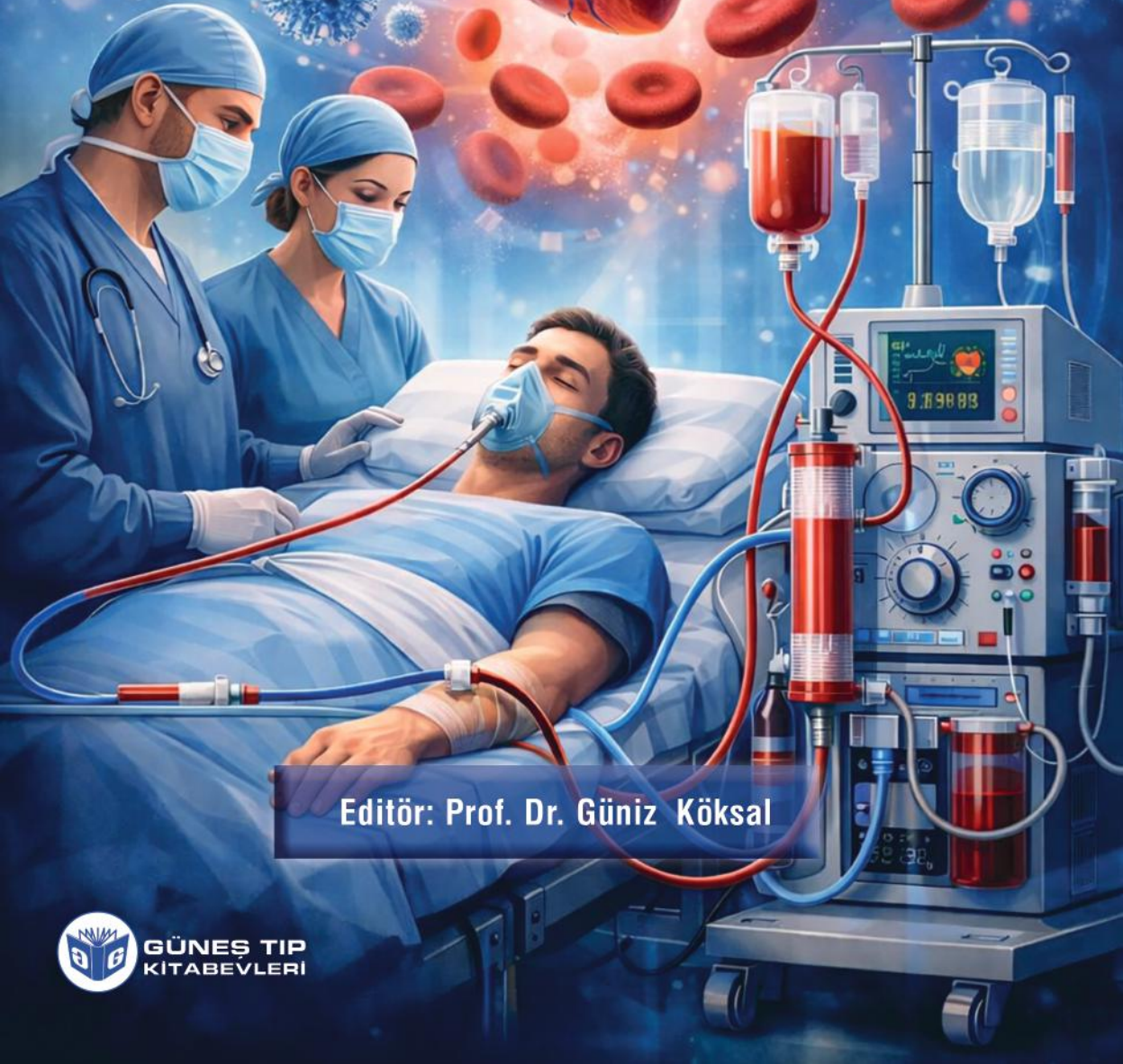


EKSTRAKORPOREAL TEDAVİ



Editör: Prof. Dr. Güniz Köksal



GÜNEŞ TIP
KITABEVLERİ

Ekstrakorporeal Tedavi

Editör

Prof. Dr. Güniz Köksal

İstanbul Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları Yoğun Bakım Bilim Dalı



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

Ekstrakorporeal Tedavi

Copyright © 2026

Bu kitabın her türlü yayın hakkı **Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.**'ne aittir. Yazılı olarak izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden kısmen veya tamamen kopya edilemez; fotokopi, teksir, baskı ve diğer yollarla çoğaltılamaz.

ISBN: 978-625-90008-3-1

Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz

Yayın Danışmanı ve Tıbbi Koordinatör: Dr. Ufuk Akçıl

Yayına Hazırlama: Güneş Dizgi-Grafik Tasarım Birimi

Baskı: Ankara Özgür Matbaacılık Basım Yay. Dağ. San. Tic. A.Ş.

Saray Mahallesi 205 Cadde No: 4/2 Kahramankazan / Ankara

Telefon: 0507 923 90 99

Sertifika No: 46821

UYARI

Medikal bilgiler sürekli değişmekte ve yenilenmektedir. Standart güvenlik uygulamaları dikkate alınmalı, yeni araştırmalar ve klinik tecrübeler ışığında tedavilerde ve ilaç uygulamalarındaki değişikliklerin gerekli olabileceği bilinmelidir. Okuyuculara ilaçlar hakkında üretici firma tarafından sağlanan ilaca ait en son ürün bilgilerini, dozaj ve uygulama şekillerini ve kontrendikasyonları kontrol etmeleri tavsiye edilir. Her hasta için en iyi tedavi şeklini ve en doğru ilaçları ve dozlarını belirlemek uygulamayı yapan hekimin sorumluluğundadır. Yayıncı ve editörler bu yayından dolayı meydana gelebilecek hastaya ve ekipmanlara ait herhangi bir zarar veya hasardan sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf Inan Sokak No: 3

06410 Sıhhiye / Ankara

Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92

Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak

No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul

Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. Iskele Sokak

No: 4 / A Kadıköy / İstanbul

Tel: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com

info@guneskitabevi.com



ÖNSÖZ

Ekstrakorporeal destek sistemleri son yıllarda özellikle Covid-19 pandemisi sonrasında yoğun bakım ünitelerinde daha sık olarak kullanılmaya başlayan organ destek teknikleridir. Bu destek sistemleri transplantasyon yapılacak hastalarda köprüleme tedavisi olarak da kullanılmaktadır. Özellikle akciğer, karaciğer, böbrek destek sistemlerine ihtiyaç gittikçe artmaktadır. Yine plazmaferez romatoloji, hemotoloji, nöroloji gibi spesifik alanlarda ve oto antikorların neden olduğu akut hastalıklar veya kronik hastalıkların akut alevlenmelerinde yoğun bakım ünitelerinde monitörize hastalara rahatlıkla uygulanabilmektedir.

Bu kitapta ekstrakorporeal organ destek tedavileri ile ilgili güncel bilgileri değerli hocalarımızın tecrübeleri ve yorumları ile birlikte bulacaksınız. Öğrenirken bu sürecin sizin için ayrıca zevkli olmasını dileriz.

Prof. Dr. Güniz Köksal

KATKIDA BULUNANLAR

Doç. Dr. Beliz Bilgili

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Uzm. Dr. Samir Charkazlı

Acıbadem Ataşehir Hastanesi
Genel Yoğun Bakım Ünitesi

Doç.Dr. Gülbahar Çalışkan

T.C. Sağlık Bakanlığı Bursa Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım

Prof. Dr. İsmail Cinel

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
Yoğun Bakım Bilim Dalı

Prof. Dr. Yavuz Demiraran

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği
Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi

Uzm. Dr. Kadir Doğruer

Üsküdar Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Perfüzyon Bölümü

Doç. Dr. Ümmügülsüm Gaygısız

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
Yoğun Bakım Bilim Dalı

Prof. Dr. Nermin Kelebek Girgin

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Bursa Tıp Fakültesi Bursa Şehir Sağlık
Uygulama ve Araştırma Merkezi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği
Yoğun Bakım Uzmanı

Uzm.Dr. Aycan Göktürk

Kırklareli Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Prof. Dr. Lale Karabıyık

Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi
Yoğun Bakım Uzmanı
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Uzmanı
Toksikolog PhD

Uzm.Dr.Murad Kaya

Sağlık Bakanlığı Bursa Şehir Sağlık Uygulama
ve Araştırma Merkezi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Kliniği Yoğun Bakım Uzmanı

Uzm. Dr. Galip Emre Kılıçaslan

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
Yoğun Bakım Bilim Dalı

Prof. Dr.Özge Köner

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji Anabilim Dalı

Prof. Dr. Güniz Köksal

İstanbul Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
İç Hastalıkları Yoğun Bakım Bilim Dalı

Uzm. Dr. Beyza Betül Özkurt

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Dr. Kıvanç Öztürk

Ereğli Devlet Hastanesi
Anesteziyoloji ve Renimasyon Kliniği

Araştırma Gör. Dr Rana İlğün Sarıkan

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji Anabilim Dalı

Doç. Dr Öznur Şen

Sultangazi Haseki Eğitim Araştırma Hastanesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

Dr. Öğr.Üyesi Gizem Demir Şenoğlu

Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Prof. Dr. Sibel Temür

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı
Yoğun Bakım Uzmanı

Prof. Dr. Ülkü Aygen Turkmen

Prof. Dr. Ü. Aygen Turkmen Kliniği
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Uzmanı
Yoğun Bakım Yan Dalı

Uzm.Dr. Ömer Batuhan Usta

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği Şişli
Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Dr. Öğr Üyesi Nurdan Ünlü

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Yoğun Bakım

Uzm.Dr.Mehtap Zengi

Sağlık Bakanlığı, Bursa Şehir Sağlık Uygulama
ve Araştırma Merkezi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Kliniği Yoğun Bakım Uzmanı

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1: Sürekli Renal Replasman Tedavileri	1
Dr. Yavuz Demiraran, Dr. Ömer Batuhan Usta, Dr. Kıvanç Öztürk	
BÖLÜM 2: HEMODİYALİZ	9
Dr. Sibel Temür	
BÖLÜM 3: ECMO (Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyonu)	21
Dr. Mehtap Zengi, Dr. Murad Kaya, Dr. Nermin Kelebek Girgin	
BÖLÜM 4: Tinterstisiyel Akciğer Hastalıklarında “Ekstrakorporal Karbondioksit Uzaklaştırma” (Ecco₂r) Yeri	33
Dr. Güniz Köksal	
BÖLÜM 5: Sepsiste ECMO ve ECCO₂R	37
Dr. Samir Charkazlı, Dr. Galip Emre Kılıçaslan, Dr. İsmail Cinel	
BÖLÜM 6: Ameliyathanede Ekstrakorporeal Dolaşım Sistemlerinin Kullanımı ...	49
Dr. Özge Köner, Dr. Rana İlgün Sarıkan	
BÖLÜM 7: İntoksikasyonlarda Ekstrakorporeal Tedaviler	57
Dr. Lale Karabıyık	
BÖLÜM 8: Dislipidemide Ekstrakorporal Uygulamalar.....	65
Dr. Öznur Şen	
BÖLÜM 9: Yoğun Bakımda Terapötik Plazma Değişimi	71
Dr. Nurdan Ünlü, Dr. Gülbahar Çalışkan	
BÖLÜM 10: Albümin Diyalizi Ve Karaciğer Destek Üniteleri	81
Dr. Beyza Betül Özkurt, Dr. Beliz Bilgili	

BÖLÜM 11: Periton Diyalizi	91
Dr. Ayca Göktürk	
BÖLÜM 12: Ekstrakorporeal Kan Oksijenasyonu ve Ozonasyonu (EBOO) Kapsamlı Bir Değerlendirme	101
Dr. Ülkü Aygen Turkmen	
BÖLÜM 13: Ecmo'da Hemşirelik	115
Dr. Kadir Doğruer	
BÖLÜM 14: Ekstrakorporeal Tedavilerde Kullanılan Filtre, Kolonlar Özellikler ..	125
Dr. Ümmügülsüm Gaygısız	
BÖLÜM 16: Ekstrakorporeal Tekniklerde Monitörizasyon	133
Dr. Gizem Demir Şenoğlu	

başlatılmasının sağkalımı artırabileceğini öne sürmüştür. Ancak bu çalışmalar, yalnızca nihayetinde RRT uygulanan hastaları içermekte; erken RRT almayan, böbrek fonksiyonu kendiliğinden düzelen veya RRT yapılmadan kaybedilen hastalar dışarıda bırakılmaktadır. Bu durumların araştırılması için birkaç randomize kontrollü çalışma (RKÇ) yapılmıştır²⁰. ELAIN çalışması, Almanya'da tek merkezli, açık etiketli bir randomize kontrollü çalışma olup evre 2 AKI tanılı kritik hastalarda erken (ilk 6 saatte) ve geç (evre 3'e ilerleyene dek ertelenen) RRT başlangıcını karşılaştırmıştır. Çalışmada erken başlanan grupta 90 günlük mortalite %39,3 iken, geç başlanan grupta %54,7 olarak saptanmıştır²¹. AKIKI çalışması, Fransa'da çok merkezli bir RKÇ olup, evre 3 AKI tanılı ve acil RRT endikasyonu olmayan 619 hastada erken (ortalama 4,3 saat) ve ertelenmiş (ortalama 57 saat) RRT başlanmasını incelemiş, 60 günlük mortalite açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (%48,5 vs %49,7). Septik şok ve ARDS alt gruplarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir²². IDEAL-ICU çalışması, Fransa'da 29 merkezde yürütülmüş, sepsis ve AKI tanılı 488 hastada RRT'nin erken (RIFLE-F evresinden sonraki 12 saat içinde) ya da geciktirilmiş (48 saate kadar) başlanmasının mortaliteye etkisini değerlendirmiş, 90 günlük mortalite oranları açısından gruplar arasında fark olmadığını göstermiştir (%58 vs %54)²³.

Bu çalışmalar göz önüne alındığında erken RRT başlama avantajları olsa da, bu yaklaşımın gerçek yararı, hasta grubuna, klinik duruma ve tedavi planına göre dikkatle değerlendirilmelidir. Mevcut kanıtlar, erken başlama ve gecikmiş başlama stratejileri arasında net bir üstünlük farkı olmadığını göstermektedir. Daha güçlü prospektif çalışmalar gereklidir.

SRRT Sonlandırılması

SRRT'nin sonlandırılmasına dair net bir kılavuz bulunmamaktadır. KDIGO kılavuzu, böbrek fonksiyonları yeterince toparlandığında veya bakım hedeflerine uyduğunda RRT'nin sonlandırılmasını önerir. Günlük uygulamada idrar çıkışı, idrar kimyası, kreatinin klirensi gibi parametreler klinisyenlerin en sık kullandığı göstergelerdir. Uchino ve ark.'larının yaptıkları çalışmada ise en önemli belirleyici olarak idrar çıkışını göstermişlerdir. 500–1000 ml/gün idrar çıkışı genelde kritik eşiği temsil eder. Diüretik kullanılıyorsa 2000 ml/gün önerilir. Bu kadar idrar çıkışı esnasında sonlandırılan RRT'lerde %80 başarıya ulaşılmış olduğunu göstermişlerdir. 2, 6 veya 24 saatlik kreatinin klirensi ölçümü yararlı olabilir. 15–25 ml/dk arası bir klirens, çoğu çalışmada başarılı sonlandırma ile ilişkilendirilmiştir²⁴.

SRRT Cihaz ve Bileşenleri: Membran, Filtre, Solüsyonlar

SRRT devresi hastanın vasküler erişimden başlayan yine orada biten sensörler ve pompalarla düzenlenmiş bir kapalı devre sistemidir. Dört ana bileşene ayrılır. Giriş (prefiltre) segmenti, kanı hastanın vasküler erişiminden hemofiltreye taşır. Hemofilter/diyaliz membranı, çıkış segmenti (postfiltre veya geri dönüş hattı), temizlenmiş kanı hastaya geri verir, kan taşımayan devreler, atık sıvı dahil diğer solüsyonları taşır.

İdeal bir SRRT devresi, minimum bir priming ile hazırlanabilmeli, kan akımının kesintisiz sürebilmesi için düşük dirençli, inflamasyon ve pıhtılaşmayı azaltan biyoyoumlu membran ve yüzeylere sahip, modüler yapıya sahip olmalıdır²⁵.

Giriş (Prefiltre) Segmenti

Giriş (prefiltre) segmenti, kan seti, kan pompası ve arteriyel erişim ile filtre basıncını izleyen iki sensörden oluşur. Kan, kan pompasının oluşturduğu negatif basınç ile devreye çekilir ve ardından pozitif pompa sonrası basınçla hemofiltreden geçirilir. Bu basınç değerleri giriş ve prefiltreden basınç sensörleri aracılığıyla izlenir²⁶.

Hemofiltre ve Diyaliz Membranları

Günümüzde diyalizde kullanılan membranlar, biriken üremik toksinlerin, orta molekül ağırlıklı solütlerin ve aşırı sıvının uzaklaştırılmasında rol üstlenen selektif yarı geçirgen bariyerlerdir. Günümüzde polimer bilimi, fiber üretim teknolojileri ve yüzey modifikasyonundaki ilerlemeler modern membran tasarımlarında hidrofilik-hidrofobik denge, elektriksel potansiyel, por boyutu, por yoğunluğu, adsorpsiyon kapasitesi gibi parametreler kritik öneme sahiptir²⁶.

Yapısal olarak, güncel diyaliz membranları çoğunlukla hollow fiber (içi boş fiber) formunda üretilir. Tipik olarak bu fiberler 180–220 µm iç çapa ve 20–50 µm duvar kalınlığına sahiptir. Duvarın iç tabakasında yer alan ince "skin layer", boyut-seçici bariyer işlevi görürken, alt stroma tabakası mekanik destek sağlar ve geniş adsorpsiyon yüzey alanı sunar. Polysulfon, polietersülfon (PES), poliariletersülfon (PAES), AN69 ve PMMA (Polimetilmetakrilat) gibi sentetik materyaller, yüksek akı performansı, gelişmiş biyoyoumluluk ve geniş molekül klirensi özellikleriyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Özellikle PMMA ve AN69ST gibi bazı özel membranlar, güçlü adsorptif kapasiteleri sayesinde sepsis veya hiperinflamatuvar tabloların yönetiminde klinik avantaj sunar^{27,28}.

Beslenme ve İlaç Dozlaması

Hemodiyaliz uygulamaları, ilaçların eliminasyonu etkileyerek doz ayarlamalarını zorlaştırır. Örneğin, aminoglikozid antibiyotikler, β -laktamlar ve antiepileptikler gibi ilaçların CRRT ile klirensi artar⁵⁵. Diyetisyen ve klinik eczacıların sürece entegrasyonu kritik önemdedir. Ek olarak, yüksek protein kayıpları nedeniyle, beslenme desteği artırılmalıdır.

Lojistik ve Organizasyonel Zorluklar

CRRT ve SLED gibi tekniklerin uygulanabilmesi için cihaz, eğitimli personel ve sürekli hasta izleme sistemlerine ihtiyaç vardır. Teknik arızalar, kateter problemleri, makine alarmları gibi nedenlerle tedavi kesintileri sık yaşanır. Bu nedenle merkez içi protokoller geliştirilmesi, hemşire eğitimi ve kalite güvence uygulamaları gereklidir.

Prognostik Etkiler

ABH'nin varlığı, YBÜ mortalitesini 2–8 kat artırabilir. CRRT uygulanan hastalarda mortalite oranları %40–70 arasında değişmektedir⁵⁶. Diyaliz kararı, hastanın genel prognozu, geri dönüş potansiyeli ve etik prensipler doğrultusunda multidisipliner ekipler tarafından verilmektedir.

Akut Hemodiyaliz Reçetesinin Bileşenleri

Akut hemodiyaliz (HD), yaşamı tehdit eden üremik

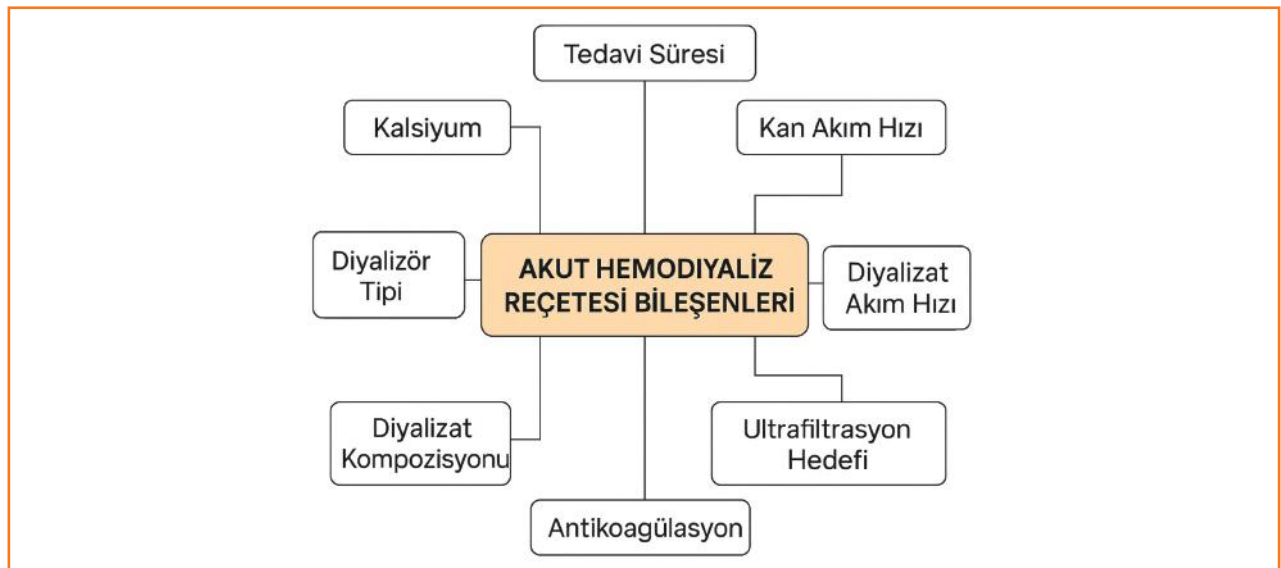
Tablo 2 Örnek Akut Hemodiyaliz Reçetesi

Reçete Bileşeni	Önerilen Değer / Açıklama
Tedavi Süresi	3–4 saat
Kan Akım Hızı (Qb)	250–400 mL/dk
Diyalizat Akım Hızı (Qd)	500–800 mL/dk
Ultrafiltrasyon Hedefi	Klinik duruma göre
Diyalizör Tipi	High-flux
Diyalizat Sodyum	135–145 mmol/L
Diyalizat Potasyum	0–3 mmol/L
Diyalizat Bikarbonat	30–38 mmol/L
Kalsiyum	1.25–1.75 mmol/L
Antikoagülasyon	Heparin / Sitrat / Yok

semptomlar, sıvı yükü, elektrolit bozuklukları (özellikle hiperkalemi) ve asidoz gibi durumlarda hızla uygulanması gereken hayati bir tedavi yöntemidir. Akut HD reçetesi, hastanın klinik durumuna, hemodinamik stabilitesine ve laboratuvar parametrelerine göre özelleştirilmelidir (Tablo 2).

Reçete aşağıdaki ana bileşenlerden oluşur (Şekil 2):

1. Tedavi Süresi: Genellikle 3-4 saatlik seanslar tercih edilir. Ancak hipotansif hastalarda daha kısa süreli veya yavaş düşük verimli diyaliz (SLED) uygulanabilir.
2. Kan Akım Hızı (Qb): 250–400 mL/dk arasında ayarlanır. Venöz erişimin kalitesine bağlıdır.



Şekil 2 • Akut hemodiyaliz reçetesinin temel bileşenleri şematik olarak gösterilmektedir.

Tablo 1 ECMO Endikasyonları^{1, 4-9}

VV-ECMO	VA-ECMO
ARDS	Miyokard infarktüsü, kardiyojenik şok
Akut akciğer hasarı	Fulminan miyokardit
Akut hiperkapnik solunum yetmezliği	Sepsisle ilişkili kardiyomiyopatiler
Akciğer transplantasyonunda köprü tedavisi	Ağır pulmoner hipertansiyon
Akciğer transplantasyonu sonrası primer greft disfonksiyonu	Miyokard depresyonu ile sonuçlanan yüksek doz ilaç alımı
Ciddi sağ kalp yetmezliği ile olan pulmoner hipertansiyon	Postkardiyotomi kardiyojenik şok
Bronkoplevral fistül	Postpartum kardiyomiyopati
Status astmatikus	Kalp transplantasyonu sonrası primer greft yetersizlikleri
Refrakter viral/bakteriyel pnömoni	Kalp transplantasyonu veya ventrikül destek cihazı için köprü
	Sol ventrikül destek cihazı yerleştirilmesi sonrası akut sağ kalp yetmezliğinin önlenmesi
	Ekstrakorporeal kardiyopulmoner resüsitasyon
ARDS: Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu	

aritmi, derin kardiyak depresyona yol açan ilaç doz aşımı/toksisitesi, akut anafilaksi, pulmoner emboli, kardiyotomi sonrası, kardiyak cerrahi sonrası kardiyopulmoner bypassı sonlandıramama, kardiyak depresyonla birlikte septik şok)

2. Başka bir tedaviye geçiş için köprü görevi (kalp ya da kalp-akciğer transplantasyonu sonrasında primer greft yetmezliği)
3. Yüksek riskli perkütan kardiyak girişimler için prosedür esnasında destek amaçlı
4. Kalp transplantasyonuna geçiş süreci (kardiyomiyopati)

ECMO KONTRENDİKASYONLARI

ECMO desteği başlarken her hastada yarar-zarar oranı düşünülerek kendi içinde karar verilmelidir. Ancak genel olarak başlıca kontrendikasyonlar Tablo 2’de verilmiştir^{1, 3, 4, 6, 7, 9}.

ECMO BİLEŞENLERİ

Standart bir ECMO devresi; kanüller, mekanik bir kan pompası, gaz değişim cihazı (mikro gözeneksiz bir polimetilpenten yapıli oksijenanör) ve ısı değiştiriciden oluşur^{1, 3, 9-12}.

1. Kanüller: Kanüller, perkütan veya cerrahi olarak yerleştirilebilirler. Erişkin drenaj kanülleri geniş çaplı (23-31 Fr), çok delikli ve uzun, dönüş kanülleri ise küçük çaplı ve daha kısadır (15-19 Fr) (Şekil 3A).

Tablo 2 ECMO Kontrendikasyonları^{1, 4, 6, 7, 9}

VV- ECMO

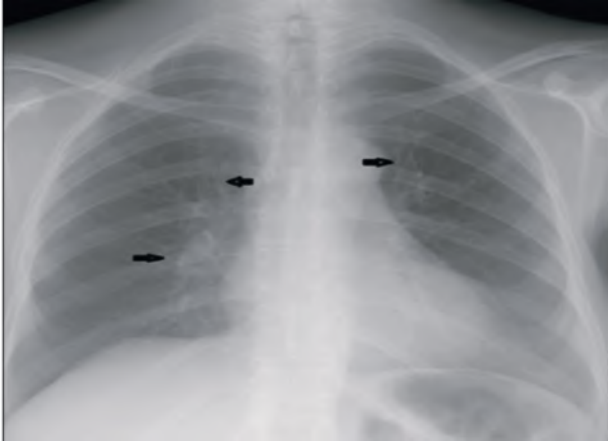
1. Mekanik ventilasyon desteğinin 7 günden fazla sürmesi (%90’nın üstünde FiO₂ ve P-plat >30 cm H₂O)
2. Major farmakolojik immünsupresyon (mutlak nötrofil sayısı <400/mm³)
3. Tanıksız kardiyak/respiratuar arrest
4. Yeni gelişmiş ya da ilerleyen santral sinir sistemi kanaması
5. Geri dönüşümsüz bir hastalığın olması (terminal kanser, ağır santral sinir sistemi hasarı)
6. İleri pulmoner hipertansiyon (mPAP > 45-50 mmHg veya > sistemik kan basıncının %75)
7. Çoklu organ yetmezliği

VA-ECMO

1. Kalp yetmezliğinin geri dönüşümsüz olması ve transplant için uygun olmayışı
2. Tanıksız kardiyak arrest
3. Uygun doku perfüzyonundan yoksun, uzamış kardiyopulmoner resüsitasyon
4. Aort diseksiyonu, ileri aort yetmezliği
5. İleri kronik organ disfonksiyonu (amfizem, siroz, böbrek yetmezliği)

Rölatif Kontrendikasyonlar

1. İleri yaş (kesin kontrendikasyon değildir. Yaş ilerledikçe komplikasyon ve mortalite riski artar)
2. Antikoagülasyon kullanımına engel durum
3. Obezite
4. Yaygın malignite



Şekil 1 • Akciğer grafisinde okların uçlarında buzlu cam görüntüsü ve yapısal distorsiyonlar görülmektedir (7)

nikleri ise ilk kez 2005 yılında akciğer transplantasyonu yapılacak hastalara köprüleme tedavisi olarak ortaya koyulmuştur. İAH'ları kronik hipoksik hastalardır. Çoğunlukla oksijene bağımlı olarak düşük oksijen parsiyel basınçlarına alışkın olarak yaşarlar. Ancak pek çoğu hiperkarbik değildir. Taşipneleri dolayısıyla hipokarbik bile olabilmektedirler. Araya giren enfeksiyonlar veya kalp yetersizliği semptomları nedeniyle akut ataklar geçirirler, solunum iş yükleri artar ve yorulurlar. İşte bu dönemde hiperkarbik duruma geçerler. Bu durum kronikleşirse zaman içinde böbrekler bikarbonat tutacağı için metabolik alkali tabloya solunumsal asidoz eklenir. İAH'ları entübe edilir ve invazif mekanik ventilasyon uygulanırsa weaning süreçleri ve ekstübasyon süreci uzar, zorlaşır. Hatta ekstübe edilemeyen hastalar çoğunluktadır.^{2,5} Covid 19 pandemisi sonrasında pnömoni geçiren hastaların akciğer kapasitelerinde ileri derecede azalma saptanmıştır. Kişilerin hayat kalitesini önemli ölçüde bozmaktadır. Bu bize covid 19 pnömonisindeki iyileşmenin de artmış fibroblastik aktivite sonrası gelişen fibrosis ile olduğunu göstermektedir. Radyolojik bulgulara bunu desteklemektedir.⁶

Akciğer transplantasyonu yakın zaman içinde planlanan hastalarda ekstrakorporal oksijen tedavisi (ECMO) uygulanabilmektedir. ECMO kanın oksijenlenmesini sağlarken kandaki karbondioksit parsiyel basıncı da "ekstrakorporal karbondioksit removal" (ECCO₂R) tekniği ile düşürülmektedir. Aslında invazif ve non invazif mekanik ventilasyon teknikleri ile optimal oksijen seviyelerine bu hastalarda ulaşılabilir. Asıl sorun kandan karbondioksitin uzaklaştırılmasıdır. Bu da ECCO₂R tekniği ile yapılmaktadır. ECCO₂R günümüzde özellikle hiperkarbik kronik obstrüktif akciğer hastalarında, astım ve intersitisiyel akciğer hastalıklarında

kullanımının faydalı olduğu kanıtlanmış bir tekniktir.⁸

ECCO₂R ECMO'ya göre daha düşük kan akımıyla (250 ml/dk) kanın oksijenlenmesinde etkisi olmadan arteri-venöz veya venö-venöz olarak daha düşük kalibreli kateterler kullanılarak kandan karbondioksitin uzaklaştırılmasını sağlayan bir tekniktir. Ortalama 300 ml/dk kan akımıyla yaklaşık olarak 50 ml/dk karbondioksit uzaklaştırabilmektedir. ECCO₂R sistemi içinde vücuttaki herhangi bir santral vene yerleştirilmiş 13-17 F çift lümenli kateter, sentrifugal pompa, içinde karbondioksit ile süpürücü gazın (tercihan oksijen) ters akımla karşılaştığı membran ve süpürücü gazın sisteme verildiği santral oksijen girişi yer alır. Arterio-veöz uygulamalarda arter ve vene iki ayrı kateter yerleştirilmesi gerekmektedir. ECCO₂R sisteminin içi ortalama 20 İU/ml heparin ile kaplanmıştır. Ayrıca hastanın aPTT değeri normalin 1.5-2.5 katı olacak şekilde heparin infüzyonu ECCO₂R sistemine infüzyon olarak verilmelidir.⁹

Günümüzde ECCO₂R farklı klinik durumlarda kullanılmaktadır. Bunlar arasında non invazif mekanik ventilasyonda (NIMV) başarısızlık riski bulunan hastalarda başarısızlığı önlemek, NIMV başarısız olmuş hastalarda entübasyonu ve invazif mekanik ventilasyonu (IMV) önlemek, IMV'da weaning ve ekstübasyon başarısını arttırmak, akciğer transplantasyonu yapılacak hastalarda köprüleme tedavisi sayılabilir.¹⁰

ECCO₂R tedavisinde hedef pH değerlerini normal aralıklarda tutabilmektir. Kronik hiperkarbisi olan hastalarda pH 7.30 civarında tutulması hedeflenmelidir. Süpürücü gazın akımı da pH değerlerine göre belirlenmelidir. Asidoza veya alkalozu izin verilmemelidir. Alveollerin içindeki karbondioksit miktarı azalacağı için yeni atelektaziler oluşacağı öngörülerek ekspirium sonunda uygulanan pozitif basınç (PEEP) miktarları yeniden ayarlanmalıdır (hem IMV hem de NIMV için). Çünkü yeni atelektaziler oksijen ihtiyacını artırarak hipoksiyi derinleştirir.^{9,10}

ECCO₂R aslında akciğer koruyucu mekanik ventilasyon stratejisidir. Hatta "ultra" koruyucu olarak da tanımlanmaktadır. Bunun nedeni düşük tidal volümlerle ventile etmemiz gereken hastalarda rahatlıkla karbondioksit parsiyel basıncı arttığı için alveollerdeki açılıp kapanmaları önler ve akciğeri ventilatöre bağlı gelişen akciğer hasarından (VILI) korur.¹⁰

İntersitisiyel akciğer hastalıklarında haastalıkların fizyopatolojisi gereği akciğer parankimi sertleşmiştir. Bu sertleşen ve kuruyan yaprak görüntüsü alanlar arttıkça akciğerin gaz değişimini sağlayan volümü küçülür. Bu nedenle akciğer görüntülemelerinde "hiperinflasyon" alanları artar. Karbondioksit parsiyel basıncını düşürmek, yüksek hava yolu basınçları veya tidal vo-

Tablo 6

Parametre	ECMO	ECCO ₂ R
Ana hedef	Oksijenasyon ve dolaşım desteği	CO ₂ uzaklaştırma
Kan akım hızı	3–5 L/dk	0.3–0.5 L/dk
Antikoagülasyon ihtiyacı	Yüksek	Düşük
İnvazivlik	Yüksek	Orta
Kullanım yeri	Şiddetli ARDS, septik şok	Orta-şiddetli ARDS + AKI
Teknik karmaşıklık	Yüksek	Orta
Klinik kanıt düzeyi	Orta	Düşük

Bu sayede tek pompa ve tek antikoagülasyon hattı kullanılarak hem gaz değişimi hem ultrafiltrasyon sağlanır.¹¹

Fizyolojik Etkiler ve Klinik Rasyonel

Kombine ECMO– ECCO₂R uygulaması aşağıdaki avantajları sağlar: (Tablo 7)

Klinik çalışmalar, kombine kullanımın hemodinamik parametreleri (kardiyak indeks, MAP, laktat) iyileştirdiğini göstermiştir; ancak mortalite üzerinde belirgin fark yaratmadığı bildirilmiştir.¹⁵

Klinik Uygulama Protokolleri

Devre Yapılandırması

- Tek devreli (Integrated) sistem: ECMO devresine hemofiltrasyon ünitesi paralel eklenir.
- Çift devreli (Parallel) sistem: Ayrı pompa ve oksijenatör devreleri kullanılır. Tek devreli sistemler daha az invazivdir ve antikoagülasyon kontrolü daha kolaydır.

Antikoagülasyon Yönetimi

- Heparin veya sitrat tercih edilir.

- ACT hedefi: 160–180 sn (entegre sistemlerde).
- Fibrinojen düzeyleri > 2 g/L, trombosit > 100.000/mm³ tutulmalıdır.

İzlem ve Güvenlik

- Gaz değişim modülü: Günlük PaO₂, PaCO₂, pH takibi
- Renal modül: Ultrafiltrasyon hızı, elektrolit dengesi
- Hemodinami: MAP, laktat, ScvO₂ izlemi
- Antikoagülasyon: ACT, aPTT, anti-Xa takibi

Literatür ve Klinik Kanıtlar

Kombine ECMO– ECCO₂R uygulaması halen araştırma aşamasındadır. Son 5 yıldaki yayınlanan aşağıdaki çalışmalar önemli bulgular sunmuştur (Tablo 8).

Bu veriler, kombinasyonun özellikle hemodinamik destek ve asidoz kontrolü açısından anlamlı olduğunu desteklemektedir.

Kılavuz Perspektifleri

ELSO (Extracorporeal Life Support Organization) 2024

- Sepsiste ECMO, seçilmiş reversibl olgularda önerilir.

Tablo 7

Fizyolojik Etki	Mekanizma	Klinik Sonuç
Oksijenasyonun iyileşmesi	ECMO ile alveoler yükün azaltılması	Refrakter hipoksehide gaz değişimi düzelir
CO ₂ eliminasyonu	ECCO ₂ R modülü ile difüzyonel uzaklaştırma	pH dengesi ve ventilatör parametreleri normalize olur
Sıvı dengesi	Ultrafiltrasyon modülü	Pulmoner ödem ve preload azaltılır
Hemodinamik stabilizasyon	Vasküler tonusun ve preload'un kontrolü	Vazopressör ihtiyacı azalır
Organ iyileşmesi için köprü	Oksijen sunumu ve metabolik asidozun düzelmesi	Renal ve hepatik fonksiyonların toparlanması

yardımcı olması, kognitif disfonksiyonun ilerlemesinin yavaşlamasına yardımcı olması, bulaşıcı enfeksiyonlara maruz kalma riskini azaltması, hemodiyalizle ilişkili tükenmişlik hissini önlemesi, potansiyel olarak karmaşık damar erişim prosedürlerini önlemesi, ulaşım ve buna bağlı kişisel masraflarda azalmayı sağlaması, diyalize gidip gelmenin getirdiği stres ve maliyetleri önlenmesi, seyahat imkanı ve sosyal aktivitelerle birlikte tedavi esnekliği sağlayabilmesi, birçok sağlık sisteminde hemodiyalize kıyasla daha düşük maliyetli olması olarak belirtilmiştir.²

Periton diyalizinin akut böbrek yetmezliğinde de uygulanabilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir.⁹ Yoğun bakım ünitelerinde, ekstrakorporeal sürekli renal replasman tedavisinin (CRRT) kullanılmaya başlanmasından sonra, periton diyalizi kullanımında azalma yaşanmıştır. Araştırmacılar periton diyalizinin hem yoğun bakımda hem de servis ortamında akut böbrek yetmezlikli hastaları tedavi etmek için hala uygun bir yöntem olduğunu düşünmektedir ve bazı çalışmalar periton diyalizinin diğer ekstrakorporeal yöntemlerle eşdeğer bir sağ kalım oranı sağladığını göstermiştir.^{10,11,12}

PERİTON DİYALİZİ GÖRECE VE MUTLAK KONTRENDİKASYONLARI

Bağlantı sistemi; Diyaliz torbası ile kateteri birleştiren transfer seti ve bunlar arasındaki bağlantıları sağlayan adaptörlerden oluşur. Günümüzde en yaygın olarak kullanılanı, Y set ve iki torba aracılığı ile diyalizat değişim işleminin yapıldığı ve hastanın bekleme döneminde yanında torba taşımadığı sistemdir. Değişim sırasında Y nin getiren kolu yeni diyaliz solüsyonuna, götüren kolu boş bir drenaj torbasına bağlıdır. Bağlantı noktasının az olması steril tekniğin bozulmasını önler. Bu

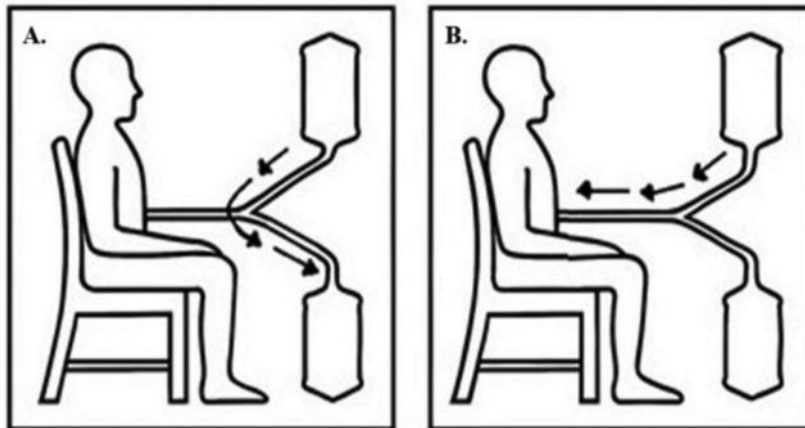
Tablo 1 Periton Diyalizi Görece ve Mutlak Kontrendikasyonları

Mekanik defektler olması (onarılabilen abdominal herni)
Yakın zamanda geçirilmiş abdominal operasyon
Sık divertikülit, diğer intraabdominal enfeksiyonlar
Karın duvarında selülit
Tekrarlayan abdominal cerrahi sonrası adezyon oluşması öyküsü
Kendi değişimlerini yapamayan ve evde uygun bakım alamayan hastalar

sistem sayesinde enfeksiyon riski azalmıştır. Doldurmadan önce yıka tekniğiyle hasta önce az miktarda diyaliz solüsyonunun drenaj torbasına geçmesine izin verir ve setteki hava çıkarılmış olur (Şekil 1A), daha sonra drenaj torbası klemplenir ve diyaliz solüsyonu yerçekiminin vasıtasıyla periton boşluğuna doldurulur (Şekil 1B). Belirlenmiş bekleme süresi tamamlandıktan sonra transfer seti bağlanır ve periton kavitesi yerçekimi yoluyla drene edilir.

Periton Diyalizi Uygulama Çeşitleri

1. Sürekli Ayaktan Periton Diyalizi (SAPD): Periton diyalizi solüsyonu 2-3L miktarında verilir ve karında bekleme süresi 6-8 saat arasında değişir. Hasta veya yardımcısı manuel olarak günde 3-4 kez solüsyon değişimi yapar.
2. Otomatik Periton Diyalizi (APD): Diyalizat değişimlerinin yapılması için bir periton diyalizi makinesi kullanılır. Çeşitli uygulama yöntemleri bulunmaktadır. Sürekli döngülü periton diyalizi (SDPD) tipinde hastaya gece uyurken 3-4 kez diyalizat yeni-



Şekil 1 • Y bağlantı sistemi.

Şekil 4 • D-E-F: Yoğun Bakım Takip Formu

The figure displays three forms used in intensive care monitoring:

- Form D: Hastanın Genel Bilgileri ve Hayati Bulguları (Patient Information and Vital Signs).** This form includes sections for patient identification, vital signs, and a timeline for monitoring.
- Form E: Hemşirelik Müdahaleleri ve İlaçlar (Nursing Interventions and Medications).** This form is used to document nursing interventions and medications administered to the patient.
- Form F: Hastanın Değerlendirilmesi ve Taburculuk Planlaması (Patient Assessment and Discharge Planning).** This form is used to assess the patient's condition and plan for discharge.

Şekil 4 • D-E-F: Yoğun Bakım Takip Formu

Şekil 4 • G-H: Yoğun Bakım Takip Formu

The figure displays two forms used in intensive care monitoring:

- Form G: Hastanın Değerlendirilmesi ve Taburculuk Planlaması (Patient Assessment and Discharge Planning).** This form is used to assess the patient's condition and plan for discharge.
- Form H: Hemşirelik Müdahaleleri ve İlaçlar (Nursing Interventions and Medications).** This form is used to document nursing interventions and medications administered to the patient.

Şekil 4 • G-H: Yoğun Bakım Takip Formu

ECMO (EXTRACORPOREAL MEMBRAN OXYGENATION)

1970'li yıllarda geliştirilen ve gün geçtikçe daha sık kullanılan ECMO artık bir çok ağır kardiyak ve/veya ağır solunum yetmezliğinde standart seçenek haline gelmiştir.⁷ ECMO'da vücut dışına alınan venöz kan yapay bir membrandan geçirilerek oksijenize edilir ve CO₂ uzaklaştırılır. Sonrasında kan tekrar venöz veya arteriyel sis-

teme geri verilir. Günümüzde tüm dünyada 700'den fazla ECMO merkezi var.⁸ Bunun dışında ECMO merkezi standartları olmamasına rağmen ECMO uygulayan bir çok sağlık kuruluşu bulunmaktadır. Kardiyojenik şok, ani kalp durması ve diğer tam kardiyak ve respiratuar destek gerektiren kritik hastalarda Venö-arterial ECMO (VA ECMO) kullanılır. VA ECMO uygulamalarında %42 yaşam oranı verilirken akut solunumsal sıkıntı sendromunda (ARDS) her geçen gün daha da sık kul-

EKSTRAKORPOREAL TEDAVİ

ARADIĞINIZ TÜM TIP KİTAPLARI BU ADRESTE



www.guneskitabevi.com

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47



Türkiye'nin her yerinden...
0505 734 13 13



ISBN: 978-625-90008-3-1

