

## Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Hemofiltrasyon/Ultrafiltrasyon Kullanımının Perioperatif Sonuçlar Üzerine Etkisi

Effect of Hemofiltration/Ultrafiltration Use on Perioperative Outcomes During Cardiopulmonary Bypass

Bişar AMAÇ , Murat Ziya BAĞIŞ 

### ÖZ

Bu çalışmada kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında konvansiyonel hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının intraoperatif ve postoperatif kan kullanımı, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu ve böbrek fonksiyonları üzerine olan etkilerini araştırmak amaçlandı.

KPB eşliğinde kardiyak cerrahisi uygulanmış, toplam 60 hasta retrospektif olarak çalışmaya dahil edildi. Operasyon sırasında KPB ekipmanı üzerinde konvansiyonel hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon entegre edilen ve kullanılmayan hasta verileri gruplandırılarak karşılaştırıldı. Hastaların biyokimyasal, hematolojik ve diğer verileri gruplar arasında karşılaştırıldı.

Grupların demografik, tanımlayıcı ve preoperatif kan parametre verileri benzerdi ( $p>0,05$ ). Grupların postoperatif 1.gün hemoglobin, hematokrit, üre, kreatinin, lökosit (WBC) ve C-reaktif protein (CRP) değerleri ve peroperatif değişkenlerinden; kan transfüzyon miktarı, peroperatif drenaj miktarı ve akut böbrek yetmezliği (ABY) oranı arasında anlamlı fark vardı ( $p<0,05$ ). Grupların; idrar miktarı, intra-kardiyak defibrilasyon ihtiyacı, inotrop destek ihtiyacı, mekanik ventilasyon destek süresi, yoğun bakım ünitesi (YBÜ) kalış süresi, hastanede kalış süresi ve erken dönem mortalite oranları arasında ise anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).

KPB eşliğinde kardiyak cerrahi operasyonu yapılan hastalarda KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının intraoperatif ve postoperatif kan kullanımı, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu ve böbrek fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri olduğunu düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyopulmoner Bypass, Perfüzyon, Hemofiltrasyon, Ultrafiltrasyon.

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the effects of conventional hemofiltration/ultrafiltration use on intraoperative and postoperative blood use, systemic inflammatory response syndrome and kidney functions during cardiopulmonary bypass (CPB).

A total of 60 patients who underwent CPB-guided cardiac surgery were included in the study retrospectively. The data of patients who did not use conventional hemofiltration/ultrafiltration on CPB equipment and which were used during the operation were grouped and compared. Biochemical, hematological and other data of the patients were compared between the groups.

Demographic, descriptive and preoperative blood parameter data of the groups were similar ( $p>0.05$ ). From the postoperative 1st day hemoglobin, hematocrit, urea, creatinine, leukocyte (WBC-White Blood Cell) and C-reactive protein (CRP) values and perioperative variables of the groups; there was a significant difference between the amount of blood transfusion, the amount of peroperative drainage and the rate of acute renal failure (ARF) ( $p<0.05$ ). There was no significant difference between the groups' urine volume, need for intra-cardiac defibrillation, need for inotropic support, duration of mechanical ventilation support, duration of intensive care unit (ICU) stay, duration of hospital stay and early mortality rates ( $p>0.05$ ).

We think that the use of hemofiltration/ultrafiltration during CPB has positive effects on intraoperative and postoperative blood use, systemic inflammatory response syndrome and renal functions in patients undergoing CPB-guided cardiac surgery.

**Keywords:** Cardiopulmonary Bypass, Perfusion, Hemofiltration, Ultrafiltration.

*Harran Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan izin alındı (Etik Kurul Onay No: HRÜ/22.24.13, Tarih:12.12.2022).*

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Bişar AMAÇ, Perfüzyon, Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, amacbisar@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-0320-4239

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Murat Ziya BAĞIŞ, Kalp Damar Cerrahisi, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, ziyabagis@hotmail.com, ORCID No: 0000-0002-4088-7510

**İletişim/Corresponding Author:**  
**E-posta/E-mail:**

Bişar AMAÇ  
amacbisar@gmail.com

**Geliş Tarihi/Received :** 06.12.2023  
**Kabul Tarihi/Accepted:** 02.01.2024  
**Yayın Tarihi/Published:** 30.04.2024

## GİRİŞ

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalp cerrahisi sırasında kan dolaşımını ve oksijenasyonu belirli bir süre vücut dışında devam ettirilmesine olanak sağlayan özel bir perfüzyon tekniğidir (1). 1952 yılında John Gibbon tarafından icat edilen KPB makinesi, karmaşık açık kalp prosedürlerinin kansız bir cerrahi alanda gerçekleştirilmesine izin vererek kalp cerrahisi alanında devrim yaratmıştır ve 20. yüzyılın en önemli cerrahi gelişmelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, KPB kullanımının dezavantajları da vardır. Fizyolojik olmayan doğasının, özellikle kalp, akciğerler, böbrekler ve merkezi sinir ve pıhtılaşma sistemleri olmak üzere çoklu organ disfonksiyonunun gelişimine neden olarak sistemik inflamatuvar yanıt sendromunu tetiklediği gösterilmiştir. Prime solüsyon ile hastanın ekstrakorporeal devredeki kan hacminin karışımından kaynaklanan hemodilüsyon, doku oksijen sunumunu azaltmakta ve aşırı hemodilüsyon, akut böbrek yetmezliği (ABY) gibi olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmektedir. Ayrıca felç, nörobilişsel bozukluk, pıhtılaşma bozuklukları ve mortalite artışı ile de ilişkilendirilmektedir. Hemodilüsyonun söz konusu olumsuz etkilerinin yanı sıra, kan transfüzyonu da beraberinde birtakım riskler oluşturmakta, bu risklere karşıda hemofiltrasyonun fayda sağlayacağı belirtilmektedir (2,3). Hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon günümüzde KPB prime işlemine bağlı fazla sıvının uzaklaştırılması, plazma proteinlerinin korunması, serum potasyum konsantrasyonunun kontrolü, transfüzyon ihtiyacında azalmalara olanak sağlaması nedeniyle rutin uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır (4-8). Hemofiltrasyon/ultrafiltrasyonun faydaları sadece plazma sıvısını uzaklaştırmak ve transfüzyon gereksinimlerini azaltmak değil; aynı zamanda KPB tarafından üretilen sitokinleri azaltarak hem kompleman hem de pıhtılaşma sistemlerinin aktivasyonunu azaltarak inflamasyonun iyileştirmesine fayda sağlamaktır. KPB cerrahisinde sistemik inflamatuvar yanıtı azaltmaya yönelik önlemlerin, olumsuz olayları azalttığı, mortaliteyi düşürdüğü belirtilmektedir (6).

Bu retrospektif çalışmada, KPB sırasında, konvansiyonel hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon (Hemokondansatör) kullanımının intraoperatif ve postoperatif kan kullanımı, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu ve böbrek fonksiyonları üzerine olan etkilerini araştırmak amaçlandı.

## MATERYAL VE METOT

### Araştırmanın Tipi

Yapılan bu çalışma retrospektif kohort tipte bir araştırmadır.

### Etik Onayı

Çalışma öncesi; çalışmanın yapılacağı kurum (Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi) ve yerel etik kurulundan (Harran Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu) onay alındı (Etik Kurul Onay No: HRÜ/22.24.13, Tarih:12.12.2022). Çalışma Helsinki Bildirgesi prensiplerine uygun olarak yapıldı.

### Araştırmanın Gruplarının Oluşturulması

Çalışmaya KPB eşliğinde kardiyak cerrahi (Koronar arter bypass greft (KABG), mekanik mitral kapak replasmanı, mekanik aort kapak replasmanı) operasyonu uygulanmış, toplam 60 hasta dahil edildi. Operasyon sırasında KPB ekipmanı (Kalp akciğer makinesi) üzerinde konvansiyonel hemokondansatör (Hemofiltrasyon / ultrafiltrasyon) kullanılmamış (Grup-1; n=30) ve kullanılmış (Grup-2; n=30) olan hasta verileri gruplandırılarak karşılaştırıldı.

### **Dahil Olma Kriterleri**

Dışlanma kriterleri uygulandıktan sonra 01/01/2020-02/12/2022 tarihleri arasında, 20 ile 85 yaş arası KPB eşliğinde kardiyak cerrahi (KABG, mekanik mitral kapak replasmanı, mekanik aort kapak replasmanı) operasyonu yapılan hastalar araştırmaya dahil edildi.

### **Dışlama Kriterleri**

Ameliyat öncesi amiodaron ile tedavi edilen hastalar, atriyal fibrilasyon (AF) öyküsü olanlar, acil kardiyak cerrahi yapılan hastalar, aort anevrizması veya diseksiyonu gibi ek kardiyak cerrahi planlanan hastalar, bilinen sistemik inflamatuvar hastalığı olanlar, yeniden kardiyak cerrahi ameliyatı geçirenler hastalar ve hematolojik hastalığı olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

### **Araştırma Verilerinin Toplanması**

KPB eşliğinde kardiyak cerrahi uygulanmış hasta verilerine, dışlanma kriterleri uygulandıktan sonra 01/01/2023-01/03/2023 tarihleri arasında hastane bilgisayar sistemi ve/veya arşiv kayıtlarından ulaşıldı ve veriler kaydedildi. Elde edilen veriler ile grupların tanımlayıcı verileri: Yaş, cinsiyet, boy, ağırlık, vücut yüzey alanı (BSA=Body surfacearea), flow, ejeksiyon fraksiyon yüzdesi (EF%), aortik kross klemp süresi, total perfüzyon süresi, etkinleştirilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT- Activated Coagulation Time) ve yapılan cerrahi tip (KABG, aort kapağı, mitral kapak); grupların preoperatif ve postoperatif 1. gün hematolojik ve biyokimyasal parametreleri: Hemogloblin, hematokrit, üre, kreatin, C-reaktif protein (CRP), lökosit (WBC- White Blood Cell); ve peroperatif değişkenlerinden: İntra-kardiyak defibrilasyon ihtiyacı, inotrop destek ihtiyacı, ABY, kan transfüzyon (Eritrosit süspansiyonu/ES) miktarı, peroperatif kanama drenaj miktarı, idrar miktarı, hemofiltrat miktarı, mekanik ventilasyon destek süresi, YBÜ kalış süresi, hastanede kalış süresi ve mortalite oranı verileri kaydedildi.

### **İstatistiksel Analizler**

İstatistiksel analizler için Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®) 16.0 bilgisayar programı kullanıldı. Sürekli ve sıralı veriler için ortalama ve standart sapmalar hesaplandı. Normallik dağılımını değerlendirmek için Kolmogorov Smirnov testi ve Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Sırasıyla normal ve normal dağılmayan verileri değerlendirmek için Student-t testi ve Mann Whitney-U testleri kullanıldı. Nominal veriler için frekans ve yüzde analizleri yapıldı ve karşılaştırılmasında Chi-Square testi kullanıldı. İstatistiksel olarak 0,05'ten küçük olan p değeri anlamlı kabul edildi.

### **Araştırmanın Kısıtlılıkları**

Çalışmanın retrospektif ve tek merkezli olması bu araştırmanın kısıtlılıkları arasında bulunmaktadır. Daha ileri çalışmaların yapılmasının daha kapsamlı veriler sağlayacağını düşünmekteyiz.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan bu araştırmada, çalışma gruplarının tanımlayıcı verileri (Cinsiyet, yaş, boy, ağırlık, BSA, flow, EF%, aortik kross klemp süresi, total perfüzyon süresi, ortalama ACT, KABG sayısı ve kalp kapak sayısı) benzerdi ( $p>0,05$ ) (Tablo 1).

Tablo 1. Tanımlayıcı Verilerin Analizi

		Grup-1 (n=30)	Grup-2 (n=30)	P
Cinsiyet, (n,%)	Erkek	16, %53,3	17, %56,7	0,629
	Kadın	14, %46,7	13, %43,3	
Yaş (Yıl), (ort±ss)		60,56±9,70	65,20±8,12	0,345
Boy (cm), (ort±ss)		162,53±8,50	162,87±9,36	0,349
Ağırlık (kg), (ort±ss)		83,26±12,43	84,13±12,99	0,705
BSA (m <sup>2</sup> ), (ort±ss)		1,89±0,17	1,90±0,19	0,522
Flow (lt), (ort±ss)		4,51±0,34	4,58±0,44	0,135
EF%, (ort±ss)		52,40±7,77	49,63±8,34	0,998
Aortik Kross Klemp Süresi (Dakika), (ort±ss)		80,66±20,09	81,93±22,72	0,141
Total Perfüzyon Süresi (Dakika), (ort±ss)		98,33±21,94	120,90±24,60	0,512
Ort. ACT (Saniye), (ort±ss)		642,97±65,72	676,13±59,58	0,565
KABG sayısı, (n, %)	II	5, %16,7	5, %16,7	0,357
	III	6, %20,0	8, %26,7	
	IV	7, %23,3	3, %10,0	
Kalp kapak, (n,%)	AORT	5, %16,7	7, %23,3	
	MİTRAL	7, %23,3	7, %23,3	

Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma; n, %: Sayı, yüzde; BSA: Vücut Yüzey Alanı (Body Surface Area); EF%: Ejeksiyon Fraksiyonu Yüzdesi; Ort. ACT: Ortalama etkinleştirilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT- Activated Coagulation Time); KABG: Koroner arter bypass greft

Çalışma gruplarının preoperatif hemoglobin, hematokrit, üre, kreatinin, WBC ve CRP değerleri arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). Grupların postoperatif 1. gün hemoglobin, hematokrit, üre, kreatinin, WBC ve CRP değerleri arasında ise anlamlı fark vardı ve KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanılan grupta (Grup 2) hemoglobin ve hematokrit değeri daha yüksek ve üre, kreatinin, WBC ve CRP değerleri ise daha düşüktü ( $p<0,05$ ) (Tablo 2).

Tablo 2. Preoperatif Ve Postoperatif 1. Gün Verilerinin Analizi

PARAMETRELER	GRUPLAR	PREOPERATİF		POSTOPERATİF 1. GÜN	
		Ort±SS	P	Ort±SS	P
Hematokrit (%), (ort±ss)	Grup-1 (n=30)	37,46±5,72	0,058	32,06±3,12	0,036
	Grup-2 (n=30)	41,23±3,98		43,43±4,24	
Hemoglobin (g/dL), (ort±ss)	Grup-1 (n=30)	12,80±1,89	0,209	10,69±2,51	0,003
	Grup-2 (n=30)	13,81±1,55		14,50±1,27	
Üre (mg/dL), (ort±ss)	Grup-1 (n=30)	38,93±16,75	0,612	50,54±20,87	0,003
	Grup-2 (n=30)	38,90±11,90		27,04±7,015	
Kreatinin (mg/dL), (ort±ss)	Grup-1 (n=30)	0,96±0,46	0,812	1,38±0,77	0,001
	Grup-2 (n=30)	0,94±0,36		0,91±0,47	
WBC (10 <sup>3</sup> ,mcL), (ort±ss)	Grup-1 (n=30)	7,03±1,24	0,168	14,84±0,71	0,021
	Grup-2 (n=30)	6,31±1,54		13,97±1,04	
CRP (mg/L), (ort±ss)	Grup-1 (n=30)	22,45±31,46	0,536	60,95±42,90	0,002
	Grup-2 (n=30)	25,09±25,29		22,22±27,47	

Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma; WBC: White Blood Cell (Beyaz kan hücreleri, akyuvarlar); CRP: C-Reaktif Protein.

Çalışma gruplarının postoperatif ilk 48 saatlik dönemdeki kan transfüzyon miktarı, postoperatif ilk 48 saatlik dönemdeki drenaj miktarı ve akut böbrek yetmezliği (ABY) oranı arasında anlamlı fark vardı ve KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanılan grupta (Grup 2) daha düşüktü ( $p<0,05$ ). Grupların idrar miktarı, intra-kardiyak defibrilasyon ihtiyacı, inotrop destek ihtiyacı, mekanik ventilasyon destek süresi, YBÜ kalış süresi, hastanede kalış süresi ve erken dönem mortalite oranları arasında ise anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ) (Tablo 3).

**Tablo 3. İntraoperatif Ve Postoperatif Verilerinin Analizi**

		Grup-1 (n=30)	Grup-2 (n=30)	P
*Kan Transfüzyonu (Ünite), (ort±ss)		1,93±1,17	0,70±0,70	<b>0,016</b>
*Postoperatif Drenaj Miktarı (ml), (ort±ss)		1338,30±293,22	870,00±411,38	<b>0,038</b>
**İdrar miktarı (ml), (ort±ss)		576,67±182,76	610,00±167,84	0,482
Hemofiltrat miktarı (ml), (ort±ss)		0±0 ***HF/UF YOK	1146,33±368,11	<b>0,000</b>
İKDİ, (n, %)	YOK	22, %73,3	16, %53,3	0,111
	VAR	8, %26,7	14, %46,7	
İnotrop Destek İhtiyacı, (n, %)	YOK	3, %10	2, %6,7	0,643
	VAR	27, %90	28, %93,3	
ABY, (n, %)	YOK	26, %86,7	30, %100	<b>0,040</b>
	VAR	4, %13,3	0, %0	
Mekanik Ventilasyon Süresi (Saat), (ort±ss)		7,43±1,63	7,06±1,70	0,456
YBÜ Kalış Süresi (Saat), (ort±ss)		31,76±8,36	30,76±7,63	0,678
Hastanede Kalış Süresi (Gün), (ort±ss)		9,26±2,82	7,53±2,04	0,225
Mortalite, (n,%)	YOK	30, %100	30, %100	1,000
	VAR	0, %0	0, %0	

Ort±SS: Ortalama±Standart Sapma; n, %: Sayı, yüzde; İKDİ: İntra-kardiyak defibrilasyon ihtiyacı; ABY: Akut böbrek yetmezliği; YBÜ: Yoğun bakım ünitesi.

\*Postoperatif ilk 48 saatlik dönemdeki kan transfüzyon miktarı ve drenaj miktarı hesaplandı. \*\*KPB sırasındaki idrar miktarı. \*\*\*Hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanılmadığından bu grupta hemofiltrat hacmi yoktur.

KPB eşliğinde yapılan kardiyak cerrahi operasyonlarında, hemofiltrasyon / ultrafiltrasyon (Hemokondansatör) kullanımının KPB'ye bağlı gelişen olumsuz olaylar üzerinde faydaları olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada KPB eşliğinde yapılan kardiyak cerrahi operasyonlarında konvansiyonel hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının intraoperatif ve postoperatif kan kullanımı, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu ve böbrek fonksiyonları üzerine olan etkileri saptandı. Çalışmada KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının hemoglobin ve hematokrit değerinde önemli derecelerde koruma sağladığı ve üre, kreatinin, WBC ve CRP değerlerinde ise yükselmeyi önlediği saptandı. Çalışmanın üstünlükleri arasında ise KPB sırasında, hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının kan transfüzyonu ihtiyacını ve drenaj miktarını azalttığı ayrıca ABY oranında da azalma sağladığı bulundu.

Bazı çalışmalar, hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının hematokritte iyileşme ve kanamalarda azalma ve kan transfüzyon gereksiniminde azalma sağladığını belirtmektedir (7,8). Mongero ve ark. yaptıkları retrospektif çalışmada kalp cerrahisinde hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının KPB sonrasında hematokrit üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında hemofiltrat hacminin arttıkça idrar miktarının azaldığını ve hematokrit değerinde de önemli artış olduğunu belirtmişlerdir (7). Low ve ark. ise yaptıkları randomize kontrollü çalışmaların bir meta-analizinde modifiye edilmiş hemofiltrasyon/ultrafiltrasyonun, yetişkin kalp cerrahisinde güvenli ve uygulanabilir bir seçenek olduğunu; postoperatif hematokritte iyileşmeyi sağladığını, postoperatif kan kaybını ve transfüzyonları azalttığını ve YBÜ kalış süresinde azalma gibi önemli

yararları olduğunu belirtmişlerdir (8). Mevcut çalışma bulguları literatür ile benzerlik göstermektedir.

Mongero ve ark. yaptıkları çalışmada KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon'un kırmızı kan hücresi (eritrosit=RBC) transfüzyonu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda ultrafiltrasyonun, kalp cerrahisi sırasında eritrosit tranfüzyonunu azaltmadığı ve bununla ilişkisinin olmadığını belirtmişlerdir (9). Ancak yaptığımız çalışmada ise ultrafiltrasyonun kan transfüzyonunu azalttığını saptadık. Bu farklılığın ise ilgili çalışmadaki hasta popülasyonu ile ilgili olabileceğini düşünmekteyiz.

Son zamanlarda kardiyak cerrahide modifiye hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımı da ortaya çıkmıştır. Ancak modifiye hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımı konusunda fikir ayrılıkları ve tartışmalar devam etmektedir (10-12). McNair ve ark. yaptıkları prospektif kohort çalışmada modifiye ultrafiltrasyon (Hat içi=on-line) ile konvansiyonel ultrafiltrasyon (Hat dışı=off-line) uygulamalarını kan kullanımı ve hemogloblin düzeyleri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında modifiye ultrafiltrasyonun, diğer yonteme kıyasla kan transfüzyonunda bir azalma sağlamadığı, ayrıca başlangıçta 18 saatlik hemoglobline göre daha fazla iyileşme gösterse de bu faydanın sıvı değişimine atfedilebileceğini belirtmişlerdir (10). Mc Nair ve ark.'nın aksine Naveed ve ark. ise yaptıkları prospektif rastgele kontrollü çalışmada modifiye ultrafiltrasyonun postoperatif kanama, daha az kan ve kan ürünleri gereksinimi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (11). Suzuki ve ark. yaptıkları çalışmada KPB uygulanan köpeklerde modifiye ultrafiltrasyonun inflamatuvar sitokinler ve hemokonsantrasyon üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında mitral kapak onarımı yapılan 38 köpeği retrospektif olarak incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda; modifiye ultrafiltrasyon sonrası kırmızı kan hücreleri, hematokrit ve albümin seviyeleri önemli ölçüde artarken, interlökin (IL)-6 seviyeleri 24,3'ten 32,3pg/ml'ye önemli ölçüde yükselmiş; IL-8 seviyeleri 368,2'den 272,2pg/ml'ye ve IL-10 seviyeleri 45,4'ten 28,8pg/ml'ye önemli ölçüde düşmüştür. Sonuç olarak, modifiye ultrafiltrasyonun KPB uygulanan köpeklerde uygulanabileceğini ve hemokonsantrasyon sağlamada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca modifiye ultrafiltrasyonun sitokinlerin uzaklaştırılması için yararlı olabileceğini belirtmişlerdir (12). Ancak hemofiltrasyon/ultrafiltrasyonun konvansiyonel mi yoksa modifiye şeklinde mi kullanılması gerektiği tartışmasından ziyade fayda ve zararlarının belirlenmesi ve uygulama süresi ve endikasyonel durumlarının belirlenmesinin dikkate değer olduğunu düşünmekteyiz.

Prime solüsyon ile hastanın ekstrakorporeal devredeki kan hacminin karışımından kaynaklanan hemodilüsyon, doku oksijen sunumunu azaltmakta ve aşırı hemodilüsyon, akut böbrek hasarı gibi olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmektedir. Hemodilüsyonun bu etkilerine karşı koymayı amaçlayan hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon da dahil olmak üzere birçok strateji geliştirilmiştir (2). KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımı ile akut böbrek hasarı arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışma da bulunmaktadır (13-16). Matata ve ark. yaptıkları çalışmada KPB sırasında sıfır dengeli hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon'un kardiyak cerrahi geçiren preoperatif böbrek yetmezliği (tahmini glomerüler filtrasyon hızı [eGFR]<60 ml/dakika) olan hastalarda böbrek hasarının klinik ve maliyet sonuçlarını veya biyobelirteçlerini önemli ölçüde iyileştirip iyileştirmediğini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda KPB cerrahisi sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyonun, KPB'den hemen sonra KPB'nin neden olduğu akut böbrek hasarının biyobelirteçlerinde ve morbiditede önemli azalmalar ile ilişkili olduğunu; ayrıca bu durumun, dolaşımda inflamatuvar/immün mediatörlerin temizlenmesinin göstergesi olduğunda belirtmişlerdir (14). Paugh ve ark. yaptıkları çalışmada KPB eşliğinde izole KABG cerrahisi yapılan hastalarda konvansiyonel hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımı ve hemofiltrat hacmi ile akut böbrek hasarı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarında kreatinin klerensi 99,6 m/dakikanın altında (%95 güven aralığı, 67,6 ila 137,5) olan hastalarda, artan hemofiltrat hacmi, daha yüksek akut böbrek hasarı riski ile ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak klinik ekiplerin akut böbrek hasarı riskini en aza indirmek için düşük kreatinin klirensi olan hastalarda daha düşük

hemofiltrat hacimlerini dikkate almaları gerektiğini belirtmişlerdir (15). Kandil ve ark. yaptıkları sistemik derleme ve meta-analizde KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının akut böbrek hasarı ile ilişkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında konvansiyonel ultrafiltrasyon, modifiye ultrafiltrasyon, sıfır dengeli ultrafiltrasyon ve kontrol grupları arasında akut böbrek hasarı insidansı açısından bir fark gözlemlenmediğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak kalp cerrahisinde hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon'un, artmış akut böbrek hasarı insidansı ile ilişkili olmadığını ve başlangıçtaki kronik hasarlı hastalarda bile güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir (16). Yaptığımız çalışmada da hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının; üre ve kreatinin gibi kan değerlerinde ve akut böbrek yetmezliği üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

KPB sırasında kanın maruz kaldığı anormal koşullar, inflamatuvar yanıtın aktivasyonunu tetiklemekte ve pulmoner fonksiyon bozukluğuna neden olabilmektedir. KPB sırasında yüksek hacimli, sıfır dengeli ultrafiltrasyonun kullanımının inflamatuvar mediyatör olan prokalsitonin ve solunum fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri olduğu, ventilasyonu iyileştirdiği ve entübasyon süresini kısalttığı belirtilmektedir (17). KPB sırasında sıfır dengeli ultrafiltrasyonun, nöronal hasarın bir belirteci olan postoperatif serum S100b seviyeleri üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada; KPB sırasında sıfır dengeli ultrafiltrasyonun S100b salınımını azaltmadığı ayrıca erken nörobilişsel kusur insidansını da azaltmadığı belirtilmiştir (18). Kosour ve ark. yaptıkları çalışmada KPB uygulanan hastalarda hemofiltrasyon/ultrafiltrasyonun pulmoner fonksiyon ve interlökinler üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon'un, KABG'de gaz değişimi ve pulmoner mekaniği etkilemediğini, IL-1 ve IL-6'nın serum seviyesini ise yükselttiğini belirtmişlerdir (19). Shinozaki ve ark yaptıkları randomize kontrollü hayvan çalışmasında KPB yoluyla reperfüzyon uygulanan sıçanlarda uzun süreli kardiyak arrest üzerine erken dönem yüksek hacimli hemofiltrasyonun etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında yüksek hacimli ve standart hacimli sürekli veno-venöz hemofiltrasyonun kan sitokin seviyeleri ve hayatta kalma üzerindeki etkilerini değerlendirmeye çalışmışlardır. Çalışmalarının sonucunda sham grubuna kıyasla her iki hemofiltrasyon grubunda KPB ile uzun süreli kardiyak arrest sonrası sıçanlarda; mortalite, nörolojik fonksiyon bozukluğu, TNF $\alpha$  veya IL-6 seviyelerinde iyileşme olmadığını belirtmişlerdir (20). Yaptığımız çalışmada ise KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanılan grupta kullanılmayan gruba kıyasla postoperatif WBC ve CRP düzeylerinin daha düşük olması, hemofiltrasyon/ultrafiltrasyonun inflamatuvar yanıt aktivasyonunu üzerinde olumlu etkileri olduğunu düşündürmektedir.

Soliman ve ark. yaptıkları çalışmada KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının, yetişkin kalp cerrahisinde serum laktat seviyesini arttırdığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında ayrıca KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının hemokonsantrasyona, yüksek laktat düzeyine ve artmış inotropik desteğe yol açtığını belirtmişlerdir. Ayrıca hemofiltrasyon için bazı önerilerde bulunmuşlardır. Birinci önerileri: Böbrek fonksiyon bozukluğu, pozitif sıvı dengesi, diüretiklere azalmış yanıt veya 2 saatten fazla uzamış bypass süresi olan hastalarda hemofiltrasyonun sınırlandırılmasıdır. İkinci önerileri: Yeterli kardiyak debiyi sürdürmek için minimum miktarda sıvının uygulanması ve kontrollü hemodilüzyon sağlamak için prime hacimlerinin azaltılmasıdır. Üçüncü önerileri ise: KPB'den ayrılmadan önce veya sonra yapılması, yani tüm KPB süresi boyunca hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon yapılmaması olarak belirtmişlerdir (21). Yaptığımız çalışmada ise KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımı ile inotropik destek arasında herhangi bir ilişki saptayamadık. Bizde bunun hemokonsantrasyon yani hemofiltrat miktarı ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

KPB eşliğinde kardiyak cerrahi operasyonu yapılan hastalarda KPB sırasında konvansiyonel hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon (Hemokondansatör) kullanımının; hemoglobin, hematokrit, üre, kreatinin, WBC ve CRP düzeyleri ile kan transfüzyonu ihtiyacı, drenaj miktarı ve ABY üzerinde olumlu etkileri olduğu saptandı. Sonuç olarak KPB sırasında hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının intraoperatif ve postoperatif kan kullanımı, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu ve böbrek fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri olduğunu düşünmekteyiz.

Hemofiltrasyonun son zamanlarda etkinliğinin artması klinik çalışmalarda etkilerinin araştırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca KPB sırasında vaka bazlı değerlendirmelere bağlı olarak hemofiltrasyon/ultrafiltrasyon kullanımının faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Sarkar M, Prabhu V. Basics of cardiopulmonary bypass. *Indian J Anaesth.* 2017;61(9):760-767.
2. Phoon PHY, Hwang NC. conventional ultrafiltration-no more role in elective adult cardiac surgery?. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2021;35(5):1319-1320.
3. Freitas Leal J, Vermeer H, Lazari D, et al. The impact of circulation in a heart-lung machine on function and survival characteristics of red blood cells. *Artif Organs.* 2020;44(8):892-899.
4. Passaroni AC, Silva MA, Yoshida WB. Cardiopulmonary bypass: development of John Gibbon's heart-lung machine. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2015;30(2):235-245.
5. Talwar S, Sujith NS, Rajashekar P, et al. Modified ultrafiltration and postoperative course in patients undergoing repair of tetralogy of fallot. *J Card Surg.* 2021;36(10):3679-3687.
6. Stammers AH, Tesdahl EA, Mongero LB, et al. Zero-balance ultrafiltration during cardiopulmonary bypass is associated with decreased urine output. *J Extra Corpor Technol.* 2021;53(1):27-37.
7. Mongero L, Stammers A, Tesdahl E, Stasko A, Weinstein S. The effect of ultrafiltration on end-cardiopulmonary bypass hematocrit during cardiac surgery. *Perfusion.* 2018;33(5):367-374.
8. Low ZK, Gao F, Sin KYK, Yap KH. Modified ultrafiltration reduces postoperative blood loss and transfusions in adult cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2021;32(5):671-682.
9. Mongero LB, Tesdahl EA, Stammers A, Weinstein S. The influence of ultrafiltration on red blood cell transfusion during cardiopulmonary bypass. *Perfusion.* 2019;34(4):303-309.
10. McNair ED, McKay WP, Mondal PK, Bryce RDT. transfusion use and hemoglobin levels by blood conservation method after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 2020;110(5):1520-1526.
11. Naveed D, Khan RA, Malik A, Shah SZ, Ullah I, Hussain A. Role of modified ultrafiltration in adult cardiac surgery: a prospective randomized control trial. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2016;28(1):22-25.
12. Suzuki H, Oshima N, Watari T. Effect of modified ultrafiltration on cytokines and hemoconcentration in dogs undergoing cardiopulmonary bypass. *J Vet Med Sci.* 2020;82(11):1589-1593.
13. Manning MW, Li YJ, Linder D, et al. conventional ultrafiltration during elective cardiac surgery and postoperative acute kidney injury. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2021;35(5):1310-1318.
14. Matata BM, Scawn N, Morgan M, et al. A single-center randomized trial of intraoperative zero-balanced ultrafiltration during cardiopulmonary bypass for patients with impaired kidney function undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015;29(5):1236-1247.



15. Paugh TA, Dickinson TA, Martin JR, et al. Impact of ultrafiltration on kidney injury after cardiac surgery: The Michigan Experience. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(5):1683-1688.
16. Kandil OA, Motawea KR, Darling E, et al. Ultrafiltration and cardiopulmonary bypass associated acute kidney injury: A systematic review and meta-analysis. *Clin Cardiol.* 2021;44(12):1700-1708.
17. Song LO, Yinglong LI, Jinping LI. Effects of zero-balanced ultrafiltration on procalcitonin and respiratory function after cardiopulmonary bypass. *Perfusion.* 2007;22(5):339-343.
18. de Baar M, Diephuis JC, Moons KG, Holtkamp J, Hijman R, Kalkman CJ. The effect of zero-balanced ultrafiltration during cardiopulmonary bypass on S100b release and cognitive function. *Perfusion.* 2003;18(1):9-14.
19. Kosour C, Dragosavac D, Antunes N, Almeida de Oliveira RA, Martins Oliveira PP, Wilson Vieira R. Effect of ultrafiltration on pulmonary function and interleukins in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(4):884-890.
20. Shinozaki K, Lampe JW, Kim J, et al. The effects of early high-volume hemofiltration on prolonged cardiac arrest in rats with reperfusion by cardiopulmonary bypass: a randomized controlled animal study. *Intensive Care Med Exp.* 2016;4(1):25.
21. Soliman R, Fouad E, Belghith M, Abdelmageed T. Conventional hemofiltration during cardiopulmonary bypass increases the serum lactate level in adult cardiac surgery. *Ann Card Anaesth.* 2016;19(1):45-51.