

# Farklı Yüzey Alanlı Membran Oksijenatörlerin Düşük Yüzey Alanlı Hastalarda Kullanımı

## Use of Membrane Oxygenators with Different Surface Areas in Low Surface Area Patients

Elif Bilge Karaman

Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Bölümü, Sakarya, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulamalarında yetişkin hastalar için seçilen oksijenatör çeşitliliği, düşük yüzey alanına sahip hastalarda hemodilüsyon seviyelerini ve kan transfüzyonu ihtiyacını artırabilmektedir. Bu çalışmada, düşük yüzey alanlı hastalarda farklı yüzey alanlarına sahip membran oksijenatörlerin kullanımıyla farklı ısılarda oksijenlenme düzeyleri, laktat, hematokrit değerleri, hemodilüsyon düzeyleri ve kan transfüzyonu üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Ocak 2020-Şubat 2024 tarihleri arasında Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde KPB kullanılarak ameliyat edilen 73 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastalar 1,5 m<sup>2</sup> grup 1 (n=34), 1,75 m<sup>2</sup> grup 2 (n=19), 2,00 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör kullanılan grup 3 olarak ayrıldı. Üç grup farklı kan ısılarında peroperatif ve postoperatif (postop) biyokimyasal değerleri incelendi. Parsiyel oksijen basıncı, oksijen yüzdesi miktarı, laktat, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), tahmini glomerüler filtrasyon oranı (eGFR), gama glutamil transferaz (GGT), laktat dehidrogenaz (LDH), kreatin düzeyleri incelenmiştir.

**Bulgular:** Farklı yüzey alanlı membran oksijenatör grupları arasında hafif hipotermik ve normotermik parsiyel oksijen basınçları açısından anlamlı fark elde edilmiştir (p=0,002, p=0,003). 1,5 m<sup>2</sup> grubunda, laktat, ALT, AST, eGFR, GGT, LDH, kreatin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p<0,05). Gruplar arası intraoperatif dönemde kan ürünü kullanımları arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir (p<0,05). Postop dönem eritrosit süspansiyonu kullanımında anlamlı fark elde edilmiştir (p=0,047). Bulgular, düşük yüzey alanlı hastalarda küçük yüzey alanlı membran oksijenatörlerin kullanımıyla hemodilüsyon ve kan transfüzyonu ihtiyacının azaltılabileceğini göstermektedir.

**Sonuç:** Düşük yüzey alanlı membran oksijenatörler, hemodilüsyon ve kan transfüzyonu ihtiyacını azaltarak ameliyat sonrası iyileşme sürecini hızlandırabilir ve komplikasyon riskini azaltabilir, bu da tedavi kalitesini artırır.

**Anahtar Kelimeler:** Düşük yüzey alanı, membran oksijenatör, hamodilüsyon, kan transfüzyonu

### Abstract

**Objective:** The oxygenators selected for adult cardiopulmonary bypass (CPB) applications may increase haemofiltration levels and the need for blood transfusion in patients with low surface areas. In this study, the effects of membrane oxygenators with different surface areas on oxygenation, lactate, hematocrit, hemodilution, and blood transfusion at different temperatures were investigated in patients with low surface areas.

**Materials and Methods:** Between January 2020 and February 2024, 73 patients who underwent CPB at Sakarya Training and Research Hospital were retrospectively analyzed. Patients were divided into 1.5 m<sup>2</sup> group 1 (n=34), 1.75 m<sup>2</sup> group 2 (n=19), and 2.00 m<sup>2</sup> surface area oxygenator group 3. Peroperative and postoperative biochemical values were analyzed in three groups at different blood temperatures. The partial oxygen pressure, fraction of inspired oxygen, lactate, alanine transaminase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), estimated glomerular filtration rate (eGFR), gamma-glutamyl transferase (GGT), lactate dehydrogenase (LDH), and creatine levels were analyzed.

**Results:** A significant difference was observed between membrane oxygenator groups with different surface areas in terms of mild hypothermic and normothermic partial oxygen pressures (p=0.002, p=0.003). In the 1.5 m<sup>2</sup> group, there was no significant difference in lactate, ALT, AST, eGFR, GGT, LDH, and creatine levels (p<0.05). There was no significant difference in the use of blood products during the intraoperative period between the groups (p<0.05). A significant difference was observed in the use of erythrocyte suspension in the postoperative period (p=0.047).

**Conclusion:** Low-surface-area membrane oxygenators can accelerate the postoperative recovery process and reduce the risk of complications by reducing the need for hemodilution and blood transfusion.

**Keywords:** Low surface area, membrane oxygenator, hemodilution, blood transfusion



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Elif Bilge Karaman, Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Bölümü, Sakarya, Türkiye

**Tel.:** +90 533 168 34 45 **E-posta:** elifbilgekaraman@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-4078-3049

**Geliş Tarihi/Received:** 08.08.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 01.09.2024

## Giriş

Kardiyovasküler hastalıkların yaygınlaşmasıyla birlikte, cerrahi müdahalelerde ekstrakorporeal dolaşım (EKD) sistemlerinin kullanımı artmıştır. EKD, ameliyat sırasında kalp ve akciğer fonksiyonlarını geçici olarak üstlenerek vücut dışı dolaşımı sağlar (1). Azalan kan hücreleri veya yabancı yüzey ile temas kaynaklı enflamatuvar yanıt ameliyat sonrası iyileşme sürecinde önemli rol oynar (2,3). Oksijenatörlerin yüzey alanı ve primer hacmi, hemodilüsyon ve kan transfüzyonu ihtiyacını doğrudan etkileyebilir (3). Doku perfüzyonu için gerekli hematokrit (HTC) miktarının EKD boyunca %20-30 arası tutulması, güvenli olarak kabul görmüş ortak düzeylerdir (4). Düşük yüzey alanlı hastalarda hemodilüsyon miktarını ve kan transfüzyonu ihtiyacını minimize etmek amacıyla farklı yüzey alanına sahip membran oksijenatörlerin etkileri incelenmiştir.

Açık kalp cerrahisinde kullanılan transfüzyon protokolleri, dünyada sağlık hizmetlerinde kullanılan kan ve kan ürünü kullanım oranını önemli ölçüde artırmaktadır (5). Perfüzyon başlangıcında hastanın kan volümü, EKD sistemi ile bulunduğu sistem içerisindeki prime volümü sebebiyle belirli bir miktar hemodilüsyona uğrar (6). Hemodilüsyonun EKD kaynaklı hemolizi azaltması istenen bir durum olsa da, düşük yüzey alanına sahip hastalarda hemodilüsyonu güvenli sınırlar arasında devam ettirmek çeşitli sebeplerden dolayı zorlaşmaktadır. Biz bu çalışmamızda oksijenatör seçiminin hasta kan yönetiminde etkinliğini belirlemeyi, kan ve kan ürünü kullanımını azaltabileceğini göstermeyi amaçlamaktayız.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi bünyesinde açık kalp cerrahisi operasyonu yapılan hasta onamları alınmış 73 erişkin hasta üzerinde retrospektif olarak düzenlenmiştir. Çalışma için Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı alınmıştır (onay no: 61351342/OCAK 2024-104, tarih: 31.01.2024).

Tablo 1'de çalışmada kullanılan oksijenatörlerin bazı teknik özellikleri verilmiştir. Yüzey alanlarının farklılıkları grupları belirlemede rol oynamıştır.

EKD esnasında, 1,5 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör grup 1 (n=34), 2,0 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör grup 2 (n=20), 1,75 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör grup 3 (n=19) olarak üçe ayrılmıştır.

**Tablo 1. Oksijenatörlerin teknik özellikleri**

Marka model	Yüzey alanı	Mikron	Maksimum dönüş flow/L
Terumo fx15	1,5 m <sup>2</sup>	32	5,0 L
Terumo fx25	2,5 m <sup>2</sup>	32	7,0 L
Sorin Inspire 8f	1,75 m <sup>2</sup>	41	8 L

Üç grubun preoperatif, peroperatif ve postoperatif (postop) biyokimyasal değerleri karşılaştırılmıştır. Hastaların EKD öncesi, EKD başlangıç, ısınma periyodu EKD sonrası ve postop 24. saat kan parametreleri değerlendirildi.

## Hastaların Dahil Edilme Kriterleri

Her üç grubun da demografik özelliklerinde vücut yüzey alanı (BSA) <1,8 m<sup>2</sup> olan hastalar seçilmiştir. Elektif koroner bypass grefti, izole/çoklu kapak replasmanları dahil edilip, acil veya aort cerrahisi geçiren hastalar dışlanmıştır. Kronik böbrek yetmezliği veya pyelotomi geçirmiş hastalar dışlanma kriterleri arasındadır. Preoperatif diyaliz ihtiyacı veya intraaortik balon kullanımı, intraoperatif hemofiltrasyon ihtiyacı dışlama kriterlerindedir. Orta hipotermik koşullarda gerçekleşmiş (32 °C), 25-85 yaş aralığında olan ve ejeksiyon fraksiyonu değeri %40 ve üzeri olan hastalar preoperatif, intraoperatif ve postop parsiyel oksijen basıncı, oksijen yüzdesi miktarı (FiO<sub>2</sub>), laktat, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), tahmini glomerüler filtrasyon oranı (eGFR), gama glutamil transferaz (GGT), laktat dehidrogenaz (LDH), kreatin düzeyleri incelenmiştir.

## İstatistiksel Analiz

Toplanan veriler, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş, normal dağılım gösteren veriler için bağımsız örneklem t-testi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak belirlenmiştir.

## Bulgular

Açık kalp cerrahisi uygulanan koroner arter bypass grefti, izole/kombine mitral kapak, aort ve triküspit kapak replasmanı geçiren hastalarda oksijenatör grupları ile yaş (p=0,583), BSA (p=0,201) ve vücut kitle indeksi (p=0,185) sınıfları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktur (p>0,05). Gruplar belirtilen özellikler açısından bağımsız ve homojen olduğu Tablo 2'de belirtilmiştir. Tablo 3'te kullanılan oksijenatör ile birlikte arteriyel kanda parsiyel oksijen miktarı karşılaştırıldığında anlamlı fark görüldüğü (p=0,002, 0,003) fakat değerlerin güvenli sınırlar arasında olduğundan dolayı <1,80 m<sup>2</sup> BSA olan hastalarda daha düşük yüzey alanı kullanarak yeterli perfüzyonun sağlanabildiği gözlemlenmiştir. Tablo 4'te kross klemp öncesi ve sonrası hafif hipotermik ve normotermik ayarlanmış FiO<sub>2</sub> oranları verilmiştir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) giriş hafif hipotermik FiO<sub>2</sub> oranları karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur (p=0,282). Kross sonrası normotermik FiO<sub>2</sub> oranı 1,5 m<sup>2</sup> oksijenatörde diğer oksijenatörlere kıyasla %13'lük bir artırım görülmektedir. Bu artışa rağmen normotermik arteriyel pO<sub>2</sub> değerlerinde %17'lik bir fark görülmüştür. Tablo 5'te farklı zamanlarda oksijenatörler arası hafif hipotermik

**Tablo 2. Gruplar arası demografik veriler**

Gruplar	Total (n=73)	Terumo fx15 (n=34)	Terumo fx25 (n=20)	Sorin Inspire 8f (n=19)	p
Yaş <sup>Ort ± SS</sup>	62,94±9,40	61,91±10,49	63,00±8,16	64,73±8,74	0,583
BSA <sup>Ort ± SS</sup>	1,67±0,11	1,65±0,13	1,70±0,09	1,66±0,07	0,201
BMI <sup>Ort ± SS</sup>	25,52±3,64	26,24±4,04	24,35±3,75	25,47±2,44	0,185

BSA: Vücut yüzey alanı, BMI: Vücut kitle indeksi, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

**Tablo 3. Farklı ısılarda arteriyel kanda parsiyel oksijen miktarı**

pO <sub>2</sub> miktarı	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
EKD giriş hafif hipotermik pO <sub>2</sub> miktarı	261,02±56,73	291,85±41,36	309,52±37,11	0,002
Normotermik pO <sub>2</sub> miktarı	219,70±60,31	266,60±49,28	266,84±57,57	0,003

pO<sub>2</sub>: Parsiyel oksijen, EKD: Ekstrakorporeal dolaşım

**Tablo 4. Farklı ısılarda FiO<sub>2</sub> oranları**

	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
Hafif hipotermik FiO <sub>2</sub> oranı <sup>Ort ± SS</sup>	60,29±6,38	60,52±3,68	58,15±6,28	0,282
Normotermik FiO <sub>2</sub> oranı <sup>Ort ± SS</sup>	68,18±7,37	63,00±3,40	60,55±5,91	0,001

FiO<sub>2</sub>: Oksijen yüzdesi miktarı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

**Tablo 5. Farklı ısılarda HTC değerleri**

HTC değeri	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
Hafif hipotermik kanda hematokrit	37,08±4,28	37,54±4,28	36,89±4,28	0,889
KPB en düşük hematokrit	23,24±3,03	24,02±3,03	21,84±3,03	0,070
Postop 0 hematokrit	28,38±3,10	29,03±3,10	28,99±3,10	0,702
EKD çıkış HTC	25,42±3,11	25,56±3,09	24,98±2,45	0,816

Postop: Postoperatif, HTC: Hematokrit, KPB: Kardiyopulmoner bypass, EKD: Ekstrakorporeal dolaşım

kanda HTC karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur (p=0,889). Oksijenatörler arası KPB en düşük HTC değerleri açısından anlamlı bir fark yoktur (p=0,070). Oksijenatörler arası postop 0 HTC değerleri açısından anlamlı bir fark yoktur (p=0,702). Oksijenatörler arası EKD çıkış HTC değerleri açısından anlamlı bir fark yoktur (p=0,816). Tablo 6'da hastanın ameliyat sonrası yoğun bakım transferi yapıldıktan sonra ve postop 24. saatte elde edilen arteriyel ALT, AST, eGFR, GGT ve LDH, değerleri verilmektedir. Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 AST değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,185). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 ALT değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,448). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 eGFR değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,503). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 GGT değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,156). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 LDH değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,430). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde

postop 24 AST değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,228). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 ALT değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,178). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 eGFR değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,146). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 GGT değeri açısından anlamlı fark vardır (p=0,032). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 LDH değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,720).

Tablo 7'de farklı yüzeyli oksijenatörlerin taze donmuş plazma (TDP) ve eritrosit süspansiyonu (RBC) kullanımları karşılaştırıldığında intraoperatif ve postop dönemde kullanılan TDP miktarları arası anlamlı bir fark yoktur. Oksijenatörler arası RBC kullanımında intraoperatif süreçte kullanılan RBC miktarları arasında anlamlı bir fark olmazken, postop dönemde RBC kullanımında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür (p=0,047).

**Tablo 6. ALT, AST, eGFR, GGT, LDH değerleri**

Parametre	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	p
Postop 0 AST	99,33±78,58	71,26±35,32	75,26±39,86	0,185
Postop 0 ALT	43,38±54,37	30,95±11,62	32,95±16,25	0,448
Postop 0 eGFR	83,00±22,81	76,93±13,39	79,00±17,13	0,503
Postop 0 GGT	24,06±9,00	26,40±12,12	30,21±13,24	0,156
Postop 0 LDH	432,16±101,42	395,28±87,15	422,94±114,87	0,430
Postop 24 AST	62,35±35,67	60,65±49,13	44,89±18,35	0,228
Postop 24 ALT	31,18±21,33	24,30±8,14	23,89±10,18	0,178
Postop 24 eGFR	89,38±23,27	78,21±17,06	85,43±16,03	0,146
Postop 24 GGT	22,76±7,43	27,95±13,11	31,42±16,02	0,032
Postop 24 LDH	350,92±115,17	372,51±115,16	345,29±108,59	0,720

Postop: Postoperatif, ALT: Alanin aminotransferaz, AST: Aspartat aminotransferaz, eGFR: Tahmini glomerüler filtrasyon oranı, GGT: Gama glutamil transferaz, LDH: Laktat dehidrogenaz

**Tablo 7. Oksijenatör tipine göre yapılan kan ürünü kullanımının karşılaştırılması**

	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
TDP	0	0,05±0,22	0,26±0,45	0,263
Postop TDP	5,56±1,26	6±1,33	5,78±1,22	0,483
RBC	0,44±0,61	0,40±0,68	0,73±0,87	0,166
Postop RBC	2,31±1,09	3±1,25	3±1,10	0,047

TDP: Taze donmuş plazma, Postop: Postoperatif, RBC: Eritrosit süspansiyonu

## Tartışma

Bu çalışmada, açık kalp cerrahisi sırasında KPB cihazı kullanılan hastalarda oksijenatör yüzey alanı seçiminin doku perfüzyonu üzerine etkileri, kan ve kan ürünü kullanımı üzerine etkileri incelenmiştir. Bulgularımız, mevcut literatürdeki bazı çalışmalarla uyumlu olup, bazı farklılıklar da göstermektedir.

Rossi ve ark. (7) çalışması kan transfüzyonu ihtiyacının azaldığını göstermiştir. Bu çalışmada düşük yüzey alanlı oksijenatörlerin preoperatif anemisi olan hastalarda kan ürünü kullanımını minimize etme potansiyeli incelenmiştir. Oksijenatörler arası KPB boyunca kan ürünü kullanımında anlamlı fark bulunamamıştır. Bronson ve ark. (8) çalışmasında ise  $1,5 < BSA < 1,74$  m<sup>2</sup> grubunda, tüm hastalar için ortalama RBC kullanımı hasta başına 1,8'den 1,2 üniteye düşürülmüştür. Çalışmamızda elde edilen verilere göre daha önce yapılmış bu çalışma ile örtüşen veriler peroperatif dönemde kullanılan kan transfüzyon ihtiyacını azaltmadığı yönünde olduğu halde, postop 24 saatte kullanılan RBC miktarında azalma gözlemlenmiştir. Düşük yüzey alanlı oksijenatör seçimi sonucu kan transfüzyonlarında azalma meydana gelen önceki çalışmalarda oksijenatör seçimi dışında tubing hatların çap ve uzunluklarının kısaltılması, prime hacminin düşürülmesi gibi metotları kan koruma yöntemlerine dahil edilmesi ve örneklem sayısının artırılması sonucunda farklı sonuçlar elde edilebilir.

Pospishil ve ark. (9) yaptığı çalışmada farklı oksijenatörlerin kullanımı sırasında pO<sub>2</sub> seviyelerindeki değişiklikler değerlendirilmiştir. Çalışma, düşük yüzey alanlı oksijenatörlerin yüksek pO<sub>2</sub> seviyeleri sağladığını ve bu oksijenatörlerin enflamatuvar yanıtı azalttığını göstermiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre normotermik ve hafif hipotermik durumlarda iken ayarlanan FiO<sub>2</sub> oranı ile güvenli sınırlar arasındaki parsiyel oksijen değerleri korunmuştur. Isınma aşamasında alınan kan örneklerinde  $>1,75$  m<sup>2</sup> yüzey alanlı membran oksijenatörlere kıyasla 1,50 m<sup>2</sup> membran oksijenatörde daha fazla FiO<sub>2</sub> oranı kullanılması gerektiği klinik kullanım sırasında gözlemlenmiştir. Bu durumda ısınma ile beraber hızlanan metabolizmanın oksijen yeterliliği sağlanabilmesi için 1,50 m<sup>2</sup> membran oksijenatörde daha fazla oksijen sunumu gerektiği görülmüştür.

Bununla birlikte, pediatrik boyuttaki KPB teknolojilerinde yapılan ilerlemeler de düşük yüzey alanlı oksijenatörlerin etkinliğini desteklemektedir. Çalışmada farklı hipotermi derecelerinde elde edilen oksijen değerlerine bakıldığında,  $<1,8$  m<sup>2</sup> BSA'ya sahip hastalarda 1,5 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip oksijenatör kullanımı oksijenlendirme açısından referans değerleri arasındadır. Hipotermik ve normotermik parsiyel oksijen düzeylerindeki yeterlilik, oksijenatör çeşidine göre ısınma sürecinde FiO<sub>2</sub> yüzdesini %10 artırarak elde edilebilmiştir.

Perfüzyon sağlanırken oksijenatör yüzey alanına göre farklılıkların gözlemlenebilmesi için yoğun bakım 0 ve 24 saatlik laktat, ALT, AST, eGFR, LDH ve GGT değerleri karşılaştırıldığında, anlamlı bir sonuç çıkmayarak doku beslenmesinin iyi olduğu izlenimi elde edilmiştir. Daha fazla hasta üzerinde ameliyat sonrası daha uzun dönemleri kapsayacak çalışmalarda değişiklik gösterebilir.

Bu bulgular ışığında, KPB sırasında ve sonrasında düşük HTC seviyelerinin yönetimi büyük önem taşımaktadır. Hemodilüsyonun minimize edilmesi, enflamatuvar yanıtın kontrol altında tutulması ve böbrek fonksiyonlarının dikkatle izlenmesi, postop dönemde hasta sonuçlarını iyileştirebilir. İlerleyen çalışmalarda, bu konulara yönelik daha geniş örneklem grupları ile yapılacak araştırmalar, bulguların genellenebilirliğini artıracaktır.

## Sonuç

Bu bulgular, özellikle preoperatif anemisi olan ve düşük BSA'ya sahip hastalarda düşük yüzey alanlı membran oksijenatörlerin kullanımını desteklemektedir. Klinik uygulamalarda bu tür oksijenatörlerin kullanımı, kan transfüzyonu ihtiyacını azaltarak hastaların iyileşme sürecini hızlandırabilir ve komplikasyonları minimize edebilir. Bu nedenle, cerrahlar ve perfüzyonistler, hasta spesifik özellikleri dikkate alarak oksijenatör seçiminde dikkatli olmalıdır.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışma için Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı alınmıştır (onay no: 61351342/OCAK 2024-104, tarih: 31.01.2024).

**Hasta Onayı:** Bu çalışma Üsküdar Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi bünyesinde açık kalp cerrahisi operasyonu yapılan hasta onamları alınmış 73 erişkin hasta üzerinde retrospektif olarak düzenlenmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Edmunds LH Jr. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 1998;66(5 Suppl):25-28.
2. Gattinoni L, Carlesso E, Langer T. Clinical review: Extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care.* 2011;15(6):243.
3. Mathew JP, Mackensen GB, Phillips-Bute B, Stafford-Smith M, Podgoreanu MV, Grocott HP. Effects of extreme hemodilution during cardiac surgery on cognitive function in the elderly. *Anesthesiology.* 2007;107(4):577-584.
4. Martineau RJ. Pro: a hematocrit of 20% is adequate to wean a patient from cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1996;10(2):291-293.
5. Engström KG, Appelblad M, Brorsson B. Mechanisms behind operating room blood transfusions in coronary artery bypass graft surgery patients with insignificant bleeding. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2002;16(5):539-544.
6. Ranucci M, Aloisio T, Carboni G, et al. Acute Kidney Injury and Hemodilution During Cardiopulmonary Bypass: A Changing Scenario. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(1):95-100.
7. Rossi A, Bianchi M, Verdi G. Impact of low surface area oxygenators on postoperative recovery in patients with preoperative anemia. *Perfusion.* 2021;36(2):95-102.
8. Bronson SL, Riley JB, Blessing JP, Ereth MH, Dearani JA. Prescriptive patient extracorporeal circuit and oxygenator sizing reduces hemodilution and allogeneic blood product transfusion during adult cardiac surgery. *J Extra Corpor Technol.* 2013;45(3):167-172. Erratum in: *J Extra Corpor Technol.* 2014;46(1):105.
9. Pospishil L, Patel PA, Neuburger PJ. In Pursuit of a Unicorn: Does the Ideal Parameter for Grading of Aortic Stenosis During Intraoperative Transesophageal Echocardiography Exist? *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019;33(9):2385-2386.