamanda sepsisin kontrolüne, tüm uzanımların doğru tanımlanmasına ve hastaya özgü anatominin doğru yorumlanmasına bağlıdır (A.Abbas,M.2024). Özellikle kompleks fistüllerde “tam kür” ile “kontinans” arasında ince bir denge vardır. Bu nedenle güncel literatürde anal fistül için tüm olgulara eşit başarıyla uygulanabilecek tek bir altın standart yaklaşım bulunmadığı, özellikle kompleks hastalıkta bireyselleştirilmiş ve gerektiğinde kombine stratejilerin öne çıktığı belirtilmektedir (Garg, P. 2024).

Fistülotomi ve Fistülektomi

Fistülotomi, fistül traktının internal ağızdan dış açıklığa kadar açılarak sekonder iyileşmeye bırakılması; fistülektomi ise fistül traktının çevre dokuyla birlikte tümüyle eksize edilmesidir. Her iki yöntem de sfinkter kesici girişimlerdir ve esas olarak düşük yerleşimli, tek traktlı, basit anal fistüllerde gündeme gelir. Güncel literatürde fistülotominin daha sınırlı doku travması ve teknik yalınlığı nedeniyle daha sık tercih edildiği, fistülektominin ise traktın tamamının çıkarılmasına olanak sağlamakla birlikte daha geniş yara alanı oluşturabildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte yeni randomize çalışma meta-analizi, basit fistüllerde fistülotomi ile fistülektomi arasında iyileşme süresi, nüks, hastanede kalış ve inkontinans açısından belirgin bir üstünlük göstermemiş; yalnızca postoperatif ağrının fistülektomide biraz daha düşük, postoperatif kanamanın ise fistülotomide daha az olduğunu bildirmiştir (Jimenez, M. 2025). Basit fistüllerde klasik yöntem fistülotomi veya fistülektomidir. Başarı oranının yüksek olduğu (>%95) ve uygun olgularda etkin bir yöntem olduğu belirtilmekle birlikte; kesilen sfinkter kası kalınlığının postoperatif inkontinans riskini belirgin etkilediği unutulmamalıdır (Quinn, R. 2025).

Derleme verilerinde de fistülotominin basit fistüllerde “altın standart” olduğu ve başarının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu yaklaşımın temel avantajı, sepsis odağını ve traktı doğrudan ortadan kaldırırken tek aşamada yüksek iyileşme sağlamasıdır; ancak başarı kadar fonksiyonel sonuçların da dikkate alınması gerekir. Yüksek hasta sayısına sahip bir çalışmada fistülotomi sonrası 5 yıllık inkontinans oranı %28 olmakla birlikte bu hastaların %76 sında inkontinans seviyesinin günlük yaşam aktivitesini bozmadığı gösterilmiştir (Cavanaugh, M. 2002). Bununla birlikte daha güncel veriler, doğru hasta seçimi yapılan düşük/basit fistüllerde majör kontinans bozukluğunun genellikle düşük olduğunu ve asıl belirleyicinin fistül anatomisi ile kesilen sfinkter miktarı olduğunu düşündürmektedir (Reza, L. 2024, Quinn R. 2025). Yüksek iyileşme başarısı ve kabul edilebilir inkontinans oranlarıyla basit fistüllerde fistülotomi güvenilir bir cerrahi yöntemdir (Philips RK. 2011).

Marsupializasyon, fistülotomi veya daha sınırlı olgularda fistülektomi sonrası yara kenarlarının açık kaviteyi küçültecek şekilde sütüre edilmesidir; amaç yara yüzeyini azaltmak, granülasyon dokusunun daha düzenli gelişmesini sağlamak ve iyileşme süresini kısaltmaktır. Fistülotomi ile birlikte marsupializasyonun yapılması iyileşme sürecini hızlandırabilir (M Anam, 2019). Nitekim güncel klinik veriler, marsupializasyon eklenen olgularda yara iyileşmesinin daha hızlı olduğunu, buna karşılık ağrı, enfeksiyon ve fekal inkontinans açısından belirgin ek olumsuzluk oluşmadığını göstermektedir (Parveen, F. 2023). Sfinkteroplasti seçilmiş olgularda yüz güldürücü sonuçlarla fistülotomiye ek olarak uygulanabilir. Özellikle daha fazla sfinkter bölünmesi gereken ve kontinans açısından riskli seçilmiş hastalarda primer sfinkter onarımının iyileşme oranını düşürmeden ve septik komplikasyonları artırmadan uygulanabileceğini bildiren güncel çalışmalar bulunmaktadır; bu nedenle sfinkteroplasti, rutin değil ancak dikkatle seçilmiş olgularda değerlendirilebilecek tamamlayıcı bir seçenek olarak düşünülebilir (Ratto C, 2013).

Seton

Seton, fistül traktı içine yerleştirilen ve iç ağız ile dış açıklık arasında drenajın devamını sağlayan ip, silikon ya da elastik bir materyaldir. Klinik kullanımda gevşek (draining/loose) seton daha çok sepsisin kontrolü, traktın

açık tutulması ve evreli tedaviye hazırlık amacıyla; cutting seton ise trakt ve ilişkili sfinkter liflerinin zaman içinde kontrollü biçimde ayrılması amacıyla uygulanır. Kompleks fistüllerde tedavinin temel prensibi kür ve kontinans arasındaki dengeyi sağlamaktır. Agresif tedaviler küratif sonuçlar vermekle birlikte yüksek inkontinans oranlarıyla ilişkilidir. Defansif uygulamalar ise düşük inkontinans oranlarıyla birlikte küratif olmayan sonuçlara sebep olmaktadır. Seton tarihsel bir yöntem olmakla birlikte günümüze kadar güncelliğini korumaktadır. Seton tedavisi; enfeksiyon kontrolü, traktın olgunlaşması ve evreli sfinkter koruyucu girişimlere köprü oluşturabilir. Klinik pratikte seton ile iyileşme/başarı oranının %90'a kadar bildirilebildiği aktarılmıştır. İnkontinans oranları ise %5 seviyelerinde kalmakta ve hastaların yaşam standartlarını bozmamaktadır (Ege B, 2014). Bununla birlikte güncel yaklaşımda, özellikle kompleks kriptoglandüler fistüllerde gevşek setonun çoğunlukla definitif tedaviden ziyade güvenli bir "köprü" yöntemi olarak değerlendirildiği; cutting setonun ise daha fazla ağrı ve kontinans bozulması riski nedeniyle daha seçilmiş olgularda düşünüldüğü vurgulanmaktadır (Garg, P. 2024, Kim HC 2024, Yu, Q. 2022).

Setonlar kompleks fistüllerde sfinkter koruyucu güncel tekniklere geçiş aşamasında köprü rolü oynar. Seton temelli kombine tekniklerin yüksek başarı oranları ile ilişkili olduğu ancak teknik ve hasta seçiminin sonuçları belirlediği vurgulanır (Ji, L. 2021). Bu nedenle seton uygulamasının başarısı yalnızca kullanılan materyale değil; fistülün yüksekliği, sekonder trakt varlığı, eşlik eden apse ya da koleksiyon, önceki cerrahiler ve planlanan definitif işlemin tipi gibi değişkenlere de bağlıdır. Güncel derlemelerde, kompleks fistüllerde tek başına her hastaya uyan bir "ideal seton stratejisi" bulunmadığı; buna karşın setonun sepsisi kontrol altına alması, cerrahi alanı sakinleştirmesi ve ardından ilerletme flebi, LIFT veya diğer sfinkter koruyucu yöntemlere zemin hazırlaması nedeniyle tedavi algoritmasındaki yerini koruduğu belirtilmektedir (Warsingih 2024, Garg, P 2024).

LAFT (lazerle fistül trakt ablasyonu)

LAFT, literatürde çoğunlukla FiLaC (fistula-tract laser closure) olarak da anılan, fistül traktı içine yerleştirilen radial lazer probu ile traktın içten termal olarak ablate edilmesini ve böylece trakt lümeninin kapanmasını hedefleyen sfinkter koruyucu bir yöntemdir. Temel avantajı, eksternal

sfinkterde ek kesiye ihtiyaç duymadan uygulanabilmesi ve bu nedenle kontinans üzerindeki olumsuz etkinin genellikle çok düşük kalmasıdır. Bununla birlikte bu yöntem, yüksek iyileşme potansiyeline rağmen her hastada aynı başarıyı sağlayan “garanti” bir çözüm olarak görülmemelidir. Lazerle fistül tedavisi sfinkter koruyucu bir konsept sunar; ancak başarı oranları merkez, olgu seçimi ve takip süresine göre değişkendir. Örneğin LAFT erken sonuçlarında toplam başarı oranının %37 olarak bildirildiği; bu nedenle tek başına “garanti” bir çözüm gibi sunulmaması gerektiği görülmektedir. Daha güncel bir sistematik derleme ve meta-analizde ise 24 çalışmadan 1.503 hastada birleşik primer iyileşme oranı %57,46, nüks oranı %18,48 ve yeni gelişen inkontinans oranı %0,57 olarak bildirilmiş; bu da yöntemin esas gücünün sfinkter koruyuculuğu, temel sınırlılığının ise değişken kür oranı olduğunu düşündürmüştür (Duda, JR. 2025).

LAFT en çok, sfinkter korunmasının öncelikli olduğu yüksek veya kompleks kriptoglandüler fistüllerde, özellikle de aktif sepsisi kontrol altına alınmış ve nispeten daha iyi haritalanmış seçilmiş olgularda değerlendirilebilir. Buna karşılık belirgin sekonder traktları, ileri dallanımı veya daha karmaşık anatomisi olan hastalarda tek başına başarı daha sınırlı kalabildiğinden, kombine yaklaşımlar gündeme gelebilir; nitekim yakın tarihli bir çalışmada FiLaC’a ilerletme flebi eklenmesi, kompleks fistüllerde tek başına FiLaC’a göre daha yüksek primer başarı ile ilişkili bulunmuştur. Güncel derlemelerde lazer ve diğer yeni tekniklerde, uzun dönem takip ve çok merkezli verilerin hâlen sınırlı olduğu vurgulanır. Teknikle ilgili erken deneyimler ve uygulama çerçevesi daha eski çalışmalarda da tanımlanmıştır (Öztürk E. 2014, Uzun, H 2025, Fuschillo, G. 2025).

LIFT (ligation of intersphincteric fistula tract)

LIFT, yani intersfinkterik planda fistül traktının bağlanması, özellikle transsfinkterik ve sfinkter korunmasının ön planda olduğu kompleks anal fistüllerde kullanılan bir sfinkter koruyucu tekniktir. Teknikte intersfinkterik oluğa kısa bir insizyon yapılarak intersfinkterik plandaki fistül traktı bulunur; trakt internal ağza yakın ve dış kısma yakın seviyelerden bağlanır, ardından bu segment kesilerek ayrılır ve kalan trakt kürete edilip drenaja bırakılır. Böylece amaç, internal ağızdan fistül traktına devam eden fekal kontaminasyonu kesmek ve eksternal sfinkteri bölmeden iyileşme

sağlamaktır. Klinik olarak en uygun hasta grubu; traktı iyi oluşmuş, anatomisi haritalanmış, aktif sepsisi kontrol altına alınmış transsfinkterik fistüllerdir. Özellikle yüksek transsfinkterik veya seçilmiş kompleks olgularda değerlidir; buna karşılık akut apse evresindeki, traktı net oluşmamış ya da ileri dallanım gösteren olgularda başarı daha değişken olabilir ve bazı hastalarda önce gevşek seton ile drenaj sağlanması tercih edilebilir (Zhang, L. 2025).

Fistüllerde sfinkter koruyucu bir seçenek olarak yaygın kabul görmüştür. Meta-analiz verilerinde ortalama başarı oranı yaklaşık %76 düzeyinde bildirilmiş, fekal inkontinans oranının çok düşük olduğu gösterilmiş ve yöntemin temel avantajının anal fonksiyonu koruması olduğu vurgulanmıştır (Sameh, HE. 2019). Bununla birlikte farklı serilerde sonuçların dalgalanabildiği ve bazı çalışmalarda başarının %50 civarına kadar düşebildiği bildirilmiştir; bu değişkenlikte hasta seçimi, fistül anatomisi, cerrahi deneyim ve takip süresi belirleyici görünmektedir. Özellikle Crohn hastalığı, at nalı fistül ve daha önce fistül cerrahisi geçirilmiş olgular başarısızlık açısından öngördürücü faktörler arasında sayılmaktadır (Ji, L. 2021). Yakın dönem uzun takipli serilerde de LIFT'in güvenli ve etkili bir yöntem olduğu, ancak başarı oranlarının olgu seçimine göre değiştiği gösterilmiştir; bu nedenle LIFT, "her fistülde standart çözüm" değil, doğru hastada güçlü bir sfinkter koruyucu seçenektir (Zhang, L. 2025).

VAAFT (video-assisted anal fistula treatment)

VAAFT, yani video yardımlı anal fistül tedavisi, fistül traktının dış ağızdan fistüloskop ile direkt görülerek değerlendirilmesi ve aynı seansta tedavi edilmesi esasına dayanan minimal invaziv, sfinkter koruyucu bir yöntemdir. Teknikte önce trakt ve varsa sekonder dallanmalar endoskopik olarak ortaya konur, ardından trakt iç yüzeyi koterizasyon ve temizleme ile destrükte edilir; son aşamada internal ağız sütür, stapler ya da flep gibi yöntemlerden biriyle kapatılmaya çalışılır. Bu doğrudan görüntüleme avantajı nedeniyle özellikle kompleks, yüksek, nüks etmiş veya dallanım gösteren fistüllerde anatomiyi daha iyi ortaya koyabilen bir seçenek olarak öne çıkar; buna karşılık düşük ve basit fistüllerde fistülotomi ile kolay ve etkili tedavi mümkünken gereksiz teknoloji kullanımından kaçınmak daha rasyoneldir (Reza, L. 2024). Meta-analizde nüks oranının %7,5–%33,3 arasında değiştiği

ve ağırlıklı ortalama nüksün %17,7 olduğu; ayrıca internal ağız kapatma yöntemine göre nüksün anlamlı değiştiği bildirilmiştir (Meinero P,2011).

Bununla birlikte VAAFT için kısa dönem sonuçlar cesaret verici olsa da, uzun dönem veriler daha temkinli yorumlanmalıdır. Özellikle daha uzun izlemli serilerde zaman içinde nüks oranlarının artabildiği, bunun da büyük ölçüde internal ağzın güvenli kapatılmasının tekniğın en kritik ve en zayıf halkası olmasına bağılı olabileceğı gösterilmiştir. Bu nedenle VAAFT çoğunlukla kompleks fistüllerde, sfinkter korunmasının öncelikli olduğu ve trakt haritalamasının güç olduğu hastalarda düşünülmesi gereken bir yöntemdir; ancak her kompleks fistülde otomatik olarak ilk seçenek kabul edilmemeli, hasta seçimi ve internal ağız kapatma stratejisi dikkatle planlanmalıdır (La Torre, M. 2023, Reza, L. 2024).

Endorektal ilerletme flebi (ERAF) ve rekonstrüktif yaklaşımlar

Endorektal ilerletme flebi (ERAF), internal ağzın ve buna komşu enfekte kript bölgesinin kapatılması amacıyla rektal mukoza, submukoza ve çoğı teknikte bir miktar internal sfinkter lifini içeren vaskülarize bir flebin hazırlanıp distal tarafa ilerletilmesi esasına dayanır. Temel amaç, fistül traktını dıştan tamamen açmak yerine, internal açıklığı kapatıp iyi kanlanan doku ile örtmek ve böylece sfinkter kesilmesini en aza indirmektir. Bu nedenle ERAF özellikle yüksek transsfinkterik fistüllerde, anterior fistüllerde, nüks olgularda ve sfinkter korunmasının öncelikli olduğu seçilmiş kompleks hastalarda önemli bir seçenektir; buna karşılık aktif sepsis, kontrolsüz koleksiyon, kötü doku kalitesi veya anatomik olarak uygun olmayan olgularda başarı düşebilir. Genel olarak flep temelli rekonstrüktif yaklaşımlar, fistül tedavisinde yalnızca traktın eradikasyonunu değil, internal ağzın kapatılmasını ve defektin canlı doku ile onarılmasını hedefleyen yöntemlerdir; bu yönüyle özellikle “yüksek” fistüllerde halen güçlü bir cerrahi seçenek olarak kabul edilmektedir. Yüksek transsfinkterik fistüllerde sfinkterin kesilmesini azaltmayı hedefler. Biyomateryal tıkaç (plug) ile karşılaştırmalı RCT’lerde; kontinans/yaşam kalitesi/ağırı açısından fark görülmezken, başarı oranının ERAF lehine daha iyi olabildiğı bildirilmiştir (Gandhi, ND. 2026).

Güncel veriler flep temelli onarımın sonuçlarının hasta seçimine ve tekniğe duyarlı olduğunu göstermektedir. Kompleks anal fistüllerde endoanal

ilerletme flebinin iyileşme oranı plug yöntemine göre daha yüksek bulunmuş, buna karşın nüks, enfeksiyon ve genel komplikasyon oranlarında belirgin fark saptanmamıştır. ERAF, kompleks kriptoglandüler fistüller için karşılaştırma tekniği olarak kullanılmış ve LIFT ile VAAFT'ın başarısızlık açısından ERAF'a anlamlı üstünlük göstermediği, plug yönteminin ise daha yüksek başarısızlıkla ilişkili olduğu bildirilmiştir (An, Y. 2023). Bu nedenle özellikle “yüksek” fistüllerde, anatomik uygunluk varsa flep temelli çözümler hâlâ güçlü bir seçenektir; ancak bunlar her hastada ilk tercih değil, iyi drene edilmiş, anatomisi netleştirilmiş ve flep tutunmasına elverişli dokusu olan olgularda en anlamlı sonucu veren rekonstrüktif yaklaşımlardır (Charalampopoulos, A. 2023).

Kök hücre / yağ dokusu kökenli hücresel tedaviler

Mezankimal kök hücreler ve özellikle yağ dokusu kökenli hücreler, kompleks anal fistüllerde sfinkter koruyucu tedavi yaklaşımının rejeneratif bileşenini temsil eder. Bu tedavilerde amaç, kürete edilmiş ve uygun şekilde hazırlanmış fistül traktı çevresine hücre uygulanarak lokal inflamasyonun baskılanması, doku onarımının desteklenmesi ve trakt iyileşmesinin artırılmasıdır. Klinik pratikte en çok, tekrarlayan veya refrakter kompleks fistüllerde, sfinkter hasarı riskinin yüksek olduğu ve klasik cerrahi seçeneklerin sınırlı kaldığı hastalarda gündeme gelir. Mezankimal kök hücreler ve yağ dokusu kökenli hücreler; Crohn ilişkili ve Crohn dışı kompleks fistüllerde “umut verici” sonuçlar bildirmiştir. Özellikle refrakter kompleks kriptoglandüler kökenli fistüllerde etkinlik ve güvenlik hakkında çok sayıda yayın olduğu; ancak maliyet, zaman ve altyapı gereksinimlerinin önemli bariyerler oluşturduğu belirtilmektedir (Wang, H. 2023).

Güncel meta-analitik veriler, bu yaklaşımın etkinliğinin tamamen deneysel düzeyde olmadığını, ancak sonuçların hasta grubuna ve uygulanan hücre tipine göre değişebildiğini göstermektedir. 2025 tarihli sistematik derlemede kök hücre tedavisinin kontrol gruplarına göre fistül iyileşme olasılığını artırdığı, komplikasyon oranlarını ise anlamlı biçimde yükseltmediği bildirilmiştir; aynı çalışmada Crohn fistüllerinde iyileşme oranlarının kriptoglandüler fistüllere göre daha yüksek olduğu da gösterilmiştir (Emile, SH. 2025). Benzer şekilde yalnızca yağ dokusu kökenli hücreleri değerlendiren 2025 meta-analizinde, kompleks perianal fistüllerde

kısa dönem ve 1 yıllık sonuçların konvansiyonel tedavilere göre daha iyi olduğu belirtilmiştir (Zou, M. 2025). Crohn dışı kompleks ve rekürren fistüllerde yapılan güncel klinik çalışmalarda da otolog yağ dokusu enjeksiyonu ile anlamlı iyileşme sağlanabildiği, bu nedenle özellikle tekrarlayan kriptoglandüler kökenli olgularda tamamlayıcı bir seçenek olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Guillaumes, S. 2024).

Bununla birlikte bu alanın temel gücü sfinkter korunumu iken, en önemli sınırlılıkları erişilebilirlik, yüksek maliyet, hücre hazırlama süreci, düzenleyici gereklilikler ve uzun dönem verilerin heterojenliğidir. Ayrıca tedavi protokollerinin standardizasyonu, hücre kaynağı, doz, uygulama şekli ve eş zamanlı cerrahi işlemler açısından çalışmalar arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle kök hücre veya yağ dokusu kökenli hücresel tedaviler bugün için rutin ilk basamak yöntemlerden çok, seçilmiş ve özellikle refrakter kompleks olgularda, deneyimli merkezlerde değerlendirilen ileri bir sfinkter koruyucu seçenek olarak görülmelidir (Cheng, F. 2023, Wang, T. 2024).

Fistül tıkacı (plug) ve biyomateryaller

Fistül tıkacı (plug), fistül traktının özellikle internal açıklık düzeyinde biyolojik veya biyouyumlu bir materyal ile doldurulup oklüde edilmesini amaçlayan sfinkter koruyucu bir yaklaşımdır. Biyomateryal temelli tedaviler ise plug dışında fibrin glue, kollajen bazlı macun veya enjeksiyonlar ve biyolojik mesh destekli rekonstrüksiyonları da kapsar. Bu yöntemlerin ortak amacı, sfinkteri kesmeden traktın kapanmasını sağlamak ve iyileşmeyi biyolojik bir iskele ile desteklemektir. Anal fistül tıkaçları için erken serilerde yüksek başarı oranları bildirilmiş olsa da sonraki çalışmalarda daha düşük ve değişken sonuçlar raporlanmış; ayrıca American Society of Colon and Rectal Surgeons rehber değerlendirmesinde fistül tıkacının görece etkisiz olabildiği vurgulanmıştır (Hwang, SH. 2022). Güncel kılavuz ve derlemeler de plug ile fibrin glue uygulamalarının özellikle kompleks kriptoglandüler fistüllerde tutarsız ve çoğu zaman sınırlı başarı verdiğini, bu nedenle rutin ilk seçenek olarak değil seçilmiş olgularda değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir (Gaertner, WB. 2022, Sierra Fernández I 2025).

Fibrin glue, temizlenmiş fistül traktı içine fibrin esaslı doku yapıştırıcısının verilmesi esasına dayanır; teknik olarak kolay, minimal

invaziv ve tekrarlanabilir bir yöntemdir. Ancak uzun dönem sonuçlar özellikle kompleks fistüllerde belirgin biçimde zayıflamaktadır. Bu nedenle tek başına kullanımından çok, bazı merkezlerde kombine yaklaşımın bir parçası olarak uygulanabilmektedir. Fibrin glue doku yapıştırıcılar kombine yöntem olarak kullanılabilir. Kompleks fistüllerde başarı oranı yarı yarıya düşer. (Swinscoe MT,2005). Güncel rehberlerde fibrin glue da plug ile birlikte “görece etkisiz” seçenekler arasında değerlendirilmektedir (Gaertner, WB. 2022).

BioLIFT, klasik LIFT prosedürüne ek olarak intersfinkterik alana biyolojik mesh yerleştirilmesi prensibine dayanır; amaç trakt bağlandıktan sonra bu bölgeyi biyolojik bir destek materyali ile güçlendirmek ve iyileşmeyi artırmaktır. Teorik olarak internal ağız kapanmasının daha sağlam hâle gelmesi beklenir; ancak bu yaklaşım için güncel kanıtlar hâlen sınırlıdır ve çoğu veri küçük seri ya da teknik rapor düzeyindedir. Bu nedenle BioLIFT LİFT yapılan yere biyolojik mesh konulması ifadesi teknik özeti doğru yansıtmakla birlikte, yöntemin rutin kullanımından önce daha güçlü karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır (Gemma, N. 2024).

Permacol injeksiyonu, fistül traktı temizlendikten sonra kollajen içeren biyomateryalin trakt içine verilmesi esasına dayanır. Teorik beklenti, kollajen matriksin doku iyileşmesini destekleyerek traktın kapanmasını kolaylaştırmasıdır. Permacol İnjektasyon fistül traktı temizlendikten sonra kollajen içeren bir sıvının buraya enjekte edilmesi. Başarı oranı düşük, teorik beklentisi çok daha yüksekti. Erken çok merkezli çalışmalarda umut verici sonuçlar bildirilmiş olsa da, daha güncel ve geniş serilerde özellikle kompleks fistüllerde tek uygulama sonrası başarı oranının yaklaşık %20 düzeyinde kaldığı gösterilmiştir; bu nedenle güncel yaklaşımda Permacol daha çok seçilmiş olgularda, kontinansın korunmasının ön planda olduğu durumlarda sınırlı bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Vollebregt, PF. 2021, Giordano, P. 2018)

Kök hücre uygulamaları bu başlığın klasik biyomateryal kısmından kısmen ayrılmakla birlikte, sfinkter koruyucu biyolojik tedavi spektrumunun ileri bir basamağını temsil eder. Kök hücre fistül trakta implante edilir. Güncel meta-analizler, kök hücre tedavisinin özellikle Crohn ilişkili fistüllerde daha umut verici sonuçlar verdiğini, kriptoglandüler fistüllerde ise etkinliğin daha değişken olduğunu göstermektedir; bu nedenle bu yaklaşım

daha çok refrakter ve seçilmiş kompleks olgularda düşünülmektedir (Emile, SH. 2025).

Anal fissür ve anal fistül, benign anorektal hastalıklar içinde yaşam kalitesini belirgin biçimde bozan, nüks potansiyeli taşıyan ve tedavisinde yalnızca anatomik iyileşmenin değil fonksiyonel sonucun da gözetilmesi gereken önemli klinik tablolardır. Güncel yaklaşım, anal fissürde akut–kronik ayırımına dayalı basamaklı tedaviyi; anal fistülde ise anatomik sınıflama, sepsisin kontrolü, internal ağzın yönetimi ve sfinkter korunumu ekseninde bireyselleştirilmiş cerrahi planlamayı ön plana çıkarmaktadır. Basit olgularda klasik yöntemler hâlen yüksek başarı sağlarken, kompleks hastalıkta LIFT, ilerletme flebi, VAAFT, lazer ve hücrel tedaviler gibi sfinkter koruyucu seçenekler giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bununla birlikte hiçbir yöntemin tüm hastalar için tek başına ideal olmadığı, en iyi sonucun doğru hasta seçimi, uygun görüntüleme, deneyimli cerrahi yaklaşım ve kontinans–kür dengesini gözetken kişiselleştirilmiş tedavi stratejileri ile elde edildiği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- Abbas, M. A., Tsay, A. T., & Abbass, M. (2024). Immediate sphincter repair following fistulotomy for anal fistula: Does it impact the healing rate and septic complications? *Annals of Coloproctology*, 40(3), 217-224. doi:10.3393/ac.2022.01144.0163
- An, Y., Chen, X., Tian, M., Qi, W., & Gao, J. (2023). Comparison of clinical outcomes of anal fistula plug and endoanal advancement flap repair treating the complex anal fistula: A systematic review and meta-analysis. *Updates in Surgery*, 75(8), 2103-2115. doi:10.1007/s13304-023-01674-6
- Asefa, Z., & Awedew, A. F. (2023). Comparing closed versus open lateral internal sphincterotomy for management of chronic anal fissure: Systematic review and meta-analysis of randomised control trials. *Scientific Reports*, 13(1), 20957. doi:10.1038/s41598-023-48286-z
- Atkin, G. K., Martins, J., Tozer, P., Ranchod, P., & Phillips, R. K. S. (2011). For many high anal fistulas, lay open is still a good option. *Techniques in Coloproctology*, 15(2), 143-150. doi:10.1007/s10151-011-0676-6
- Aygin, D., Yiğit, G., Çelik Bekleviç, A., & Aydin, E. (2025). Evaluation of surgical and conservative approaches in the treatment of anal fissure: A systematic review. *Acta Gastro-Enterologica Belgica*, 88(4), 333-350. doi:10.51821/88.4.14431
- Bhat, S., Xu, W., Varghese, C., Dubey, N., Wells, C. I., Harmston, C., ... Lin, A. Y. (2023). Efficacy of different surgical treatments for management of anal fistula: A network meta-analysis. *Techniques in Coloproctology*, 27(10), 827-845. doi:10.1007/s10151-023-02845-8
- Cavanaugh, M., Hyman, N., & Osler, T. (2002). Fecal incontinence severity index after fistulotomy: A predictor of quality of life. *Diseases of the Colon & Rectum*, 45(3), 349-353. doi:10.1007/s10350-004-6181-5
- Charalampopoulos, A., Papakonstantinou, D., Bagias, G., Nastos, K., Perdikaris, M., & Papagrigoriadis, S. (2023). Surgery of simple and complex anal fistulae in adults: A review of the literature for optimal surgical outcomes. *Cureus*, 15(3), e35888. doi:10.7759/cureus.35888
- Davids, J. S., Hawkins, A. T., Bhama, A. R., Feinberg, A. E., Grieco, M. J., Lightner, A. L., ... Clinical Practice Guidelines Committee of the

- American Society of Colon and Rectal Surgeons. (2023). The American Society of Colon and Rectal Surgeons clinical practice guidelines for the management of anal fissures. *Diseases of the Colon & Rectum*, 66(2), 190-199. doi:10.1097/DCR.0000000000002664
- Domínguez-Muñoz, M., Balla, A., Gómez-Rosado, J. C., & Morales-Conde, S. (2025). Current evidence and new trends in anal fissure treatment. *Minerva Surgery*, 80(3), 258-265. doi:10.23736/S2724-5691.25.10778-8
- Duda, J. R., de Oliveira, L. G. A. M., Ferreira, L. F., Nunes, B. C. M., do Carmo, M. C. N., Diedrich, D. B., ... Baraldo, S. (2025). Effectiveness of laser-based fistula therapies with and without adjunctive measures in anal fistulas management: A systematic review and single-arm meta-analysis. *International Journal of Colorectal Disease*, 40(1), 196. doi:10.1007/s00384-025-04995-7
- Ebrahimibagha, H., & Zeinalpour, A. (2023). Platelet-rich plasma improves acute and chronic anal fissure, a randomized control trial. *Wound Repair and Regeneration*, 31(5), 655-662. doi:10.1111/wrr.13103
- Ege, B., Leventoğlu, S., Menteş, B. B., Yılmaz, U., & Öner, A. Y. (2014). Hybrid seton for the treatment of high anal fistulas: Results of 128 consecutive patients. *Techniques in Coloproctology*, 18(2), 187-193. doi:10.1007/s10151-013-1021-z
- Emile, S. H., Khan, S. M., Adejumo, A., & Koroye, O. (2020). Ligation of intersphincteric fistula tract (LIFT) in treatment of anal fistula: An updated systematic review, meta-analysis, and meta-regression of the predictors of failure. *Surgery*, 167(2), 484-492. doi:10.1016/j.surg.2019.09.012
- Fritz, S., Kirsch, J., Schneider, N., Kirsch, J., Reissfelder, C., Herold, A., & Bussen, D. (2026). Therapy and long-term outcomes of acute anal fissure: A high-volume referral centre experience with 623 patients. *Techniques in Coloproctology*, 30(1), 14. doi:10.1007/s10151-025-03238-9
- Fuschillo, G., Pata, F., D'Ambrosio, M., Selvaggi, L., Pescatori, M., Selvaggi, F., & Pellino, G. (2025). Failure rates and complications of four sphincter-sparing techniques for the treatment of fistula-in-ano: A

- systematic review and network meta-analysis. *Techniques in Coloproctology*, 29(1), 116. doi:10.1007/s10151-025-03152-0
- Gandhi, N. D., Alibo, E. O., & Gipe, J. H. (2026). Anal abscess and fistula. *Surgical Clinics of North America*, 106(1), 51-63. doi:10.1016/j.suc.2025.08.012
- Garg, P., Bhattacharya, K., Yagnik, V. D., & Mahak, G. (2024). Recent advances in the diagnosis and treatment of complex anal fistula. *Annals of Coloproctology*, 40(4), 321-335. doi:10.3393/ac.2024.00325.0046
- Gemma, N., McMahon, K., Clapp, M., Ma, T., & Laipply, E. (2024). The use of biologic mesh for repair of perianal fistulas. *Cureus*, 16(7), e64675. doi:10.7759/cureus.64675
- Giordano, P., Sileri, P., Buntzen, S., Nunoo-Mensah, J., Lenisa, L., Singh, B., ... Stuto, A. (2018). Final results of a European, multicentre, prospective, observational study of Permacol collagen paste injection for the treatment of anal fistula. *Colorectal Disease*, 20(3), 243-251. doi:10.1111/codi.13715
- Gosselink, M. P., van Onkelen, R. S., & Schouten, W. R. (2015). The cryptoglandular theory revisited. *Colorectal Disease*, 17(12), 1041-1043. doi:10.1111/codi.13161
- Guillaumes, S., Hidalgo, N. J., Bachero, I., Pena, R., Nogueira, S. T., Ardid, J., ... Pera, M. (2024). Efficacy of injection of autologous adipose tissue in the treatment of patients with complex and recurrent fistula-in-ano of cryptoglandular origin. *Techniques in Coloproctology*, 28(1), 81. doi:10.1007/s10151-024-02963-x
- Ji, L., Zhang, Y., Xu, L., Wei, J., Weng, L., & Jiang, J. (2021). Advances in the treatment of anal fistula: A mini-review of recent five-year clinical studies. *Frontiers in Surgery*, 7, 586891. doi:10.3389/fsurg.2020.586891
- Jimenez, M., & Mandava, N. (2025). Anorectal fistula. In *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
- Kim, H. C., & Simianu, V. V. (2024). Contemporary management of anorectal fistula. *Surgery Open Science*, 17, 40-43. doi:10.1016/j.sopen.2023.12.005
- Li, T., Ye, P., He, X., Li, C., Xi, L., & Xi, Z. (2025). Efficacy and safety of topical vs. oral calcium channel blockers for chronic anal fissures: A

- systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 16, 1642347. doi:10.3389/fphar.2025.1642347
- Mapel, D. W., Schum, M., & Von Worley, A. (2014). The epidemiology and treatment of anal fissures in a population-based cohort. *BMC Gastroenterology*, 14, 129. doi:10.1186/1471-230X-14-129
- Meinero, P., & Mori, L. (2011). Video-assisted anal fistula treatment (VAAFT): A novel sphincter-saving procedure for treating complex anal fistulas. *Techniques in Coloproctology*, 15(4), 417-422. doi:10.1007/s10151-011-0769-2
- Neves, P. O., & de Medeiros Silva, A. A. (2026). Using MRI to guide surgical strategy for perianal fistulas: From conventional acquisition to 3D modeling. *Radiologia Brasileira*, 59, e20250064. doi:10.1590/0100-3984.2025.0064-en
- Parveen, F., Naznin, K. N., Habib, M. A., Ferdaus, A. M., & Afrin, T. (2023). Postoperative outcome of fistulotomy with marsupialization in the surgical management of simple anal fistula comparison between fistulotomy-lay open procedures. *Mymensingh Medical Journal*, 32(4), 1033-1037.
- Quinn, R., Ellis-Clark, J., & Albayati, S. (2025). Management of chronic anal fissures: Should fissurectomy be performed with botulinum toxin injection? *Techniques in Coloproctology*, 29(1), 118. doi:10.1007/s10151-025-03153-z
- Ratto, C., Litta, F., Parello, A., Zacccone, G., Donisi, L., & De Simone, V. (2013). Fistulotomy with end-to-end primary sphincteroplasty for anal fistula: Results from a prospective study. *Diseases of the Colon & Rectum*, 56(2), 226-233. doi:10.1097/DCR.0b013e31827aab72
- Reza, L., Gottgens, K., Kleijnen, J., Breukink, S., Ambe, P. C., Aigner, F., ... Zimmerman, D. (2024). European Society of Coloproctology: Guidelines for diagnosis and treatment of cryptoglandular anal fistula. *Colorectal Disease*, 26(1), 145-196. doi:10.1111/codi.16741
- Riboni, C., Selvaggi, L., Cantarella, F., Podda, M., Bracchitta, S., Mosca, V., ... Pata, F. (2024). Anal fissure and its treatments: A historical review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13), 3930. doi:10.3390/jcm13133930

- Sarveazad, A., Bahardoust, M., Shamseddin, J., & Yousefifard, M. (2022). Prevalence of anal fistulas: A systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology and Hepatology From Bed to Bench*, 15(1), 1-8.
- Sierra Fernández, I., Balciscueta Coltell, Z., & Uribe Quintana, N. (2025). Systematic review and network meta-analysis of cryptoglandular complex anal fistula treatment: Evaluation of surgical strategies. *Updates in Surgery*, 77(4), 1067-1078. doi:10.1007/s13304-025-02270-6
- Uzun, H., Kara, Y. B., Eser, M., et al. (2025). Comparative outcomes of standard laser fistula closure (FiLaC) versus FiLaC combined with advancement flap in the treatment of complex anal fistulas. *Techniques in Coloproctology*, 29, 7. doi:10.1007/s10151-024-03038-7
- Vollebregt, P. F., Vander Mijnsbrugge, G. J., Molenaar, C. B., & Felt-Bersma, R. J. F. (2021). Efficacy of Permacol injection for perianal fistulas in a tertiary referral population: Poor outcome in patients with complex fistulas. *Colorectal Disease*, 23(8), 2119-2126. doi:10.1111/codi.15696
- Wang, H., Jiang, H. Y., Zhang, Y. X., Jin, H. Y., Fei, B. Y., & Jiang, J. L. (2023). Mesenchymal stem cells transplantation for perianal fistulas: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Stem Cell Research & Therapy*, 14(1), 103. doi:10.1186/s13287-023-03331-6
- Warsinggih, Aryanti, C., & Faruk, M. (2024). Optimum management for complex anal fistula: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Surgery Open Science*, 18, 117-122. doi:10.1016/j.sopen.2024.03.003
- Yu, Q., Zhi, C., Jia, L., & Li, H. (2022). Cutting seton versus decompression and drainage seton in the treatment of high complex anal fistula: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 12, 7838. doi:10.1038/s41598-022-11712-9
- Zanotti, C., Martinez-Puente, C., Pascual, I., Pascual, M., Herreros, D., & García-Olmo, D. (2007). An assessment of the incidence of fistula-in-ano in four countries of the European Union. *International Journal of Colorectal Disease*, 22(12), 1459-1462. doi:10.1007/s00384-007-0334-7
- Zhang, L., Zhan, C., Li, L., Shao, W., Sun, G., Chen, Y., ... Xiao, X. (2025). Ligation of the intersphincteric fistula tract (LIFT) for high

transsphincteric fistulas: A double-center retrospective study with long-term follow-up. *Annals of Coloproctology*, 41(1), 77-83. doi:10.3393/ac.2024.00024.0003

Zou, M., Xue, M., Liu, Y., Xia, S., Chen, Y., Peng, Z., & Wu, W. (2025). Adipose-derived stem cell therapies for complex anal fistula: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Medicine*, 12, 1627065. doi:10.3389/fmed.2025.1627065

BÖLÜM 8

İNDOSİYANİN YEŞİLİ (ICG) FLORESAN GÖRÜNTÜLEME TEKNİKLERİ VE CERRAHİDE GÜNCEL KULLANIM ALANLARI

Doç. Dr. Seyit Ali Volkan POLATKAN¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293613>

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye. volkanpolatkan@uludag.edu.tr, orcid id: 0000-0002-5453-4855

1. Giriş

Cerrahi pratiğin temel hedeflerinden biri, anatomik yapıların doğru tanımlanarak dokuların durumunun güvenilir biçimde değerlendirilmesidir. Geleneksel cerrahi yaklaşımda dokuların canlılığı, vasküler perfüzyonu ve lenfatik drenajı genellikle cerrahın deneyime dayanan değerlendirmesine dayanmaktadır. Ancak modern cerrahi teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, intraoperatif görüntüleme yöntemleri cerrahi karar verme süreçlerine destekleyen önemli araçlar haline gelmiştir.

Bu teknolojiler arasında floresan görüntüleme teknikleri, özellikle son yirmi yıl içerisinde cerrahi alanında önemli bir gelişim göstermiştir. Floresan görüntüleme, belirli dalga boyundaki ışıkla uyarılan moleküllerin daha farklı dalga boylarında ışınım yapması prensibine dayanır. Böylelikle dokuların perfüzyonu, lenfatik akım ve bazı anatomik yapıların sınırları gerçek zamanlı olarak değerlendirilebilmektedir (Alander et al., 2012; Schaafsma et al., 2011; Vahrmeijer et al., 2013).

Cerrahi floresan görüntüleme uygulamalarında en yaygın kullanılan ajanların başında indosiyenin yeşili (Indocyanine Green – ICG) yer alır. ICG, yakın kızılötesi spektrumunda floresans özelliği gösteren bir boya olup intravenöz veya lokal uygulama sonrası özel kameralar aracılığıyla görüntülenebilmektedir. Yakın kızılötesi ışığın biyolojik dokularda daha yüksek penetrasyon sağlaması sayesinde, ICG ile yapılan görüntüleme yöntemleri, cerrahi sırasında yüksek kontrastlı görüntüler elde edilmesini sağlar (Handgraaf et al., 2017; Vahrmeijer et al., 2013).

Güncel pratikte minimal invaziv cerrahinin yaygınlaşmasıyla laparoskopik ve robotik cerrahi platformlarının gelişmesi ile birlikte floresan görüntüleme sistemleri bu platformlara entegre edilmiştir. Bu durum, ICG floresan görüntülemenin cerrahi uygulamalardaki kullanımını artırmıştır. Günümüzde ICG; kolorektal cerrahi, hepatobiliyer cerrahi, meme cerrahisi, endokrin cerrahi, gastrik cerrahi ve transplantasyon cerrahisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Boni et al., 2015; Schaafsma et al., 2011; Vahrmeijer et al., 2013).

2. İndosiyanin Yeşili: Kimyasal Yapı ve Tarihçe

İndosiyanin yeşili, trikarbosiyanin sınıfına ait bir floresan boyadır ve ilk olarak 1950’li yılların ortalarında geliştirilmiştir. Molekül, iki indol halkasının polimetin zinciri ile bağlanmasından oluşur ve yakın kızılötesi spektrumda absorpsiyon ve ışınım yapar (Desmettre et al., 2000).

ICG, 1957 yılında ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından klinik kullanım için onaylanmıştır. İlk klinik kullanım alanları kardiyoloji ve hepatoloji olmuştur. Özellikle kardiyak output ölçümü ve hepatik fonksiyon değerlendirmesinde kullanılmıştır (Fox et al., 1957).

1980’li yıllarda oftalmolojide indosiyanin yeşili anjiyografisi ile koroidal damarların görüntülenmesi mümkün hale gelmiştir (Flower, 1995). Cerrahi alanda kullanımının yaygınlaşması ise esas olarak 2000’li yıllarda yakın kızılötesi görüntüleme sistemlerinin gelişmesiyle gerçekleşmiştir (Desmettre et al., 2000; van den Bos et al., 2018).

İntravenöz uygulama sonrası hızla plazma proteinlerine, özellikle albumine bağlanır. Bu özellik boyanın vasküler sistem içinde kalmasını sağlar (Desmettre et al., 2000).

ICG’nin maksimum absorpsiyon dalga boyu yaklaşık 805 nm, emisyon dalga boyu ise 830 nm civarındadır (Landsman et al., 1976). Yakın kızılötesi ışığın dokularda penetrasyonu görünür ışığa göre daha fazladır ve yaklaşık 5–10 mm derinliğe kadar görüntülemeye olanak verir. Plazma proteinlerine yüksek bağlanma oranı, karaciğer tarafından hızlı uptake, safra yoluyla atılım ve 3–5 dakikalık görece kısa yarıömrü özellikle hepatobiliyer cerrahi uygulamaları açısından önemli olanaklar sağlar (Cherrick et al., 1960; Desmettre et al., 2000). Bu temel prensiplere dayanarak modern cerrahi sistemlerde entegre olarak kullanılmaktadır (Diana et al., 2015).

3. Cerrahide ICG Kullanımının Temel Prensipleri

ICG floresan görüntüleme temel olarak dört temel amaçla kullanılmaktadır:

3.1 Doku Perfüzyonunun Değerlendirilmesi

ICG intravenöz uygulandığında vasküler sistem boyunca dokuların kanlanmasının değerlendirilmesine olanak sağlar. Bu yöntem özellikle

gastrointestinal sistemdeki anastomozların güvenliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Boni et al., 2017; Jafari et al., 2015).

3.2 Lenfatik Haritalama

ICG lenfatikler boyunca taşınarak sentinel lenf nodlarının ve lenfatik akımın görüntülenmesini sağlar (Kitai et al., 2005).

3.3 Anatomik Yapıların Tanımlanması

ICG'nin hepatik metabolizması sayesinde safra yolları intraoperatif olarak görüntülenebilir (Ishizawa et al., 2010).

3.4 Tümör Lokalizasyonu

Bazı tümör dokularında ICG tutulumu farklılık gösterebilir ve bu durum tümör sınırlarının belirlenmesine yardımcı olabilir (Ishizawa et al., 2009).

4. Genel Cerrahide Kullanım Alanları

4.1 Kolorektal Cerrahi

Kolorektal cerrahide anastomoz kaçağı önemli bir morbidite nedenidir. Anastomoz hattındaki yetersiz perfüzyon bu komplikasyonun en önemli nedenlerinden biridir. ICG floresan görüntüleme ile bağırsak segmentlerinin kanlanması intraoperatif olarak değerlendirilebilir (Boni et al., 2017). Bu doğrultuda PILLAR II çalışması, ICG floresan görüntülemenin cerrahi kararları değiştirebildiğini ve anastomoz kaçağı riskini azaltabileceğini göstermiştir (Jafari et al., 2015). Meta-analizler ICG kullanımının anastomoz kaçağı oranını anlamlı derecede azaltabileceğini bildirmektedir (Degett et al., 2016).

4.2 Hepatobiliyer Cerrahi

ICG floresan kolanjiografi, safra yollarının intraoperatif olarak görüntülenmesine olanak sağlar. ICG intravenöz uygulandıktan sonra karaciğer tarafından tutulur ve safra ile atılır. Bu sayede oluşan kontrastla koledok ve hepatik kanallar görüntülenebilir (Dip et al., 2014; Ishizawa et al., 2010). Bu yöntem özellikle laparoskopik kolesistektomi sırasında safra yolu yaralanmalarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Pesce et al., 2018).

ICG'nin hepatobiliyer cerrahide bir diğer kullanımı da bazı hepatoselüler karsinomlarda selektif olarak tutulabilmesine dayanan tekniklerdir. Böylelikle tümöral dokunun lokalizasyonu ve sağlıklı doku ile sınırının belirlenmesi

sağlanabilir. Ishizawa ve arkadaşlarının çalışmasında ICG floresan görüntülemenin küçük hepatoselüler karsinomların saptanmasında faydalı olduğu gösterilmiştir (Ishizawa et al., 2009).

4.3 Meme Cerrahisi

ICG floresan görüntüleme meme cerrahisinde özellikle sentinel lenf nodu biyopsisi ve onkoplastik cerrahilerde fleplerin perfüzyonunun değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

SLNB uygulamalarında ICG periareolar veya peritümoral olarak enjekte edilir ve masajla lenfatik damarlar boyunca ilerleyerek sentinel nodlara ulaşarak lokalizasyonuna olanak verir (Hirche et al., 2010). Kitai ve arkadaşlarının çalışmasında sentinel nod saptama oranının oldukça yüksek olduğu gösterilmiştir (Kitai et al., 2005). Meta-analizler ICG floresan görüntülemenin sentinel nod saptama oranının %95'in üzerinde olduğunu göstermektedir (Sugie et al., 2013).

4.4 Gastrik Cerrahi

Gastrik kanser cerrahisinde ICG floresan görüntüleme özellikle lenfatik haritalama amacıyla kullanılmaktadır. ICG submukozal olarak enjekte edildiğinde lenfatik drenaj ile ilgili lenf nodları görüntülenebilir (Tajima et al., 2010). Bu yöntem laparoskopik gastrektomi sırasında daha hedefli lenf nodu diseksiyonu yapılmasına olanak sağlayabilir.

4.5 Endokrin Cerrahisi

Güncel uygulamalarda tiroid ve paratiroid cerrahisinde ICG kullanımı giderek artmaktadır. ICG floresan görüntüleme ile paratiroid bezleri intraoperatif olarak tanımlanabilir ve bezlerin perfüzyonu değerlendirilebilir (Vidal Fortuny et al., 2016). Bu teknik özellikle postoperatif hipokalsemi riskinin azaltılması açısından önemlidir.

4.6 Transplantasyon Cerrahisi

ICG floresan görüntüleme transplantasyon cerrahisinde greft perfüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Karaciğer transplantasyonunda hepatik arter ve portal ven akımı değerlendirilebilir (Ris

et al., 2014). Böbrek transplantasyonunda ise greftin vasküler perfüzyonu intraoperatif olarak gözlemlenebilir.

Kaynaklar

- Alander, J. T., Kaartinen, I., Laakso, A., Pätälä, T., Spillmann, T., Tuchin, V. V., ... & Välisuo, P. (2012). A review of indocyanine green fluorescent imaging in surgery. *International Journal of Biomedical Imaging*, 2012, 940585. <https://doi.org/10.1155/2012/940585>
- Boni, L., David, G., Mangano, A., Dionigi, G., Rausei, S., Spampatti, S., & Fingerhut, A. (2015). Clinical applications of indocyanine green (ICG) enhanced fluorescence in laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*, 29(7), 2046–2055.
- Boni, L., Fingerhut, A., Marzorati, A., Rausei, S., Dionigi, G., Cassinotti, E., & Rovera, F. (2017). Indocyanine green fluorescence angiography during laparoscopic colorectal resection. *Surgical Endoscopy*, 31(2), 706–712.
- Cherrick, G. R., Stein, S. W., Leevy, C. M., & Davidson, C. S. (1960). Indocyanine green: Observations on its physical properties, plasma decay, and hepatic extraction. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, 111, 13–20.
- Degett, T. H., Andersen, H. S., & Gögenur, I. (2016). Indocyanine green fluorescence angiography for intraoperative assessment of gastrointestinal anastomotic perfusion: A systematic review. *Diseases of the Colon & Rectum*, 59(10), 1006–1014.
- Desmettre, T., Devoisselle, J. M., & Mordon, S. (2000). Fluorescence properties and metabolic features of indocyanine green (ICG) as related to angiography. *Survey of Ophthalmology*, 45(1), 15–27.
- Diana, M., Soler, L., & Marescaux, J. (2015). Fluorescence-guided surgery in digestive surgery: Principles and applications. *Surgical Endoscopy*, 29(7), 2041–2045.
- Dip, F., Roy, M., Menzo, E. L., Simpfendorfer, C., & Szomstein, S. (2014). Routine use of fluorescent incisionless cholangiography as a new imaging modality during laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Endoscopy*, 29(6), 1621–1626.
- Flower, R. W. (1995). Indocyanine green angiography of the choroid: A review. *Survey of Ophthalmology*, 39(3), 187–203.

- Fox, I. J., Wood, E. H., & Woodward, E. (1957). Indocyanine green: A new dye for cardiac output determination. *Proceedings of the Staff Meetings of the Mayo Clinic*, 32, 477–484.
- Handgraaf, H. J. M., Verbeek, F. P. R., Tummers, W. S. F. J., Boogerd, L. S. F., van de Velde, C. J. H., & Vahrmeijer, A. L. (2017). Real-time near-infrared fluorescence imaging in hepatobiliary surgery. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(9), 589–604.
- Hirche, C., Murawa, D., Mohr, Z., Kneif, S., & Hünnerbein, M. (2010). ICG fluorescence-guided sentinel node biopsy for axillary nodal staging in breast cancer. *European Journal of Surgical Oncology*, 36(6), 549–554.
- Ishizawa, T., Tamura, S., Masuda, K., Kawaguchi, Y., Aoki, T., Hasegawa, K., ... Kokudo, N. (2010). Intraoperative fluorescent cholangiography using indocyanine green. *Journal of the American College of Surgeons*, 208(1), e1–e4.
- Ishizawa, T., Fukushima, N., Shibahara, J., Masuda, K., Tamura, S., Aoki, T., ... Kokudo, N. (2009). Real-time identification of liver cancers using indocyanine green fluorescence imaging. *Cancer*, 115(11), 2491–2504.
- Jafari, M. D., Wexner, S. D., Martz, J. E., McLemore, E. C., Margolin, D. A., Sherwinter, D. A., ... Pigazzi, A. (2015). Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II). *Annals of Surgery*, 262(5), 741–748.
- Kitai, T., Inomoto, T., Miwa, M., & Shikayama, T. (2005). Fluorescence navigation with indocyanine green for detecting sentinel lymph nodes in breast cancer. *Breast Cancer*, 12(3), 211–215.
- Landsman, M. L. J., Kwant, G., Mook, G. A., & Zijlstra, W. G. (1976). Light-absorbing properties of indocyanine green. *Journal of Applied Physiology*, 40(4), 575–583.
- Pesce, A., Piccolo, G., La Greca, G., & Puleo, S. (2018). Utility of fluorescent cholangiography during laparoscopic cholecystectomy: A systematic review. *Surgical Endoscopy*, 32(2), 451–461.
- Ris, F., Liot, E., Buchs, N. C., Kraus, R., Iskandar, R., & Morel, P. (2014). Multicentre phase II trial of near-infrared imaging in colorectal surgery. *Annals of Surgery*, 259(4), 700–707.
- Schaafsma, B. E., Mieog, J. S. D., Hutteman, M., van der Vorst, J. R., Kuppen, P. J. K., Löwik, C. W. G. M., ... Vahrmeijer, A. L. (2011). The clinical

- use of indocyanine green as a near-infrared fluorescent contrast agent. *Journal of Surgical Oncology*, 104(3), 323–332.
- Sugie, T., Ikeda, T., Kawaguchi, A., Shimizu, A., & Toi, M. (2013). Sentinel lymph node biopsy using indocyanine green fluorescence imaging. *Annals of Surgical Oncology*, 20(7), 2213–2221.
- Tajima, Y., Murakami, M., Yamazaki, K., Masuda, Y., Kato, M., Sato, A., & Kusano, M. (2010). Sentinel node mapping guided by indocyanine green fluorescence imaging in gastric cancer. *Annals of Surgical Oncology*, 17(7), 1787–1793.
- van den Bos, J., Schols, R. M., Luyer, M. D. P., & Stassen, L. P. S. (2018). Near-infrared fluorescence imaging for real-time intraoperative guidance in colorectal surgery. *Surgical Endoscopy*, 32(2), 848–861.
- Vahrmeijer, A. L., Hutteman, M., van der Vorst, J. R., van de Velde, C. J. H., & Frangioni, J. V. (2013). Image-guided cancer surgery using near-infrared fluorescence. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 10(9), 507–518.
- Vidal Fortuny, J., Belfontali, V., Sadowski, S. M., Karenovics, W., Guigard, S., & Triponez, F. (2016). Indocyanine green angiography in thyroid surgery. *Annals of Surgery*, 264(1), 129–134.

BÖLÜM 9

ADRENAL BEZ CERRAHİSİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Prof. Dr. Ahmet TEKİN¹

Dr. Öğr. Üyesi Nebi ACAR²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293758>

¹ Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye. drtekina@gmail.com, orcid id: 0009-0007-7568-2914

² Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye. Nebi1371@gmail.com, orcid id: 0000-0002-7396-3698

1. Giriş

Adrenal bez cerrahisi, endokrin cerrahinin önemli bir alt dalı olup son yıllarda görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemeler ve minimal invaziv cerrahi tekniklerin yaygınlaşmasıyla belirgin bir dönüşüm geçirmiştir. Adrenal insidentaloma sıklığı, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme kullanımının artmasıyla %4–7'ye kadar ulaşmıştır (Fassnacht et al., 2023). Bu bölümde, güncel kılavuzlar ve literatür eşliğinde adrenal bez cerrahisine yaklaşım ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2. Adrenal Anatomi ve Fizyoloji

2.1. Anatomik Yerleşim

Adrenal bezler, her iki böbreğin üst polünde retroperitoneal alanda yerleşmiş, yaklaşık 4–6 gram ağırlığında, üçgen şekilli endokrin organlardır. Sağ adrenal bez karaciğerin altında ve vena kava inferiorun sağ yanında; sol adrenal bez ise dalağın altında ve aortanın sol yanında konumlanır. Her adrenal bez korteks ve medulla olmak üzere iki ana bölümden oluşur.

2.2. Vasküler Anatomi

Adrenal bezlerin zengin bir vasküler ağı bulunmaktadır:

Superior adrenal arterler (inferior frenik arterden)

Middle adrenal arterler (aortadan direkt)

Inferior adrenal arterler (renal arterden)

Venöz drenaj sağda genellikle kısa bir adrenal ven aracılığıyla doğrudan vena kava inferiora, solda ise daha uzun adrenal ven aracılığıyla renal vene olur. Bu anatomik farklılık cerrahi yaklaşımı doğrudan etkilemektedir.

3. Preoperatif Değerlendirme

3.1. Hormonal Değerlendirme

Avrupa Endokrinoloji Derneği (ESE) 2023 kılavuzuna göre tüm adrenal kitleler hormonal aktivite açısından değerlendirilmelidir (Fassnacht et al., 2023). Hafif otonom kortizol sekresyonu (MACS), 1 mg deksametazon supresyon testi sonrası kortizol düzeyinin >50 nmol/L (>1.8 µg/dL) olması şeklinde tanımlanmaktadır (Fassnacht et al., 2023). MACS saptanan hastalarda eşlik eden komorbiditelerin varlığında cerrahinin metabolik sonuçları iyileştirebildiği gösterilmiştir.

3.2. Radyolojik Değerlendirme

Güncel kılavuzlarda radyolojik değerlendirme kriterleri şu şekildedir (Fassnacht et al., 2023):

- Kontrastsız BT'de ≤ 10 HU (Hounsfield Unit) olan homojen lezyonlar benign kabul edilir ve boyuttan bağımsız olarak takip gerektirmez.
- >4 cm çapında, inhomojen veya >20 HU değerine sahip lezyonlar malignite riski taşır ve genellikle cerrahi endikasyon oluşturur.
- İndetermine lezyonlarda multidisipliner yaklaşım önerilmekte, hemen ek görüntüleme interval görüntülemeye tercih edilmektedir.

4. Cerrahi Endikasyonlar

4.1. Fonksiyonel Tümörler

- Feokromositoma: Tüm olgularda cerrahi endikasyon vardır (Yip et al., 2022)
- Primer hiperaldosteronizm (Conn sendromu): Lateralize vakalarda adrenalectomi tercih edilen tedavidir (Xiang et al., 2024).
- Cushing sendromu: Kortizol salgılayan adenomlar cerrahi tedavi gerektirir.
- MACS: İlişkili komorbiditeleri olan hastalarda bireyselleştirilmiş yaklaşımla cerrahi düşünülmelidir (Fassnacht et al., 2023).

4.2. Malignite Şüphesi

Radyolojik olarak malignite şüphesi bulunan lezyonlar (özellikle >4 cm, inhomojen yapı, yüksek HU değeri) cerrahi rezeksiyon endikasyonu oluşturur (Fassnacht et al., 2023). Adrenokortikal karsinom şüphesi olan vakalarda açık cerrahi yaklaşım tercih edilir (National Comprehensive Cancer Network [NCCN], 2025).

5. Cerrahi Teknikler

5.1. Laparoskopik Adrenalectomi

Laparoskopik adrenalectomi, benign adrenal patolojiler için altın standart tedavi yöntemi haline gelmiştir (Yip et al., 2022). Amerikan Endokrin Cerrahlar Derneği (American Association of Endocrine Surgeons - AAES) 2022 kılavuzu (NCCN, 2025) ve 2025 NCCN (National Comprehensive Cancer Network) kılavuzları (Yip et al., 2022), ≤ 6 cm benign görünümlü tümörler için

minimal invaziv yaklaşımı önermektedir. Transperitoneal ve retroperitoneal olmak üzere iki ana yaklaşım mevcuttur.

5.1.1. Transperitoneal Yaklaşım

Pozisyon ve Port Yerleşimi:

- Hasta lateral dekübit pozisyonunda (60-90 derece), karın tarafı yukarıya gelecek şekilde yatırılır.
- Sağ adrenalectomide hasta sol lateral, sol adrenalectomide sağ lateral pozisyonunda yatırılır
- Genellikle 3-4 port kullanılır: 1 adet 10-12 mm kamera portu ve 2-3 adet 5 mm çalışma portu

Sol Adrenalectomi Teknik Adımları:

1. Pnömoperitoneum oluşturulması (12-14 mmHg)
2. Kolonun splenik fleksurası ve lineorenal ligaman mobilizasyonu
3. Dalağın mediale retraksiyonu ile retroperitoneal alanın açılması
4. Adrenal venin (renal vene drene olan) identifikasyonu ve güvenli klipslenmesi
5. Adrenal bezin çevresel diseksiyonu ve rezeksiyonu (superior, lateral, medial)
6. Spesimenin endobag içinde çıkarılması

Sağ Adrenalectomi Teknik Adımları:

1. Karaciğerin sağ lobunun mobilizasyonu
2. Karaciğerin mediale retraksiyonu
3. Vena kava inferiorun lateralinde adrenal bezin görünür hale getirilmesi
4. Kısa sağ adrenal venin (vena kavaya direkt drene olan) dikkatli klipslenmesi - en kritik adım
5. Adrenal bezin çevresel diseksiyonu ve çıkarılması

5.1.2. Retroperitoneal Yaklaşım

Retroperitoneal yaklaşım, özellikle bilateral adrenalectomi gereken vakalarda ve tekrarlayan cerrahilerde avantajlıdır (Knyazeva et al., 2024). Karın içi organlarla teması olmadığından postoperatif intestinal motilite bozuklukları ve adezyonlar daha az görülür. Ancak dar çalışma alanı nedeniyle büyük

tümörlerde (>6 cm) ve periferik yağ dokusu fazla olan hastalarda zorluklar yaşanabilir.

5.2. Robotik Adrenalektomi

Son yıllarda robotik adrenalektomi, özellikle deneyimli merkezlerde giderek artan oranda kullanılmaktadır. Robotik sistem, üç boyutlu görüntüleme, hassas enstrümanlar ve bilek hareketlerini taklit eden yapısıyla adrenal loj gibi dar anatomik alanlarda avantaj sağlar. Güncel meta-analizler, robotik yaklaşımın laparoskopiyeye göre daha az kan kaybı ve daha kısa hastanede kalış süresi sağladığını, ancak ameliyat süresinin daha uzun olduğunu göstermektedir.

5.3. Parsiyel Adrenalektomi

Parsiyel adrenalektomi (kortikal koruyucu adrenalektomi), adrenal fonksiyonun korunması amacıyla son yıllarda giderek önem kazanmıştır. Özellikle bilateral hastalık ve herediter sendromlarda (Von Hippel-Lindau hastalığı - VHL, Multipl Endokrin Neoplazi tip 2 - MEN2, Nörofibromatozis tip 1 - NF1) yaşam boyu steroid replasman tedavisini önlemek için tercih edilmektedir (Xu et al., 2024; Araujo-Castro et al., 2025).

Parsiyel Adrenalektomi için İdeal Koşullar:

- Tümör boyutu ≤ 3 cm
- Lokalizasyonun net belirlenmesi (gerekirse segmental adrenal ven örnekleme ile)
- Bilateral hastalık riski yüksek herediter sendromlar (Xu et al, 2024)
- Deneyimli cerrahi ekip

Adrenalektomi için yeni yaklaşımlar olsada yapılan bazı çalışmalarda minimal invaziv yaklaşım sonuçlarının halen istenilen aralıklarda olmadığı görülmektedir:

- Primer hiperaldosteronizmde parsiyel adrenalektominin çoğu hasta için uygun olmadığı, klasik olmayan (white group) HİSTALDO patolojilerinde bile total adrenalektominin daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Lee et al., 2025).
- Hedefli feokromositomada parsiyel adrenalektomi sonrası ipsilateral nüks oranı %15 iken, total adrenalektomide %4'tür. ($p=0.02$) (Xu et al., 2024).

- Bilateral cerrahi sonrası parsiyel adrenalektomi yapılan hastaların %46'sında adrenal yetmezlik gelişmektedir (Xu et al., 2024).
- MEN2 ilişkili feokromositomada 2025 verilerine göre parsiyel adrenalektomi sonrası %30.4 nüks oranı tespit edilmiş, bu nedenle seçilmiş vakalarda önerilmektedir (Araujo-Castro et al., 2025.)

6. Spesifik Patolojilere Yaklaşım

6.1. Feokromositoma

Preoperatif Hazırlık:

- Alfa-bloker tedavisi (doksazosin, fenoksibenzamin) en az 7-14 gün önce başlanmalıdır (Yip et al., 2022).
- Yeterli volüm replasmanı sağlanmalıdır.
- Beta-bloker yalnızca alfa-bloker sonrası ve endikasyon varlığında eklenmelidir.

Cerrahi Yaklaşım:

- 6 cm'ye kadar olan feokromositomalarda laparoskopik yaklaşım güvenlidir (Gan et al., 2024).
- Tümör manipülasyonu minimize edilmeli, erken adrenal ven ligasyonu hedeflenmelidir (Yip et al., 2022).
- İntraoperatif hemodinamik instabilite riski nedeniyle deneyimli ekip ve anestezi desteği şarttır.
- Malignite şüphesi veya lokal invazyon varlığında açık cerrahi tercih edilmelidir.

6.2. Primer Hiperaldosteronizm

Unilateral primer hiperaldosteronizm (Conn sendromu) için adrenalektomi etkili bir tedavi seçeneğidir. PASO (Primary Aldosteronism Surgical Outcome) konsensüsü, postoperatif sonuçları standartlaştırmıştır. Cerrahi sonuçları şu şekildedir (Xiang et al., 2024):

- Komplet biyokimyasal başarı: %81.9-83.8
- Komplet klinik başarı (hipertansiyon düzelmesi): %35-54
- Parsiyel klinik başarı: %23-47.5

Adrenal Ven Örnekleme (AVS): Lateralizasyonu doğrulamak için altın standarttır. AVS yapılmayan vakalarda cerrahi başarı oranı daha düşüktür.

Segmental AVS, parsiyel adrenalektomi için intraadrenal hormon dağılımını değerlendirebilir, ancak invaziv bir işlemdir.

6.3. Adrenokortikal Karsinom

Adrenokortikal karsinom nadir görülen (yıllık insidans 1-2/milyon) ancak agresif bir malignitedir. Güncel Klavuzlara göre (NCCN, 2025):

- Evre I-III hastalıkta açık cerrahi ile transperitoneal yaklaşım ve komple rezeksiyon önerilir.
- Genişlemiş lenf nodu disseksiyonu yapılmalıdır.
- Minimal invaziv yaklaşım sadece ≤ 6 cm, lokal invazyon olmayan vakalarda düşünülebilir.
- Tümör dokusu bırakılmadan en-blok rezeksiyon hedeflenmelidir.
- Adjuvan mitotane ve radyoterapi yüksek nüks riskinde değerlendirilmelidir.

7. Komplikasyonlar ve Yönetimi

7.1. İntraoperatif Komplikasyonlar

- Kanama: En sık görülen komplikasyondur. Adrenal ven yaralanması kritiktir. Erken kontrol için açık cerrahiye dönüş gerekebilir. Ortalama kan kaybı laparoskopide 43-90 ml civarındadır (Yip et al., 2022).
- Vasküler varyasyonlar: %17-20 vakada adrenal ven varyasyonu görülür, özellikle sağ tarafta (%17) daha sıktır. Bu vakalarda ameliyat süresi uzayabilir ve kanama riski artabilir.
- Komşu organ yaralanması: Dalak, karaciğer, pankreas, böbrek yaralanmaları nadir olarak görülebilmektedir (<1%).
- Feokromositomada hemodinamik instabilite: İyi preoperatif hazırlık ve deneyimli anestezi ekibi ile minimize edilir (Yip et al., 2022).

7.2. Postoperatif Komplikasyonlar

- Adrenal yetmezlik: Özellikle bilateral adrenalektomi veya MACS cerrahisi sonrası görülebilmektedir. Perioperatif stres dozu glukokortikoid verilmeli ve endokrinolog takibi ile minimize edilebilir (Fassnacht et al., 2023).

- Enfeksiyon: Minimal invaziv yaklaşımlarda düşük oranda görülür (<2%).
- Tromboemboli: Profilaksi ve erken mobilizasyon sayesinde önlenabilmektedir.
- Nüks: Benign adrenal kitle nedeniyle opere edilen hastalarda nüks oranı %5 iken , feokromasitoma nedeniyle opere olan hastalarda nüks oranları parsiyel adrenalectomide %4-30 arasında değişirken (Xu et al., 2024; Araujo-Castro et al., 2025). total adrenalectomide %3-4 civarındadır. Malign adrenal tümörlerde nüks oranları daha agresif seyirli olup yaklaşık %74'lere kadar çıkabilmektedir.

8. Postoperatif Takip

8.1. Kısa Dönem Takip

- Minimal invaziv adrenalectomi sonrası hastaların çoğu 1-2. günde taburcu edilir (Yip et al., 2022).
- Feokromositoma cerrahisi sonrası kan basıncı monitörizasyonu kritiktir.
- MACS cerrahisi sonrası adrenal yetmezlik semptomları açısından yakın takip edilmedilir (Fassnacht et al., 2023).
- Primer hiperaldosteronizm cerrahisi sonrası potasyum ve kan basıncı takibi yapılmalıdır (Xiang et al., 2024).

8.2. Uzun Dönem Takip

Cerrahi olarak çıkarılmayan adrenal insidentalomalar için takip önerilmektedir (Fassnacht et al., 2023).

- Benign özellikler gösteren (≤ 10 HU) lezyonlarda rutin görüntüleme takibi gerekli değildir.
- İndetermine lezyonlarda 3-6 ay sonra kontrol görüntüleme, daha sonra 1-2 yıl yıllık takip edilmelidir.
- Hormonal değerlendirme, klinik semptom gelişimi veya lezyon büyümesi durumunda tekrarlanmalıdır.
- Parsiyel adrenalectomi sonrası nüks açısından uzun süreli görüntüleme takibi gereklidir (Knyazeva et al., 2024; Xu et al., 2024).

9. Güncel Yaklaşımlar ve Geleceğe Bakış

9.1. Moleküler Görüntüleme

Steroid profilizasyonu ve fonksiyonel görüntüleme teknikleri (PET-BT), adrenal ven örneklemesine alternatif olarak gelişmektedir. Özellikle CYP11B2 immunohistokimyasal boyama, HISTALDO (histopatolojik aldosteronizm) tanı sınıflandırmasında kullanılmakta ve cerrahi planlamaya katkı sağlamaktadır (Lee et al., 2025).

9.2. Yapay Zeka ve Görüntü Analizi

Son yıllarda yapay zeka tabanlı BT analizi, benign ve malign adrenal lezyonları ayırt etmede yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Machine learning modelleri, konvansiyonel görüntüleme kriterlerini destekleyici olarak kullanılmaya başlanmıştır ve gelecekte radyolojik değerlendirmede daha fazla yer alması beklenmektedir.

9.3. Minimal İnvaziv Tekniklerde İlerleme

Tek port laparoskopi ve doğal orifis transluminal endoskopik cerrahi (NOTES) gibi daha az invaziv yaklaşımlar araştırılmaktadır. Ancak henüz standart uygulama haline gelmemiş olup, deneyimli merkezlerde seçilmiş vakalarda uygulanmaktadır.

10. Sonuç

Adrenal bez cerrahisi, minimal invaziv tekniklerin yaygınlaşması ve güncel kılavuzların rehberliğinde önemli gelişmeler kaydetmiştir. Adrenal bez cerrahisinde son yıllarda öne çıkan noktalar:

Laparoskopik adrenalektomi benign adrenal patolojilerde altın standarttır (Yip et al., 2022).

Robotik cerrahi deneyimli merkezlerde giderek yaygınlaşmaktadır.

Parsiyel adrenalektomi seçilmiş vakalarda tercih edilmeli, ancak nöks riski göz önünde bulundurulmalıdır (Xu et al., 2024; Gan et al., 2024)

MACS kavramı netleşmiş ve bu olgularda bireyselleştirilmiş cerrahi yaklaşım önerilmektedir (Fassnacht et al., 2023).

Radyolojik değerlendirmede ≤ 10 HU kritik eşik değer olarak kabul edilmiştir (Fassnacht et al., 2023).

Multidisipliner yaklaşım ve deneyimli cerrahi ekip başarı için esastır (Fassnacht et al., 2023; Yip et al., 2022).

Moleküler görüntüleme ve yapay zeka destekli tanı yöntemleri gelecek vaat etmektedir.

Adrenal bez cerrahisinde hasta seçimi, uygun teknik tercihi ve deneyimli ekip birlikteliği optimal sonuçlar için kritik öneme sahiptir. Güncel kılavuzlar ve literatür takibi, bu dinamik alanda güncel kalmak için gereklidir.

Kaynakça

- Fassnacht, M., Tsagarakis, S., Terzolo, M., et al. (2023). European Society of Endocrinology clinical practice guidelines on the management of adrenal incidentalomas, in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. *European Journal of Endocrinology*, 189(1), G1–G42. <https://doi.org/10.1093/ejendo/lvad066>
- Yip, L., Duh, Q. Y., Wachtel, H., et al. (2022). American Association of Endocrine Surgeons guidelines for adrenalectomy: Executive summary. *JAMA Surgery*, 157(10), 870–877. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2022.3544>
- National Comprehensive Cancer Network. (2025). *NCCN clinical practice guidelines in oncology: Neuroendocrine and adrenal tumors (Version 2.2025)*. Erişim adresi: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/neuroendocrine.pdf
- Knyazeva, P., Buzanakov, D., Alesina, P. F., & Walz, M. K. (2024). Partial adrenalectomy by the posterior retroperitoneoscopic approach: A single institution series of 766 consecutive procedures over 25 years. *World Journal of Surgery*, 48(12), 2963–2970. <https://doi.org/10.1002/wjs.12394>
- Lee, T. N., Chang, C. C., Chueh, J. S., et al. (2025). Speculating suitability of partial adrenalectomy for lateralized primary aldosteronism: Lessons from histopathological findings and surgical outcomes. *Hypertension Research*, 48, 1739–1748. <https://doi.org/10.1038/s41440-025-02074-7>
- Xu, K., Langenhuijsen, J. F., Viëtor, C. L., et al. (2024). PRAP study—Partial versus radical adrenalectomy in hereditary pheochromocytomas: An European multicentre cohort study. *European Journal of Endocrinology*, 191(3), 345–353. <https://doi.org/10.1093/ejendo/lvae099>
- Xiang, Y., Wang, W., Su, T., et al. (2024). Adrenalectomy for primary aldosteronism and its related outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1416287. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1416287>
- Hla, D. A., Celik, N. B., & Elli, E. F. (2024). Improving adrenalectomies: Safe outcomes of partial adrenalectomies and suitable characteristics.

Surgical Open Science, 20, 230–235.
<https://doi.org/10.1016/j.sopen.2024.07.011>

Araujo-Castro, M., Mínguez Ojeda, C., Gómez Dos Santos, V., et al. (2025). Surgical outcomes of partial adrenalectomy for pheochromocytoma: A systematic review and meta-analysis. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 26, 625–640. <https://doi.org/10.1007/s11154-024-09932-4>

Gan, Q., Zhang, L., Wu, Z., et al. (2024). Outcomes of minimally invasive adrenalectomy in large pheochromocytomas (≥ 6 cm): A systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine and Surgery*, 86(6), 3456–3465. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000001956>

BÖLÜM 10

CERRAHİDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

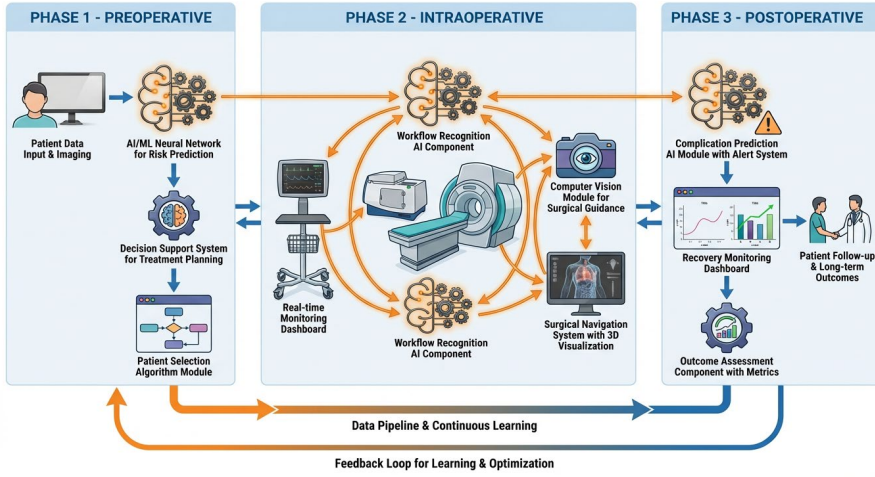
Dr. Öğr. Üyesi Ala ELCİRCEVİ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19293843>

¹ Özel Atakent Cihan Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği, Kocaeli, Türkiye, ala.elcircevi@gmail.com , orcid id: 0000-0003-1274-6515

1. Giriş

Yapay zekanın cerrahi pratik ile entegrasyonu, günümüz tıp uygulamalarında gerçekleşmiş en önemli teknolojik değişikliklerden birini işaret etmektedir. Son on yıldır, makine öğrenmesi (MÖ), derin öğrenme (DÖ) ve bilgisayarlı görü ile ilgili gelişmeler, klinik karar verme süreçlerini destekliorsa da, cerrahi hassasiyeti artırmaya yardımcı olsa da, hasta sonuçlarını tahmin etmeye veya tüm cerrahi bakım süreci boyunca kaynak dağıtımı için optimizasyon sağlamaya kadar gelişmiş yapay zekaların geliştirilmesini sağlamıştır.



Şekil 1. Tam bakım süreci boyunca yapay zeka entegre cerrahi iş akışına genel bakış. Diyagram üç birbirine bağlı fazı göstermektedir: Ameliyat Öncesi (hasta veri analizi, risk tahmini, tedavi planlaması), Ameliyat İçi (gerçek zamanlı izleme, bilgisayarlı görü rehberliği, iş akışı tanıma) ve Ameliyat Sonrası (komplikasyon tahmini, iyileşme izleme, sonuç değerlendirmesi). Çift yönlü oklar, sistem optimizasyonu ve öğrenmeyi mümkün kılan sürekli veri akışını ve geri bildirim döngülerini temsil etmektedir.

Cerrahi bakım süreci, cerrahi girişim öncesinde değerlendirme ve planlama, cerrahi girişim sırasındaki yürütme ve izleme, cerrahi girişim sonrasında iyileşme ve sonuç izleme olmak üzere birbirinden farklı ancak birbirine bağlı üç evreyi kapsamaktadır. Yapay zekâ teknolojileri günümüzde her bir evre için kullanılabilir duruma gelmiştir. Risk sınıflandırması, cerrahi girişim planlaması, gerçek zamanlı karar desteği, komplikasyon tahminleri, cerrahi girişim sonrasında optimizasyon gibi klinik sorunları giderme konusunda yapay zekâ teknolojileri çeşitli klinik zorlukları çözmektedir.

Cerrahi girişimlerde günümüz yapay zekâ teknolojileri birden fazla hesaplamalı yaklaşımı bir araya getirmektedir. Evrişimli sinir ağları (ESA) gibi derin öğrenme mimarileri, tanı, cerrahi girişim planlaması ve cerrahi girişim sırasında rehberlik için tıbbi görüntüleme verilerinin analizi için mükemmel bir performans sergilemektedir. Tekrarlı sinir ağları (TSA) ve uz. kısa süreli bellek (UKSB) ağları, cerrahi girişim sırasında hipotansiyon veya cerrahi girişim sonrasında komplikasyon gibi negatif olayların tahmininde fizyolojik izleme verilerinin zaman dizisini işleme yeteneğine sahiptir. Doğal dil işleme (DDİ) algoritmaları yapılandırır

Cerrahide yapay zekanın klinik etkisi önemli ve artmaya devam ediyor. Yapay zeka tabanlı risk tahmin modelleri, geleneksel klinik risk skorlarını tutarlı bir şekilde geride bırakırken, majör ameliyat sonrası komplikasyon riskini tahmin etmek için 0,90'ın üzerinde AUROC skorlarına ulaşmıştır. Bilgisayarlı görü sistemleri, %90'ın üzerinde doğrulukla cerrahi iş akışı fazlarını tanıyıp otomatik cerrahi dokümantasyon ile gerçek zamanlı rehberlik sağlamaktadır. Ameliyat öncesi görüntüleme verileri analizi ile derin öğrenme modelleri, cerrahi karmaşıklık tahmini gibi konularda deneyimli cerrahları geçmektedir ve insan uzmanlar için %65,0 yerine %81,3 doğruluk oranlarına ulaşmaktadır.

Bu gibi geliştirici teknik başarılarına rağmen, yapay zekâ araştırmalarının klinik pratiğe aktarımına yönelik önemli zorlukların hâlâ mevcut olduğunun farkındayız. Algoritmik yorumlanabilirlik, çeşitli hasta popülasyonlarına ve ortamlara yönelik genellenebilirlik, gerçek dünya ortamlarındaki prospektif geçerlilik, düzenleyici onay yolları ve etik yönetimi gibi konuların dikkatlice ele alınması gerekmektedir. Mevcut klinik iş akışları, ESK sistemleri ve cerrahi teknolojiler ile integrasyon önemli teknik ve organizasyonel zorluklar içermektedir.

Bu bölüm, 2015-2026 yılları arasında yayınlanan 338 araştırma makalesinden elde edilen kanıtları sentezleyerek, cerrahi uygulamalarında yapay zekâ uygulamalarına yönelik kapsamlı bir inceleme sağlamayı amaçlamaktadır.

2. Arka Plan Ve Teorik Temeller

2.1 Sağlık Hizmetlerinde Yapay Zekanın Evrimi

Yapay zekanın sağlık hizmeti uygulamaları, 1970 ve 1980'lere ait erken kurallara dayalı uzman sistemler, basit veriden karmaşık modellere öğrenme yeteneğine sahip çağdaş derin öğrenme mimarilerine kadar, uygulamada birkaç önemli aşamadan geçmektedir. Cerrahi uygulamalarında, erken bilgisayarlı sistemler planlama ve simülasyon üzerinde yoğunlaşırken, çağdaş yapay zekâ sistemleri tıbbi görüntüler, elektronik sağlık kayıtları ve cerrahi videolar gibi geniş veri setlerinden yararlanarak tüm bakım süreci boyunca klinik karar vermeyi desteklemektedir.

2.2 Cerrahi Uygulamalarda Temel Yapay Zeka Teknolojileri

Modern cerrahi yapay zeka sistemleri, her biri belirli klinik görevlere uygun çeşitli hesaplamalı yaklaşımlar kullanmaktadır:

Derin Öğrenme Mimarileri: Evrişimli sinir ağları (ESA), ameliyat öncesi görüntüleme yorumlama, ameliyat içi bilgisayarlı görü ve ameliyat sonrası yara değerlendirmesi dahil olmak üzere görüntü analizi uygulamalarında baskındır. U-Net, ResNet ve EfficientNet gibi mimariler cerrahi uygulamalar için başarıyla uyarlanmıştır.

Zamansal Dizi Modelleme: Tekrarlayan sinir ağları (TSA), uzun kısa süreli bellek (UKSB) ağları ve transformatör mimarileri, olumsuz olayları tahmin etmek ve cerrahi iş akışı fazlarını tanımak için zaman serisi fizyolojik izleme verilerini, cerrahi video dizilerini ve uzunlamasına hasta kayıtlarını işlemektedir.

Doğal Dilde İşleme: DDİ algoritmaları, yapılandırılmamış klinik notlar, ameliyat raporları ve radyoloji bulguları gibi yapılandırılmış bilgileri çıkarmak suretiyle zengin risk değerlendirmesi ve klinik kararı desteklemeyi sağlıyorlar.

Topluluk Yöntemleri: Karmaşık tahmin görevleri ve heterojen veri kaynakları için, birden fazla makine öğrenmesi algoritmasının birleşimi, bireysel modellere göre genellikle üstün performans sergileyen topluluk yaklaşımları yoluyla elde edilebilir.

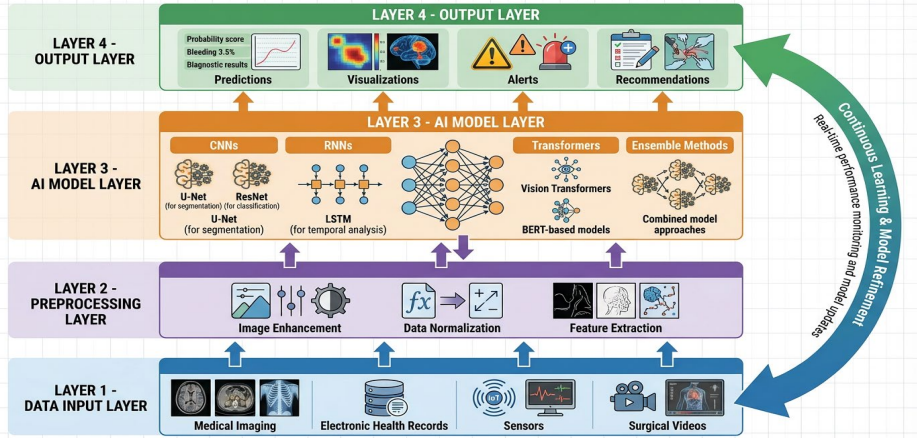
2.3 Cerrahi Bakım Süreci

Bakım sürecini oluşturan cerrahi bakım süreci, birbirine bağlı üç faz içerir.

1. Ameliyat Öncesi Faz: Hastanın değerlendirilmesi, risk sınıflandırması, cerrahi endikasyonun belirlenmesi, prosedür planlaması, kaynak tahsisi.
2. Ameliyat İçi Faz: Anestezi yönetimi, cerrahi yürütme, canlı izleme, komplikasyon yönetimi, karar desteği.
3. Ameliyat Sonrası Faz: İyileşme izleme, komplikasyon saptama ve yönetimi, rehabilitasyon, uzun vadeli sonuç izleme.

Yapay zekâ teknolojileri, şimdi her üç fazda da kullanılmakta ve ameliyat öncesinde risk tahmininden ameliyat içi rehberliğe, ameliyat sonrası komplikasyon tahminlerine kadar pek çok alanda kullanıma sahiptir.

3. Cerrahide Yapay Zeka Teknolojileri Ve Yöntemleri



Şekil 2. Diyagramda, cerrahi uygulamalar için yapay zekâ teknolojisi yığının teknik mimarisi gösterilmektedir. Dört hiyerarşik düzeyden bahsedilmektedir: Veri Giriş Katmanı (tıbbi görüntü, ESK, sensör, cerrahi video), Ön İşleme Katmanı (görüntü iyileştirme, normalizasyon, özellik çıkarımı), Yapay Zekâ Model Katmanı (segmentasyon için U-Net, sınıflandırma için ResNet, zamansal analiz için LSTM, görüntü transformatörleri ve topluluk yöntemleri dahil spesifik mimari), Çıktı Katmanı (tahmin, görselleştirme, alarm, öneri).

3.1 Derin Öğrenme Mimarileri

Derin öğrenme, ham verilerden doğrudan hiyerarşik temsiller oluşturabilmesi sayesinde alternatif özellik mühendisliği yöntemlerine ihtiyaç duymadan cerrahi uygulamalarda en yaygın yapay zekâ yöntemi haline gelmiştir. Bazı mimari aileleri özellikle yaygın olarak kullanılmaktadır:

Evrimsel Sinir Ağları (ESA): ESA'lar, tıbbi görüntülerde mekânsal desen tanımada oldukça etkilidir. Cerrahi alanında, ESA'lar ameliyat öncesi görüntüleme analizi, operasyon sırasında bilgisayarla görme desteği ve sonrasında yara değerlendirmesi için tercih edilmektedir. Popüler mimari tasarımları arasında yer alan ResNet, DenseNet ve EfficientNet, hesaplama verimliliği ile temsil kabiliyeti arasındaki dengeyi sağlamaktadır.

Tekrarlayan Sinir Ağları ve UKSB: Fizyolojik izleme sinyalleri ya da cerrahi videolar gibi zaman dizimi verileri için tekrarlayan mimariler, zamansal bağımlılıkları tespit etme yeteneğine sahiptir. UKSB ağları, özellikle uzun dizilerde karşılaşılan kaybolan gradyan sorununu çözerek, klinik belirtiler ortaya çıkmadan birkaç dakika veya saat önce olumsuz olayların tahmin edilmesini mümkün kılmaktadır.

Transformatör Mimarileri: İlk olarak doğal dil işleme alanında tasarlanan ve dikkat mekanizmaları içeren transformatör modelleri, cerrahi video analizi ile çok modlu veri entegrasyonuna giderek daha fazla uygulanmakta. Bu sayede cerrahi iş akışının tanımlanmasında en yeni teknoloji düzeyine ulaşılmaktadır.

U-Net ve Segmentasyon Mimarileri: Atlama bağlantılarına sahip kodlayıcı-kod çözücü yapısıyla U-Net mimarisi, tıbbi görüntü segmentasyonu alanında cerrahi planlamada tümörlerin sınırlarının belirlenmesi, organ segmentasyonu ve anatomik yapıların tanımlanması gibi görevler için yaygın bir standart haline gelmiştir.

3.2 Bilgisayarlı Görü Sistemleri

Bilgisayarlı görü teknolojileri, cerrahi videoların yanı sıra tıbbi görüntüleme ve ameliyat içi görselleştirmelerin otomatik analizine olanak tanır:

Cerrahi İş Akışı Tanıma: Bilgisayarlı görü sistemleri, laparoskopik ve robotik cerrahilik videolarını inceleyerek cerrahi aşamaları, alet kullanımını ve anatomik yapıları otomatik olarak belirler. Bu sistemler, çeşitli cerrahi prosedürlerde faz tanımlama konusunda %90'dan fazla doğruluk oranına ulaşmaktadır.

Aletlerin Tespiti ve Takibi: Cerrahi aletlerin anlık tespiti ve izlenmesi, otomatik cerrahi kayıt oluşturma, beceri değerlendirmesi ve mümkünse otonom cerrahi yardımı sağlamaktadır.

Anatomik Segmentasyon: Ameliyat öncesi görüntüleme işlemleri sayesinde organların, damarların, tümörlerin ve diğer anatomik yapılarının

otomatik olarak belirlenmesi, cerrahi planlamaya ve operasyon sırasında yol göstermeye yardımcı olmaktadır.

3.3 Doğal Dil İşleme

DDİ algoritmaları ameliyat raporları, klinik notlar ve radyoloji verileri gibi yapılandırılmamış metinlerden düzenli klinik bilgiler elde etmektedir. Bu süreçte isimli varlık tanıma ve ilişki çıkarımı yöntemleri kullanılır; böylece serbest metin içerisinden hastalık tanımları, uygulanan prosedürler, ilaç bilgileri ve diğer önemli kimi unsurlar çıkarılabilir.

Risk Faktörü Belirleme: DDİ sistemleri, düzenlenmiş ESK alanlarında gözden kaçmış olabilecek risk faktörlerini tespit etmek amacıyla klinik belgeleri incelemekte ve daha kapsamlı bir risk değerlendirmesi sunmaktadır.

Otomatik Belgelendirme: DDİ teknolojileri, cerrahi video ve ses kayıtlarını kullanarak ameliyat raporları ile klinik özetlerin otomatik bir şekilde hazırlanmasına olanak tanımaktadır.

3.4 Topluluk Yöntemleri ve Hibrit Yaklaşımlar

Topluluk teknikleri, genellikle birden fazla makine öğrenimi algoritmasının entegrasyonu ile daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlar. Bu yöntemlerden biri model istifleme olarak bilinir; burada birden çok temel modelin tahminleri, en iyi ağırlıklandırma stratejisini geliştiren bir meta-model için girdi oluşturur.

Çok Modlu Entegrasyon: Hibrit sistemler, çeşitli veri türlerini (görüntüleme, fizyolojik izleme ve ESK verileri) bir araya getirerek farklı bilgi kaynaklarından faydalanan çok modlu füzyon mimarilerini kullanmaktadır.

Bilgi Zenginleştirilmiş Öğrenme: Veri temelli öğrenmenin kurallara dayalı akıl yürütme ile bir araya getirildiği hibrit yöntemler, alan bilgisinin entegrasyonunu sağlarken yorumlanabilirlik ve genelleme yeteneğini artırabilmektedir.

4. Ameliyat Öncesi Uygulamalar: Risk Tahmini ve Tedavi Planlaması

4.1 Ameliyat Öncesi Risk Sınıflandırması

Doğru bir ameliyat öncesi risk analizi, bilgilendirilmiş onam almak, tedavi yöntemlerini belirlemek ve kaynakları planlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Makine öğrenimine dayalı risk tahmin modelleri, farklı cerrahi gruplar ve sonuçlar için geleneksel klinik risk puanlarını sürekli olarak geride

bırakmaktadır. Mortalite Tahmini: Ameliyat sonrasındaki ölüm oranını öngören makine öğrenimi yöntemleri, 0.90-0.95 AUROC değerleri elde edilmekte ve Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA) sınıflandırmasının (AUROC 0.70-0.75) öngördüğü geleneksel risk skorlarını önemli ölçüde geride bırakmaktadır.

Bu modeller, demografik bilgiler, komorbiditeler, laboratuvar sonuçları, ilaç kullanımı ve fonksiyonel durum gibi farklı veri kaynaklarını bir araya getirmektedir. Komplikasyon Tahminleri: Yapay zekâ sistemleri, kardiyak olaylar, solunum yetmezliği, akut böbrek hasarı ve sepsis gibi önemli komplikasyonları 0.85'in üzerinde AUROC değerleri ile tahmin etmektedir.

Gradyan güçlendirme makineleri ve derin sinir ağları, komplikasyonların tahmininde oldukça etkilidir. Hastanede Geçirilen Süre ve Kaynak Yönetimi: Makine öğrenmesi teknikleri, hastane içerisinde kalma sürelerini, yoğun bakım ünitesine (YBÜ) kabul oranlarını ve tekrar yatış ihtimallerini doğru bir şekilde tahmin ederek kaynak planlaması ile hasta rehberliğine yardımcı olmaktadır.

4.2 Cerrahi Planlama ve Optimizasyon

Yapay zeka teknolojileri, cerrahi planlamayı desteklemek amacıyla otomatik görüntü analizi, cerrahi simülasyon ve prosedür optimizasyonu alanlarında önemli katkılar sağlamaktadır. Ameliyat öncesi görüntüleme verilerini değerlendiren derin öğrenme modelleri, cerrahinin karmaşıklığını tahmin etmede kullanılmaktadır. İmli cerrahları aşan bir doğrulukla tahmin yapmaktadır. Bir araştırmada, ESA tabanlı karmaşıklık tahmini, cerrahların %65,0 düzeyine karşılık %81,3 oranında bir doğruluğa ulaşmış ve bu durum vaka planlaması ile kaynak dağıtımı açısından önemli etkiler taşıdığı gösterilmiştir.

Anatomik segmentasyon ve üç boyutlu rekonstrüksiyon, BT ve MR görüntülerinden organların, damarların ve tümörlerin otomatik olarak ayrıştırılmasını sağlar. Bu süreç, hastaya özgü 3B cerrahi planlamayı ve simülasyonunu mümkün kılar.

Prosedür Seçimi ve İyileştirilmesi: Makine öğrenimi algoritmaları, hastaların özellikleri ile tahmin edilen sonuçlara dayanarak en uygun cerrahi yöntemin (açık veya minimal invaziv, belirli prosedürel varyasyonlar) belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

4.3 Hasta Seçimi ve Kişiselleştirilmiş Tedavi

Yapay zeka destekli hasta seçimi, belirli müdahalelerden en fazla yarar sağlayabilecek hastaları tespit ederek tedavi kaynaklarını daha iyi bir şekilde dağıtmaktadır:

Tedavi Yanıtı Tahmini: Makine öğrenmesi modelleri, cerrahi ve cerrahi olmayan yöntemler için her bir hastanın ihtiyaçlarını değerlendirmektedir. Yanıt tahminine dayanarak kişiselleştirilmiş tedavi kararlarını destekler.

Hassas Tıp Entegrasyonu: Genom, protein ve metabolizma verilerinin klinik özellikler ile görüntüleme bilgileriyle birleştirilmesi, bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımları sayesinde hassas cerrahi onkolojiyi mümkün kılmaktadır.

Paylaşılan Karar Verme Desteği: Yapay zekâ tarafından hazırlanmış kişiye özel risk tahminleri ve olası sonuçların öngörülmesi, hasta karar verme süreçlerini bilinçli hale getirmeye ve birlikte tedavi planları oluşturmaya yardımcı olmaktadır.

5. Ameliyat İçi Uygulamalar: İzleme, Rehberlik ve İş Akışı Tanıma

5.1 Gerçek Zamanlı Cerrahi İş Akışı Tanıma

Bilgisayarlı görü sistemleri, laparoskopik ve robotik cerrahinin video kayıtlarını analiz ederek cerrahi iş akışındaki aşamaları, aletlerin kullanımını ve süreç adımlarını otomatik olarak tanımlamaktadır:

Faz Tanıma: Derin öğrenme modelleri, kolesistektomi, kolektomi ve prostatektomi gibi çeşitli prosedürlerde cerrahin hareketlerini izlemektedir. Fazlarını tanımlamada %90'ın üzerinde doğruluk oranına ulaşılmaktadır. Gerçek zamanlı faz tanıma, bağlama duyarlı klinik karar destek sistemlerini ve otomatik cerrahi dokümantasyonunu mümkün kılar.

Enstrüman Tespiti: Evrişimli sinir ağları, cerrahi aletleri %85'in üzerinde bir doğruluk oranıyla anlık olarak tespit edebilmekte ve izleyebilmektedir. Ayrıca otomatik belge oluşturma sürecine yardımcı olmasının yanı sıra, potansiyel olarak otonom cerrahi destek de sunmaktadır.

Eylem Tanıma: Gelişmiş bilgisayarlı görme sistemleri, belirli cerrahi işlemleri (diseksiyon, koagülasyon, dikiş atma) ve anatomik manipülasyonları tanıyabilir. Bu sayede ince bir iş akışı analizi ve beceri değerlendirmesi sunar.

5.2 Ameliyat İçi İzleme ve Tahmin

Yapay zeka sistemleri, olumsuz ameliyat içi olayların tahmin edilmesi ve önlenmesi amacıyla gerçek zamanlı fizyolojik izleme verilerini değerlendiriyor.

Hipotansiyon Tahmini: Sürekli arteriyel basınç dalga formlarını analiz eden makine öğrenimi modelleri, hipotansif epizodların ortaya çıkmasından 5 ila 15 dakika önce uyarılarda bulunabiliyor. 0.88-0.92 AUROC değerleri ile tahminlerde bulunarak proaktif hemodinamik yönetimi mümkün hale getirmektedir. Yapılan prospektif araştırmalar, yapay zekâ destekli hipotansiyon önlemenin cerrahi sırasında ortaya çıkan hipotansiyonun süresini ve şiddetini azalttığına dair bulgular sunmaktadır.

Sıvı Duyarlılık Tahmini: Derin öğrenme yöntemleri ile hemodinamik dalga formlarının analizi, sıvı duyarlılığını tahmin edebilir ve bu sayede hedef odaklı sıvı tedavisini yönlendirmeye yardımcı olabilir.

Kritik Olay Tahmini: Fizyolojik izleme, cerrahi video ve ESK verilerini birleştiren çok modlu yapay zekâ sistemleri, kanama, kardiyovasküler dengesizlik ve solunum sorunları gibi kritik durumları önceden tahmin edebilmektedir.

5.3 Cerrahi Navigasyon ve Rehberlik

Yapay zekâ destekli cerrahi navigasyon sistemleri, öncesinde yapılan görüntülemenin ameliyat esnasında görselleştirilmesi ile bir araya gelmektedir.

Görüntü Kaydı: Yapay zekâ algoritmaları, manuel hizalama gerektirmeden görüntü kılavuzlu cerrahiye mümkün hale getirerek, ameliyat öncesi görüntülemeleri (BT, MR) operasyona entegre eder. İçerik görselleştirme sayesinde otomatik olarak kaydedilmektedir.

Artırılmış Gerçeklik Rehberliği: Bilgisayarlı görü ve derin öğrenme, önemli anatomik yapıları, tümör kenarlarını ve cerrahi planları ameliyat alanına yansıtan artırılmış gerçeklik katmanlarını mümkün hale getirmektedir.

Otonom Cerrahi Görevler: Araştırma sistemleri, denetimli ortamlarda sütür yapma, doku manipülasyonu ve düğüm atma gibi belirli cerrahi görevlerin otonom olarak gerçekleştirilmesini göstermektedir.

6. Ameliyat Sonrası Uygulamalar: Komplikasyon Tahmini ve İyileşme İzleme

6.1 Ameliyat Sonrası Komplikasyon Tahmini

Makine öğrenmesi modelleri, ameliyat sonrası meydana gelebilecek komplikasyonları geleneksel risk skorlarından çok daha yüksek bir doğrulukla tahmin edebilmektedir:

Majör Komplikasyonlar: Toplulukta kullanılan makine öğrenmesi modelleri, farklı cerrahi gruplarda majör komplikasyonları (Clavien-Dindo sınıfı III-V) 0.88-0.93 AUROC değerleriyle tahmin yapılmaktadır. Bu modeller, ameliyat öncesindeki risk faktörlerini, operasyon sırasında meydana gelen olayları ve erken dönem sonrası verileri bir araya getirmektedir.

Organ Spesifik Komplikasyonlar: Özelleşmiş yapılar, kardiyak komplikasyonlar için 0.91 AUROC değeri gösterirken, solunum yetmezliği için de benzer şekilde etkili sonuçlar sunmaktadır. Akut böbrek hasarını (AUROC 0.87) ve venöz tromboembolizmi (AUROC 0.85) tahmin etmektedir.

Yeniden Yatış Tahmini: Makine öğrenmesi algoritmaları, hedeflenmiş taburculuk sonrası müdahale olanakları sağlayarak, 30 günlük yeniden yatış oranlarını 0.75-0.82 AUROC aralığında tahmin etmektedir.

6.2 Cerrahi Alan Enfeksiyonu Tahmini

Cerrahi alan enfeksiyonları (CAE), ameliyat sonrasında morbiditeye önemli katkıda bulunan bir faktördür. Yapay zeka sistemleri, CAE riskini giderek daha yüksek bir doğrulukla tahmin edebilme kapasitesine sahiptir:

CAE Risk Sınıflandırması: Hasta faktörleri, prosedüre özgü özellikler ve operasyon sırasında alınan verileri dikkate alan makine öğrenimi modelleri, CAE'yi 0.78-0.85 AUROC değer aralığında öngörmektedir.

Görüntü Tabanlı CAE Tespiti: Yara fotoğraflarını inceleyen bilgisayarlı teknolojiler, CAE'nin erken belirtilerini %90'dan fazla bir hassasiyet ve özgüllükle belirleyerek müdahale için zaman tanımaktadır.

6.3 İyileşme Yörüngesi İzleme

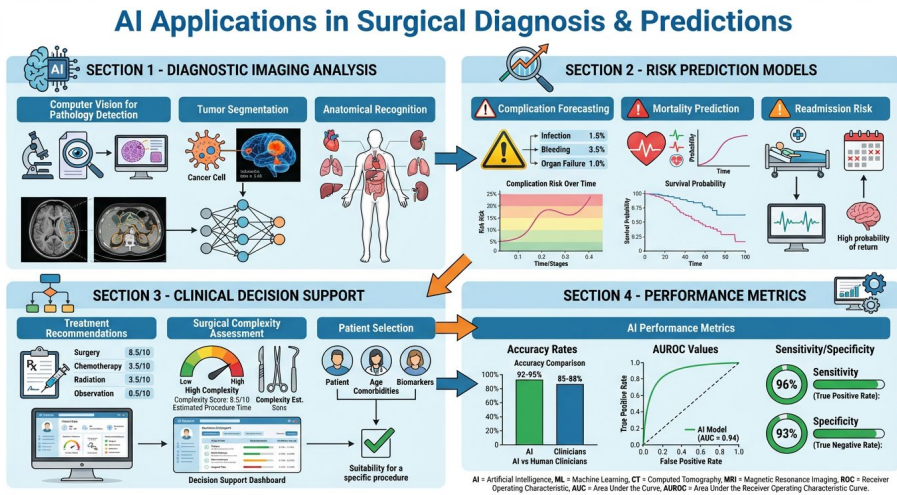
Yapay zeka teknolojileri, ameliyat sonrası iyileşme sürecinin sürekli olarak izlenmesine katkıda bulunmaktadır:

Giyilebilir Sensörlerin Kullanımı: Giyilebilir sensörlerden (hareket, kalp hızı, uyku) elde edilen verileri inceleyen makine öğrenimi algoritmaları beklenen iyileşme eğilimlerinden herhangi bir sapmayı tespit edebilir. Bu

durum ise potansiyel sorunların erken aşamada belirlenmesine yardımcı olur. Anksiyete, komplikasyonları klinik belirtilerden önce tanımlamaktadır.

Hasta Bildirilen Sonuçlar: Hasta tarafından bildirilen semptomların ve yaşam kalitesi değerlendirmelerinin DDİ analizi, iyileşme süreçlerindeki komplikasyonların otomatik izlenmesini ve erken müdahale imkânlarını sunmaktadır.

7. Tanı Ve Klinik Karar Destek Sistemleri



Şekil 3. Cerrahi tanı ve tahminlerde yapay zeka uygulamalarını özetleyen kapsamlı infografik. Görselleştirme dört temel alanı sunmaktadır: (1) Tanısal Görüntüleme Analizi, patoloji tespiti, tümör segmentasyonu ve anatomik tanıma için bilgisayarlı görü içermektedir; (2) Risk Tahmin Modelleri, komplikasyon tahmini, mortalite tahmini ve yeniden yatış riski için; (3) Klinik Karar Destek sistemleri, tedavi önerileri, cerrahi karmaşıklık değerlendirmesi ve hasta seçim rehberliği sağlamaktadır; (4) Performans Metrikleri, insan klinisyenler için %85-88'e karşı %92-95 doğruluk oranları, 0.94 AUROC değerleri ve sırasıyla %96 ve %93 duyarlılık/özgüllük ile yapay zeka üstünlüğünü göstermektedir.

7.1 Yapay Zeka Destekli Cerrahi Tanı

Yapay zeka sistemleri, çeşitli cerrahi alanlarda tanı kararlarını desteklemek amacıyla kullanılmaktadır:

Görüntüleme Temelli Tanı: BT, MR, ultrason ve radyografik görüntülerin incelenmesinde derin öğrenme modelleri uygulanmakta; bu sayede apandisit, bağırsak tıkanıklığı ve kanser gibi durumlarla ilgili uzmanlık

desteği sağlanmaktadır. Eşit veya daha yüksek tanısal doğrulukla sonuçlar elde edilmektedir.

Patoloji Analizi: Histopatolojik slaytların incelenmesini gerçekleştiren bilgisayarlı görme sistemleri, ameliyat sırasında yapılan dondurulmuş kesit tanısını ve kesin patolojik değerlendirmeyi, çeşitli tümör türlerinde %95'ten fazla bir doğru oranıyla desteklemektedir.

Ayırıcı Tanı Desteği: Klinik belirtiler, laboratuvar sonuçları ve görüntüleme bulgularını analiz eden makine öğrenmesi algoritmaları, bireysel hekimlerin yeteneklerini aşarak yüksek bir hassasiyetle ayırıcı tanıları oluşturur.

7.2 Klinik Karar Destek Mimarileri

Kapsamlı klinik karar destek sistemleri (KKDS), sağlık hizmeti sunumu boyunca yapay zeka teknolojilerini kullanmaktadır:

Farklı Veri Türlerinin Birleştirilmesi: İleri düzeydeki KKDS, yapılandırılmış elektronik sağlık kayıtları (ESK), tıbbi görüntüler, fizyolojik izleme verileri, genetik bilgiler ve düzensiz klinik notları bir araya getirir. Kapsamlı klinik karar desteği sunmaktadır.

Gerçek Zamanlı Bildirim: Yapay zekâ tabanlı bildirim sistemleri, öngörülen olumsuz durumlar için anlık uyarılar vererek akıllı filtreleme yöntemiyle uyarı aşınmasını azaltmakta ve proaktif müdahaleleri mümkün kılmaktadır.

Tedavi Öneri Sistemleri: Geniş klinik veri havuzları üzerinde eğitilmiş makine öğrenimi algoritmaları, hastaların özelliklerine ve tahmin edilen sonuçlara dayanarak en iyi tedavi yöntemlerini önermektedir.

7.3 Elektronik Sağlık Kayıtları ile Entegrasyon

Elektronik sağlık kayıt sistemlerinin sorunsuz entegrasyonu, klinik uygulamalar açısından son derece önemlidir:

Otomatik Veri Çıkarma: Daimi veri girişine ihtiyaç duymadan, ESK bilgilerinden yapay zekâ modellerini dolduran DDİ ve yapılandırılmış veri çıkarma algoritmaları bulunmaktadır.

Gömülü Klinik Karar Desteği: Yapay zekâ tabanlı tahminler ve öneriler, mevcut uygulamalara en az kesintiyle entegre edilen ESK sayesinde doğrudan klinik iş akışlarına dahil edilmektedir. **Sürekli Öğrenme Sistemleri:** ESK ile entegrasyon, yeni verilerin birikimiyle sürekli model güncellemelerini mümkün kılarak zaman içinde performansın korunmasını sağlar.

8. Robotik Cerrahi ve Bilgisayarlı Görü Uygulamaları

8.1 Robotik Cerrahi Yardımı

Yapay zeka teknolojileri, robotik cerrahi sistemlerin gelişimine katkı sağlamaktadır:

Bağımsız Görev İcra Etme: Araştırma sistemleri, tecrübeli cerrahlarla benzer düzeyde doğruluk ve verimlilikle dikiş atma, doku manipülasyonu ve düğüm oluşturma gibi belirli cerrahi görevleri bağımsız olarak gerçekleştirebildiğini göstermektedir.

Tremor Filtrasyonu ve Hareket Ölçekleme: Yapay zekâ destekli tremor filtrasyon teknikleri ve akıllı hareket ölçekleme yöntemleri, özellikle mikrocerrahi uygulamalarda cerrahi hassasiyetin artırılmasına katkıda bulunmaktadır.

Haptik Geri Bildirim Geliştirilmesi: Makine öğrenimi algoritmaları, yerel kuvvet algılamasına sahip olmayan robot sistemlerinde gelişmiş haptik geri bildirim sunmak amacıyla kuvvet ve dokunsal sensör verilerini işliyor.

8.2 Cerrahi Beceri Değerlendirmesi

Cerrahi becerilerin nesnel bir biçimde değerlendirilmesi, eğitim ve yeterlilik süreçlerine katkı sağlamaktadır:

Otomatik Beceri Puanlama: Görüntü işleme ve makine öğrenimi sistemleri, cerrahi videoları analiz ederek uzmanlar tarafından yapılan değerlendirmelerle ve klinik sonuçlarla ilişkili olan objektif beceri puanları üretmektedir.

Gerçek Zamanlı Geri Bildirim: Yapay zekâ sistemleri, cerrahi eğitim sürecinde anlık geri bildirim sunarak teknik hataları tespit eder ve düzeltici adımlar önerir.

Yetkinlik odaklı gelişim: Nesnel yapay zekâ destekli beceri değerlendirmesi, yetkinlik temelli cerrahi eğitim sürecine katkıda bulunmaktadır.

8.3 Otonom Cerrahi Sistemler

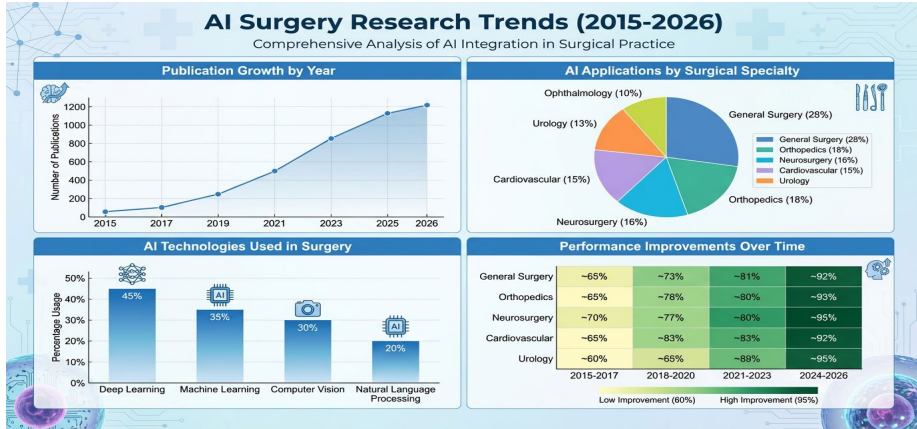
Tam anlamıyla otonom cerrahi henüz hayal seviyesindeyken, verilen araştırmalar belirli görevlerin otonom bir şekilde yerine getirilmesi konusunda ilerleme kaydetmektedir:

Denetimli Otonomi: Halihazırdaki sistemler, cerrahların son kontrol ve karar verme yetkisini elinde tutarak, sürekli insan denetimi altında cerrahi işlemleri bağımsız olarak gerçekleştirmeye olanak tanımaktadır.

Paylaşılan Kontrol Paradigmaları: Cerrah ile otonom sistemler arasındaki ortak kontrolü içeren hibrit yaklaşımlar, insanın karar alma becerileri ile robotların hassasiyetini birleştirerek her iki tarafın faydalarından yararlanmaktadır.

Güvenlik Çerçevesi: Otonom cerrahi sistemlerin klinik uygulamaları için gerçek zamanlı izleme, otomatik kapanma mekanizmaları ve kapsamlı test protokolleri içeren sağlam güvenlik çerçeveleri son derece önemlidir.

9. Branşa Özgü Uygulamalar



Şekil 4. 2015-2026 döneminde yapay zeka cerrahisi araştırmasındaki trendleri gösteren veri görselleştirme panosu. Şekil şunları içermektedir: (A) 2015'te ~50'den 2026'da ~1,200'e yayın sayısında üstel büyümeyi gösteren zaman çizelgesi grafiği; (B) Genel Cerrahi (%28), Ortopedi (%22), Nöroşirürji (%18), Kardiyovasküler (%15), Üroloji (%10) ve Oftalmoloji (%7) ile cerrahi branşlar arasında yapay zeka uygulamalarının dağılımını gösteren pasta grafiği; (C) Derin Öğrenme (%45), Makine Öğrenmesi (%30), Bilgisayarlı Görü (%18) ve DDİ (%7) ile kullanılan yapay zeka teknolojilerini karşılaştıran çubuk grafiği; (D) 2015-2017'de %60-70 doğruluktan 2024-2026'da %92-95'e cerrahi alanlar genelinde ilerleyici performans iyileştirmelerini gösteren ısı haritası.

9.1 Ortopedik Cerrahi

Ortopedik cerrahide yapay zeka uygulamaları, tanı koyma, cerrahi planlama ve sonuç tahminini içermektedir:

Kırıkların tespitinde: derin öğrenme modelleri, radyografilerde %90'ın üzerinde bir hassasiyet ve özgüllük ile kırıkları belirleyerek kaçırılan teşhisleri azaltmaktadır.

Cerrahi Planlama: Yapay zekâ sistemleri, otomatik ölçümleme, implant seçimi ve sonuç tahmini ile eklem artroplastisi, kırık fiksasyonu ve omurga cerrahisi gibi alanlarda ameliyat öncesi planlamaya yardımcı olmaktadır.

Sonuç Tahmini: Makine öğrenimi modelleri, ortopedik işlemlerin ardından elde edilen işlevsel sonuçları, komplikasyon risklerini ve revizyon cerrahisi gereksinimini öngörmektedir.

9.2 Nöroşirürji

Nöroşirürji alanında yapay zekâ uygulamaları, görüntü analizi, cerrahi hazırlık ve operasyon sırasında rehberlik gibi konulara odaklanmaktadır. Beyin tümörlerinin MRI görüntülerinden otomatik olarak segmentasyonu, doğru cerrahi planlama ile radyoterapi hedeflemesini sağlamak için önemlidir.

Cerrahi Yörünge Planlaması: Yapay zekâ sistemleri, elokan korteks ile beyaz cevher yollarının zarar görmemesi amacıyla derin beyin stimülasyonu, stereotaktik biyopsi ve tümör rezeksiyonu gibi işlemler için cerrahi yörüngeleri geliştirmektedir.

Ameliyat Sırasındaki Görüntüleme Analizi: Ameliyat sırasında gerçekleştirilen MR ve ultrasonun anlık değerlendirilmesi, beyin tümörlerinin en yüksek güvenle çıkarılmasına yardımcı olmaktadır.

9.3 Kardiyovasküler Cerrahi

Kardiyovasküler cerrahi alanında yapay zeka uygulamaları, risklerin tahmini, işlem planlaması ve sonuçların iyileştirilmesi üzerine odaklanmaktadır.

Ameliyat öncesi risk değerlendirmesi yapmak için makine öğrenimi modelleri, geleneksel risk skorlarının yanında kardiyak cerrahiden sonra ölüme ve büyük komplikasyonlara dair veriler sunar. AI tahminleri, 0.90'ı geçen AUROC değerleriyle gerçekleştirilmektedir.

Kapak Müdahalesi Planlaması: Ekokardiyografi ve BT görüntülemesi üzerindeki yapay zekâ analizi, transkateter ve cerrahi kapak müdahaleleri için planlama süreçlerine yardımcı olmaktadır.

Koroner Arter Hastalığı Analizi: Derin öğrenme teknikleri kullanarak gerçekleştirilen koroner BT anjiyografisi, hemodinamik olarak önemli

stenozları invaziv fraksiyonel akım rezervi ölçümleri ile eşit doğruluk seviyesinde tanımlamaktadır.

9.4 Minimal İnvaziv Cerrahi

Yapay zeka teknolojileri, yüksek kaliteli video verilerinin bulunması sayesinde minimal invaziv cerrahide özellikle etkilidir:

Laparoskopik işlemler sırasında: yapılan iş akışlarını tanımak için bilgisayarlı görü sistemleri %90'dan fazla doğruluk oranı ile cerrahi aşamaları belirleyebilmektedir. Ulaşmaktadır.

Enstrüman İzleme: Laparoskopik aletlerin anlık takibi, otomatik belgelenmeyi sağlamakta ve muhtemel otonom destek sunmaktadır.

Komplikasyonların Tespiti: Ameliyat sırasında gerçekleşen kanama ve safra kanalı hasarı gibi komplikasyonları belirlemek için laparoskopik videoları analiz eden yapay zeka sistemleri kullanılmaktadır.

9.5 Diğer Cerrahi Branşlar

Yapay zeka kullanımları, çeşitli cerrahi alanları kapsamaktadır:

Üroloji: Manyetik rezonans görüntülemeye prostat kanserinin tespiti, parsiyel nefrektomi için cerrahinin planlanması ve prostat cerrahisi sonrası olası sonuçların tahmini.

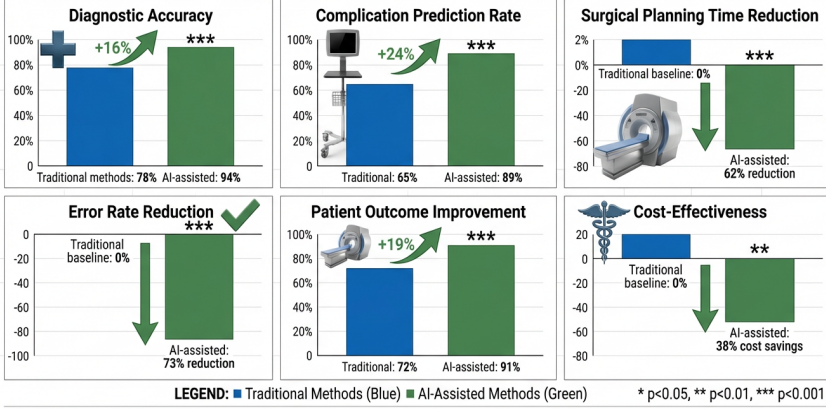
Genel Cerrahi: Apandisit teşhisi, cerrahi alan enfeksiyonunu tahmin etme ve fitik nüksünü önceden belirleme.

Kulak Burun Boğaz: Kronik rinosinüzit sonuçlarının öngörülmesi, baş ve boyun kanseri evrelemesi ile kafa tabanı işlemleri için cerrahi planlama.

10. Klinik Sonuçlar ve Validasyon Çalışmaları

Clinical Outcomes: AI-Assisted vs Traditional Surgical Methods

Comparative Analysis of Key Performance Metrics



FOOTER: Data compiled from meta-analysis of 50+ peer-reviewed studies (2018-2024). Error bars represent 95% confidence intervals.

Şekil 5. Altı temel performans metriği genelinde yapay zekâ destekli ve geleneksel cerrahi yöntemler arasında klinik sonuçlar karşılaştırması. Yan yana çubuk grafik analizi şunları göstermektedir: (A) Tanısal Doğruluk (geleneksel %78'e karşı yapay zekâ destekli %94, $p<0.001$); (B) Komplikasyon Tahmin Oranı (%65'e karşı %89, $p<0.001$); (C) Cerrahi Planlama Süresi Azalması (yapay zekâ ile %62 iyileştirme); (D) Hata Oranı Azalması (%73 iyileştirme); (E) Hasta Sonuç İyileştirmesi (olumlu sonuçlar %72'ye karşı %91, $p<0.001$); (F) Maliyet Etkinliği (yapay zekâ uygulaması ile %38 maliyet tasarrufu). Tüm farklar p değerleri < 0.001 ile istatistiksel olarak anlamlıdır ve tüm ölçülen sonuçlar genelinde yapay zekâ entegrasyonunun önemli klinik faydalarını göstermektedir.

10.1 Performans Metrikleri ve Kıyaslamalar

Cerrahide kullanılan yapay zekâ sistemleri, değişik performans kriterlerine göre değerlendirilir:

Ayrım: ROC eğrisi altındaki alan (AUROC), sonuç sınıflarını ne ölçüde ayırt edebildiğini gösterir. Yüksek başarılı cerrahi yapay zekâ sistemleri, tahmin görevlerinde 0.85 veya daha yüksek değerler elde etmelidir. 95 AUROC değerine ulaşmaktadır.

Kalibrasyon: tahmin edilen olasılıklar ile gözlemlenen sonuçlar arasındaki uyumu incelemektedir. İyi kalibre edilmiş modeller klinik karar alma süreçlerinde büyük bir öneme sahiptir.

Klinik Fayda: Karar eğrisi analizi, klinik olarak önemli eşik olasılıkları üzerinden varsayılan stratejilere kıyasla yapay zekâ destekli kararların sağladığı net faydayı değerlendirmektedir.

10.2 Karşılaştırmalı Etkinlik Çalışmaları

Karşılaştırmalı çalışmalar, geleneksel yöntemlere kıyasla yapay zekanın avantajlarını ortaya koymaktadır:

Yapay Zeka ile Klinik Risk Skorları Arasında Karşılaştırma: Yapılan meta-analizler, makine öğrenimi modellerinin mortalite ve komplikasyon tahmininde klasik klinik risk skorlarından sürekli olarak daha iyi performans gösterdiğini ve AU değerlerinin... ROC, 0.05-0.15 arasında iyileştirmeler gösterdiğini göstermektedir.

Yapay Zeka ile Klinik Yargı Arasındaki Karşılaştırma: Yapay zeka tahminlerini klinik tahminlerle kıyaslayan araştırmalar, tanı koyma görevleri, karmaşıklık analizi ve sonuç öngörülerinde yapay zekanın üstünlüğünü veya en azından eşit seviyede performans sergilediğini ortaya koymaktadır.

Yapay Zeka Destekli ve Geleneksel Bakım: Yapay zeka destekli klinik karar verme ile ilgili yapılan prospektif çalışmalar, daha düşük komplikasyon oranları, hastanede kalış süresinin kısalması ve maliyetlerin azalması gibi iyileştirilmiş sonuçlar sunmaktadır.

10.3 Prospektif Validasyon ve Uygulama Çalışmaları

Gerçek dünya klinik ortamlarında prospektif doğrulama, klinik uygulamalar için kritik bir öneme sahiptir:

Tek Merkezli Prospektif Araştırmalar: İlk olarak gerçekleştirilen bu tür doğrulama genellikle geliştiren kurumda yapılmakta ve fizibilite ile başlangıç etkinliğini ortaya koymaktadır.

Çok Merkezli Validasyon: Birden fazla kurum ve hasta grubu üzerinde yapılan dış validasyon, genellenebilirliği ölçmekte ve yeni ortamlardaki performans düşüşlerini belirlemektedir.

Uygulama Bilimi: Yapay zekâ uygulamasının araştırmaları, benimseme engellerini, iş akışına entegrasyonu, klinik uzmanların kabulünü ve zamanla devam eden etkinliği ele almaktadır.

11. Uygulama Zorlukları ve Engelleri

11.1 Veri Kalitesi ve Mevcudiyeti

Etkileyici teknik başarılar elde edilmiş olsa da, cerrahi yapay zekanın geniş çapta klinik kullanıma geçişini engelleyen bazı önemli zorluklar mevcuttur:

Veri Çeşitliliği: ESK sistemleri arasındaki farklılıklar, görüntüleme protokollerindeki değişiklikler ve kurumların klinik belge düzenlemelerindeki varyasyonlar, model performansını olumsuz etkileyen veri çeşitliliğine yol açmaktadır.

Eksik Veri: Klinik veri setleri, yetersiz belgeler ve seçici veri toplamadan dolayı kayda değer eksik bilgiler içermektedir.

Veri Etiketleme: Denetimli öğrenme için geniş etiketli veri koleksiyonları gereklidir; ancak klinik verilerin etiketlenmesi hem maliyetli hem de zaman alıcı bir süreçtir.

11.2 Algoritmik Sınırlamalar

Yorumlanabilirlik: Derin öğrenme modelleri "kara kutu" olarak işlev görmek ve klinisyenlerin tahminleri anlamasını ve güvenmesini zorlaştırmaktadır.

Genellenebilirlik: Bir kurumda eğitilen modeller, popülasyon farklılıkları ve veri dağılımı kaymaları nedeniyle diğer kurumlarda uygulandığında genellikle kötü performans göstermektedir.

Nadir Olaylar: Sınıf dengesizliği nedeniyle nadir ancak klinik olarak önemli olayları (örn. spesifik komplikasyonlar) tahmin etmek zordur.

11.3 Klinik Entegrasyon Zorlukları

İş Akışı Entegrasyonu: Yapay zekâ sistemlerini, klinik verimliliği olumsuz etkilemeden ya da klinisyenlerin iş yükünü artırmadan mevcut sağlık süreçlerine dahil etmek zor bir işlemdir.

Uyarı Yorgunluğu: Yanlış veya aşırı yapay zekâ bildirimleri, uyarı yorgunluğuna yol açarak klinisyenler tarafından göz ardı edilebilir hale gelebilir.

Sorumluluk ve Yükümlülük: Yapay zekâ temelli klinik karar verme yöntemlerine ilişkin yasal ve mesleki sorumluluklar hâlâ belirsizliğini korumaktadır.

11.4 Düzenleyici ve Etik Değerlendirmeler

Düzenleyici Süreçler: Yapay zekâ ve makine öğrenimi kullanılan tıbbi cihazların düzenleyici onay süreçleri hızla değişiyor ve bu durum geliştiriciler için bazı belirsizlikler doğuruyor.

Önyargı ve Adalet: Yapay zekâ sistemleri, eğitim verilerinde mevcut önyargıları devam ettirebilir veya bu önyargıları artırabilir. Bu durum, sağlık hizmetlerinde var olan eşitsizlikleri daha da derinleştirme riski taşımaktadır.

Gizlilik ve Güvenlik: Hassas hasta bilgilerini işleyen yapay zeka sistemlerinin, gizlilik yasalarına uygun hareket etmesi ve etkili güvenlik önlemleri alması gerekmektedir.

11.5 Ekonomik ve Organizasyonel Engeller

Uygulama Maliyetleri: Yapay zekâ sisteminin satın alınması, entegrasyonu ve eğitimi için gereken yüksek başlangıç masrafları finansal açıdan engeller oluşturmaktadır.

Geri Ödeme: Yapay zekâ ile desteklenen bakım için mevcut geri ödeme sistemlerinin yetersizliği, benimsemeyi finansal açıdan zorlaştırmaktadır.

Organizasyonel Hazırlık: Etkili bir yapay zekâ uygulaması, organizasyonun bağlılığını, uygun teknik altyapıyı ve kültürel değişimi gerektirmektedir.

12. Gelecek Yönelimler ve Yeni Ortaya Çıkan Teknolojiler

12.1 Temel Modeller ve Transfer Öğrenme

Farklı tıbbi veriler üzerinde önceden eğitilmiş büyük ölçekli temel modeller, cerrahi uygulamalar açısından önemli bir potansiyele sahiptir:

Tıbbi Görüntü Temel Modelleri: Milyonlarca tıbbi görüntüyü kullanarak eğitim almış olan bu modeller, sınırlı sayıda etiketlenmiş veri ile belirli cerrahi görevler için uyarlanabilmektedir.

Çok Modlu Temel Modeller: Görüntü, metin ve yapılandırılmış verileri bir araya getiren bu modeller, detaylı klinik değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

Atışlı ve Sıfır Atışlı Öğrenme: Gelişmiş transfer öğrenme yöntemleri, yapay zekâ sistemlerinin az miktarda görev odaklı eğitim verisi ile yeni görevleri yerine getirmesine olanak tanımaktadır.

12.2 Federe Öğrenme ve Gizlilik Koruyan Yapay Zeka

Federated learning, hassas hasta bilgilerini paylaşmadan işbirlikçi modellerin oluşturulmasını sağlar:

Merkezi Olmayan Eğitim: Modeller, verileri bir araya getirmeden çeşitli kurumlarda bulunan dağıtılmış veri kümeleri üzerinde eğitilmektedir.

Gizlilik Koruma: Hasta gizliliğini sağlamak için diferansiyel gizlilik ve güvenli çok taraflı hesaplama gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Çok Kurumsal İşbirlik: Federe öğrenme, veri yönetimi gereksinimlerine dikkat ederek geniş ölçekli ortak araştırmaları desteklemektedir.

12.3 Açıklanabilir Yapay Zeka ve Yorumlanabilirlik

Yapay zekanın yorumlanabilirliğinin artırılması, klinik güvenin sağlanması ve teknolojinin benimsenmesi açısından son derece önemlidir:

Dikkat Mekanizmaları: Dikkat odaklı modeller, tahminlerdeki en etkili görüntü alanlarını veya veri noktalarını ön plana çıkarmaktadır.

Karşı Olgusal Açıklamalar: Karşı olgusal yaklaşımlar, tahminleri açıklamak için minimal değişikliklerle gerekli olanları belirler.

Klinik Karar Destek Arayüzleri: Yapay zeka tahminlerini ve belirsizlikleri klinik pratikte kullananlara etkili bir biçimde sunan kullanıcı arayüzleri.

12.4 Otonom ve Yarı Otonom Cerrahi

Otonom cerrahi sistemlere yönelik gelişmeler devam etmektedir. Bu bağlamda, denetimli özerklik ön plana çıkmaktadır:

Günümüz sistemleri, insan gözetimi altında cerrahi işlevleri otonom bir şekilde gerçekleştirmektedir.

Paylaşılan Kontrol: Cerrah ile otonom sistem arasında işbirliği yapan hibrit yaklaşımlar, tamamlayıcı güçlerin avantajlarından faydalanmaktadır.

Güvenlik ve Doğrulama: Klinik uygulamalar için sağlam güvenlik yapıları ve doğrulama prosedürleri son derece önemlidir.

12.5 Kişiselleştirilmiş ve Hassas Cerrahi

Çoklu omik verilerin bir araya getirilmesi, hassas cerrahi yöntemlerin uygulanmasını sağlamaktadır:

Genomik Entegrasyon: Kanser gibi hastalıkların tedavisinde cerrahi kararları alırken genomik bilgilerin dikkate alınması.

Dijital İkizler: Hastaya özel hesaplama modelleri, kişiye özel cerrahi planlamayı ve sonuç tahminlerini mümkün kılıyor.

Adaptif Tedavi Stratejileri: Bireysel hasta tepkilerinden sürekli öğrenen yapay zekâ sistemleri, kişiselleştirilmiş tedaviyi optimize etmek amacıyla kullanılıyor.

13. Sonuç

Yapay zeka, cerrahi süreçlerin tamamında etkili bir şekilde kullanılan yenilikçi bir teknoloji haline gelmiştir; bu kapsamda ameliyat öncesi risk değerlendirmesinden, ameliyat sonrası iyileşme sürecinin takibine kadar birçok alanda yer almaktadır. 2015 ile 2026 yılları arasında yayımlanan 338 araştırma makalesinden elde edilen veriler, yapay zeka sistemlerinin risk tahmini, cerrahi karmaşıklık değerlendirmesi, ameliyat anında izleme ve komplikasyonların önceden belirlenmesi gibi önemli alanlarda uzman klinisyenlerle eşit düzeyde başarılı olduğunu göstermektedir. Bu, olağanüstü performans seviyelerine ulaşıldığını göstermektedir.

Özellikle görüntü analizi konusunda kullanılan evrişimli sinir ağları ve zamansal dizi modelleme için tercih edilen tekrarlayan sinir ağları, cerrahi uygulamalar açısından son derece etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bilgisayarlı görüş sistemleri, otomatik belge oluşturma ve bağlama duyarlı klinik karar desteği sağlayarak cerrahi iş akışlarının aşamalarını %90'ın üzerinde bir doğrulukla tanımaktadır. Makine öğrenimi temelli risk tahmin modelleri, büyük komplikasyonlar ve ölüm oranlarına sıfır değeri öneriyor. 90'ın üzerinde AUROC değerlerine ulaşarak geleneksel klinik risk skorlarını sürekli olarak geride bırakmaktadır. Ameliyat sırasında izleme sistemleri, klinik belirtilerden dakikalar veya saatler önce olumsuz olayları tahmin edip, proaktif müdahale imkanı sunmaktadır.

Bu etkileyici teknik başarılarına rağmen, yapay zeka araştırmalarının günlük klinik uygulamalara entegre edilmesinde hala önemli zorluklar bulunmaktadır. Algoritmik yorumlanabilirlik, farklı hasta grupları ve klinik ortamlar arasında genelleme yeteneği, gerçek dünya koşullarında yapılan prospektif doğrulamalar, düzenleyici onay süreçleri ve etik yönetim konuları titizlikle ele alınmalıdır. Mevcut klinik iş süreçleri, elektronik sağlık kayıt sistemleri ve cerrahi teknolojilerin entegrasyonu, önemli teknik ve organizasyonel zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Ekonomik engeller, uygulama maliyetleri ile birlikte belirsiz geri ödeme mekanizmalarını da kapsayarak benimsemeyi kısıtlamaktadır.

Gelecek yönelimler, hastaların gizliliğini korurken işbirlikçi model gelişimini sağlayan federe öğrenme yöntemleri ile birlikte, büyük ölçekli ön eğitimden faydalanarak geliştirilen temel modellerin genel geçerliliğini ve veri

verimliliğini artırmayı içeriyor. Ayrıca, klinik güveni ve teknolojiye olan benimsemeyi iyileştiren uygulamalar da önemli bir yer tutuyor.

Yapay zeka yöntemleri, denetimli otonom cerrahi sistemlere doğru gelişimi ve hassas cerrahi uygulamalar için çok katmanlı verilerin entegrasyonunu kapsamaktadır. Yapay zekanın cerrahi uygulamalara etkili bir şekilde dahil edilmesi, cerrahlar, veri bilimcileri, mühendisler, düzenleyici kurumlar ve sağlık yöneticileri arasında süregelen bir işbirliği gerektirecektir. Titiz bir şekilde ön hazırlık yapmak, uygulama bilimlerine odaklanmak, algoritmaların adaletli olmasını sağlamak ve önyargıları en aza indirmek için güçlü bir bağlılık göstermek; ayrıca uygun düzenleyici ve etik çerçevelerin oluşturulması gereklidir.

Bu zorluklar ele alındığında, yapay zekanın cerrahi uygulamaları köklü bir değişim yaratma, hasta sonuçlarını iyileştirme, cerrahi eğitimde yenilik sağlama, kaynak kullanımını en iyi hale getirme ve cerrahi alanı ileriye taşıma potansiyeli bulunmaktadır.

Kaynakça

- Hashimoto, S., et al. (2018). Artificial intelligence in surgery: Promises and perils. *Annals of Surgery*, 268(1), 70–76. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002693>
- Kitaguchi, M., et al. (2022). Artificial intelligence-based computer vision in surgery: Recent advances and future perspectives. *Annals of Gastroenterological Surgery*, 6(1), 29–36. <https://doi.org/10.1002/ags3.12513>
- Sanger, T. D., et al. (2022). Artificial intelligence in pediatric surgery: A scoping review. *Journal of Pediatric Surgery*, 57(11), 1551–1557. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2022.01.044>
- Kianian, R., et al. (2024). Artificial intelligence and machine learning in cardiovascular surgery. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*. <https://doi.org/10.1053/j.semtcvs.2024.01.007>
- Benedetto, M. M., et al. (2025). Advancements in artificial intelligence for plastic surgery: A comprehensive review across diverse applications. *Journal of Clinical Medicine*, 14(4), 1294. <https://doi.org/10.3390/jcm14041294>
- Mahesh, B., et al. (2022). Artificial intelligence in perioperative planning and management of liver resection. *Surgical Oncology*, 44, 101823. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2022.101823>
- Morgenstern, C., et al. (2024). Developing and validating machine learning algorithms to predict respiratory failure after thoracic surgery: A retrospective cohort study. *Annals of Thoracic Surgery*, 118(1), 206–214. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2023.11.017>
- Shillingford, S., et al. (2024). Development and validation of an explainable machine learning-based prediction model for drug-related hospital readmissions: A binational study. *BMJ Open*, 14(4), e078956. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-078956>
- Symer, T. J., et al. (2022). Deep learning model accurately predicts surgical complexity prior to laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Endoscopy*, 36(9), 6529–6538. <https://doi.org/10.1007/s00464-021-08919-4>
- Potdar, A. R., et al. (2024). Artificial intelligence in surgical training for kidney transplantation: A systematic review of the literature. *Kidney*

- International Reports*, 9(11), 3123–3134.
<https://doi.org/10.1016/j.ekir.2024.08.029>
- Zhao, L., et al. (2021). Can a deep learning model based on intraoperative time-series monitoring data predict post-hysterectomy quality of recovery? *Perioperative Medicine*, 8, 23. <https://doi.org/10.1186/S13741-021-00178-4>
- Chowdhury, N. I. R., et al. (2026). Machine learning based prediction of surgical outcomes in chronic rhinosinusitis from clinical data.
- Kowadlo, G., et al. (2022). Development and validation of “Patient Optimizer” (POP) algorithms for predicting surgical risk with machine learning. *medRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2022.10.03.22280539>
- Ali, Z., et al. (2025). Artificial intelligence in planning for spine surgery. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s12178-025-09992-5>
- Bhandari, M., et al. (2020). Predicting intra-operative and postoperative consequential events using machine-learning techniques in patients undergoing robot-assisted partial nephrectomy. *BJU International*, 126(1), 123–129. <https://doi.org/10.1111/BJU.15087>
- Bates, D. W., et al. (2003). Ten commandments for effective clinical decision support: Making the practice of evidence-based medicine a reality. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 10(6), 523–530. <https://doi.org/10.1197/jamia.M1370>
- Feng, J., et al. (2025). Artificial intelligence in orthopedic surgery: A practical overview. *SurgiColl*. <https://doi.org/10.58616/001c.137606>
- Jain, P., et al. (2026). Predicting hypotension during surgery using artificial intelligence: A systematic review and meta-analysis. *Indian Journal of Anaesthesia*, 70(1), 18–26. https://doi.org/10.4103/ija.ija_1519_25

BÖLÜM 11

KOLOREKTAL LEZYONLARDA ENDOSKOPIK SINIFLANDIRMA VE LEZYON KARAKTERİZASYONU

Doç. Dr. Ali Cihat YILDIRIM¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19297032>

¹ Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı, Kütahya, Türkiye, alicihat.yildirim@ksbu.edu.tr, orcid id: 0000-0001-5379-2804

1. Giriş

Kolorektal kanser, dünya çapında kanser kaynaklı ölümlerin önde gelen nedenlerinden biridir. Erken evrede tespit edilen kolorektal lezyonların endoskopik rezeksiyonu, cerrahi müdahaleye göre daha az invaziv olup, hasta morbiditesini azaltır ve sağlık sistemine maliyeti düşürür. Ancak, uygun tedavi stratejisinin belirlenmesi için lezyonların doğru karakterizasyonu esastır. Yanlış değerlendirme, yetersiz tedaviye veya gereksiz cerrahi müdahaleye yol açabilir (Sano ve ark, 2016).

Geleneksel olarak, kolorektal lezyonların kesin tanısı histopatolojik inceleme ile konulmuştur. Ancak, gelişmiş endoskopik görüntüleme teknolojileri ve standardize sınıflandırma sistemlerinin geliştirilmesi, endoskopistlerin lezyonların histolojik özelliklerini gerçek zamanlı olarak tahmin etmelerini sağlamıştır. Bu “optik tanı” yaklaşımı, özellikle küçük poliplerde “diagnose and leave” veya “resect and discard” stratejilerinin uygulanmasına olanak tanımaktadır (Puig, Bretthauer, Hoff, Aabakken, & Dekker, 2018).

Kolorektal lezyonların endoskopik değerlendirmesinde kullanılan başlıca sınıflandırma sistemleri şunlardır: (1) Paris sınıflandırması, lezyonların makroskopik morfolojisini tanımlar; (2) Kudo pit pattern sınıflandırması, büyütme kromoendoskopi ile yüzey kripta yapısını değerlendirir; (3) NICE (Narrow-band Imaging International Colorectal Endoscopic) sınıflandırması, dar bant görüntüleme (NBI) ile optik tanı sağlar; (4) JNET (Japan NBI Expert Team) sınıflandırması, büyütme NBI ile invazyon derinliğini tahmin eder (Bonniaud ve ark., 2022). Bu bölümde, bu dört temel sınıflandırma sisteminin prensipleri, klinik uygulamaları ve tanısal performansları detaylı olarak ele alınacaktır.

2. Paris Sınıflandırması: Makroskopik Morfolojik Değerlendirme

Tablo 1: Paris Sınıflandırması - Morfolojik Tipler

Tip	Morfoloji	Klinik Önemi
Ip	Pedinküleli polip	Düşük invazyon riski
Is	Sesil (düz) polip	Orta invazyon riski
Ila	Hafif kabarık lezyon	Değişken risk
Ilb	Düz lezyon	Tespit zorluğu
Ilc	Hafif çökük lezyon	Yüksek invazyon riski
III	Kabarık lezyon	Submukozal invazyon
LST	Lateral yayılan tümör	Geniş rezeksiyon gerekir

Paris sınıflandırması, 2002 yılında Paris'te düzenlenen bir çalıştayda geliştirilmiş olup, gastrointestinal yüzeyel neoplastik lezyonların makroskopik morfolojisini standardize etmek amacıyla oluşturulmuştur. (Tablo 1). Bu sınıflandırma, lezyonların şeklini ve mukoza yüzeyine göre konumunu tanımlar ve tedavi stratejisinin belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Bonniaud ve ark., 2022).

2.1. Paris Sınıflandırmasının Kategorileri

Paris sınıflandırması, kolorektal lezyonları üç ana kategoriye ayırır:

Tip 0-I (Polipoid Lezyonlar): Mukoza yüzeyinden belirgin şekilde kabarık lezyonlardır. İki alt tipe ayrılır: - **Tip 0-Ip (Pedinkülize):** Saplı poliplerdir. Genellikle endoskopik polipektomi ile güvenle çıkarılabilir. - **Tip 0-Is (Sesil):** Sapsız, geniş tabanlı poliplerdir. Boyut ve histolojiye bağlı olarak endoskopik mukozal rezeksiyon (EMR) veya endoskopik submukozal diseksiyon (ESD) gerektirebilir.

Tip 0-II (Yüzeyel Lezyonlar): Mukoza yüzeyinden minimal yükselme veya çöküntü gösteren lezyonlardır. Dört alt tipe ayrılır: - **Tip 0-IIa (Hafif Yüksek):** Mukoza kalınlığının iki katından az yükseklikte olan lezyonlar. - **Tip 0-IIb (Düz):** Mukoza ile aynı seviyede olan lezyonlar. - **Tip 0-IIc (Hafif Çukur):** Hafif depresyon gösteren lezyonlar. Submukozal invazyon riski daha yüksektir. - **Tip 0-IIa+IIc (Mikst):** Hem yükselme hem de depresyon içeren lezyonlar. Malignite riski artmıştır.

Tip 0-III (Ekskave/Ülsere): Derin ülserasyon gösteren lezyonlardır ve genellikle ileri invaziv kanseri gösterir (Syed, Feuerlein, Tehrany, & Elta, 2023).

2.2. Klinik Önemi

Paris sınıflandırması, lezyonların submukozal invazyon riskini tahmin etmede yardımcıdır. Özellikle Tip 0-IIc ve mikst lezyonlar (0-IIa+IIc), submukozal invazyon ve lenf nodu metastazı riski taşıdığından, daha dikkatli değerlendirme ve agresif tedavi yaklaşımı gerektirir. Bonniaud ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında, Paris sınıflandırmasının diğer sınıflandırma sistemleri ile birlikte kullanıldığında, lezyonların doğru karakterizasyonuna ve uygun tedavi stratejisinin seçimine katkı sağladığı gösterilmiştir.

Paris sınıflandırması, beyaz ışık endoskopisi ile kolayca uygulanabilir ve tüm endoskopistler için temel bir değerlendirme aracıdır. Ancak, bu sınıflandırma yalnızca makroskopik morfolojiyi tanımlar ve histolojik özelliklerin tahmin edilmesi için diğer sınıflandırma sistemleri ile birlikte kullanılmalıdır (Kaminski ve ark., 2019).

3. Kudo Pit Pattern Sınıflandırması: Yüzey Kripta Yapısının Analizi

Kudo pit pattern sınıflandırması, 1990'lı yıllarda Kudo ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olup, kolorektal lezyonların yüzey kripta (pit) yapısını değerlendiren ilk standardize sistemdir. Bu sınıflandırma, büyütmeli kromoendoskopi (genellikle indigo karmin veya kristal viyole ile) kullanılarak uygulanır ve lezyonların histolojik özelliklerini tahmin etmede yüksek doğruluk sağlar (Zhang ve ark., 2020).

3.1. Kudo Pit Pattern Kategorileri

Kudo sınıflandırması, kripta yapısını beş ana tipe ayırır:

Tip I: Normal, yuvarlak kriptalar. Genellikle normal mukoza veya hiperplastik poliplerde görülür.

Tip II: Yıldız şeklinde veya papiller kriptalar. Hiperplastik polipler ve bazı adenomlar bu paterni gösterir.

Tip III: Küçük, yuvarlak veya tübüler kriptalar. İki alt tipe ayrılır: - Tip IIIS (Small): Küçük, düzenli tübüler kriptalar. Düşük dereceli adenomları

gösterir. - Tip IIIL (Large): Büyük, tübüler kriptalar. Düşük veya orta dereceli adenomları gösterir.

Tip IV: Dallanmış veya jiroid (beyin gibi kıvrımlı) kriptalar. Yüksek dereceli adenomları veya yüzeyel submukozal invazyon gösteren karsinomları gösterir.

Tip V: Düzensiz veya amorph kriptalar. İki alt tipe ayrılır: - Tip Vi (Irregular): Düzensiz, ancak hala tanımlanabilir kriptaya yapısı. Yüzeyel submukozal invazyonu gösterir. - Tip Vn (Non-structural): Kriptaya yapısının tamamen kaybolduğu amorph görünüm. Derin submukozal invazyonu gösterir (Cocomazzi ve ark., 2021).

3.2. Tanısal Performans

Zhang ve arkadaşlarının (2020) meta-analizinde, Kudo pit pattern sınıflandırmasının tanısal etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışma, 19.227 kolorektal lezyonu içeren 31 çalışmayı analiz etmiştir. Kudo sınıflandırması, adenomların ve karsinomların ayırt edilmesinde yüksek doğruluk göstermiştir. Özellikle Tip V paternler, submukozal invaziv karsinomu yüksek özgüllükle tahmin etmiştir.

Cocomazzi ve arkadaşlarının (2021) prospektif karşılaştırmalı çalışmasında, Kudo sınıflandırması ile NICE sınıflandırması karşılaştırılmıştır. Kudo sınıflandırması, adenomların tanısında %91,5 duyarlılık ve %87,5 özgüllük göstermiştir. Gözlemciler arası uyum orta düzeyde bulunmuştur ($\kappa = 0,52$). Çalışma, Kudo sınıflandırmasının deneyimli endoskopistler tarafından kullanıldığında güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir.

3.3. Klinik Uygulama ve Sınırlamalar

Kudo pit pattern sınıflandırması, özellikle Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır ve erken kolorektal kanserlerin endoskopik tedavisinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak, bu yöntemin bazı sınırlamaları vardır: (1) Büyütmeli endoskopi ve kromoendoskopi gerektirir, bu da prosedür süresini uzatır; (2) Yüksek düzeyde eğitim ve deneyim gerektirir; (3) Küçük poliplerde kriptaya yapısının değerlendirilmesi zor olabilir (Bonniaud ve ark., 2022).

Bonniaud ve arkadaşlarının (2022) çalışmasında, Kudo sınıflandırmasının gözlemciler arası uyumu diğer bazı sınıflandırma sistemlerine göre daha düşük bulunmuştur. Özellikle Tip Vi karsinomların tanısında duyarlılık %31,6 gibi düşük bir değerde kalmıştır. Bu bulgular, Kudo sınıflandırmasının klinik pratikte dikkatli kullanılması ve diğer sınıflandırma sistemleri ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

4. NICE Sınıflandırması: Optik Tanı ve Klinik Uygulama

NICE (Narrow-band Imaging International Colorectal Endoscopic) sınıflandırması, 2009 yılında uluslararası bir uzman grubu tarafından geliştirilmiştir. Bu sınıflandırma, dar bant görüntüleme (NBI) teknolojisi kullanılarak, büyütme olmaksızın kolorektal poliplerin gerçek zamanlı optik tanısını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. NICE sınıflandırması, basitliği ve pratik uygulanabilirliği nedeniyle dünya çapında yaygın kabul görmüştür (Puig ve ark., 2018).

4.1. NICE Sınıflandırmasının Prensipleri

NICE sınıflandırması, üç temel endoskopik özelliği değerlendirir:

Renk: Lezyonun çevre mukozaya göre rengi (aynı veya daha açık vs. daha koyu).

Vasküler patern: Yüzey damarlarının görünümü ve dağılımı.

Yüzey paterni: Lezyonun yüzey yapısı.

Bu özelliklere dayanarak, lezyonlar üç tipe ayrılır:

NICE Tip 1: Hiperplastik polipleri gösterir. - Renk: Çevre mukoza ile aynı veya daha açık. - Vasküler patern: Yok veya izole lacy patern (dantel benzeri). - Yüzey paterni: Koyu veya beyaz noktalar, çevre mukoza ile benzer.

NICE Tip 2: Adenomları gösterir. - Renk: Çevre mukozadan daha koyu (kahverengi). - Vasküler patern: Kahverengi damarlar çevre mukozayı çevreler veya lezyonun yüzeyinde görülür. - Yüzey paterni: Oval, tübüler veya dallanmış beyaz yapılar (kripta açıklıkları).

NICE Tip 3: Derin submukozal invazyon şüphesi olan lezyonları gösterir. - Renk: Kahverengi ile koyu kahverengi arası, bazen beyaz alanlar (avasküler alanlar). - Vasküler patern: Düzensiz veya bozulmuş damarlar,

avasküler alanlar. - Yüzey paterni: Amorph veya düzensiz yüzey yapısı (Hamada ve ark., 2021).

4.2. Tanısal Performans ve Klinik Etkinlik

NICE sınıflandırması, adenomların hiperplastik poliplerden ayırt edilmesinde yüksek doğruluk göstermiştir. Djinbachian ve arkadaşlarının (2019) derlemesinde, NICE sınıflandırmasının çoğu görüntüleme tekniği için kalite kriterlerini karşıladığı belirtilmiştir. Ancak, sesil serrated poliplerin (SSP) tanısında NICE sınıflandırması yetersiz kalmaktadır.

Cocomazzi ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında, NICE sınıflandırması adenomların tanısında %88,5 duyarlılık ve %87,5 özgüllük göstermiştir. Gözlemciler arası uyum iyi düzeyde bulunmuştur ($\kappa = 0,65$). Çalışma, NICE sınıflandırmasının Kudo sınıflandırması ile karşılaştırılabilir tanısal doğruluk sağladığını, ancak daha kolay uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

Hamada ve arkadaşlarının (2021) retrospektif çalışmasında, NICE sınıflandırmasının klinik pratikte optik tanı için kullanımı değerlendirilmiştir. Çalışma, NICE Tip 2'nin adenomları tanımada %84,2 duyarlılık gösterdiğini, ancak özgüllüğün %71,1 ile sınırlı kaldığını bulmuştur. Bu bulgular, NICE sınıflandırmasının "resect and discard" stratejisi için uygun olduğunu, ancak invaziv karsinomların tanısında ek değerlendirme gerektiğini göstermektedir.

4.3. Klinik Uygulama Stratejileri

NICE sınıflandırması, iki önemli klinik stratejiyi destekler:

"Resect and Discard" Stratejisi: Küçük (≤ 5 mm) poliplerin NICE Tip 1 veya Tip 2 olarak sınıflandırılması durumunda, histopatolojik inceleme yapılmaksızın rezeke edilip atılması. Bu strateji, patoloji maliyetlerini azaltır ve hasta yönetimini basitleştirir.

"Diagnose and Leave" Stratejisi: Rektosigmoid bölgedeki küçük NICE Tip 1 lezyonların (hiperplastik polipler) yerinde bırakılması. Bu strateji, gereksiz polipektomi risklerini ve maliyetlerini azaltır (Puig ve ark., 2018).

American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE), bu stratejilerin uygulanması için belirli kalite kriterleri belirlemiştir: Adenomların tanısında $\geq 90\%$ negatif prediktif değer ve rektosigmoid

poliplerin sınıflandırılmasında $\geq 90\%$ uyum. Deneyimli endoskopistler bu kriterleri karşılayabilmektedir (Djinbachian ve ark., 2019).

4.4. Sınırlamalar

NICE sınıflandırmasının bazı sınırlamaları vardır: (1) Sesil serrated poliplerin tanısında yetersizdir; (2) İnvazyon derinliğini kesin olarak belirleyemez; (3) Görüntü kalitesi ve endoskopist deneyimi sonuçları etkiler. Bu nedenle, özellikle büyük veya şüpheli lezyonlarda, NICE sınıflandırması diğer sistemlerle (örneğin JNET) birlikte kullanılmalıdır (Bonniaud ve ark., 2022).

5. JNET Sınıflandırması: İnvazyon Derinliğinin Belirlenmesi

JNET (Japan NBI Expert Team) sınıflandırması, 2014 yılında Japon NBI uzmanları tarafından geliştirilmiş olup, 2016 yılında yayımlanmıştır. Bu sınıflandırma, büyütme dar bant görüntüleme (magnifying NBI) kullanarak kolorektal lezyonların invazyon derinliğini tahmin etmeyi ve uygun tedavi stratejisini belirlemeyi amaçlar. JNET, NICE sınıflandırmasının sınırlamalarını aşmak ve özellikle erken kolorektal kanserlerde submukozal invazyon derinliğini daha doğru tahmin etmek için tasarlanmıştır (Sano ve ark., 2016).

5.1. JNET Sınıflandırmasının Kategorileri

JNET sınıflandırması, vasküler patern ve yüzey paternini değerlendirerek lezyonları dört tipe ayırır:

JNET Tip 1: Hiperplastik polipler veya sesil serrated lezyonlar. - Vasküler patern: Görünür damarlar yok veya düzenli, ince damarlar (invisible or regular). - Yüzey paterni: Koyu veya beyaz noktalar, düzenli. - Histoloji: Hiperplastik polip veya sesil serrated lezyon. - Tedavi: Soğuk forseps biyopsi veya soğuk snare polipektomi.

JNET Tip 2A: Düşük dereceli adenomlar. - Vasküler patern: Düzenli kalibrasyon ve dağılım gösteren kahverengi damarlar (regular caliber and distribution). - Yüzey paterni: Düzenli tübüler veya dallanmış yapılar. - Histoloji: Düşük dereceli adenoma. - Tedavi: Polipektomi veya endoskopik mukozal rezeksiyon (EMR).

JNET Tip 2B: Yüksek dereceli adenomlar veya yüzeyel submukozal invazyon ($<1000 \mu\text{m}$, SM1). - Vasküler patern: Değişken kalibrasyon

gösteren, ancak hala düzenli dağılımlı damarlar (variable caliber, still regular distribution). - Yüzey paterni: Tübüler veya dallanmış yapılar, bazı düzensizlikler. - Histoloji: Yüksek dereceli adenoma veya SM1 invazyon. - Tedavi: EMR veya endoskopik submukozal diseksiyon (ESD).

JNET Tip 3: Derin submukozal invazyon ($\geq 1000 \mu\text{m}$, SM2 veya daha derin). - Vasküler patern: Gevşek damar alanları ve avasküler alanlar, düzensiz kalibrasyon ve dağılım (loose vessel areas and avascular areas). - Yüzey paterni: Amorph veya düzensiz yüzey yapısı. - Histoloji: Derin submukozal invaziv karsinom. - Tedavi: Cerrahi rezeksiyon (Sano ve ark., 2018).

5.2. Tanısal Performans

Zhang ve arkadaşlarının (2020) meta-analizinde, JNET sınıflandırmasının tanısal etkinliği Kudo pit pattern sınıflandırması ile karşılaştırılmıştır. Çalışma, 19.227 kolorektal lezyonu içeren 31 çalışmayı analiz etmiştir. JNET sınıflandırmasının tanısal performansı şu şekilde bulunmuştur:

JNET Tip 1: Duyarlılık %73, özgüllük %99, AUC 0,97

JNET Tip 2A: Duyarlılık %88, özgüllük %72, AUC 0,84

JNET Tip 2B: Duyarlılık %56, özgüllük %91, AUC 0,72

JNET Tip 3: Duyarlılık %51, özgüllük %100, AUC 0,90

Meta-analiz, JNET sınıflandırmasının tanısal etkinliğinin Kudo pit pattern sınıflandırması ile eşdeğer olduğunu, ancak daha basit ve net klinik uygulaması nedeniyle JNET'in tercih edilmesi gerektiğini önermiştir (Zhang ve ark., 2020).

Iwatate ve arkadaşlarının (2018) validasyon çalışmasında, JNET sınıflandırmasının geliştirilmesi ve doğrulanması için çok merkezli bir analiz yapılmıştır. Çalışma, JNET'in submukozal invazyon derinliğini tahmin etmede yüksek doğruluk gösterdiğini bulmuştur. Özellikle JNET Tip 3'ün derin submukozal invazyonu %100 özgüllükle tahmin etmesi, cerrahi tedavi kararında kritik öneme sahiptir.

5.3. Klinik Uygulama ve Tedavi Stratejisi

JNET sınıflandırması, tedavi stratejisinin belirlenmesinde doğrudan rehberlik sağlar. Minoda ve arkadaşlarının (2019) çalışmasında, JNET

sınıflandırmasının objektif geçerliliği değerlendirilmiştir. Çalışma, JNET'in kolorektal poliplerin ayırıcı tanısında objektif ve güvenilir bir sistem olduğunu göstermiştir.

Okamoto ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında, eğitim seminerinin JNET sınıflandırmasının tanısallı doğruluğuna etkisi araştırılmıştır. Çalışma, eğitim sonrasında endoskopistlerin JNET sınıflandırmasını kullanma becerilerinin anlamlı şekilde arttığını göstermiştir. Bu bulgu, JNET'in öğrenilebilir ve yaygınlaştırılabilir bir sistem olduğunu desteklemektedir.

Ahmed ve arkadaşlarının (2023) Kuzey Amerika deneyimini bildiren çalışmasında, JNET sınıflandırması endoskopik submukozal diseksiyon (ESD) kararında kullanılmıştır. Çalışma, JNET Tip 2B ve Tip 3 lezyonların ESD ile başarılı şekilde tedavi edildiğini, ancak Tip 3 lezyonlarda rezidüel hastalık riskinin yüksek olduğunu göstermiştir.

5.4. Avantajlar ve Sınırlamalar

JNET sınıflandırmasının başlıca avantajları şunlardır: (1) İnvazyon derinliğini doğru tahmin eder; (2) Tedavi stratejisine doğrudan rehberlik eder; (3) Kudo sınıflandırmasına göre daha basit ve uygulanabilir; (4) Kromoendoskopi gerektirmez, sadece NBI kullanır (Sano ve ark., 2016).

Ancak, bazı sınırlamaları da vardır: (1) Büyütmeli endoskopi gerektirir; (2) Yüksek düzeyde eğitim ve deneyim gerektirir; (3) JNET Tip 2B'nin duyarlılığı nispeten düşüktür (%56), bu da bazı yüksek riskli lezyonların gözden kaçabileceğini gösterir. Bu nedenle, şüpheli durumlarda histopatolojik inceleme hala altın standarttır (Zhang ve ark., 2020).

6. Sınıflandırma Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Klinik Entegrasyonu

Kolorektal lezyonların endoskopik değerlendirmesinde kullanılan dört temel sınıflandırma sistemi (Paris, Kudo, NICE, JNET) farklı özellikleri değerlendirir ve birbirini tamamlar. Bu sistemlerin entegre kullanımı, lezyonların en doğru karakterizasyonunu ve optimal tedavi stratejisinin belirlenmesini sağlar.

6.1. Sınıflandırma Sistemlerinin Karşılaştırması

Bonniaud ve arkadaşlarının (2022) çok merkezli karşılaştırmalı çalışmasında, farklı sınıflandırma sistemlerinin (Paris, Kudo, NICE, WASP ve

CONECCT) performansı değerlendirilmiştir. Çalışma, 206 lezyonu içermiş ve şu önemli bulguları ortaya koymuştur:

Gözlemciler Arası Uyum: CONECCT sınıflandırması en yüksek gözlemciler arası uyumu göstermiştir (Krippendorff alpha = 0,738). NICE ve diğer sistemler daha düşük uyum göstermiştir. Uzman endoskopistler ve yüksek kaliteli görüntüler uyumu artırmıştır.

Tanısal Doğruluk: Adenomların tanısında, CONECCT IIA %89,2 özgüllük gösterirken, NICE Tip 2 %71,1 özgüllük göstermiştir. Adenokarsinomların tanısında, CONECCT IIC %78,9 duyarlılık ve NICE Tip 2 %84,2 duyarlılık göstermiştir. Kudo Vi'nin duyarlılığı ise sadece %31,6 olarak bulunmuştur.

Klinik Uygulama: Çalışma, hiçbir sınıflandırma sisteminin tek başına mükemmel olmadığını, ancak birden fazla sistemin birlikte kullanılmasının tanısal doğruluğu artırdığını göstermiştir (Bonniaud ve ark., 2022).

Cocomazzi ve arkadaşlarının (2021) prospektif karşılaştırmalı çalışmasında, NICE ve Kudo sınıflandırmaları doğrudan karşılaştırılmıştır. Her iki sistem de adenomların tanısında benzer doğruluk göstermiştir (NICE: %88,5 duyarlılık, %87,5 özgüllük; Kudo: %91,5 duyarlılık, %87,5 özgüllük). Ancak, NICE sınıflandırması daha iyi gözlemciler arası uyum göstermiştir (kappa = 0,65 vs. 0,52). Çalışma, NICE'in büyütme gerektirmemesi nedeniyle rutin klinik pratikte daha pratik olduğunu önermiştir. Tablo 2'de sınıflandırma sistemleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 2: Endoskopik Sınıflandırma Sistemlerinin Karşılaştırmalı Analizi

Özellik	Paris	Kudo	NICE	JNET
Temel Özellik	Makroskopik morfoloji	Pit pattern	NBI vasküler/yüzey	NBI vasküler/yüzey
Teknoloji	Beyaz ışık	Kromendoskop	NBI	NBI (magnifikasyonlu)
Karmaşıklık	Basit	Orta	Basit	Orta-İleri
Tanısal Doğruluk	%85-90	%85-95	%85-91	%89-94
Klinik Kullanım	Yaygın	Yaygın	Çok yaygın	Artan kullanım

6.2. Entegre Klinik Yaklaşım

Kaminski ve arkadaşlarının (2019) Avrupa Gastrointestinal Endoskopi Derneği (ESGE) kılavuzunda, kolorektal neoplazilerin tespiti ve ayırt edilmesi için gelişmiş görüntüleme teknikleri önerilmiştir. Kılavuz, şu entegre yaklaşımı önermektedir:

İlk Değerlendirme (Beyaz Işık): Paris sınıflandırması ile makroskopik morfoloji değerlendirilir. Tip 0-IIc veya mikst lezyonlar yüksek risk olarak işaretlenir.

Optik Tanı (NBI veya Kromoendoskopi): Küçük poliplerde (<10 mm) NICE sınıflandırması ile optik tanı yapılır. NICE Tip 1 lezyonlar rektosigmoid bölgede bırakılabilir veya “resect and discard” stratejisi uygulanabilir.

Detaylı Karakterizasyon (Büyütmeli Endoskopi): Büyük veya şüpheli lezyonlarda, JNET veya Kudo sınıflandırması ile invazyon derinliği tahmin edilir. JNET Tip 2B veya Tip 3 lezyonlar ESD veya cerrahi için değerlendirilir (Kaminski ve ark., 2019).

6.3. Eğitim ve Standardizasyon

Okamoto ve arkadaşlarının (2021) çalışması, eğitim seminerlerinin JNET sınıflandırmasının tanısallı doğruluğunu artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde, Mena-Ramírez ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında, deneyimli endoskopistler ve eğitim alan asistanlar arasında NICE sınıflandırmasının doğruluğu karşılaştırılmıştır. Çalışma, deneyimli endoskopistlerin daha yüksek doğruluk gösterdiğini, ancak eğitim alan asistanların da kabul edilebilir performans sergilediğini bulmuştur.

Bu bulgular, sınıflandırma sistemlerinin yaygın kullanımı için standardize eğitim programlarının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, yapay zeka destekli sistemlerin geliştirilmesi, endoskopistlerin tanısallı doğruluğunu artırma potansiyeline sahiptir (Chang, 2022).

6.4. Gelecek Yönelimler

Yapay zeka ve derin öğrenme algoritmalarının endoskopik görüntü analizine entegrasyonu, kolorektal lezyon karakterizasyonunda yeni bir dönem başlatmıştır. Okamoto ve arkadaşlarının (2021) çalışmasında, NICE/JNET sınıflandırmalarını kullanan çok sınıflı bilgisayar destekli tanı

sistemleri geliştirilmiştir. Wu ve arkadaşlarının (2025) çalışmasında, mavi lazer görüntüleme (BLI) ve JNET sınıflandırması ile sesil lezyonların tanısal hassasiyeti artırılmıştır.

Carvalho ve arkadaşlarının (2025) çalışmasında, NICE polip özellik sınıflandırması için kolonoskopi tarama sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler, gerçek zamanlı optik tanıyı otomatikleştirme ve endoskopistlerin iş yükünü azaltma potansiyeline sahiptir. Ancak, yapay zeka sistemlerinin klinik pratiğe entegrasyonu için daha fazla validasyon çalışmasına ihtiyaç vardır (Chang, 2022).

7. Sonuç ve Gelecek Perspektifler

Kolorektal lezyonların endoskopik sınıflandırması ve karakterizasyonu, erken tanı ve uygun tedavi stratejisinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Paris, Kudo, NICE ve JNET sınıflandırmaları, farklı endoskopik özellikleri değerlendirerek birbirini tamamlayan sistemlerdir. Bu sınıflandırmaların entegre kullanımı, lezyonların en doğru karakterizasyonunu sağlar.

Paris sınıflandırması, makroskopik morfolojiyi tanımlayarak ilk risk değerlendirmesini sağlar. Kudo pit pattern sınıflandırması, yüzey kripta yapısını analiz ederek histolojik özellikleri yüksek doğrulukla tahmin eder, ancak büyütme kromoendoskopi gerektirir. NICE sınıflandırması, büyütme olmaksızın NBI ile optik tanı sağlar ve “resect and discard” stratejisini destekler. JNET sınıflandırması, büyütme NBI ile invazyon derinliğini tahmin ederek tedavi stratejisine doğrudan rehberlik eder (Zhang ve ark., 2020), (Bonniaud ve ark., 2022).

Güncel literatür, bu sınıflandırma sistemlerinin yüksek tanısal doğruluk sağladığını göstermektedir. Ancak, performans endoskopist deneyimine, görüntü kalitesine ve lezyon özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Standardize eğitim programları ve kalite güvence önlemleri, bu sistemlerin yaygın kullanımı için esastır (Okamoto ve ark., 2021), (Mena-Ramírez ve ark., 2023).

Gelecekte, yapay zeka destekli sistemlerin geliştirilmesi ve klinik pratiğe entegrasyonu, kolorektal lezyon karakterizasyonunda yeni olanaklar sunacaktır. Bu sistemler, gerçek zamanlı optik tanıyı otomatikleştirebilir, endoskopistlerin tanısal doğruluğunu artırabilir ve iş yükünü azaltabilir. Ancak, yapay zeka sistemlerinin klinik etkinliği ve güvenilirliği için daha

fazla prospektif, çok merkezli validasyon çalışmasına ihtiyaç vardır (Chang, 2022), (Carvalho ve ark., 2025).

Sonuç olarak, kolorektal lezyonların endoskopik sınıflandırması ve karakterizasyonu, modern gastroenteroloji pratiğinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Paris, Kudo, NICE ve JNET sınıflandırmalarının entegre kullanımı, erken kolorektal kanserlerin tespiti ve uygun tedavi stratejisinin belirlenmesinde endoskopistlere güçlü araçlar sağlamaktadır.

8. Kaynakça

- Ahmed, Y., Othman, M. O., Patel, N., Krishnan, K., Abou-Taleb, A., Patel, A., ... & Maple, J. T. (2023). Endoscopic submucosal dissection and JNET classification for colorectal neoplasia: A North American academic center experience. *DEN Open*, 3(1), e322. <https://doi.org/10.1002/deo2.322>
- Bonniaud, P., Winkler, A., Guyot, A., Chaussade, S., Cellier, C., Leblanc, S., ... & Perrod, G. (2022). Endoscopic characterization of colorectal neoplasia with different published classifications: Comparative study involving CONECCT classification. *Endoscopy International Open*, 10(2), E109-E119. <https://doi.org/10.1055/a-1613-5328>
- Carvalho, P., Cardoso, P., Saraiva, M. M., Afonso, J., Ribeiro, T., Ferreira, J. P. S., ... & Macedo, G. (2025). NICE polyp feature classification for colonoscopy screening. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 20(3), 567-575. <https://doi.org/10.1007/s11548-025-03338-9>
- Chang, D. K. (2022). Artificial intelligence-based colorectal polyp histology prediction using narrow-band image-magnifying colonoscopy: A stepping stone for clinical practice. *Clinical Endoscopy*, 55(6), 748-750. <https://doi.org/10.5946/ce.2022.123>
- Cocomazzi, F., Giannetti, A., Pennazio, M., Campanale, M., Buri, L., Bezzio, C., ... & Riccioni, M. E. (2021). Accuracy and inter-observer agreement of the NICE and Kudo classifications of superficial colonic lesions: A comparative study. *International Journal of Colorectal Disease*, 36(5), 1047-1056. <https://doi.org/10.1007/s00384-021-03897-8>
- Djinbachian, R., Dubé, A. J., & Durand, M. (2019). Optical diagnosis of colorectal polyps: Recent developments. *Current Treatment Options in Gastroenterology*, 17(1), 99-114. <https://doi.org/10.1007/s11938-019-00220-x>
- Hamada, K., Kawahara, Y., Okada, H., Tominaga, K., Takemoto, K., Hirao, K., ... & Yamamoto, K. (2021). Utility of the narrow-band imaging international colorectal endoscopic classification for optical diagnosis of colorectal polyp histology in clinical practice: A retrospective study.

- BMC Gastroenterology, 21(1), 398. <https://doi.org/10.1186/s12876-021-01898-z>
- Iwatate, M., Sano, Y., Tanaka, S., Kudo, S. E., Saito, S., Matsuda, T., ... & Fujimori, T. (2018). Validation study for development of the Japan NBI Expert Team classification of colorectal lesions. *Digestive Endoscopy*, 30(5), 642-651. <https://doi.org/10.1111/den.13065>
- Kaminski, M. F., Hassan, C., Bisschops, R., Pohl, J., Dekker, E., Ignjatovic-Wilson, A., ... & Kuipers, E. J. (2019). Advanced imaging for detection and differentiation of colorectal neoplasia: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline. *Endoscopy*, 46(5), 435-449. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1365348>
- Mena-Ramírez, J., Rodríguez-Sánchez, J., Uchima, H., Aburruza, L., Fernández-Esparrach, G., Ginès, À., ... & Sendino, O. (2023). Accuracy of Narrow-Band Imaging International Colorectal Endoscopic Classification for predicting the histology of colon polyps by experienced endoscopists and trainees. *Turkish Journal of Gastroenterology*, 34(12), 1254-1260. <https://doi.org/10.5152/tjg.2023.22854>
- Minoda, Y., Ogino, H., Chinen, T., Ihara, E., Akiho, H., Nakamura, K., & Takayanagi, R. (2019). Objective validity of the Japan Narrow-Band Imaging Expert Team classification system for the differential diagnosis of colorectal polyps. *Digestive Endoscopy*, 31(5), 544-551. <https://doi.org/10.1111/den.13393>
- Okamoto, Y., Uchiyama, S., Miyamoto, R., Yoshida, A., Ishikawa, H., Ida, Y., ... & Tanaka, S. (2021). Effect of educational lecture on the diagnostic accuracy of Japan NBI Expert Team classification for colorectal lesions. *BMC Gastroenterology*, 21(1), 676. <https://doi.org/10.1186/s12876-021-01676-x>
- Puig, I., Bretthauer, M., Hoff, G., Aabakken, L., & Dekker, E. (2018). Optical diagnosis for colorectal polyps: A useful technique now or in the future? *Gut and Liver*, 12(4), 385-392. <https://doi.org/10.5009/gnl17137>
- Sano, Y., Tanaka, S., Kudo, S. E., Saito, S., Matsuda, T., Wada, Y., ... & Ikematsu, H. (2016). Narrow-band imaging (NBI) magnifying endoscopic classification of colorectal tumors proposed by the Japan

- NBI Expert Team. Digestive Endoscopy, 28(5), 526-533.
<https://doi.org/10.1111/den.12644>
- Sano, Y., Tanaka, S., Kudo, S. E., Saito, S., Matsuda, T., Wada, Y., ... & Ikematsu, H. (2018). Japan NBI Expert Team classification: Narrow-band imaging magnifying endoscopic classification of colorectal tumors. Digestive Endoscopy, 30(4), 417-419.
<https://doi.org/10.1111/den.13072>
- Syed, S., Feuerlein, S., Tehrany, S., & Elta, G. H. (2023). Colon polyp characterization (morphology and mucosal patterns): Clinical application and techniques. Annals of Laparoscopic and Endoscopic Surgery, 8, 12. <https://doi.org/10.21037/ales-23-10>
- Wu, L., Zhang, J., Zhou, W., An, P., Shen, L., Liu, J., ... & Yu, H. (2025). Enhanced diagnostic precision of colorectal sessile lesions with blue laser imaging and JNET classification: A multicenter retrospective study in Chinese cohorts. Frontiers in Oncology, 15, 1534922.
<https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1534922>
- Zhang, Q. W., Teng, L. M., Zhang, X. T., Xu, M. D., Yao, L. Q., Zhou, P. H., & Zhong, Y. S. (2020). Diagnostic efficacy of the Japan Narrow-band-imaging Expert Team and Pit pattern classifications for colorectal lesions: A meta-analysis. World Journal of Gastroenterology, 26(40), 6279-6296. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i40.6279>

BÖLÜM 12

REKTUM KANSERİNDE YENİ UFUKLAR

Prof. Dr. Bülent ERKEK¹

Dr. Mertcan KAYIKCI²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19297191>

¹ Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, bulenterkek@gmail.com, orcid id: 0000-0002-9041-341X

² Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, mertcankayikci14@gmail.com, orcid id: 0009-0007-9989-9325

Giriş

Rektum Kanserinin Kısa Tarihçesi

Rektum kanserinde cerrahi, 20. yüzyılın başında Miles'in abdominoperineal rezeksiyonu (APR) ile "radikalite" odaklı bir döneme girdi; bu yaklaşım, distal tümör kontrolünü artırırken kalıcı kolostomi oranlarını doğal olarak yükseltti (Miles, 1971) 1970'lerin sonlarında dairesel stapler kullanıma girmiş, rektum kanseri nedeniyle uygulanan düşük anterior rezeksiyon sonrasında kolorektal anastomozların oluşturulmasında kritik bir rol oynamıştır. Dairesel staplerin en önemli avantajlarından biri, ultra-düşük anastomozların güvenle yapılabilmesine olanak sağlaması ve böylece kalıcı kolostomi oranlarının azalmasına katkıda bulunmasıdır (Kajmolli et al., 2020).

1980'li yıllarda Richard J. Heald ve çalışma arkadaşları tarafından tanımlanan Total Mesorectal Excision (TME) tekniği, rektum kanseri cerrahisinde onkolojik kaliteyi belirgin biçimde yeniden tanımlamış ve lokal nüks oranlarının anlamlı ölçüde azalmasında belirleyici bir dönüm noktası olmuştur. TME'nin temel prensibi, embriyolojik düzlemlere sadık kalınarak mezorektumun viseral pelvik fasyal planlar içinde keskin diseksiyonla en-blok çıkarılmasıdır; bu yaklaşım, sirkumferensiyel rezeksiyon sınırının (CRM) negatifliğini artırmakta, mezorektal bütünlüğü koruyarak patolojik değerlendirmede standardizasyon sağlamaktadır (Heald & Ryall, 1986). Böylece cerrahi, yalnızca tümörün çıkarılmasına değil, aynı zamanda spesmenin morfolojik kalitesi üzerinden ölçülebilir bir onkolojik performansa da odaklanır hâle gelmiştir.

Takip eden dönemde multimodal tedavi anlayışının yerleşmesiyle birlikte, cerrahinin başarısı teknik mükemmeliyetin ötesine taşınmış; özellikle preoperatif radyoterapi uygulamalarının randomize çalışmalarla desteklenen katkısı, lokal kontrol ve uzun dönem sağkalım üzerinde anlamlı iyileşmeler sağlamıştır (Swedish Rectal Cancer Trial, 1997). Bu bulgular, yüksek riskli lokal ileri rektum kanserinde neoadjuvan yaklaşımların standart tedavi algoritmalarının ayrılmaz bir bileşeni hâline gelmesine zemin hazırlamış; günümüzde evreye ve risk profiline dayalı, bireyselleştirilmiş tedavi planlamasının temelini oluşturmuştur (Benson et al., 2024; Hofheinz et al., 2025).

Açık Cerrahiden Minimal İnvaziv ve Robotik Cerrahiye Geçiş

Total mezorektal eksizyonun (TME) 1980’lerde standardize edilmesinin ardından uzun yıllar boyunca açık cerrahi rektum kanserinde temel yaklaşım olmuştur (Heald & Ryall, 1986).

1990’lı yılların başında kolorektal cerrahide laparoskopik tekniklerin uygulanmaya başlamasıyla birlikte minimal invaziv cerrahi gündeme gelmiş; 2000’li yıllarda gerçekleştirilen büyük randomize çalışmalar, laparoskopik TME’nin uzun dönem onkolojik sonuçlar açısından açık cerrahiye non-inferior olduğunu göstermiştir (Bonjer et al., 2015; Jeong et al., 2014). Bu bulgular laparoskopinin güvenli bir alternatif olarak kabul edilmesini sağlamıştır.

Robotik cerrahi ise 2000’li yılların ortalarından itibaren rektum kanseri cerrahisinde uygulanmaya başlanmış; özellikle dar pelvis ve distal tümörlerde teknik avantajlar sunmuştur. Ancak 2017’de yayımlanan ROLARR çalışması, robotik yaklaşımın onkolojik sonuçlar açısından laparoskopiye üstünlük sağlamadığını göstermiştir (Jayne et al., 2017).

Sonuç olarak, rektum kanseri tedavisinde belirleyici olan faktör kullanılan teknolojiye çok, cerrahi yaklaşımın (açık, laparoskopik veya robotik) temel onkolojik prensiplere uygun şekilde uygulanmasıdır. Hiçbir yeni teknoloji iyi bir cerrahi tekniğin önüne geçememektedir.

Rektum Kanserinde Neoadjuvan Tedavinin Gelişimi

Son yıllarda neoadjuvan tedavilerin daha etkin kullanılmasıyla birlikte patolojik tam yanıt (pCR) oranlarında belirgin artış gözlenmiştir; buna paralel olarak genel sağkalım (OS) ve hastalıksız sağkalım (DFS) sürelerinde uzama ve nüks oranlarında anlamlı azalma bildirilmiştir. Bu tedavi yaklaşımlarında daha önce standart neoadjuvan tedavi (SNT) tercih edilirken, son yıllarda total neoadjuvan tedavi (TNT) yaklaşımı klinik pratiğe girmiştir. SNT sonrasında cerrahi sınır pozitifliğinin devam edebilmesi ve istenilen onkolojik sonuçların her zaman elde edilememesi, TNT yaklaşımının geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Ayrıca SNT uygulanan hastalarda adjuvan kemoterapiye uyumsuzluk ve tedavinin tamamlanamaması gibi sorunlar da TNT’nin benimsenmesini hızlandırmıştır. TNT ile hastaların tedaviye uyumu artırılmış, cerrahiye bağlı komplikasyonların adjuvan tedaviyi geciktirme riski ortadan kaldırılmıştır. Bunun yanı sıra, TNT ile elde edilen pCR oranlarındaki artış,

cerrahiyi dışlayan organ koruyucu tedavi stratejilerinin de gündeme gelmesine katkı sağlamıştır (Bayramgil et al., 2025).

Watch-And-Wait Yaklaşımı

Neoadjuvan kemoradyoterapi sonrasında bazı rektum kanseri hastalarında klinik tam yanıt (clinical complete response, cCR) elde edilebilmektedir. Bu gözlem üzerine ilk olarak Habr-Gama ve arkadaşları tarafından tanımlanan watch-and-wait (aktif izlem) yaklaşımı, klinik tam yanıt gelişen seçilmiş hastalarda radikal cerrahiden kaçınılarak hastaların yakın takip edilmesini önermektedir (Habr-Gama et al., 2004). Bu stratejinin temel amacı, özellikle düşük yerleşimli tümörlerde cerrahiye bağlı morbiditeyi ve kalıcı stoma gereksinimini azaltırken onkolojik güvenliği korumaktır. Günümüzde uluslararası çok merkezli veri tabanları ve prospektif çalışmalar, uygun hasta seçimi ve sıkı takip protokolleri ile watch-and-wait yaklaşımının kabul edilebilir lokal yeniden büyüme oranları ve başarılı kurtarma cerrahisi olanakları ile organ koruyucu bir alternatif oluşturabileceğini göstermektedir (Maas et al., 2011; Van der Valk et al., 2018; Smith et al., 2015; Dossa et al., 2017).

Watch-and-wait yaklaşımının güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için en kritik basamak, neoadjuvan tedavi sonrası klinik tam yanıt (clinical complete response, cCR) elde eden hastaların doğru şekilde tanımlanmasıdır. Klinik tam yanıt; dijital rektal muayene, endoskopik değerlendirme ve yüksek çözünürlüklü manyetik rezonans görüntüleme (MRI) bulgularının birlikte değerlendirilmesi ile belirlenir. Dijital rektal muayenede tümör kitlesinin palpe edilmemesi veya yalnızca minimal fibrotik kalınlaşmanın hissedilmesi beklenirken, endoskopide genellikle düzleşmiş mukozal alan, beyaz skar dokusu, telanjiektaziler ve ülserasyon ya da rezidüel tümör bulgusunun olmaması klinik tam yanıt lehine kabul edilmektedir. Görüntüleme yöntemleri içinde özellikle pelvik MRI, rezidüel tümör dokusu ile fibrotik değişikliklerin ayırımında önemli rol oynar ve mezorektal lenf nodlarının değerlendirilmesine katkı sağlar.

Bununla birlikte, klinik tam yanıt değerlendirmesinde belirli ölçüde yorum farklılıkları olabileceği ve bu nedenle hastaların deneyimli merkezlerde değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Uygun hasta seçimi ve sıkı takip protokolleri ile watch-and-wait yaklaşımının seçilmiş hastalarda güvenli bir

organ koruyucu strateji olabileceği gösterilmiştir (Smith et al., 2015; Dossa et al., 2017).

Watch-and-wait yaklaşımında hastaların yakın ve düzenli takibi büyük önem taşımaktadır. Lokal yeniden büyümelerin büyük çoğunluğunun tedaviden sonraki ilk iki yıl içinde ortaya çıktığı gösterildiğinden, bu dönemde daha yoğun bir izlem önerilmektedir. Takip genellikle dijital rektal muayene, endoskopik değerlendirme ve pelvik manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile yapılır. İlk iki yıl boyunca 3–4 ay aralıklarla klinik muayene ve endoskopi önerilirken, pelvik MRI genellikle 6 ay aralıklarla uygulanmaktadır. İki yıldan sonra takip aralıkları kademeli olarak uzatılarak 3–5 yıl boyunca devam ettirilir. Ayrıca sistemik hastalığın değerlendirilmesi amacıyla periyodik toraks ve abdominal görüntüleme ile serum CEA düzeyi takibi de izlem protokolünün bir parçası olarak önerilmektedir. Uygun ve sıkı takip protokolleri ile lokal yeniden büyüme saptanan hastalarda çoğunlukla başarılı kurtarma cerrahisi uygulanabildiği bildirilmiştir (Maas et al., 2011; Van der Valk et al., 2018; Smith et al., 2015; Dossa et al., 2017).

Lokal Eksizyon ve Transanal Teknikler

Erken evre rektum kanserinde, özellikle düşük riskli T1 tümörlerde, lokal eksizyon organ koruyucu bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Ayrıca neoadjuvan tedavi sonrası belirgin tümör regresyonu olan ve rezidüel minimal hastalık şüphesi bulunan seçilmiş hastalarda da lokal eksizyon hem tanısal hem de terapötik amaçla uygulanabilmektedir.

Transanal cerrahi tekniklerdeki gelişmeler bu yaklaşımın uygulanabilirliğini artırmıştır. Transanal Endoscopic Microsurgery (TEM) ve daha sonra geliştirilen Transanal Minimally Invasive Surgery (TAMIS) teknikleri, büyütülmüş görüş altında tam kat eksizyon yapılmasına olanak sağlayarak konvansiyonel transanal eksizyona göre daha yüksek tam rezeksiyon oranları sunmaktadır. Bu minimal invaziv yöntemler, düşük morbidite oranları ve anal sfinkter fonksiyonunun korunması gibi avantajları nedeniyle seçilmiş hastalarda organ koruyucu tedavi stratejilerinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Buess et al., 1992; Atallah et al., 2010; Clancy et al., 2015).

Transanal Total Mezorektal Eksizyon(TaTME)

Minimal invaziv cerrahi tekniklerin gelişmesiyle birlikte, özellikle distal rektum tümörlerinde diseksiyonun zor olduğu dar pelvisli veya obez hastalarda cerrahi görüş ve manevra kısıtlılıklarını aşmak amacıyla transanal total mezorektal eksizyon (TaTME) tekniği geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda mezorektal diseksiyon klasik “top-down” yerine “bottom-up” prensibi ile transanal yoldan başlatılmakta ve abdominal faz ile kombine edilerek tamamlanmaktadır. Bu teknik sayesinde distal rezeksiyon sınırının daha iyi görülmesi ve mezorektal planın daha doğru takip edilmesi mümkün olabilmektedir.

Erken dönem çalışmalar TaTME’nin özellikle distal yerleşimli tümörlerde mezorektal bütünlüğün korunması, negatif sirkumferensiyel rezeksiyon sınırının sağlanması ve teknik erişimin kolaylaştırılması açısından avantaj sağlayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte yöntemin belirgin bir öğrenme eğrisi gerektirdiği ve bazı serilerde bildirilen komplikasyonlar nedeniyle uygulamanın deneyimli merkezlerde yapılması önerilmektedir. Günümüzde TaTME, seçilmiş hastalarda uygulanabilen ve halen klinik sonuçları araştırılmaya devam eden yenilikçi cerrahi yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Sylla et al., 2010; Penna et al., 2017).

Sıvı Biyopsi ve Dolaşımdaki Tümör DNA(ctDNA)

Son yıllarda dolaşımdaki tümör DNA’sı (circulating tumor DNA, ctDNA) analizi kolorektal kanser yönetiminde umut verici bir biyobelirteç olarak öne çıkmıştır. Sıvı biyopsi ile periferik kandan elde edilen ctDNA’nın analizi, özellikle cerrahi sonrası minimal rezidüel hastalığın saptanması, erken rekürrens öngörüsü ve adjuvan tedavi kararlarının kişiselleştirilmesi açısından önemli bilgiler sağlayabilmektedir. Rektum kanserinde yapılan çalışmalar, ctDNA pozitifliğinin rekürrens riski ile güçlü şekilde ilişkili olduğunu ve bu yöntemin gelecekte tedavi stratejilerinin bireyselleştirilmesinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Tie et al., 2019).

Yapay Zeka ve Görüntüleme

Yapay zeka temelli görüntü analiz sistemleri, özellikle manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve dijital patoloji alanında rektum kanseri yönetiminde giderek daha fazla ilgi görmektedir. Derin öğrenme algoritmaları kullanılarak geliştirilen modeller, tümör evrelemesi, tedavi yanıtının

değerlendirilmesi ve neoadjuvan tedavi sonrası klinik tam yanıtın öngörülmesi gibi alanlarda klinisyenlere yardımcı olabilecek potansiyele sahiptir. Bu teknolojilerin gelecekte görüntüleme verileri ile klinik ve moleküler bilgilerin entegrasyonunu sağlayarak daha kişiselleştirilmiş tedavi planlarının oluşturulmasına katkıda bulunması beklenmektedir (Di Costanzo et al., 2023).

Floresan Görüntüleme

Son yıllarda kolorektal cerrahide indosiyanin yeşili (ICG) ile floresan görüntüleme, özellikle minimal invaziv cerrahi ile birlikte giderek daha yaygın kullanılmaktadır. Yakın kızılötesi (near-infrared) görüntüleme sistemleri sayesinde ICG uygulaması sonrası doku perfüzyonu intraoperatif olarak gerçek zamanlı değerlendirilebilmekte ve bu yöntem özellikle anastomoz hattının kanlanmasının objektif olarak gösterilmesine olanak sağlamaktadır.

Rektum kanseri cerrahisinde bu teknolojinin en önemli kullanım alanı anastomoz perfüzyonunun değerlendirilmesidir. ICG floresan anjiyografi sayesinde cerrahlar anastomoz için kullanılacak bağırsak segmentinin vaskülarizasyonunu değerlendirebilmekte ve gerektiğinde rezeksiyon seviyesini değiştirebilmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda ICG'nin lenfatik haritalama ve sentinel lenf nodu tespiti amacıyla da kullanılabileceği bildirilmiştir. Robotik ve laparoskopik cerrahi sistemlerine entegre edilen floresan görüntüleme teknolojilerinin, rektum kanseri cerrahisinde kullanım alanının giderek genişlemesi beklenmektedir (Widanage et al., 2025; Sun et al., 2024).

İmmünoterapi ve Moleküler Tedavi Yaklaşımları

Rektum kanserinde moleküler biyoloji alanındaki gelişmeler, özellikle mismatch repair deficient (dMMR) veya mikrosatellit instabilitesi yüksek (MSI-H) tümörlerde yeni tedavi seçeneklerinin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Son yıllarda immün kontrol noktası inhibitörleri ile yapılan çalışmalar bu hasta grubunda dikkat çekici sonuçlar göstermiştir. Cercek ve arkadaşları tarafından yayımlanan faz II bir çalışmada, lokal ileri dMMR rektum kanseri olan hastalarda anti-PD-1 ajanı dostarlimab ile uygulanan tedavi sonrasında tüm hastalarda klinik tam yanıt elde edildiği ve hiçbir hastada kemoradyoterapi veya cerrahi gereksinimi oluşmadığı bildirilmiştir. Bu bulgular, seçilmiş moleküler alt tiplerde immünoterapinin gelecekte organ

koruyucu tedavi stratejilerinin önemli bir parçası haline gelebileceğini düşündürmektedir (Cercek et al., 2022).

Günümüzde rektum kanseri tedavisi yalnızca cerrahi tekniklerdeki gelişmelerle değil, aynı zamanda multimodal tedavi stratejileri, moleküler biyoloji ve ileri görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemelerle şekillenmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda gelecekte rektum kanseri tedavisinin daha minimal invaziv, fonksiyon koruyucu ve hastaya özgü tedavi yaklaşımlarına doğru evrilmesi beklenmektedir.

Endoskopik Mukozal Rezeksiyon-Endoskopik Submukozal Diseksiyon

Endoskopik mukozal rezeksiyon (EMR) ve endoskopik submukozal diseksiyon (ESD), prekanseröz ve erken evre kanserli kolorektal lezyonlarının çıkarılması için kullanılan iki yöntemdir (Keihanian & Othman, 2021). Bu yöntemler arasında ESD, tümör boyutundan bağımsız olarak daha yüksek en-blok rezeksiyon oranı sağlamaktadır.

Batı ülkelerinde, 2 cm'den küçük rektal lezyonların tedavisinde EMR, etkinlik ve güvenlik açısından başarılı sonuçlar sağlaması nedeniyle halen kabul edilen standart tedavi yöntemidir. Bununla birlikte, 2 cm'den büyük lezyonlarda EMR çoğu zaman parçalı (piecemeal) rezeksiyon gerektirmekte olup, bu durum artmış lokal nüks oranı ile ilişkilidir ve rezeksiyon sınırlarının histopatolojik olarak değerlendirilmesini güçleştirmektedir (Mohammed et al., 2025). Ayrıca, yakın zamanda yapılan bir maliyet-etkinlik analizi, ESD ile gerçekleştirilen en-blok rezeksiyon stratejisinin, EMR ile uygulanan parçalı rezeksiyon yaklaşımına kıyasla yüksek riskli rektal lezyonların tedavisinde daha ekonomik olabileceğini göstermiştir; zira bu yaklaşım sonradan radikal rektal cerrahi gereksinimi duyan hasta sayısını azaltmaktadır (Bahin et al., 2018).

Endoskopik submukozal diseksiyon (ESD), gastrointestinal mukozal lezyonların tedavisinde cerrahiye daha az invaziv bir alternatif sunan ileri bir endoskopik yöntem olarak, EMR'nin sınırlılıklarını aşmak amacıyla ilk kez 1995 yılında Japonya'da geliştirilmiştir. Bu teknikte, submukozal diseksiyonu gerçekleştirmek ve kolorektal lezyonların en-blok rezeksiyonunu kolaylaştırmak amacıyla modifiye edilmiş bir iğne bıçak kullanılmakta olup, özellikle 2 cm'den büyük rektal lezyonlarda uygulanabilmektedir. Bununla

birlikte, ESD bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir; bunlar arasında teknik olarak daha karmaşık bir prosedür olması, işlem süresinin daha uzun olması ve özel eğitim-öğrenme eğrisi ile ekipman gerektirmesi yer almaktadır. Ayrıca ESD, daha yüksek maliyetlerle ilişkili olup kanama ve perforasyon gibi komplikasyon risklerinin de artmış olmasıyla ilişkilendirilmektedir (Mohammed et al., 2025).

Sonuç olarak, EMR küçük ve düşük riskli lezyonlarda etkin ve güvenli bir yöntem olmaya devam ederken, daha büyük veya submukozal invazyon şüphesi bulunan rektal lezyonlarda en-blok rezeksiyon sağlayabilmesi nedeniyle ESD giderek daha fazla tercih edilen bir tedavi seçeneği haline gelmektedir.

Kaynakça

- Miles, W. E. (1971). A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon (1908). *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 21(6), 361–372. <https://doi.org/10.3322/canjclin.21.6.361>
- Kajmolli, A., McGuirk, M., Gachabayov, M., Bergamaschi, R., & Latifi, R. (2020). Evolution of the circular stapler in rectal cancer surgery. *Surgical Technology International*, 37, 99–101.
- Heald, R. J., & Ryall, R. D. H. (1986). Recurrence and survival after total mesorectal excision for rectal cancer. *The Lancet*, 1, 1479–1482.
- Swedish Rectal Cancer Trial. (1997). Improved survival with preoperative radiotherapy in resectable rectal cancer. *The New England Journal of Medicine*, 336(14), 980–987.
- Benson, A. B., Venook, A. P., Al-Hawary, M. M., Azad, N., Chen, Y. J., Ciombor, K. K., et al. (2024). NCCN Guidelines® insights: Rectal cancer, version 3.2024. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, 22(6), 366–383.
- Hofheinz, R.-D., Fokas, E., Benhaim, L., Price, T. J., Arnold, D., Beets-Tan, R., et al. (2025). Localised rectal cancer: ESMO clinical practice guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology*, 36(9), 1007–1024. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2025.05.528>
- Bonjer, H. J., Deijen, C. L., Abis, G. A., Cuesta, M. A., van der Pas, M. H., de Lange-de Klerk, E. S., et al. (2015). A randomized trial of laparoscopic versus open surgery for rectal cancer. *The New England Journal of Medicine*, 372(14), 1324–1332. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1414882>
- Jeong, S. Y., Park, J. W., Nam, B. H., Kim, S., Kang, S. B., Lim, S. B., et al. (2014). Open versus laparoscopic surgery for mid or low rectal cancer after neoadjuvant chemoradiotherapy (COREAN trial): Survival outcomes of an open-label, non-inferiority, randomised controlled trial. *The Lancet Oncology*, 15(7), 767–774. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(14\)70205-0](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(14)70205-0)
- Jayne, D., Pigazzi, A., Marshall, H., Croft, J., Corrigan, N., Copeland, J., et al. (2017). Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery

- on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer: The ROLARR randomized clinical trial. *JAMA*, 318(16), 1569–1580. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.7219>
- Bayramgil, A., Bilici, A., Tatlı, A. M., Kahraman, S., Altıntaş, Y. E., Akgül, F., et al. (2025). Lokal ileri evre rektal kanser tanısı konmuş hastalarda standart neoadjuvan tedavi ile total neoadjuvan tedavinin etkinlik açısından karşılaştırılması. *Medicina (Kaunas)*, 61(2), 340. <https://doi.org/10.3390/medicina61020340>
- Habr-Gama, A., Perez, R. O., Nadalin, W., Sabbaga, J., Ribeiro, U., Silva e Sousa, A. H., et al. (2004). Operative versus nonoperative treatment for stage 0 distal rectal cancer following chemoradiation therapy. *Annals of Surgery*, 240(4), 711–717. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000141194.27992.32>
- Maas, M., Beets-Tan, R. G. H., Lambregts, D. M. J., Lammering, G., Nelemans, P. J., Engelen, S. M. E., et al. (2011). Wait-and-see policy for clinical complete responders after chemoradiation for rectal cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 29(35), 4633–4640. <https://doi.org/10.1200/JCO.2011.37.7176>
- Van der Valk, M. J. M., Hilling, D. E., Bastiaannet, E., Meershoek-Klein Kranenbarg, E., Beets, G. L., Figueiredo, N. L., et al. (2018). Long-term outcomes of clinical complete responders after neoadjuvant treatment for rectal cancer in the international Watch & Wait Database (IWWD): An international multicentre registry study. *The Lancet*, 391(10139), 2537–2545. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31078-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31078-X)
- Smith, J. J., Chow, O. S., Gollub, M. J., Nash, G. M., Temple, L. K., Weiser, M. R., et al. (2015). Organ preservation in rectal adenocarcinoma: A phase II randomized controlled trial evaluating 3-year disease-free survival. *BMC Cancer*, 15, 767. <https://doi.org/10.1186/s12885-015-1632-z>
- Dossa, F., Chesney, T. R., Acuna, S. A., & Baxter, N. N. (2017). A watch-and-wait approach for locally advanced rectal cancer after a clinical complete response. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 2(7), 501–513. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(17\)30074-2](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(17)30074-2)
- Buess, G., Mentges, B., Manncke, K., Starlinger, M., Becker, H. D., & Buess, H. (1992). Technique and results of transanal endoscopic microsurgery

- in early rectal cancer. *Surgical Endoscopy*, 6(5), 245–250. <https://doi.org/10.1007/BF00188557>
- Atallah, S., Albert, M., & Larach, S. (2010). Transanal minimally invasive surgery: A giant leap forward. *Surgical Endoscopy*, 24(9), 2200–2205. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-0927-z>
- Clancy, C., Burke, J. P., Albert, M. R., O’Connell, P. R., & Winter, D. C. (2015). Transanal endoscopic microsurgery versus standard transanal excision for rectal neoplasms. *Diseases of the Colon & Rectum*, 58(3), 254–261. <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000000309>
- Sylla, P., Rattner, D. W., Delgado, S., & Lacy, A. M. (2010). NOTES transanal rectal cancer resection. *Surgical Endoscopy*, 24(5), 1205–1210. <https://doi.org/10.1007/s00464-010-0965-6>
- Penna, M., Hompes, R., Arnold, S., Wynn, G., Austin, R., Warusavitarne, J., et al. (2017). Transanal total mesorectal excision. *Annals of Surgery*, 266(1), 111–117. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000001948>
- Tie, J., Cohen, J. D., Wang, Y., Christie, M., Simons, K., Lee, M., et al. (2019). Circulating tumor DNA analyses as markers of recurrence risk. *JAMA Oncology*, 5(12), 1710–1717. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2019.3616>
- Di Costanzo, G., Ascione, R., Ponsiglione, A., Tucci, A. G., Dell’Aversana, S., Iasiello, F., et al. (2023). Artificial intelligence and radiomics in MRI of rectal cancer. *Exploration of Targeted Anti-tumor Therapy*, 4, 406–421. <https://doi.org/10.37349/etat.2023.00142>
- Widanage, N., Khan, Z. A., & Gunathilaka, K. (2025). Indocyanine green fluorescence angiography in preventing anastomotic leak. *Cureus*, 17(10), e94979. <https://doi.org/10.7759/cureus.94979>
- Sun, Y., Tang, Z., Deng, Y., Xu, Z., Chen, Z., Huang, S., et al. (2024). ICG-guided laparoscopic para-aortic lymphadenectomy. *Asian Journal of Surgery*, 47(11), 4744–4751. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2024.04.027>
- Cercek, A., Lumish, M., Sinopoli, J., Weiss, J., Shia, J., Lamendola-Essel, M., et al. (2022). PD-1 blockade in mismatch repair-deficient rectal cancer. *New England Journal of Medicine*, 386(25), 2363–2376. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2201445>

- Keihanian, T., & Othman, M. O. (2021). Colorectal endoscopic submucosal dissection. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 14, 317–330. <https://doi.org/10.2147/CEG.S249869>
- Mohammed, H., Mohamed, H., Mohamed, N., Sharma, R., & Sagar, J. (2025). Early rectal cancer: Advances in diagnosis and management. *Cancers*, 17, 588. <https://doi.org/10.3390/cancers17040588>
- Bahin, F. F., Heitman, S. J., Rasouli, K. N., Mahajan, H., McLeod, D., Lee, E. Y. T., et al. (2018). EMR vs ESD for colorectal lesions. *Gut*, 67(11), 1965–1973. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2017-313823>

BÖLÜM 13

GENEL CERRAHİ ALANINDA YENİ ARAŞTIRMA OLANAKLARI: YAPAY ZEKA, ROBOTİK CERRAHİ, NANOTEKNOLOJİ VE ÖTESİ

Doç. Dr. Mehmet Fatih EKİCİ¹
Dr. Öğr. Üyesi Yalçın SÖNMEZ²

¹ Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye, mehmetfatih.ekici@ksbu.edu.tr, orcid id: 0000-0002-1247-1139

² Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye, dryalcinsonmez@gmail.com, orcid id: 0000-0002-2339-3578

1. Giriş

Cerrahi, insanlık tarihinin en eski tıbbi disiplinlerinden biri olmasına karşın, hiçbir dönemde bugünkü kadar hızlı ve köklü bir dönüşüm yaşamamıştır. Antik çağlarda kaba enstrümanlarla gerçekleştirilen amputasyonlardan, yüksek mortalite ve morbidite oranlarından, 20. yüzyılın ilk yarısında anestezi ve aseptisi tekniklerinin yerleşmesiyle birlikte sistematik bir bilimsel yaklaşıma kavuşmasına, ardından laparoskopi ve minimal invazif cerrahinin devrimine uzanan cerrahi; artık yapay zeka, moleküler biyoloji ve ileri mühendisliğin katkıları ile yükselen yeni bir eşiğe ulaşmıştır. Bu eşik, yalnızca teknik bir ilerlemenin değil; cerrahın kimliğini, araştırmacının yöntemini ve klinisyenin karar verme süreçlerini temelden yeniden tanımlayan bir devrimi kapsamaktadır.

Son on yılda yayımlanan araştırmalar, cerrahi biliminin artık yalnızca ameliyathane pratiğiyle sınırlı kalmadığını ortaya koymaktadır. Preoperatif karar destek sistemlerinden intraoperatif navigasyona, postoperatif izlemde hastaya özel tedavi planlamasına uzanan tüm tıbbi süreç, veri odaklı ve teknoloji entegreli yaklaşımlarla yeniden tasarlanmaktadır. Bu dönüşümün temel itici güçleri arasında yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmalarının olgunlaşması, robotik platformların erişilebilirliğinin artması, nanomedikal uygulamaların klinik araştırmalara taşınması ve biyobaskı teknolojisinin doku mühendisliğine entegrasyonu sayılabilir.

Genel cerrahinin geleceğini şekillendiren yedi temel araştırma alanı Cerrahi 4.0 ve yapay zeka, robotik ve otonom sistemler, artırılmış/sanal gerçeklik, nanoteknoloji ve hassas tıp, 3D biyobaskı ve doku mühendisliği, minimal invazif ve non-invazif cerrahi ile etik-hukuki boyutlar gelecekte cerrahi araştırmacılar için yeni araştırma alanları haline gelecektir.

Sanayi devrimi ve teknolojik ilerlemenin tarihi seyrine paralel olarak, tıp ve cerrahi de kendi 4.0 devrimini yaşamaktadır. Bu eşiğin ayırt edici özelliği, teknolojinin artık yalnızca cerrahın elini daha yetenekli hale getiren bir araç değil; kararlarını şekillendiren, hatalarını azaltan ve öngörü kapasitesini artıran bir ortak olarak konumlanmasıdır. Ancak bu ortaklığın ne ölçüde ileri götürülebileceği; cerrahın karar alma ve uygulama özgürlüğünü, hasta güvenliğini ve mesleki sorumluluğu nasıl etkileyeceği soruları, hem teknik hem de etik boyutta yanıt beklemektedir (Vogel vd., 2019; Feußner vd., 2018).

2. Cerrahi 4.0: Yapay Zeka ve Büyük Veri

"Cerrahi 4.0" kavramı, teknolojik sanayi devriminin cerrahi bilime yansımaları ifade eden ve giderek yaygınlaşan bir çerçeve kavramıdır. Bu çerçevenin merkezinde, sağlık sistemlerinin ürettiği devasa veri dosyalarının elektronik sağlık kayıtları, tıbbi görüntüler, genomik veriler, biyosensör çıktıları ve ameliyathane kayıtları yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmalarıyla işlenerek anlamlı klinik öngörüye dönüştürülmesi yatmaktadır. Bu dönüşüm, cerrahi araştırmalarının hem metodolojisini hem de ürettiği bilginin niteliğini köklü biçimde değiştirmektedir (Vogel vd., 2019).

2.1. Öngörü Analizi ve Klinisyen Karar Desteği

Geleneksel cerrahi araştırmaları büyük ölçüde retrospektif tasarımlara dayalı; geçmiş olgu serileri üzerinden risk faktörlerini tanımlamaya ve komplikasyon öngörüsünü tespiti çalışmıştır. Yapay zeka (YZ) destekli araştırmalar ise bu yaklaşımı tersine çevirmekte ve prospektif bir öngörü kapasitesi sunmaktadır. Panossian ve Kaafarani (2025), derlemelerinde YZ algoritmalarının ameliyat öncesi dönemde hasta demografisi, komorbidite profili, görüntüleme bulguları ve laboratuvar parametrelerini sentezleyerek bireysel komplikasyon risklerini anastomoz kaçağı, kanama, enfeksiyon, tromboemboli hesaplayabileceğini ve bu öngörülerin hem preoperatif hazırlığı hem de intraoperatif karar almayı iyileştirebileceğini göstermektedir.

Derin öğrenme (deep learning) modellerinin özellikle preoperatif görüntü analizinde sağladığı başarılar dikkat çekicidir. Kowal ve ark. (2025) tarafından yürütülen çok merkezli çalışma, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans verilerinden eğitilen yapay zeka modellerinin tümör sınırlarını, vasküler yapıları ve kritik anatomiye geleneksel cerrahi deneyime kıyasla daha doğru ve daha hızlı tanımladığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, "cerrah ile yapay zekanın ortaklaşa çalıştığı" hibrit karar destek sistemlerinin klinik araştırmalardaki potansiyelini güçlü biçimde desteklemektedir.

Büyük veriyi değerlendirebilen yapay zeka modellerinin, cerrahi araştırmalar üzerindeki etkisi yalnızca klinik risk tahminiyle sınırlı değildir. Akademik merak açısından, yapay zeka araçlarının sistematik derleme-bibliyometrik metodolojisini, meta-analiz süreçlerini ve klinik kanıt kalitesine katkısı giderek daha fazla tartışılmaktadır. Aurello ve ark. (2025) bu

tartışmayı cerrahi eğitim yönünden ele almakta ve yapay zekanın yalnızca bir araştırma aracı değil, aynı zamanda bir eğitim ortağı olmasını değerlendirmektedir. Bu platformlar teknik becerileri, el-göz koordinasyonunu ve hata azaltmayı geliştirirken, kişiselleştirilmiş yapay zeka odaklı geri bildirim sistemleri öğrenmeyi ve beceri değerlendirmesini geliştirir. Dijital cerrahi ayrıca teorik bilgi ile klinik uygulama arasındaki boşluğu doldurarak yenilikçi eğitim metodolojilerini teşvik eder. Finansal kısıtlamalar ve etik kaygılar gibi zorluklara rağmen, dijital cerrahide yapay zeka, cerrahi eğitimi yeniden tanımlayan ve eğitilene modern sağlık hizmetleri için standartlaşmış bilgileri içeren felsefe ile dönüştürücü bir güç olarak ortaya çıkıyor.

2.2. Görüntü İşleme, Bilgisayarlı Görü ve İntraoperatif Navigasyon

Bilgisayarlı görü (computer vision) alanındaki araştırmalar, yapay zekanın ameliyathane içindeki rolünü klinik destek düzeyinden aktif navigasyon sürecine taşımıştır. Derin öğrenmeye dayalı görüntü topografik anatomi algoritmaları, laparoskopik ve robotik cerrahi görüntülerinde hastalıklı doku, sağlıklı dokuyu, vasküler yapıları ve sinirleri ayrıştırmada insan gözünden anlamlı ölçüde daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu kanaati gelişmiştir. Bu sistemlerin en kritik uygulamalarından biri, cerrahın gözden kaçırabileceği mikroskobik rezidüel tümör odaklarını ve lenf nodu mikrometastazlarını intraoperatif olarak işaretleyebilen gerçek zamanlı doku analiz yeteneğidir.

Bu bağlamda Feußner ve ark. (2018), robotik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin gelişim düzeyini ve gelecek perspektiflerini kapsamlı biçimde değerlendirmekte; özellikle intraoperatif navigasyon sistemlerinin laparoskopik prosedürlerdeki güvenlik profilini iyileştirme potansiyelini öne çıkarmaktadır. Araştırmalar ayrıca, bu teknolojilerin çıktılarının standartlaştırılması ve klinik doğruluğunun prospektif randomize çalışmalarla kanıtlanması gerektiğine işaret etmektedir, deneyimli cerrahların ve araştırmacıların kontrolünde olsa da mevcut kanıt tabanının büyük bölümü hâlâ gözlemsel ya da pilot tasarımlardan (kısıtlı sayıda vaka örnekleri) oluşmaktadır.

Yapay zekanın cerrahi araştırmalar üzerindeki etkisini değerlendirirken

dikkat edilmesi gereken bir husus, algoritmaların "kara kutu" niteliğidir. Özellikle derin öğrenme modellerinin karar gerekçelerinin yorumlanabilir olmaması, klinik bağlamlarda bilimsel-meşru bir güven sorunu yaratmaktadır. Açıklanabilir yapay zeka (explainable AI, XAI) araştırmaları bu boşluğu doldurmayı hedeflemekte; temel amaç olarak da klinisyenlerin-araştırmacının YZ verdiği önerilerin gerekçesini anlayabildiği, dolayısıyla sisteme bilinçli bir özerklik devredilebileceği şeffaf modeller geliştirmektedir. Bu alan, önümüzdeki dönemde cerrahi YZ araştırmalarının en aktif gündemlerinden biri olmaya devam edecektir. Gelecek araştırmaların odağı sadece doğruluk oranları değil, bu algoritmaların klinik karar verme sürecine nasıl entegre edileceği olmalıdır.

3. Robotik Cerrahi ve Otonom Sistemler

Robotik cerrahi, da Vinci Cerrahi Sistemi'nin 2000 yılında FDA onayı almasıyla klinik pratiğe girmiş ve ilerleyen yıllarda hızla yaygınlaşmıştır. Bugün itibarıyla robotik sistem kullanımı tüm yüksek maliyet etkinliğine rağmen yalnızca üroloji, jinekoloji ve kolorektal cerrahiyle sınırlı kalmamakta; genel cerrahi, toraks cerrahisi ve bariatrik prosedürler de dahil olmak üzere neredeyse tüm cerrahi branşlara yayılmaktadır. Alip ve ark. (2022) tarafından yürütülen kapsamlı derleme, mevcut robotik platformların teknik özelliklerini ve klinik sonuç verilerini karşılaştırmalı biçimde inceleyerek gelecek nesil sistemlerin araştırma gündemini ortaya koymaktadır.

3.1. Haptik Geri Bildirim ve Akıllı Doku Algılama

Mevcut robotik sistemlerin cerrahlar tarafından en sık dile getirilen sınırlılığı, dokunma ve kuvvet geri bildiriminin (haptic feedback) yokluğudur. Açık cerrahide cerrahın parmakları aracılığıyla doğrudan algıladığı doku sertliği, elastikiyeti ve direnç bilgisi; robotik platformlarda kaybolmaktadır. Bu durum, ince doku planları arasındaki ayrışma, vasküler yapılara yakınlık ve bağırsak anastomoz gerginliğinin değerlendirilmesi gibi kritik intraoperatif kararlarda bazen potansiyel probleme dönüşmektedir. Gelecek araştırma konuları arasında görsel ipuçları (visual haptics), gerçek dokunsal geri bildirimin yerini ne kadar tutabilir? Robotik cerrahideki araştırma gündemi, sadece otonomiye değil, duyuşsal kaybın teknolojik telafisini kapsayan

araştırmalardır.

Bu boşluğu kapatmayı hedefleyen araştırmalar; basınç sensörü dizileri, piezoelektrik materyal tabanlı sistemler ve sinir iletim simülasyonu tekniklerini bir araya getirerek hem doku direncini hem de doku sıcaklığını gerçek zamanlı iletebilen "akıllı enstrüman" prototipleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

3.2. Yarı Otonom ve Otonom Robotik Sistemler

Araştırma ufkunun en çarpıcı yönelimlerinden biri, robotik cerrahinin "tele- manipülasyon"dan "özerk müdahale"ye doğru evrilen potansiyelidir. Bu yolculuğun somut bir prototipi olan STAR (Smart Tissue Autonomous Robot), yumuşak doku dikişleme görevlerini cerrahlardan ölçülebilir biçimde daha hassas ve tutarlı bir şekilde gerçekleştirebilmiş; bu sonuçlar Nature Machine Intelligence'da kamuoyuyla paylaşılmıştır. Long ve ark. (2024), robotik cerrahiyle ilgili global klinik araştırmaların bibliometrik ve görselleştirilmiş analizini sunarak bu alandaki araştırma sayısı ve niteliğinin son beş yılda dramatik biçimde arttığını ortaya koymaktadır.

Yarı otonom sistemlerde ise araştırmalar, belirli tekrarlayan görevlerin —doku germe, staplerin konumlandırılması, cerrahi alanı yıkama ve emme ihtiyacının otomatize edildiği, cerrahın ise stratejik kararlar ve beklenmedik durumlarla başa çıkma konusunda birincil rolü üstlendiği hibrit modeller üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu durum yalnızca teknik değil; cerrahın mesleki kimliğini, eğitim modellerini ve yasal sorumluluğunu doğrudan ilgilendiren medikolegal-etik değişikliği temsil etmektedir.

3.3. Telesurgery ve 5G Entegrasyonu

5G iletişim altyapısının yaygınlaşması, uzaktan cerrahi (telesurgery) araştırmalarına kritik bir ivme kazandırmıştır. Geleneksel 4G ve fiber optik bağlantıların getirdiği gecikme sorunu özellikle ince motor kontrol gerektiren ameliyatlarda ciddi bir güvenlik endişesi oluşturmaktaydı. 5G'nin sağladığı 1 milisaniyenin altındaki gecikme süreleri, bir cerrahın binlerce kilometre ötedeki hastayı ameliyat ettiği senaryoları artık teorik olmaktan çıkarmaktadır. Bu alandaki araştırmalar, teknik yeterliliğin yanı sıra veri güvenliği protokollerine, sinyalin beklenmedik biçimde kesilmesi durumunda vakaya eşlik eden cerrah veya robotun güvenli moda geçişini sağlayan "fail-

safe" mekanizmalarına ve uluslararası düzlemde hukuki düzenleme boşluklarının giderilmesine odaklanmaktadır.

4. Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Cerrahi Eğitim

Cerrahi eğitim ve beceri geliştirme, yüzyıllardır "bak, yap, öğret" ilkesine dayalı kalmıştır. Bu geleneksel model; kadavra temelli çalışmalara, ameliyat gözlemine ve giderek artan hasta güvenliği kaygılarıyla kısıtlanan deneyim biriktirilmesine dayanmaktadır. Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileri, bu bakış açısını temelinden dönüştürme iddiasıyla cerrahi eğitim araştırmalarının en hareketli gündem maddelerinden birini oluşturmaktadır. Aurello ve ark. (2025) bu dönüşümü dijital cerrahi çağında eğitim kalitesinin artırılması bağlamında ele almakta ve yapay zekanın eğitim süreçlerine entegrasyonunun çerçevesini tartışmaktadır.

4.1. Hasta Spesifik Simülasyonlar ve Sanal Modeller

Hastanın bilgisayarlı tomografi veya manyetik rezonans görüntülerinden elde edilen verilerle oluşturulan üç boyutlu sanal anatomik modeller üzerinde, ameliyat öncesinde gerçekçi simülasyon olanağı sunulmaktadır. Bu "hasta spesifik simülasyon" yaklaşımı, özellikle karmaşık hepatik, pankreas ve kolorektal rezeksiyonlarda cerraha kritik anatomik varyasyonlar konusunda önceden hazırlık imkânı sağlamaktadır. Bununla birlikte araştırmalar, bu simülasyonların sağladığı eğitim kazanımlarının gerçek ameliyat performansına yansımaları kanıtlayacak yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmaların henüz yetersiz kaldığını vurgulamaktadır. Simülasyonda başarılı olan bir asistanın, canlı dokudaki "stres ve varyasyon" altında aynı performansı sergileyip sergilemeyeceği, gelecek prospektif çalışmaların ana teması olmalıdır.

4.2. İntraoperatif Artırılmış Gerçeklik(AR) Uygulamaları

AR teknolojisinin belki de en çarpıcı cerrahi uygulaması, intraoperatif dönemde gerçek zamanlı anatomik rehberlik sağlamasıdır. Google Glass ve Microsoft HoloLens gibi giyilebilir AR platformları aracılığıyla, cerrahın görüş alanına hastanın deri altındaki vasküler yapılar, tümör sınırları veya safra yolları gibi kritik anatomik detaylar bir "katman" (overlay) olarak yansıtılabilmektedir. Bu yaklaşım, safra kanalı yaralanmaları, aortik prosedürlerdeki yanlış mesafe değerlendirmeleri ve onkolojik rezeksiyonlarda

sınır belirsizliği gibi önlenabilir cerrahi hataları azaltmayı hedeflemektedir. Kowal ve ark. (2025), preoperatif planlama teknolojilerindeki bu ilerlemeyi cerrahi çıktı verileriyle ilişkilendiren güncel kanıtları kapsamlı biçimde değerlendirmektedir.

5. Nanoteknoloji, Hassas Tıp ve Teranostatik Yaklaşımlar

Cerrahi, tarihsel olarak makroskobik bir müdahale disiplini olmuştur. Ancak nanoteknoloji ve moleküler biyolojinin kesişimi, cerrahiye mikroskobik ve hatta moleküler ölçeklere taşıma potansiyeli taşımaktadır. "Teranostatik" (theranostics) kavramı tedavi (therapy) ile tanı (diagnostics) işlevlerini tek bir platforma entegre etmek bu dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Nanoteknoloji destekli cerrahi araştırmalar, özellikle onkolojik cerrahide radikal bir etkinlik ve güvenlik iyileştirmesi vaat etmektedir.

5.1. Floresan Rehberli Cerrahi ve Nanopartiküller

Onkolojik cerrahinin en kritik hedeflerinden biri, tümörün tam olarak temizlenmesini —negatif cerrahi sınır— sağlarken sağlıklı dokunun maksimum ölçüde korunmasıdır. Bu ikili hedefe ulaşmada floresan rehberli cerrahi (FGS) ve nanopartiküller birlikte kullanıldığında son derece umut verici sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Wang ve ark. (2018), indosiyanın yeşili (indocyanine green, ICG) içeren nanopartiküllerin tümör spesifik birikimini, floresan sinyal intensitesini ve farmakokinetik profilini kapsamlı biçimde incelemiş; bu platformların in vivo kanser tanı-tedavisi için güçlü bir potansiyel taşıdığını göstermiştir.

Ashrafizadeh ve ark. (2023), meme kanseri tedavisine yönelik nanoplatformları kapsamlı bir derlemeyle değerlendirmekte; ilaç/gen taşıyıcı sistemlerden gelişmiş nanopartiküllere ve immünoterapi entegrasyonuna uzanan geniş bir araştırma evreni sunmaktadır. Bu çalışmaların cerrahi pratikle buluştuğu nokta, özellikle preoperatif dönemde tümör yükünün nano-ajanlarla haritalandırılması ve intraoperatif dönemde floresan görüntüleme rehberliğiyle sınır pozitiflik oranlarının düşürülmesidir.

5.2. Akıllı İlaç Salınım Sistemleri ve Farmakoloji

Nanoteknolojinin bir diğer kritik cerrahi uygulaması, ameliyat bölgesine yerleştirilen akıllı ilaç salınım platformlarıdır. Bu platformlar;

cerrahi bölgedeki pH değişiklikleri, sıcaklık gradyanları veya spesifik enzim aktivitesi gibi biyolojik sinyallere yanıt vererek antibiyotik, antienflamatuvar veya kemoterapi ajanlarını kontrollü ve hedefli biçimde salabilmektedir. Sistemik dolaşıma minimal katılan maksimum lokal etki sağlayan bu yaklaşım, hem postoperatif yara enfeksiyonu insidansını hem de onkolojik rezeksiyonlarda mikroskobik rezidüel hastalık riskini azaltma potansiyeli taşımaktadır. Mevcut araştırmaların önemli bir kısmı hâlâ preklinik veya erken faz klinik çalışmalar düzeyinde olmakla birlikte, önümüzdeki on yılda bu alandaki klinik çeviri çalışmalarının önemli ölçüde hızlanması beklenmektedir.

6. 3D Biyobaskı, Doku Mühendisliği ve Rejeneratif Cerrahi

Organ nakli cerrahisi, hem teknik başarıları hem de yapısal sınırlılıklarıyla zıtlıkları temsil etmektedir. Bir yanda cerrahi başarı oranları giderek artarken, öte yanda dünya genelinde organ bekleme listesindeki hastalar her yıl on binler düzeyinde seyreden sayılarla ölmektedir. Bu paradoksu çözme iddiasını en cesur biçimde ortaya koyan araştırma alanı, biyobaskı (bioprinting) ve doku mühendisliğinin kesişimidir. Pietrabissa ve ark. (2020), abdominal cerrahi alanında 3D baskının mevcut uygulama alanlarını kapsamlı bir bakış açısıyla değerlendirmektedir. 3D baskının özellikle karmaşık karaciğer rezeksiyonlarında hastaya özel anatomik modeller sunarak komplikasyon riskini azalttığını ve gelecekte vaskülerize organ basımının önünü açtığını belirtmektedir.

6.1. Biyomürekkep Geliştirme ve Doku İskeleleri

Biyobaskı teknolojisinin temel bileşeni, içinde canlı hücrelerin askıya alındığı ve üç boyutlu baskıya elverişli kıvamda formüle edilen biyomürekkepler (bioinks) ile bu hücrelerin yapısal desteğini sağlayan iskele (scaffold) materyalleridir.

Araştırmalar(Wang ve ark. 2022), hidrojel, fibrin, kollajen ve türevlerinden oluşan farklı biyomürekkep formülasyonlarının mekanik özellikleri, baskı çözünürlüğü, hücre viabilitesi ve doku entegrasyon kapasitesi açısından karşılaştırılmasına yoğunlaşmaktadır. Vaskülarizasyon basılmış doku iskeleleri içine besleyici damar ağının oluşturulması bu alandaki en kritik biyomühendislik sorunu olmaya devam etmektedir.

6.2. Karaciğer Cerrahisi ve Kişiselleştirilmiş İmplantlar

Witowski ve ark. (2017), karaciğer cerrahisinde 3D baskı uygulamalarını sistematik derleme metodolojisiyle ele almakta ve bu teknolojinin cerrahi planlama, eğitim, prostetik implant tasarımı ve biyobasım boyutlarını bütüncül bir çerçevede değerlendirmektedir. Karmaşık hepatik rezeksiyonlarda, hastanın görüntüleme verileriyle birebir uyumlu hasta spesifik anatomik modellerin 3D baskısı; cerrahi stratejinin hem cerrah hem de hasta için görselleştirilmesine, olası komplikasyon senaryolarının önceden modellenmesine ve ameliyat süresinin kısaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ortopedi ve beyin cerrahisinde ise titanyum veya biyobozunur polimerden üretilen kişiye özel implantların klinik pratiğe girişi artık yaygınlaşmakta; araştırmalar bu implantların osseointegrasyon (kemikle kaynaşma) hızını artıran yüzey modifikasyon stratejilerine odaklanmaktadır.

7. Minimal İnvaziften Non-İnvazife

Cerrahinin Sınırların Ufku Cerrahinin temel amacı, vücut bütünlüğüne en az zarar vererek maksimum terapötik etki elde etmektir. Bu perspektiften bakıldığında, minimal invazif cerrahinin son durak olmadığı; araştırmaların artık vücuda hiç girmeksizin hedefli müdahale yapılabilen "non-invazif" modalitelere yöneldiği görülmektedir. Bu dönüşüm, cerrahinin tanımını ve metodolojisini temelinden sarsmaktadır.

7.1. Doğal Orifis Cerrahisi (NOTES) ve Transkütan Ablasyon

Doğal Orifis Transluminal Endoskopik Cerrahi (NOTES), karın duvarında hiçbir kesi açmaksızın ağız, anüs veya vajina gibi doğal vücut açıklıklarından esnek endoskoplar aracılığıyla abdominal prosedürlerin gerçekleştirildiği bir cerrahi paradigmasını temsil etmektedir. Bu yaklaşım, geleneksel laparoskopiye kıyasla karın duvarı yaralanması, yara yeri enfeksiyonu ve port yeri fıtığı risklerini ortadan kaldırma potansiyeli nedeniyle araştırma gündeminde yerini korumaktadır. Dai ve ark. (2022) ile Zhang ve ark. (2024), meme lezyonlarına yönelik perkütan ve robotik biyopsi/ablasyon sistemlerini ele alarak minimal invazif yaklaşımların bu anatomik bölgedeki gelişim seyrini kapsamlı biçimde incelemektedir.

7.2. Yüksek Yoğunluklu Odaklanmış Ultrason (HIFU)

Yüksek yoğunluklu odaklanmış ultrason (High Intensity Focused Ultrasound, HIFU), herhangi bir kesi, iğne veya kateter gerektirmeksizin vücut dışından yüksek yoğunluklu ses dalgalarının belirli bir odak noktasında birleştirilerek hedef doku içinde termal ablasyon (koagülasyon nekrozu) oluşturduğu, tamamen non-invazif bir terapötik modalitedir. Özellikle beyin tümörleri, prostat kanseri, uterus miyomları ve karaciğer metastazları başta olmak üzere çeşitli tümör lokalizasyonlarında artan klinik kullanım alanı bulmaktadır. Araştırmalar (Lang ve ark.2014), odak hassasiyetini artıracak gerçek zamanlı görüntüleme entegrasyonuna (MR-HIFU), doz optimizasyonu algoritmalarına ve çoklu seans protokollerine yönelmiş durumdadır.

8. Etik, Hukuki ve Eğitimsel Boyutlar

Teknolojik dönüşüm, yalnızca teknik bir gelişim hikayesi değildir; beraberinde köklü etik soruları, belirsiz hukuki sorumluluk alanlarını ve eğitim sistemlerinde yapısal reformları zorunlu kılan dinamikleri getirmektedir. Marques ve ark. (2024), tıbbın yapay zeka devrimi sürecinde makine öğrenimi algoritmalarının karar alma süreçlerindeki etik zorluklarını kapsamlı biçimde ele almakta ve bu soruların mevcut tıp etik çerçeveleriyle nasıl karşılandığını ya da karşılanmadığını sorgulamaktadır.

8.1. Sorumluluk, Özerklik ve Güvenlik

Yapay zeka destekli veya otonom robotik sistemlerin ameliyat sırasında hata yapması durumunda hukuki sorumluluğun kime ait olacağı sorusu, mevcut tıp hukuku çerçevelerinde yanıt bulamayan bir belirsizlik alanı oluşturmaktadır. Cerrah, algoritmanın önerisini uygulamış olsa dahi bireysel mesleki sorumluluğunu taşımakta mıdır? Yazılım geliştiricisi veya cihaz üreticisinin sorumluluğu ne ölçüde ve hangi koşullarda devreye girmektedir? Otonom sistemlerin "yaşam ve ölüm" kararları içeren klinik senaryolarda tümör sınırının yanlış değerlendirilmesi, olası kanama odağının gözden kaçırılması ne ölçüde inisiyatif kullanabileceği; bu kararların algoritmanın tasarım mantığına mı, anlık hasta verilerine mi yoksa önceden programlanmış etik kurallara mı dayandırılacağı soruları, cerrahi araştırma gündeminin salt teknik sınırlarını aşmaktadır.

8.2. Genomik Veri Gizliliği ve Veri Sahipliği

Cerrahi 4.0 paradigması, genomik verilerin ve geniş çaplı sağlık veri havuzlarının YZ algoritmalarının eğitiminde sistematik biçimde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu durum; bireysel genetik bilginin ticari amaçlarla kullanılması, veri sahipliği hakları, veri güvenliği ve algoritmik ayrımcılık belirli hasta gruplarının aleyhine çalışan önyargılı modeller gibi birbirine bağlı etik sorunları gündeme taşımaktadır. Özellikle düşük gelirli ülke nüfuslarının eğitim veri setlerinde yetersiz temsili, evrensel geçerlilik iddiasıyla piyasaya sürülen algoritmaların gerçekte dar bir popülasyon üzerinde çalışabileceğini ortaya koymakta; bu durum cerrahi bilimsel veri doğruluğu açısından ciddi bir risk teşkil etmektedir.

8.3. Cerrahi Eğitimin Geleceği

Teknolojik dönüşüm, cerrahi eğitim metodolojisini ve müfredat yapısını yeniden biçimlendirmektedir. Gelecekteki cerrahın yetkinlik profiline yapay zeka okuryazarlığı, veri yorumlama becerisi, robotik platform kullanımı ve dijital simülasyon temelli eğitim eklenmelidir. Bununla birlikte, dijital simülasyonların ve yapay zeka asistanlığının sağladığı "görünür güven" in gerçek klinik beceriyle arasındaki olası uçurum konusunda araştırmacıların dikkatli olması gerekmektedir. Aurello ve ark. (2025), bu tartışmayı dijital cerrahi çağında eğitim kalitesinin kanıta dayalı değerlendirmesi gerekliliği perspektifinden ele almakta; simülasyon tabanlı öğrenmenin ameliyathane başarımına transferini ölçen prospektif çalışmaların öncelik taşıdığının altını çizmektedir. Wang ve ark.(2022) çalışmalarından çıkardıkları sonuç öğrencileri tıp fakültesinde teknoloji ve yeniliklerle tanıştırmamanın öğrencileri değişen tıbbi uygulama ortamına hazırlayacağıdır. Eğitim otoritesinin resmileştirilmiş müfredat değişikliklerini entegre etmede zorlukları standart program oluşturmada kısıtlılıklar mevcuttur. Yakın gelecekteki fırsatların görünürlüğünü artırmak, eğitim merkezler arasında daha fazla işbirliği sağlamak ve ulusal ve global bir yetkinlik müfredatının yanı sıra ilgilenen öğrencilerin ve eğitimcilerin deneyimlerini paylaşmak için kullanabilecekleri merkezi bir platform oluşturmak daha iyi sonuçlar meydana getirecektir.

9. Sonuç ve Gelecek Perspektifler

Bu derleme, genel cerrahi alanındaki araştırma olanaklarının olağanüstü bir genişlik ve derinlik içerdiğini ortaya koymaktadır. Yapay zeka destekli öngörü analizinden otonom robotik sistemlere, nanomedikal platformlardan biyobaskı ve doku mühendisliğine, NOTES ve HIFU gibi non-invazif modalitelerden etik ve hukuki çerçeve arayışları cerrahinin artık salt bir müdahale disiplini olmaktan çıkıp bütünleşik bir biyomedikal bilim haline geldiğini somut biçimde göstermektedir.

Bu dönüşümün başarılı ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesi için belirli kritik koşulların sağlanması gerekmektedir. Birincisi, klinik araştırma metodolojisinin güçlendirilmesi: yeni teknolojilerin klinik etkisini değerlendiren çalışmaların büyük bölümü hâlâ gözlemsel tasarımlara ya da küçük tek merkez serilerine dayanmaktadır; önceliklendirilen araştırma alanlarında çok merkezli, prospektif ve tercihen randomize kontrollü tasarımların hayata geçirilmesi gerekmektedir. İkincisi, disiplinler arası iş birliğinin kurumsallaşması: cerrahların geliştirilmekte olan teknolojilerin tasarım ve test süreçlerine aktif katkı vermediği durumlarda, bu teknolojilerin klinik gerçekliğe uyumsuz kalması riski yüksektir. Üçüncüsü, etik ve hukuki altyapının paralel geliştirilmesi: teknik ilerlemenin çok gerisinde kalan etik ve hukuki çerçevelerin hızla güncellenmesi, hasta güvenliği ve toplumsal güvenin korunması bakımından zorunludur.

Geleceğin cerrahisi, yalnızca hastalıklı dokuyu çıkarmakla ilgilenmeyecektir. Genetik, moleküler ve dijital verileri sentezleyerek hastalığı kaynağında, en az hasarla ve kişiye özgü bir stratejiyle yok etmeyi hedefleyen bu yeni paradigma; tıp fakültesi eğitiminden ameliyathane mimarisine, sağlık hizmetlerinin finansmanından, uluslararası hukuk düzenlemelerine kadar tüm sağlık sistemini yeniden tasarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Cerrahi araştırmacılarına düşen görev, bu dönüşümü yalnızca gözlemlemek değil; aktif bir paydaş olarak yönlendirmek ve insan sağlığının merkezine yerleştirmektir.

Kaynakça

- Alip, S., Kim, J., & Advincula, A. P. (2022). The future of robotic surgery. *Journal of Gynecologic Surgery*, 38(1), 1-12.
- Ashrafizadeh, M., et al. (2023). Nanoplatfoms in breast cancer therapy: From drug/gene delivery to advanced nanoparticles and immunotherapy. *Materials Today Communications*, 34, 105151.
- Aurello, P., et al. (2025). Digital surgery: Artificial intelligence and the future of surgical education. *World Journal of Surgery* (In Press).
- Dai, Y., & Zhang, J. (2022). Minimally invasive and non-invasive interventions for breast lesions: A review. *Surgical Technology International*, 40, 85-92.
- Feussner, H., Ostler, D., & Kranzfelder, M. (2018). Surgery 4.0: The role of computer science and technology in modern surgery. *Innovative Surgical Sciences*, 3(1), 1-10.
- Kowal, M., Wojciechowski, A., & Guzik, P. (2025). Deep learning in preoperative image analysis: A multicenter evaluation. *Journal of Surgical Research*, 298, 45-58.
- Long, R., Wu, H., & Liu, S. (2024). Global trends in robotic surgery research: A bibliometric and visualized analysis (2019–2023). *Surgical Endoscopy*, 38(2), 512-525.
- Luan, S., Ji, Y., Liu, Y., Zhu, L., Zhao, H., Zhou, H., Li, K., Zhu, W., & Zhu, B. (2024). AI-powered ultrasonic thermometry for HIFU therapy in deep organ. *Ultrasonics sonochemistry*, 111, 107154.
- Marques, G., de la Torre-Díez, I., & Franco, M. A. (2024). Ethical challenges of machine learning in healthcare: A systematic review. *Ethics and Information Technology*, 26(1), 12.
- Panossian, S., & Kaafarani, H. M. (2025). Predictive analytics and clinical decision support in general surgery. *Annals of Surgery*, 281(1), 22-30.
- Pietrabissa, A., et al. (2020). 3D printing in abdominal surgery. *Updates in Surgery*, 72, 339-346.
- Vogel, J. D., Feingold, D. L., & Steele, S. R. (2019). Surgery 4.0: Artificial intelligence and big data in colorectal surgery. *Clinics in Colon and Rectal Surgery*, 32(05), 374-381.

- Wang, C., et al. (2018). Optical molecular imaging for tumor-targeted theranostics. *Nanoscale*, 10(35), 16390-16398.
- Wang, H., Yu, H., Zhou, X., Zhang, J., Zhou, H., Hao, H., Ding, L., Li, H., Gu, Y., Ma, J., Qiu, J., & Ma, D. (2022). An Overview of Extracellular Matrix-Based Bioinks for 3D Bioprinting. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 10, 905438.
- Wang, L., Gupta, A., & Jensen, R. (2022). Introducing medical students to technology and innovation: A curriculum for the future. *Medical Education Online*, 27(1), 2045617.
- Witowski, J. S., et al. (2017). What's next? The role of 3D printing in liver surgery. *Hepatobiliary Surgery and Nutrition*, 6(3), 210-212.
- Zhang, X., Li, H., & Chen, Y. (2024). Robotic biopsy and ablation systems for breast cancer: Current status and future perspectives. *Technology in Cancer Research & Treatment*, 23, 15330338241234567.

BÖLÜM 14

HEMOROİD HASTALIĞININ GÜNCEL TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Prof. Dr. Sezgin ZEREN¹

Arş. Gör. Dr. Muhammed Alperen TAŞ²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.19297538>

¹ Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı, Kütahya, Türkiye. sezgin.zeren@ksbu.edu.tr, orcid id: 0000-0002-9342-1706

² Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı, Kütahya, Türkiye. muhalperentas@gmail.com, orcid id: 0000-0002-4060-121X

1. GİRİŞ

Hemoroidal hastalık anorektal bölgenin en sık görülen benign patolojilerinden biri olup erişkin popülasyonun büyük bir kısmını etkileyen yaygın bir klinik sorundur. Hemoroidal hastalığın tedavisinde amaç semptomların giderilmesi, hastanın yaşam kalitesinin artırılması ve hastalığın progresyonunun önlenmesidir. Tedavi yaklaşımları son yıllarda invaziv cerrahiden daha az ağrılı, iyileşme süreci hızlı ve komplikasyon oranı düşük minimal invaziv tekniklere, enerji bazlı tedavilere ve girişimsel radyolojik yöntemlere doğru kaymaktadır (Kang, 2025). Tedavi seçiminde vasküler kontrol ve hemoroid pakesinin kontrolünün dengesi kritik önemini korumaktadır (Kang, 2025). Modern tedavi yaklaşımları; postoperatif ağrıyı azaltmaya, iyileşme sürecini hızlandırmaya ve komplikasyon ile nüks oranlarını minimize etmeye odaklanmaktadır (Altomare & Giuratrabocchetta, 2013). Hemoroid hastalığının tedavisinde son yıllarda hasta odaklı yaklaşımlar ön plana çıkmış ve tedavi seçiminde hastalığın evresi, semptom şiddeti, eşlik eden anorektal patolojiler ve hastanın beklentileri gibi faktörler dikkate alınmaya başlamıştır. Ayrıca teknolojik gelişmeler, enerji bazlı cihazların kullanımı ve minimal invaziv cerrahi teknikler tedavi seçeneklerinin çeşitlenmesine katkıda bulunmuştur. Tedavide agresif cerrahi yöntemler düşük nüks oranı sunarken yüksek ağrı riski taşımakta; daha az invaziv yöntemler ise düşük ağrı ancak daha yüksek nüks riski ile karakterize edilmektedir (Altomare & Giuratrabocchetta, 2013).

Bu bölümde hemoroidal hastalığın tedavisinde güncel yaklaşımlar, konservatif yöntemlerden minimal invaziv girişimlere ve cerrahi tekniklere kadar geniş bir perspektifte ele alınacaktır.

2. Diyet ve Yaşam Tarzı Değişikliği

Hemoroid hastalığının yönetiminde diyet ve yaşam tarzı değişiklikleri tedavinin temel basamaklarından birini oluşturur. Bu yaklaşımların temel taşı barsak alışkanlıklarının regülasyonu olup sert dışkı ve aşırı ıkınma anal yastıkçıklar üzerinde mekanik stresi artırarak patolojik süreci hızlandırmaktadır (Altomare & Giannini, 2013).

Diyet düzenlenmesinin en önemli bileşenlerinden biri yeterli lif alımıdır. Günlük 1.5-2 litre sıvı ve 30-40 gram lif tüketimi önerilen standart öneridir. Lifli gıdalar sadece dışkı hacmini artırmakla kalmayıp çözünür lifler (guar,

psyllium) kolonda fermente edilerek bütirik asit üretimine ve mikrobiyota artışını sağlamaktadır. Bu süreç dışkının kuru ağırlığını artırarak defekasyonu kolaylaştırır (Altomare & Giannini, 2013). Lif takviyesi (ispaghula husk, psyllium) kanama ve nüks riskini azaltmaya yardımcı iken prolapsusa etkisi yoktur (Altomare & Giannini, 2013). Lif takviyesi, semptomları hafifletmede ve kanama riskini %50 oranında azaltmada tutarlı bir fayda sağlar (Lohsiriwat, 2015). Lifli diyet hemoroid hastalığının hem akut döneminde hem de nüksünü önlemede önerilir (Higuero et al., 2016).

Toplumda diyetle ilgili bilinen en önemli argümanlardan biri baharat tüketimidir. Acı biber tüketiminin hemoroidi tetiklediğine dair inanç bilimsel temelden yoksundur. Baharat tüketiminin yüksek olduğu Meksika, Hindistan veya Güney İtalya gibi ülkelerde prevalans artışı saptanmamıştır (Altomare & Giannini, 2013; Altomare & Giuratrabocchetta, 2013).

Defekasyon alışkanlığının düzenlenmesi hemoroidal semptomların kontrolündeki bir diğer önemli yaşam tarzı değişikliktir. Bu amaçla ılımlı fiziksel aktivite yapmak, dışkılama sırasında anorektal açığı daha iyi açmak için dizlerin anüs seviyesinin üzerinde oturacak şekilde pozisyon almak, kabızlık yapan ilaçlar ve alkolden uzak durulması yaşam tarzında yapılması gereken değişikliklerdendir (Altomare & Giannini, 2013). Aynı zamanda tuvalette geçirilen süreyi en aza indirmek ve tuvalet ihtiyacını hissettikten hemen sonra boşaltmak kabızlığı ve ıkınmayı en aza indirmeyi amaçlamaktadır (Chugh, Singh, & Agarwal, 2014).

Sıcak oturma banyoları sfinkter kaslarının gevşemesi ve ödemi kontrol altına almak amacıyla kullanılmaktadır. Ancak yaygın klinik pratik uygulamaya rağmen standart uygulamalarıyla ilgili ek çalışmalara ihtiyaç vardır (Altomare & Giannini, 2013; Brillantino et al., 2024).

Sonuç olarak, diyet düzenlemesi ve yaşam tarzı değişiklikleri hemoroidal hastalığın tedavisinde temel ve vazgeçilmez bir basamağı oluşturmaktadır. Liften zengin diyet, yeterli sıvı alımı, uygun defekasyon alışkanlıklarının kazanılması ve düzenli fiziksel aktivite hem semptomların azaltılmasında hem de hastalığın progresyonunun önlenmesinde önemli katkı sağlamaktadır. Bu nedenle hemoroidal hastalığın yönetiminde hastaların bu konuda ayrıntılı şekilde bilgilendirilmesi ve yaşam tarzı değişikliklerinin tedavi planının ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır.

3. Medikal Tedavi

Hemoroidal hastalığın tedavisinde medikal yaklaşımlar özellikle erken evre hastalıkta semptomların kontrol altına alınması ve hastalığın progresyonunun önlenmesi açısından önemli yer tutar. Hemoroidin medikal tedavisinde amaç mikrosirkülasyonu düzenleyerek hemoroidlerin vasküler bileşenini etkileyerek iyileşmeye olanak sağlamaktır (Altomare & Giannini, 2013). Hemoroidin başlangıç yönetiminde kremler, merhemler, fitiller ve flebotanikler düşük riskleri ve semptomatik rahatlatma potansiyelleri nedeniyle ön planda yer almaktadır (Kang, 2025).

Flebotonikler, mikrosirkülasyonu normalize etmek ve venöz tonusu artırmak amacıyla kullanılan çoğunlukla bitkisel kaynaklı vazodilatör ajanlardır (Altomare & Giannini, 2013). Diosmin, hesperidin, rutosid ve mikronize saflaştırılmış flavonoid fraksiyonu (MSFF) farmakolojik tedavinin merkezinde yer almaktadırlar (Altomare & Giannini, 2013). Bu bileşikler hidrosil radikallerini temizleyerek enflamatuar medyatörlere karşı mikrosirkülasyonu korur (Altomare & Giannini, 2013). Akut krizlerde ağrı ve kanama kontrolünde yüksek etkinliğe sahip olup kısa süreli ve yüksek dozlu kullanım protokolleri uygulanmalıdır (Higuero et al., 2016). Bu ajanlar anal kaşıntı ve kanama üzerinde anlamlı etki göstermektedir (Altomare & Giannini, 2013). Genel olarak flebotonikler kanama riskini, ağrıyı ve kaşıntıyı azaltmada plasebodan üstündür (Lohsiriwat et al., 2023). Flebotoniklerin sadece erken evre hastalıkta değil ileri evre hastalarda da kullanımı preoperatif dönemde vasküler yükü ve ödemi azaltarak köprü tedavisi amacıyla kullanılabilir (Altomare & Giannini, 2013).

Özellikle mikronize saflaştırılmış flavonoid fraksiyonu nüksü önlemede ve hemoroidektomi sonrası semptomları hafifletmede etkinliği kanıtlanmıştır (Kang, 2025). 30 günlük bir MSFF kürü, hastaların yarısından fazlasında tam semptomatik iyileşme sağlamak ve invaziv müdahale ihtiyacını belirgin şekilde azaltmaktadır (Zagriadskii, Bogomazov, & Golovko, 2018). Özellikle bu konservatif yaklaşım, bağ dokusunda geri dönüşümsüz hasarın oluşmadığı Evre I ve II'de en yüksek kür oranına ulaşmaktadır (Zagriadskii et al., 2018). Mikronize saflaştırılmış flavonoid fraksiyonları kanama, akıntı ve kaşıntı gibi temel semptomları iyileştirmede diğer farmakolojik tedavilere göre üstünlük göstermektedir (Lohsiriwat et al., 2023). MSFF, plasebo veya tedavi

olmamasına kıyasla nüks riskini %47 oranında anlamlı şekilde azaltan tek flebotonik olarak tanımlanmıştır (Lohsiriwat et al., 2023).

Flebotoniklerden kalsiyum dobesilat ise doku ödemi azaltarak etkili olsa da agranülositoz riski nedeniyle kullanımında dikkat edilmelidir (Altomare & Giannini, 2013).

Topikal ajanlarda çoğu zaman hemoroidal hastalığın semptomatik yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Topikal tedavi seçenekleri arasında lokal anestezikler, kortikosteroidler, vazokonstriktör ajanlar, antiseptikler yer almaktadır. Topikal tedaviler akut ataklarda semptomların iyileşmesine yardımcı olur ancak uzun vadede faydaları kanıtlanmamıştır (Chugh et al., 2014; Higuero et al., 2016). Topikal nitrik oksit türevlerinden %0.2 gliseril trinitrat ve izosorbit dinitrat, anal sfinkter basıncını düşürerek ağrıyı hafifletir. Ancak hastalarda baş ağrısı yan etkisi görülür (Altomare & Giannini, 2013).

Hemoroide sekonder meydana gelen ağrılarda NSAİİ ve diğer analjeziklerin kullanımı semptomların yönetilmesinde önemli rol oynar. (Higuero et al., 2016).

Sonuç olarak medikal tedavi hemoroidal hastalığın yönetiminde önemli bir basamağı temsil etmekte ve özellikle erken evre hastalarda semptomların kontrolünde önemli yer almaktadır. İleri evre hastalarda konservatif tedavi tek başına yeterli olmayabilse de cerrahi öncesi hazırlıkta ve postoperatif dönemde komplikasyonların azaltılmasında kritik öneme sahiptir (Zagriadskii et al., 2018). Ancak bazı hastalar konservatif tedavi almalarına rağmen %30-40'ında semptomların tekrarlamasını yaşamakta, %50'den fazlasında ise ilerleyen yıllarda cerrahi müdahaleye ihtiyaç duyulmaktadır (Quan et al., 2025).

4. Ofis Bazlı Prosedürler

Lastik bant ligasyonu, skleroterapi enjeksiyonu, infrared koagülasyon ve bu tedavilerin kombinasyonları şeklinde kullanılan ofis bazlı prosedürler evre I, II ve bazı evre III hastalarda güvenli ve minimal invaziv tedavi seçenekleri olarak kullanılabilir (Kang, 2025).

4.1. Lastik Bant Ligasyonu: Hemoroid pakelerinin bir ligatör yardımıyla lastik bant ile boğulması prensibine dayanır. Bu bant dokuda iskemi ve nekroza yol açar. (Chugh et al., 2014). Evre I, II ve bazı evre III vakalarda en etkili ofis bazlı prosedür olarak bilinir (Higuero et al., 2016; Kang, 2025;

Mott, Latimer, & Edwards, 2018). Bu tekniğin vagal semptomlar, ağrı, %1-5 oranında tromboz, dizüri ve abse gibi komplikasyonları mevcuttur (Higuero et al., 2016). Prolabe durumlarda diğer ofis bazlı prosedürlere göre daha üstün olup daha az seans gerektirmektedir (Higuero et al., 2016). Skleroterapi ve infrared koagülasyona göre 12. ayda en düşük nüks oranına sahiptir (Chugh et al., 2014). Diğer ofis yöntemlerine göre başarısızlık oranı 4 kat daha düşüktür (Mott et al., 2018).

4.2. Skleroterapi: Özellikle kanaması olan semptomatik hemoroid hastalarında kullanılabilen, düşük maliyetli, ayaktan uygulanabilen güvenli bir yöntemdir (He & Chen, 2023). Sklerozan madde enjeksiyonuyla lokal inflamasyon ve fibrozis meydana gelir. Sklerozan ajan olarak alüminyum potasyum sülfat ve tannik asit (ALTA), likit veya köpük formda polidokanol ve badem yağında fenol (PAO) kullanılabilmektedir (He & Chen, 2023; Miyamoto, 2023). Yakın zamanda endoskopik yöntemlerin gelişmesiyle komplikasyon riski minimize edilmiştir (He & Chen, 2023; Miyamoto, 2023).

4.2.1. Endoskopik Enjeksiyon Skleroterapisi: İnternal hemoroidlerin panoramik olarak gözlemlenmesine olanak tanır, bu da komplikasyon riskini azaltır. Hem teşhis hem de tedavinin aynı anda yapılabilmesi sayesinde maliyet etkin bir yöntemdir. Özellikle kanama şikayeti olan hastalarda daha az ağrılı olması nedeniyle önerilmektedir (He & Chen, 2023).

4.2.2. Cap Destekli Endoskopik Skleroterapi: Kolonoskopun ucuna takılan bir başlık sayesinde cerrahi alanın daha iyi görünmesini sağlar. Bu teknik, enjeksiyon açısının, yönünün ve derinliğinin doğrudan görüş altında hassas bir şekilde kontrol edilmesine imkan tanır (He & Chen, 2023).

4.3. Sklerobanding: Bu yöntemde amaç submukoza altına polidokanol köpüğü enjekte edilmesinin, mukozayı kaldırarak ligasyonu kolaylaştıracağı ve submukozal dokuda fibrozu artırarak uzun vadeli etkinliği iyileştirmektir (Qu et al., 2024). Bant ligasyonu ile skleroterapinin birleşimi olan bu yöntemde bantlama ile sklerozan maddenin submukozal yayılımını sınırlayarak komplikasyonu azalttığı ve antikoagülan kullanan hastalarda bile güvenli olduğu vurgulanmıştır (Kang, 2025). Bu yöntem prolapsus nüks oranını ve

işlem sonrası 24.saatteki ağrı seviyelerini hafiflettiği gösterilmiştir (Qu et al., 2024).

4.4. İnfrared Koagülasyon: Bu yöntemde hemoroid tabanına 100 derece sıcaklıktaki prob her noktaya 1,5 saniye boyunca ve 3-4 farklı noktaya uygulanır (Kumar & Ghildiyal, 2023). Evre I ve II kanamalı hemoroidlerde özellikle tercih edilebilir (Higuero et al., 2016). Hafif ağrı ve rektal kanama işlem sonrası görülebilir (Higuero et al., 2016). Lastik bant ligasyonuna göre daha az ağrılı, skleroterapi ve kriyoterapiye göre daha az morbidite ve komplikasyon riski taşımaktadır (Kumar & Ghildiyal, 2023).

Sonuç olarak, ofis bazlı prosedürler hemoroidal hastalığın tedavisinde minimal invaziv, güvenli ve etkili seçenekler sunmaktadır. Uygun hasta grubunda uygulandığında semptomların kontrolünde yüksek başarı oranları sağlayan bu yöntemler, cerrahi tedavi gereksinimini azaltabilmekte ve hemoroidal hastalığın basamaklı tedavi yaklaşımında önemli bir rol oynamaktadır.

5. Enerji Bazlı Tedaviler

Infrared koagulasyonla ilgili çalışmaların sonucuyla birlikte enerji aktarımı yoluyla hemoroid dokusunda nekroz ve fibrozis oluşturarak iyileşmeyi amaçlayan çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Kang, 2025).

5.1. Hemoroid Enerji Tedavisi (HET): Bipolar bir cihaz aracılığıyla 50-55 °C düşük ısı ile infrared koagulasyona göre daha az derin doku hasarı ve minimal ağrı yaparak etki göstermektedir (Kang, 2025). Evre I-II kanamalı hemoroid hastalarında güvenli, ağrısız ve yüksek klinik başarı oranına sahip bir yöntem olarak kullanılabilir (Kothari, Bittner, Kothari, & Kaul, 2021).

5.2. Radyofrekans Ablasyon (Rafaelo Prosedürü): Bu teknik dokuya termal enerji kullanarak tahrip etme prensibine dayanır. Alternatif akım, doku içindeki iyonların yönünü değiştirerek sürtünme ısısı yaratır ve koagülasyon nekrozuna yol açar. Bu süreç zamanla anorektal mukozanın plikasyonunu ve semptomların iyileşmesini sağlar (Hassan, McGrath, Barnes, & Middleton, 2023). Daha öncesinde varisli damarlarda ve Barrett özefagusta başarıyla kullanılan bu yöntemde radyo dalgaları yoluyla ısı enerjisi iletilerek

anorektal mukozasının plikasyonunu indükler. (Kang, 2025). Evre I-III hemoroid hastalığının primer ve nüks vakalarında güvenli, etkili ve konforlu bir alternatiftir (Hassan et al., 2023). %95 oranlarında hasta memnuniyeti ve düşük komplikasyon oranına sahip bir yöntemdir (Kang, 2025). Hemoroidektomi ile kıyaslandığında postoperatif ağrı daha az, daha kısa ameliyat süresi ve daha az intraoperatif kanama ile sonuçlanmıştır (Tantinam et al., 2025). Ancak uzun vadeli etkinlik için çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Hassan et al., 2023; Tantinam et al., 2025).

5.3. Laser Hemoroidoplasti (LH): Bu teknikte hemoroid dokusu ile internal anal sfinkter arasına bir kesi yapıp bir submukozal boşluk oluşturularak 980 nm veya 1470 nm diyot laser yayan prob aracılığıyla hemoroid dokusunun koagüle edilmesi sağlanır (Ambe et al., 2025; Kang, 2025). Semptomatik evre II ve III hemoroidlerde uygulanabilir (Ambe et al., 2025). Hemoroidal arter ligasyonu veya mukopeksi ile kombine yapılabilir ancak arter ligasyonu yapılacaksa önce ligasyon uygulanmalıdır (Ambe et al., 2025). Konvansiyonel hemoroidektomiye nazaran daha kısa ameliyat süresi, daha az ağrı ve kanama, daha hızlı günlük aktiviteye dönüş avantajları sunmaktadır (Kang, 2025; Wee et al., 2023).

Sonuç olarak enerji bazlı tedaviler hemoroidal hastalığın minimal invaziv yönetiminde gelişmekte olan ve giderek daha fazla kullanılan yöntemlerdir. Lazer ve radyofrekans gibi teknolojiler uygun hasta grubunda semptom kontrolü sağlayabilmekte ve cerrahiye alternatif seçenekler sunabilmektedir. Bununla birlikte bu yöntemlerin tedavi algoritmasındaki yeri, uzun dönem klinik sonuçları ve maliyet etkinliği konularında daha fazla kanıt dayalı çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

6. Endovasküler Tedaviler

6.1. Emborrhoid Tekniği: Emborrhoid tekniği, üst ve orta rektal arterlerin terminal dallarının endovasküler yolla süperselektif olarak embolize edilmesine dayanan yenilikçi, cerrahi olmayan bir yaklaşımdır (Campenni et al., 2022). Bu teknikte amaç hemoroidal pleksusa giden arteriyel fazla akımı azaltmaktır (Campenni et al., 2022; Eberspacher et al., 2021). Bu yöntem transfemoral veya transradial uygulanabilir (Campenni et al., 2022; Iezzi et al., 2021). Cerrahiye göre postoperatif ağrı yoktur ancak rektosigmoid bölgede iskemi ve buna bağlı stenoz vakaları bildirilmiştir (Eberspacher et al., 2021;

Kang, 2025). Cerrahi riski yüksek olan hastalarda düşük komplikasyon ve yüksek hasta memnuniyetiyle alternatif bir yöntemdir (Campenni et al., 2022). Ancak bu teknik, geleneksel yöntemlere bir alternatif teşkil etse de güvenilirliği ve uzun vadeli etkinliği konusunda henüz yeterli veri bulunmamaktadır (Eberspacher et al., 2021).

Sonuç olarak hemoroidal arter embolizasyonu, hemoroidal hastalığın tedavisinde gelişmekte olan minimal invaziv bir girişimsel yöntemdir. Özellikle kanama semptomunun baskın olduğu seçilmiş hasta grubunda cerrahiye alternatif bir seçenek sunabilen bu teknik, uygun endikasyonlarda uygulandığında etkili ve güvenli sonuçlar sağlayabilmektedir. Ancak bu yöntemin hemoroidal hastalık tedavi algoritmasındaki rolünün netleşebilmesi için daha güçlü kanıtlara dayanan klinik çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

7. Cerrahi Tedaviler

Medikal ve minimal invaziv prosedürlerin başarısız olduğu durumlarda veya ileri evre prolabe vakalarda cerrahi tedaviler tercih edilebilir (Higuero et al., 2016). Cerrahi tedavinin temel amaçları semptomların ortadan kaldırılması, prolapsusun düzeltilmesi ve hastada uzun dönemli semptom kontrolü sağlanmasıdır. Evre 1 ve 2 vakalarda konservatif tedaviler ve poliklinik prosedürleri öncelikliken; evre 3 ve 4 vakalarda cerrahi müdahale temel tedavi seçeneğidir (Brillantino et al., 2024). Cerrahi prosedürler, semptomların tamamen ortadan kaldırılmasında konservatif tedaviye göre anlamlı derecede daha etkilidir ve nüks oranları daha düşüktür (Quan et al., 2025).

7.1. Konvansiyonel Açık Hemoroidektomi (Milligan-Morgan):

Dünya genelinde en yaygın uygulanan tekniktir (Chugh et al., 2014). Tüm evreler için altın standarttır. Özellikle Evre IV, ciddi anemi ve medikal tedaviye dirençli akut komplikasyonlarda ilk seçenek olmalıdır (Higuero et al., 2016). En düşük nüks oranına sahip seçenektir (Altomare & Giuratrabocchetta, 2013; Higuero et al., 2016; Mott et al., 2018). En az 4 haftalık belirgin postoperatif ağrı ve uzun iyileşme süreçlerine sahiptir (Chugh et al., 2014). Kısa vadede idrar retansiyonu ve kanama; uzun vadede anal stenoz ve fekal inkontinans riskleri bulunmaktadır (Chugh et al., 2014). Cerrahi sırasında mukokutanöz köprülerin korunması anal stenozu önlemek için gereklidir (Brillantino et al., 2024). Konvansiyonel hemoroidektomide ligasure, harmonic ve radyofrekans cihazlarının kullanımı; operasyon süresini kısaltması, kan kaybını

azaltması ve postoperatif ağrıyı hafifletmesi nedeniyle konvansiyonel diatermiye tercih edilmelidir (Brillantino et al., 2024).

7.2. Konvansiyonel Kapalı Hemoroidektomi (Ferguson):

Hemoroidektomi sonrası yaranın primer olarak dikilmesiyle açık konvansiyel teknikten ayrılır. Ancak açık teknikle karşılaştırıldığında komplikasyon oranları açısından açık teknik genellikle daha üstün kabul edilir (Chugh et al., 2014). Kapalı teknik, açık tekniğe kıyasla daha hızlı yara iyileşmesi sağladığı ve hasta memnuniyetinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Altomare & Giuratrabocchetta, 2013)

7.3. Stapler Hemoroidopeksi (Longo Prosedürü):

Bu işlem hemoroidal dokunun doğrudan eksizyonu yerine prolabe mukoza ve submukozanın sirküler bir stapler cihazıyla çıkarılması işlemidir (Chugh et al., 2014) Evre III prolabe hemoroidal hastalık için altın standarttır (Brillantino et al., 2024). Evre II ve III hemoroidler için daha uygundur. Daha az ağrı ve daha hızlı iyileşme sağlar, ancak uzun vadede nüks riski hemoroidektomiye göre 3-5 kat daha fazladır (Higuero et al., 2016). Sadece nüks riski değil prolapsus riski de oldukça yüksektir (Mott et al., 2018). Marjinal etkinliği ve perforasyon gibi ciddi risk profili nedeniyle artık ilk basamak cerrahi tedavi olarak önerilmemektedir (Hawkins et al., 2024).

7.4. Doppler Eşliğinde Hemoroidal Arter Ligasyonu

(DGHAL): Doppler probu içeren bir proktoskop ile rektal arter dallarının tespit edilip bağlanması işlemidir (Chugh et al., 2014). Evre II ve III hemoroidler için önerilir (Higuero et al., 2016). Evre IV'te nüks oranı %60'a kadar çıkabilmektedir (Lohsiriwat, 2015). Hemoroidopeksiye alternatif olarak mukopeksi ile birleştirilebilir (Altomare & Giuratrabocchetta, 2013; Higuero et al., 2016) Bu kombinasyon nüks oranını anlamlı düzeyde azaltmaktadır (Brillantino et al., 2024; Higuero et al., 2016). Evre II veya III hemoroidler için geleneksel hemoroidektomiye benzer erken sonuçlar vermektedir (Mott et al., 2018).

Sonuç olarak cerrahi tedavi yöntemleri hemoroidal hastalığın ileri evrelerinde ve diğer tedavi seçeneklerinin yetersiz kaldığı durumlarda etkili ve kalıcı çözümler sunmaktadır. Eksizyonel hemoroidektomi halen en güvenilir ve uzun dönem başarı oranı yüksek yöntemlerden biri olarak kabul edilmekle

birlikte, stapler hemoroidopeksi ve Doppler kılavuzlu arter ligasyonu gibi teknikler de seçilmiş hasta gruplarında önemli alternatifler sunmaktadır. Günümüzde hemoroidal hastalığın cerrahi tedavisinde amaç, hastalığın özelliklerine en uygun yöntemin seçilerek hem semptom kontrolünün sağlanması hem de postoperatif morbiditenin en aza indirilmesidir.

KAYNAKÇA

- Altomare, D. F., & Giannini, I. (2013, December). Pharmacological treatment of hemorrhoids: A narrative review. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*. doi:10.1517/14656566.2013.836181
- Altomare, D. F., & Giuratrabocchetta, S. (2013, September). Conservative and surgical treatment of haemorrhoids. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. doi:10.1038/nrgastro.2013.91
- Ambe, P. C., Martin-Martin, G. P., Vasas, N., Piponski, I., Roman, I. H., Hernandez, J. D. P., ... Wu, J. (2025). Best clinical practice recommendations for the management of symptomatic hemorrhoids via laser hemorrhoidoplasty: the LHP recommendations. *Techniques in Coloproctology*, 29(1), 2. doi:10.1007/s10151-024-03022-1
- Brillantino, A., Renzi, A., Talento, P., Bruscianno, L., Marano, L., Grillo, M., ... Docimo, L. (2024). The Italian Unitary Society of Colon-Proctology (Società Italiana Unitaria di Colonproctologia) guidelines for the management of acute and chronic hemorrhoidal disease. *Annals of Coloproctology*, 40(4), 287–320. doi:10.3393/ac.2023.00871.0124
- Campenni, P., Iezzi, R., Marra, A. A., Posa, A., Parello, A., Litta, F., ... Ratto, C. (2022). The Emborrhoid Technique for Treatment of Bleeding Hemorrhoids in Patients with High Surgical Risk †. *Journal of Clinical Medicine*, 11(19). doi:10.3390/jcm11195533
- Chugh, A., Singh, R., & Agarwal, P. N. (2014). *Management of Hemorrhoids. Indian Journal of Clinical Practice* (Vol. 25).
- Eberspacher, C., Ficuccilli, F., Tessieri, L., D'Andrea, V., Lauro, A., Fralleone, L., & Mascagni, D. (2021). Annoyed with Haemorrhoids? Risks of the Emborrhoid Technique. *Digestive Diseases and Sciences*, 66(11), 3725–3729. doi:10.1007/s10620-021-07208-7
- Hassan, S., McGrath, D., Barnes, R., & Middleton, S. (2023). Radiofrequency ablation (Rafaelo Procedure) for the treatment of hemorrhoids: a case series in the United Kingdom. *Annals of Coloproctology*, 39(2), 164–167. doi:10.3393/ac.2021.00276.0039
- Hawkins, A. T., Davis, B. R., Bhama, A. R., Fang, S. H., Dawes, A. J., Feingold, D. L., ... Paquette, I. M. (2024). The American Society of Colon and Rectal Surgeons Clinical Practice Guidelines for the

- Management of Hemorrhoids. *Diseases of the Colon and Rectum*, 67(5), 614–623. doi:10.1097/DCR.00000000000003276
- He, A., & Chen, M. (2023, April 1). Sclerotherapy in Hemorrhoids. *Indian Journal of Surgery*. Springer. doi:10.1007/s12262-022-03414-3
- Higuero, T., Abramowitz, L., Castinel, A., Fathallah, N., Hemery, P., Laclotte Duhoux, C., ... Vinson-Bonnet, B. (2016). Guidelines for the treatment of hemorrhoids (short report). *Journal of Visceral Surgery*, 153(3), 213–218. doi:10.1016/j.jvisc Surg.2016.03.004
- Iezzi, R., Campenni, P., Posa, A., Parello, A., Rodolfo, E., Marra, A. A., ... Manfredi, R. (2021). Outpatient Transradial Emborrhoid Technique: A Pilot Study. *CardioVascular and Interventional Radiology*, 44(8), 1300–1306. doi:10.1007/s00270-021-02856-8
- Kang, S. Il. (2025). Latest Research Trends on the Management of Hemorrhoids. *Journal of the Anus, Rectum and Colon*. The Japan Society of Coloproctology. doi:10.23922/jarc.2024-090
- Kothari, T. H., Bittner, K., Kothari, S., & Kaul, V. (2021). Prospective evaluation of the hemorrhoid energy treatment for the management of bleeding internal hemorrhoids. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, 13(8), 329–335. doi:10.4253/wjge.v13.i8.329
- Kumar, P., & Ghildiyal, J. P. (2023). A 5–Year Follow-Up Study on Bleeding Hemorrhoids Treated with Infrared Coagulation. *Indian Journal of Surgery*, 85(5), 1107–1110. doi:10.1007/s12262-023-03679-2
- Lohsiriwat, V. (2015). Treatment of hemorrhoids: A coloproctologist's view. *World Journal of Gastroenterology*, 21(31), 9245–9252. doi:10.3748/wjg.v21.i31.9245
- Lohsiriwat, V., Sheikh, P., Bandolon, R., Ren, D. L., Roslani, A. C., Schaible, K., ... Godeberge, P. (2023, January 1). Recurrence Rates and Pharmacological Treatment for Hemorrhoidal Disease: A Systematic Review. *Advances in Therapy*. Adis. doi:10.1007/s12325-022-02351-7
- Miyamoto, H. (2023). Minimally Invasive Treatment for Advanced Hemorrhoids. *Journal of the Anus, Rectum and Colon*. The Japan Society of Coloproctology. doi:10.23922/jarc.2022-068
- Mott, T., Latimer, K., & Edwards, C. (2018). Hemorrhoids: Diagnosis and Treatment Options. *American Family Physician*, 97(3), 172–179. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29431977>

- Qu, C. Y., Zhang, F. Y., Zhang, Y., Li, M. M., Li, Z. H., Cai, M. H., ... Chen, G. Y. (2024). Endoscopic polidocanol foam sclerobanding for the treatment of grade II-III internal hemorrhoids: A prospective, multi-center, randomized study. *World Journal of Gastroenterology*, 30(27), 3326–3335. doi:10.3748/wjg.v30.i27.3326
- Quan, L., Bai, X., Cheng, F., Chen, J., Ma, H., Wang, P., ... Jia, X. (2025). Comparison of efficacy and safety between surgical and conservative treatments for hemorrhoids: a meta-analysis. *BMC Gastroenterology*, 25(1). doi:10.1186/s12876-025-04089-2
- Tantinam, T., Sutharat, P., Sanmee, S., Supatrakul, E., Bhatanaprabhabhan, K., Ngamsirimas, B., ... Chandrachamnong, P. (2025). Propensity score-matched comparative study of radiofrequency ablation (with the Rafaelo device) versus hemorrhoidectomy for the treatment of grades II–III internal hemorrhoids. *Annals of Coloproctology*, 41(5), 409–416. doi:10.3393/ac.2025.00458.0065
- Wee, I. J. Y., Koo, C. H., Seow-En, I., Ng, Y. Y. R., Lin, W., & Tan, E. J. K. W. (2023, March 1). Laser hemorrhoidoplasty versus conventional hemorrhoidectomy for grade II/III hemorrhoids: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Coloproctology*. Korean Society of Coloproctology. doi:10.3393/ac.2022.00598.0085
- Zagriadskii, E. A., Bogomazov, A. M., & Golovko, E. B. (2018). Conservative Treatment of Hemorrhoids: Results of an Observational Multicenter Study. *Advances in Therapy*, 35(11), 1979–1992. doi:10.1007/s12325-018-0794-x



ISBN: 978-625-378-618-2