



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**AÇIK KALP CERRAHİSİNDE KULLANILAN
RETROGRAD OTOLOG PRİME KAN KORUMA
YÖNTEMİNİN POSTOPERATİF HEMOGRAM VE
KAN TRANSFÜZYONU ÜZERİNE ETKİSİNİN
RETROSPEKTİF OLARAK İNCELENMESİ**

Ayşegül YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali YÜRÜK

TRABZON – 2025

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak yapıldığını ve yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

29.05.2025
Ayşegül YILMAZ
İmza

İthaf

Bu yüksek lisans tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her zaman yanımda olan sevgili aileme ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Hayatımda çok önemli bir yere sahip olan, perfüzyonist mesleğini edinmemde başrol oynayan, yüksek lisans eğitimim süresince bilgi, birikim ve tecrübelerini büyük bir özveriyle aktaran ve en önemlisi her daim desteğini hissettiğim, Karadeniz Teknik Üniversitesi Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı Başkanı, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Coşkun ÖZDEMİR'e ve bu araştırmanın planlanmasından yayımlanmasına kadar geçen tüm aşamalarında sabır, ilgi, yardımını esirgemeyen, rehberlik eden, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım tez danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali YÜRÜK'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Mesleki öğrenimimde pay sahibi olan ve beni perfüzyonist olarak yetiştiren, yardımlarını eksik etmeyen, bildiği ve tecrübe edindiği herşeyi benimle paylaşan, mesleki anlamda gelişmeye destek veren Perfüzyonistler; Cem KARA, Sevcan AYDIN'a ve KTÜ Farabi Üniversitesi Hastanesi KVC Ameliyathanesi ailesine teşekkürü bir borç bilirim.

Varlıkları ile bu süreçteki herşeyi daha da kolaylaştıran ve güzelleştiren KTÜ Farabi Üniversitesi Hastanesi KVC Sekreteri Havva SAĞLAM'a ve Anestezi Teknikeri Şeymanur KUL'a,

Her zaman bana destek olan canım arkadaşlarım Nalan GENÇ'e, Ezgi ULUTÜRK HARAÇ'a, Elif Pınar İLHAN'a, bu sürecin her aşamasında benimle kafa yoran, çalışan Recep POYRAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayat boyu sevgilerini ve desteklerini her zaman gösteren, beni yetiştiren, her anımda yanımda olan zorlukların üstesinden beraber geldiğim ve aldığım her kararda destekçim canım annem Sultan YILMAZ'a, canım babam İbrahim YILMAZ'a ve kardeşim Fırat YILMAZ'a teşekkür ederim.

Varlığınız çok kıymetli.

Ayşegül YILMAZ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ONAY

BEYAN

İthaf

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

vi

TABLolar DİZİNİ

viii

ŞEKİLLER DİZİNİ

ix

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

x

ÖZET

vii

ABSTRACT

viii

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. KPB Tarihçesi

3

2.2. Kalp Akciğer Makinesi

4

2.3. Kalp Akciğer Makinesi ve Ana Bileşenleri

5

2.3.1. Pompalar

5

2.3.1.1. Roller Pompa

6

2.3.1.2. Sentrifugal Pompa

6

2.3.2. Oksijenatörler

7

2.3.2.1. Membran Oksijenatör

7

2.3.2.2. Bubble (Kabarcık) Oksijenatör

8

2.3.3. Venöz Rezervuar

8

2.3.3.1. Sert Rezervuar

8

2.3.3.2. Yumuşak Rezervuar

9

2.3.4. Extrakorporeal Dolaşım Tubing Sistemleri

9

2.3.5. Isı Değiştiriciler

10

2.3.6. Kanüller

11

2.3.6.1. Arteriyel Kanül

11

2.3.6.2. Venöz Kanül

12

2.3.6.3. Antegrad Kardiyopleji Kanülü

13

2.3.6.4. Retrograd Kardiyopleji Kanülü	14
2.4. Perfüzyon Basıncı	15
2.5. Perfüzyon Kan Akımı	16
2.6. Prime (Başlangıç) Solüsyonları	17
2.6.1. Kristalloid Solüsyonlar	17
2.6.2. Kolloid Solüsyonlar	18
2.6.3. Doğal Kolloid Sıvılar	19
2.6.4. Yapay Kolloid Sıvılar	20
2.7. Kardiyopulmoner Bypasssta Kan Kullanımını Azaltan Mekanik Yöntemler	21
2.7.1. Akut Normovolemik Hemodilüsyon	21
2.7.2. Ultrafiltrasyon	22
2.7.3. Ototransfüzyon	23
2.7.4. Venöz Vakum Drenaj Sistemi	24
2.7.5. Mini Dolaşım Sistemi	25
2.7.6. Heparin Kaplı Sistemler	25
2.7.7. Mini kardiyopleji (Mikropleji)	26
2.7.8. Retrograd Otolog Prime (ROP)	26
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Verilerin İstatistiksel Analizi	32
4. BULGULAR	33
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	50
6. KAYNAKLAR	55
EKLER	68
Ek 1. Etik Kurul Onayı	69
ÖZGEÇMİŞ	70

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. Hipotermiye bağlı olarak hedeflenen Hematokrit (Htc) ve Kardiyak İndeks (CI) değerleri	16
Tablo 2. Katılımcılara ilişkin tanıtıcı bilgiler ($\bar{x} \pm ss$)	33
Tablo 3. Hastaların kontrol edilen zamanlara göre hemoglobin değer aralıkları (N=80)	35
Tablo 4. Ek hastalıkların gruplar arasında dağılımı (N=80)	35
Tablo 5. Patolojik bulguların gruplar arasında dağılımı (N=80)	36
Tablo 6. Hastaların kontrol edilen zamanlara göre hematokrit değer aralıkları (N=80)	37
Tablo 7. Hastaların sıvı düzeyleri ve kullanılan kan ve kan ürünleri (N=80)	38
Tablo 8. Hastaların yoğun bakım, entübasyon ve servis süreleri (N=80)	39
Tablo 9. Gruplararası demografik bilgilerin ve pompa sürelerinin karşılaştırılması (N=80)	40
Tablo 10. Gruplararası zamana göre hemoglobin düzeylerinin karşılaştırılması (N=80)	41
Tablo 11. Çalışma grubu, demografik değişkenler ve patolojik durumların hemoglobin düzeylerine etkisine ilişkin doğrusal karma model (GLMM) sonuçları	42
Tablo 12. Hematokrit değerlerinin zaman içindeki değişimi ve gruplararası karşılaştırması (N=80)	43
Tablo 13. Gruplar arası sıvı düzeylerinin karşılaştırılması (N=80)	45
Tablo 14. Trombosit düzeylerinin zaman içinde gruplara göre dağılımı (N = 80)	45
Tablo 15. Laktat düzeylerinin zaman içinde gruplara göre dağılımı (N = 80)	47
Tablo 16. Grupların kan ve kan ürünleri kullanımı karşılaştırması (N = 80)	48
Tablo 17. Grupların ventilatör, yoğun bakım ve taburcu sürelerinin karşılaştırılması (N = 80)	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.	KPB temel çalışma prensibi	4
Şekil 2.	Kalp akciğer makinesi	5
Şekil 3.	Sentrifugal pompa başı şeması	7
Şekil 4.	Sert rezervuar	9
Şekil 5.	Tubing set	10
Şekil 6.	Arteriyel kanül	12
Şekil 7.	Two-stage kanül	13
Şekil 8.	Antegrad kardiyopleji kanülü	14
Şekil 9.	Retrograd kardiyopleji kanülü	15
Şekil 10.	ROP yöntemi	28
Şekil 11.	Hemoglobin seviyeleri	41
Şekil 12.	Hematokrit seviyeleri	44
Şekil 13.	Trombosit seviyeleri	46
Şekil 14.	Laktat seviyeleri	47

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

ACT	Aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı
ANH	Akut Normovolemik Hemodilüsyon
APTT	Aktive parsiyal tromboplastin
ASD	Atriyal septal defekt
AKI	Akut böbrek yetmezliği
AVR	Aort Valve Replasmanı
AY	Aort yetmezliği
BSA	Vücut yüzey alanı
CI	Kardiyak İndeks
CO₂	Karbondioksit
DM	Diabetes Mellitus
EF	Ejeksiyon fraksiyonu
EKD	Ekstrakorporeal Dolaşım
GLMM	Genelleştirilmiş Doğrusal Karma Modeller
HES	Hidroksietilstraç
HKS	Heparin Kaplı Sistemler
HSA	İnsan serum albumini
HTC	Hematokrit
HT	Hipertansiyon
IVC	İnferior vena kava
KABG	Koroner Arter Bypass Graft
KAH	Koroner arter hastalığı
KBY	Kronik böbrek yetmezliği
KPB	Kardiyopulmoner bypass
KUF	Konvansiyonel ultrafiltrasyon
MUF	Modifiye ultrafiltrasyon
MY	Mitral yetmezlik
MVR	Mitral Valve Replasmanı
O₂	Oksijen

OAB	Ortalama arter basıncı
PPF	Plazma protein fraksiyonu
PVC	Polivinilklorid
ROP	Retrograd otolog prime
SVC	Superior vena kava
TDP	: Taze donmuş plazma
VKİ	Vücut kitle indeksi



ÖZET

Açık Kalp Cerrahisinde Kullanılan Retrograd Otolog Prime Kan Koruma Yönteminin Postoperatif Hemogram ve Kan Transfüzyonu Üzerine Etkisinin Retrospektif Olarak İncelenmesi

Açık kalp cerrahisi sırasında kalp-akciğer makinesinin devre hatlarının havasız hale getirilmesi ve sistemin doldurulması için başlangıç (prime) solüsyonları kullanılır. Ancak bu başlangıç solüsyonları, bypass sürecinde hemodilüsyona ve hastada gereksiz volüm yüküne neden olabilmektedir. Retrograd otolog prime (ROP) tekniği, bu tür sorunların önlenmesi için geliştirilmiş ve klinikte yaygın kabul görmüş bir uygulamadır. Bu araştırma, ROP yöntemi uygulanan olgularda hemoglobin konsantrasyonları üzerindeki etkiyi ve buna bağlı olarak transfüzyon gereksinimlerindeki değişiklikleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmaya, Karadeniz Teknik Üniversitesi Farabi Hastanesi'nde elektif açık kalp cerrahisi geçiren, ejeksiyon fraksiyonu $\geq\%30$ olan, kronik böbrek yetmezliği (KBY) bulunmayan, hematolojik hastalık öyküsü ve kanama diyatezi olmayan, preoperatif hematokrit değeri $\%25-45$ aralığında bulunan, diyaliz gereksinimi olmamış 80 erişkin hasta alınmıştır. Araştırma kapsamında, her biri 40 hasta içeren iki grup belirlenmiş olup, kontrol grubunda rutin prime yöntemi kullanılırken, diğer grupta ROP tekniği tercih edilmiştir. Her iki grupta da standart Kardiyopulmoner bypass (KPB) ve perfüzyon prosedürleri uygulanmıştır. İntraoperatif ve postoperatif dönemden sonra yapılan değerlendirmelerde, ROP grubundaki hastaların ortalama hemoglobin düzeylerinin kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi. Aynı zamanda bu grupta eritrosit süspansiyonu ve diğer kan ürünleri transfüzyon oranlarının kontrol grubuna göre belirgin şekilde düşük olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Açık Kalp Ameliyatı, Hematokrit, Hemoglobin, Kardiyopulmoner Bypass, Retrograd Otolog Prime, Perfüzyon, Transfüzyon.

ABSTRACT

Retrospective Investigation of the Effect of Retrograde Autologous Prime Blood Preservation Method Used in Open Heart Surgery on Postoperative Hemogram and Blood Transfusion

During open heart surgery, prime solutions are used to deaerate the circuit lines of the heart-lung machine and to fill the system. However, these prime solutions may cause hemodilution and unnecessary volume overload in the patient during the bypass process. One of the methods used to minimize this problem is the retrograde autologous prime (RAP) technique. The aim of this study is to investigate the effect of ROP technique on hemoglobin levels and the related changes in the amount of blood and blood products used. For this reason, 80 adult patients who underwent open heart surgery at Karadeniz Technical University Farabi Hospital, who had an ejection fraction of 30% or higher, who did not have chronic renal failure (CRF), who did not have underlying hematologic disease and a known bleeding pathology, who had a HCT value between 25 and 45% in the preop hemogram, who did not receive dialysis treatment, and who were operated under elective conditions were included in the study. Within the scope of the study, two groups, each including 40 patients, were determined and routine prime method was used in the control group, while the ROP technique was preferred in the other group. Standard Cardiopulmonary bypass (CPB) and perfusion procedures were performed in both groups. In the evaluations conducted after the intraoperative and postoperative periods, it was found that the average hemoglobin levels of the patients in the ROP group were statistically significantly higher than those of the control group. At the same time, it was observed that the transfusion rates of erythrocyte suspension and other blood products were significantly lower in this group compared to the control group.

Key words: Open Heart Surgery, Hematocrit, Hemoglobin, Cardiopulmonary Bypass, Retrograde Autologous Prime, Perfusion, Transfusion.

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Kardiyopulmoner bypass (KPB), cerrahi müdahale esnasında kalp ve akciğer fonksiyonlarını geçici olarak devralarak dokulara oksijen desteği sağlayan ekstrakorporeal dolaşım (EKD) desteği sistemidir (1). KPB sürecinde, cerrahi işlemin optimal şekilde gerçekleştirilebilmesi için stabil bir operasyon alanı oluşturmak esastır ve geçici kardiyak arrest sağlanması zorunludur. Miyokardiyal koruma, kros klemp süresince kalp dokusunun korunması ve klemp çıkarıldıktan sonra kardiyak fonksiyonların etkin şekilde yeniden başlatılabilmesi için kardiyopleji solüsyonları kullanılarak sağlanmaktadır (2).

KPB sistemlerinin ilk uygulama yıllarında, ekstrakorporeal devrenin hazırlanması için yüksek hacimde sıvı kullanımı zorunluydu. Oksijenatör teknolojisindeki ilerlemeler, gerekli prime sıvı miktarını önemli ölçüde azaltan yeni nesil cihazların geliştirilmesine olanak tanıdığı için cerrahi prosedürler sırasında görülen hemodilüsyon etkilerinin minimize edilmesine ve transfüzyon gereksinimlerinin ciddi oranda düşürülmesine imkân sağladı (3).

KPB'de oksijenatörün prime edilmesi için klinikler arasında farklı uygulamalar bulunsa da yetişkin hastalarda kristaloid solüsyonlar tercih edilmektedir (4). KPB prosedürlerinde infüzyon amaçlı kullanılan kristaloid bazlı sıvılar, dolaşımdaki kan hacmini artırarak hem konsantrasyonu düşürmekte hem de intravasküler onkotik dengede değişikliklere yol açmaktadır (5). KPB sırasında gelişen hemodilüsyon, hematokrit düzeylerinde önemli düşüşlere yol açmaktadır. Özellikle renal fonksiyonlarda bozulmaya, hastaların yoğun bakım ünitesinde daha uzun süre kalmasına ve mekanik ventilasyon sürelerinin artmasına sebep olabilmektedir (6).

Hemodilüsyonun yol açtığı hematolojik değişimler KPB sürecinde, transfüzyon ihtiyacını önemli ölçüde artırmaktadır. Ancak kan ürünlerinin kullanımı; immünolojik reaksiyonlar, enfeksiyöz ajan transferi, transfüzyonla ilişkili akut akciğer hasarına neden olabilmektedir. Ayrıca morbidite ve mortalite oranlarını artıran önemli bir faktör olarak da bilinmektedir (7).

Retrograd otolog prime (ROP) tekniği, ekstrakorporeal devrenin hazırlanmasında standart kristaloid solüsyonlar yerine hastanın otolog kanının kullanılmasını içeren bir

hemodilüsyon önleme stratejisidir. Bu yöntem sayesinde allojenik kan ürünleri kullanım ihtiyacı azaltılabilmektedir (8).

ROP tekniği, KPB initiasyonu öncesinde hastanın venöz kanının perfüzyon devresine retrograd yolla verilmesi prensibine dayanır. ROP sayesinde eksternal prime solüsyonu ihtiyacı azaltılarak hemodilüsyonun hematolojik ve sistemik komplikasyon riskleri düşürülmeye çalışılır. Araştırma, retrograd otolog prime tekniğinin cerrahi süreç ve sonrasındaki klinik etkilerini kapsamlı olarak araştırmayı amaçlamaktadır. Özellikle, ameliyat sırasında ve iyileşme döneminde hemoglobin düzeyleri, hematokrit değerleri, trombosit sayıları, laktat seviyeleri ve kan transfüzyonu ihtiyacı üzerindeki etkileri detaylı şekilde incelenecektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. KPB Tarihçesi

Ekstrakorporeal dolaşım sistemlerinin tarihsel evriminde iki kritik buluş öne çıkmaktadır. İlki, 1885 yılında Von Frey ve Gruber tarafından tasarlanan mekanik oksijenatör düzeneğidir ki bu sistem, kanın yapay yollarla oksijenlendirilmesine yönelik ilk başarılı girişimi oluşturmuştur. İkinci önemli adım ise 1895'te Jacob'un gerçekleştirdiği ve canlı dokuyu oksijenasyon için kullanan biyolojik oksijenatör deneyleridir.

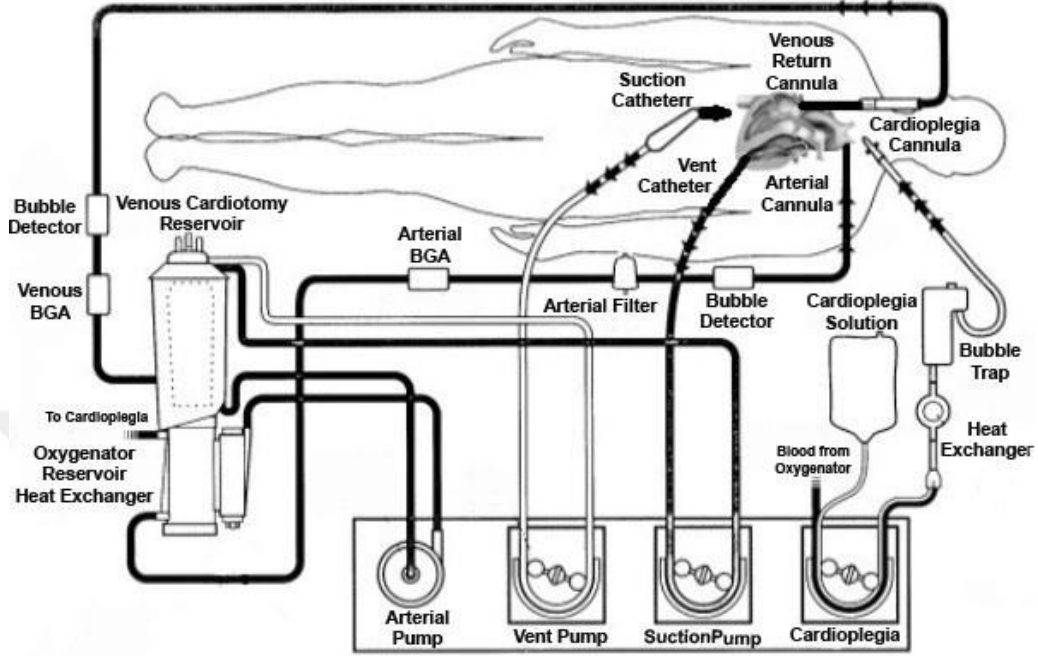
Tıp öğrencisi Jay McLean'ın 1915'te heparini izole etmesi, ekstrakorporeal dolaşım önündeki en büyük engel olan kan pıhtılaşması sorununa çözüm getirmiştir ve yapay dolaşım sistemlerinin güvenli şekilde uygulanabilmesinin önünü açmış ve araştırmaların ivme kazanmasını sağlamıştır (9).

Gibbon'un 1930'larda başlattığı ve sistematik olarak geliştirdiği yapay dolaşım sistemi çalışmaları, 1953'te atrial septal defektli bir hastada başarıyla uygulanmıştır. Vakada kullanılan prototip kalp-akciğer makinesi, açık kalp cerrahisinde yeni bir çağın başlangıcını işaret etmiştir (10).

1955 yılı, açık kalp cerrahisinde çığır açan iki teknolojik atılıma tanıklık etmiştir. Mayo Kliniği araştırmacıları, Gibbon'un prototipini geliştirerek klinik ölçekte başarılı operasyonlar gerçekleştirirken, DeWall-Lillihei ikilisi tarafından tasarlanan bubble oksijenatör sistemi ise Texas'ta yeni bir dönem başlatmıştır. Bu paralel gelişmeler, modern kardiyak cerrahi uygulamalarının temelini oluşturmuştur (11).

Türkiye'de kalp cerrahisinin gelişimi, 20. yüzyılın ikinci yarısında dünyadaki tıbbi ilerlemelerle paralel şekilde önemli aşamalar kaydetmiştir. Bu alandaki dönüm noktalarından biri, 1960 yılında Hacettepe Hastanesi'nde gerçekleşmiştir. Dr. Mehmet Tekdoğan, modern cerrahi tekniklerini uygulayarak kalp-akciğer makinesi desteğiyle bir atriyal septal defekt (ASD) tamiri yapmış ve bu operasyon Türkiye'nin açık kalp cerrahisi tarihinde öncü bir başarı olarak kayıtlara geçmiştir. Kalp kapağı ameliyatları konusunda ise Siyami Ersek, Kemal Beyazıt ve ekibi öncü çalışmalar gerçekleştirmiştir. Açık kalp ameliyatları, 1967 yılında Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde, 1968 yılında ise Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde uygulanmaya başlamıştır. 1980'li ve 1990'lı yıllarda ise modern kalp-akciğer makinelerinin Türkiye'de kullanımı yaygınlaşmıştır (12,13).

2.2. Kalp Akciğer Makinesi



Şekil 1. KPB temel çalışma prensibi

Kardiyak cerrahi girişimlerin uygulanmasında kalp ve akciğerlerin işlevini üstlenen kalp-akciğer makinesi devreye alınmaktadır. Kalp akciğer makinesi, kalbin pompalama fonksiyonu ile pulmoner gaz değişimini ekstrakorporeal olarak gerçekleştirmeyi hedefler. İnferior vena kava (IVC), superior vena kava (SVC) veya sağ atriyum boşluğuna yerleştirilen kateterler aracılığıyla, venöz kanın sistem rezervuarına iletilmesi gravitenin pasif etkisi veya kontrollü vakum uygulaması ile gerçekleştirilmektedir. Rezervuardaki kan, roller veya santrifüj başlıklar aracılığıyla oksijenatöre iletilir. Oksijenatörde oksijenlenen kan, santral veya periferik arter kanülasyonu yapılan bölgeden arteriyel sisteme geri verilir. Ameliyat boyunca işlem devam eder. Vücut dışına çıkan kan, ısı değiştirici cihazlar sayesinde gerekli sıcaklığa getirilerek ısıtılır veya soğutulur (14).

2.3. Kalp Akciğer Makinesi ve Ana Bileşenleri



Şekil 2. Kalp akciğer makinesi

Kalp-akciğer makinesi, ameliyat süresince kalbin pompalama ve akciğerlerin ventilasyon görevini geçici olarak üstlenen bir cihazdır. Cihaz, venöz kanül aracılığıyla çekilen kanın depolandığı bir rezervuar, kanın oksijenlendiği oksijenatör, oksijenlenmiş kanın vücuda yeniden gönderilmesini mümkün kılan pompa ünitesi, gaz alışverişini kolaylaştıran mikser ve kanın sıcaklığının düzenlenmesi için kullanılan ısı değiştiriciden meydana gelmektedir. Ameliyat sırasında bu bileşenler, dokuların ve organların oksijenlenmesini sürekli hale getirir (15).

2.3.1. Pompalar

Kalp-akciğer makinesi, roller ve sentrifugal olarak adlandırılan iki farklı pompa başlığına sahiptir. İki pompa başlığının da ortak işlevi, kanın sürekli dolaşımını sağlamaktır. Fakat temel farklılıkları pompaları avantaj ve dezavantajları açısından birbirinden ayırmaktadır. Roller pompalar, kanı sıkıştırma prensibiyle çalışırken, santrifüj pompalar merkezkaç kuvvetiyle kanı hareket ettirir. Pompaların çalışma sistemlerindeki farklılıklar, her iki pompa türünün kullanım alanlarını ve tercih edilme nedenlerini belirler (15,16).

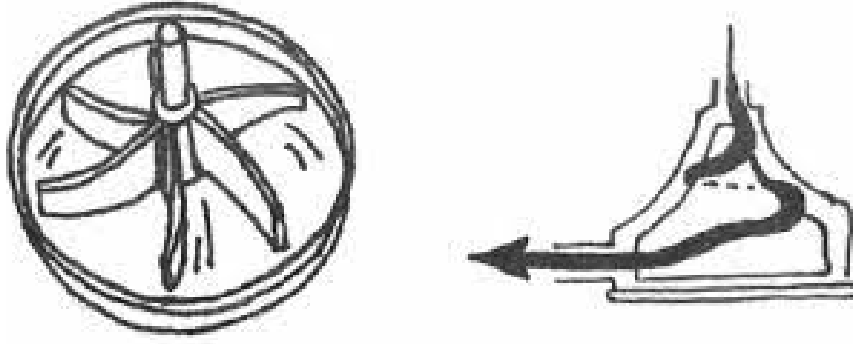
2.3.1.1. Roller Pompa

Kalp-akciğer makinesinin parçası olan roller pompalar, kalbin görevini geçici olarak üstlenir. Vena kavadan yer çekimiyle toplanan kan rezervuara, ayarlanmış bir basınç değeri ve belirli bir akış hızıyla oksijenatöre, ardından arteriyel ağa iletilir. Roller pompa, bu alanda sık tercih edilen pompa çeşididir. Silindirik bir yapıya sahip olan bu pompa, kanın ilerlemesini sağlamak için silindir içine yerleştirilen esnek bir boruyu sıkıştırma prensibiyle çalışır. "U" şeklindeki kanalda dönen başlık, boruyu sıkıştırarak kanın hareket etmesini sağlar. Pompanın debisi, borunun çapı ve silindirin dönüş hızına bağlıdır. Akım hızı ise boru çapı ve dönüş hızına göre değişkenlik gösterir. Mekanizmanın tıkayıcı özelliği, giriş tarafında negatif basınç oluşturur. Pompa, arteriyel kan pompalamanın yanı sıra aspirasyon yöntemiyle kanı hastadan rezervuara geri almak için kullanılabilir. Roller pompanın çok yönlü işlevselliği, onu kardiyopulmoner bypass sistemlerinde vazgeçilmez bir bileşen haline getirmektedir (15,16,17).

2.3.1.2. Sentrifugal Pompa

Sentrifugal pompalar, oklüzyon ayarı gerektirmeyen tasarımlarıyla merkezkaç kuvveti prensibine dayalı olarak çalışır. Pompa içerisinde yer alan döner sarmal pervaneler, giriş bölümünden aldıkları sıvıyı dönme hareketiyle oluşan merkezkaç etkisi sayesinde çıkışa doğru yönlendirir. Pervanelerin giriş kesitinin çıkışa göre daha dar olacak şekilde tasarlanmış olması, sıvının pervane yüzeylerine çarparak kinetik enerji kazanmasını ve böylece akış hızının artmasını sağlar. Özel geometrisi, merkezkaç kuvvetinin etkisiyle birlikte sıvının pompa çeperine doğru radyal hareket ederek çıkış bölümüne ulaşmasını ve sürekli bir akışın oluşmasını mümkün kılar. (18). Pompa, ön yük ve art yük değişkenliğine karşı duyarlılık gösterdiğinden, akış hızının (flow) sürekli ölçümü için flowmetre kullanımı gerekmektedir (19).

Sentrifugal pompalar, basınç değişikliklerine karşı duyarlıdır. Çıkış hattında oluşabilecek basınç artışı durumunda, akım hızını otomatik olarak azaltabilme özelliğine sahiptirler (20). Yapılan çalışmalar, santrifüj pompaların daha düşük travmatik etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca inflamatuvar yanıt ve perioperatif kanama açısından roller pompalarla benzer etkiler göstermektedir (21,22).



Şekil 3. Sentrifugal pompa başı şeması

2.3.2. Oksijenatörler

Oksijenatörler, oksijen (O_2) ve karbondioksit (CO_2) değişiminin gerçekleştiği bileşenlerdir. Başlıca iki tür oksijenatör bulunmaktadır: bubble (kabarcık) ve membran oksijenatörleri.

Fonksiyonel bir oksijenatör, venöz kanın oksijenlenmesini ve karbondioksitin (CO_2) atılmasını sağlamalıdır. Kan travmasını minimuma indiren, düşük hacimli, kolay monte edilebilen, az arıza riski taşıyan ve komplikasyon durumunda hızlıca değiştirilebilen bir yapıya sahip olmalıdır (23).

2.3.2.1. Membran Oksijenatör

Günümüzde hem dünyada hem de ülkemizde en sık tercih edilen ve kullanılan oksijenatör türüdür. Membran oksijenatörlerde, kan ve gaz doğrudan temas halinde değildir; bunun yerine, membranın farklı bölümlerinden geçerler. Membran tipi oksijenatör sistemlerinde gaz değişimini sağlamak üzere özel olarak üretilmiş yarı geçirgen polimer zarlar kullanılmaktadır. Zarlar, mikroporöz yapıları sayesinde oksijen ve karbondioksit moleküllerinin seçici geçişine izin verir. Gaz transfer mekanizması, zarın her iki yanındaki kısmi basınç gradyanına ve membranın fizikokimyasal özelliklerine bağlı olarak pasif difüzyon prensibiyle gerçekleşmektedir. (23).

Membran oksijenatörler, yapısal olarak akciğer dokusuna benzer bir tasarıma sahiptir. Kan gazı değişimi, geçirgen bir zar üzerinden gerçekleştirilir ve kan, gaz ile doğrudan temas etmez. Sistem içerisinde gaz mikroembolisi ve partikül oluşumu daha az görülür. Kan bileşenleriyle daha sınırlı etkileşime girdiği için daha az reaksiyon oluşturur ve kan gazı kontrolü daha etkili bir şekilde sağlanır (24,25).

2.3.2.2. Bubble (Kabarcık) Oksijenatör

Kabarcık oksijenatörler genellikle iki temel bölümden oluşur. Birinci kısım, gaz dağıtıcı elek mekanizması vasıtasıyla taze gazın kanla temas ettirildiği ve mikro kabarcık oluşumunun sağlandığı reaksiyon bölgesidir (gaz değişim odası). Oksijen molekülleri gaz fazından kan sıvısına difüze olurken, eş zamanlı olarak karbondioksit molekülleri ters yönde hareket eder. İkinci kısım ise, köpük eliminasyonu sonrasında kanın biriktiği rezervuar alanıdır (23).

Kabarcık oksijenatörlerin en büyük dezavantajı, kan ve gazın doğrudan temas etmesi nedeniyle gaz embolisi riskini artırmasıdır. Membran oksijenatörleriyle karşılaştırıldığında, bubble oksijenatörler daha düşük akış direncine sahip olması ve daha az basınç gerektirmesi önemli bir avantaj oluşturur (15,16).

2.3.3. Venöz Rezervuar

Venöz rezervuar, cerrahi müdahale sırasındaki venöz kanın ve operasyon alanından aspirasyon ile gelen kanın toplandığı bölümdür. Kanı toplayıp filtreleyerek dolaşıma kontrollü bir şekilde geri iletir. Tasarımı, sıvı, kan ve ilaç alımını kolaylaştıracak şekildedir. İçerdiği volüm miktarı sayesinde, venöz dönüşle ilgili bir sorun yaşandığında zaman kazandırarak hastaya hava gitme olasılığını engeller (15).

2.3.3.1. Sert Rezervuar

Bu tür rezervuarlarda kan ve hava birbiriyle temas halindedir. Rezervuarın çıkışı alt kısımda bulunduğu için düşük hacimlerde bile yüksek akım hızı elde edilebilir ve polikarbonat malzemeden üretilmiş olup entegre filtre sistemleri içerir. Yer çekiminin etkisiz kaldığı veya rezervuarın tam olarak boşalamadığı durumlarda vakum uygulama imkânı sunar. Ameliyat alanından gelen tüm sıvıyı depolayabilme özelliği bulunur. Volüm seviyesinin kolayca ölçülebilmesini ve sisteme ilaç veya sıvı eklenmesinin güvenli ve pratik bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Bununla birlikte, girdap oluşma olasılığı ve kan bileşenlerinin artan aktivasyonu nedeniyle mikro kabarcıklar içerebilmesi bir dezavantaj olarak kabul edilir (17,26).



Şekil 4. Sert rezervuar

2.3.3.2. Yumuşak Rezervuar

Esnek yapıdaki yumuşak kabuklu rezervuarlar, içlerine alınan kan miktarına göre genişleyip daralabilme özelliği sayesinde, kazara hastaya hava gitmesini önleyen bir hava boşluğu oluşmasını engeller. Kan, önce mikroporöz filtreden geçerek temizlendikten sonra, rezervuar çıkışından roller veya santrifüj pompa ile alınarak doğrudan oksijenlendirici ünitenin giriş bölümüne iletilir. Sistem tasarımı giriş portunun çıkış bölümünün üst kısmına konumlandırılması, kanın etkin karışımını sağlarken girdap oluşumunu önler, hava eliminasyonunu optimize eder ve düşük venöz dirençle birlikte geniş bir çalışma hacmi imkânı sunar (15,17).

2.3.4. Extrakorporeal Dolaşım Tubing Sistemleri

Kalp-akciğer makinesi, kanın geçişini sağlayan tek kullanımlık hatlardan oluşur. Sistem, venöz kanülasyonun bağlandığı venöz hat ile rezervuarda toplanan kanın oksijenlendirilmesinin ardından arter kanülü vasıtasıyla arteriyel sisteme iletilmesini sağlayan arteriyel hattı içerir. Aspirasyon ve vent hatları; aort kökü, sol ventrikül veya pulmoner ven aspirasyonu için kullanılır. Kardiyotomi hatları, 3/8 inç iç çapa sahiptir ve

kardiyotomi rezervuarı ile venöz rezervuar arasında bağlantı sağlar. Hızlı prime devresi, kardiyotomi rezervuarına veya venöz rezervuara bağlanarak prime işlemi sırasında veya EKD esnasında hızlı sıvı alımını mümkün kılar. Mikserden oksijenatöre gaz akışını sağlayan ve sonunda bakteri filtresi bulunan gaz hatları da sistemde yer alır. Kardiyopleji verme sistemleri ise kardiyoplejinin uygulanma yöntemine göre farklılık gösteren tüpset bileşenlerindendir (27).



Şekil 5. Tubing set

2.3.5. Isı Değiştiriciler

Ekstrakorporeal dolaşım sırasında ısı değiştiriciler, hastadan perfüze edilen kanın sıcaklığını aktif olarak ısıtma ve soğutma yoluyla kontrol eder. Hipotermi ile azalan metabolik ihtiyaç, geçici arrest durumu yaratarak cerrahi işlem kolaylığı sağlarken, sistem aynı zamanda pompa başlığından verilen kardiyopleji solüsyonunun sıcaklık kontrolünü de üstlenir (28).

Isı değiştirici sistemde, suyun sıcaklığı 1°C ile 42°C arasında kontrol edilebilirken, sıcaklık 42°C'nin üzerine çıktığında, kanın yapısı zarar görmekte ve hasar oluşmaktadır (22). Emboli riskini minimize etmek ve önlemek için hasta vücut sıcaklığı ile perfüze sıcaklığı arasındaki farkın 5-10°C'yi geçmemesi gerekmektedir (29).

2.3.6. Kanüller

Kardiyopulmoner bypass sürecinin en kritik aşamalarından biri kanülasyon işlemidir. Kanüller, KPB makinesi ile hastanın dolaşım sistemi arasındaki kan akışını sürdüren bağlantıyı kurar. Vasküler kanülasyonun temel görevi, düşük venöz basınçtaki oksijeni azalmış kanı toplayarak rezervuara iletmek, kanın oksijenlenmesini sağlamak ve ardından oksijenlenmiş kanı, sistemik dolaşımın dengeli bir şekilde devam etmesi için uygun basınç ve akım değerleriyle arteriyel sisteme geri vermektir. İşlem, dokuların ve organların oksijen ihtiyacının karşılanması ve hemodinamik stabilite açısından kritik bir rol oynar (30,31).

Kanül seçimi, gerçekleştirilecek cerrahi işlemin türüne göre belirlenir. Kanülün çapı ise pompa debisiyle birlikte hastanın vücut yüzey alanı (BSA) gibi faktörlere bağlı olarak belirlenir. Bu parametreler, kan akışının yeterli ve güvenli bir şekilde sağlanması için kritik öneme sahiptir. Doğru kanül seçimi, cerrahi sürecin başarısını ve hastanın hemodinamik stabilitesini korumak açısından büyük önem taşır.

Vücut yüzey alanı (BSA) hesaplanması;

$BSA = (\text{boy} \times \text{Vücut ağırlığı}) / 3600$ değerinin karakökü

$BSA = (\text{vücut ağırlığı} \times 4) + 7 / 90 + \text{vücut ağırlığı}$

Formülleri kullanılarak hesaplanabilir.

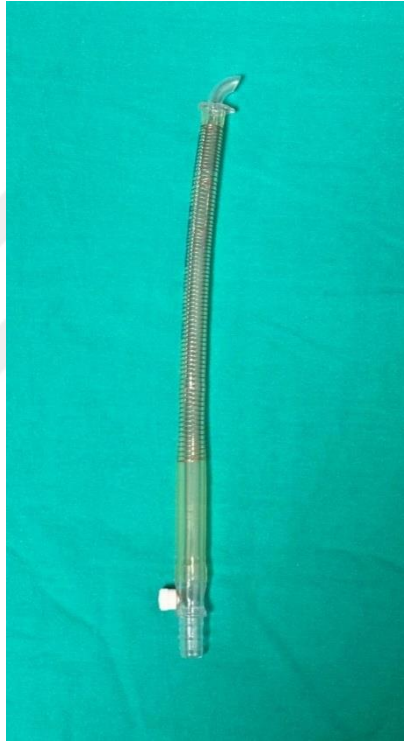
2.3.6.1. Arteriyel Kanül

Arteriyel kanülasyon genellikle çıkan aortun distal bölgesinden yapılır. Kanülasyon esnasında sistolik arter basıncının 100 mmHg'yı geçmemesi tavsiye edilir, çünkü yüksek basınç, komplikasyon olasılığını artırabilir. Arteriyel kanülasyon için femoral arter ve aksiller arter de sıkça kullanılan alternatif bölgelerdir. Özellikle femoral arter kanülasyonu, kardiyak arrest, aort diseksiyonu veya benzer acil durumlarda hızlı ve etkili bir erişim sağlamak için tercih edilebilir (19).

Arteriyel kanüllerin, periferden merkeze doğru gidildikçe daralan bir yapısı vardır. Kanülün distal kısmı, sistemin en dar bölgesini oluşturur. Daralma, yüksek basınç farkına, kavitasyona, jet akımı ile türbülansa sebep olabilir. Arteriyel kanüllerin çapları, basınç ve akım değişimlerine bağlı olarak farklı indekslere sahiptir. Kanül boyutu, hastanın vücut yüzey alanı göz önünde bulundurularak belirlenir. Günümüzde kullanılan arteriyel

kanüllerin lümen çapları, 6F ile 24F aralığında değişiklik gösterir. Bu çeşitlilik, farklı hasta gereksinimlerine ve cerrahi işlemlere uygun seçenekler sunar (26).

Arteriyel kanüllerde izin verilen basınç değerleri, arteriyel filtre havalandırma portundan ölçüldüğünde yetişkinlerde 200 mmHg'yi, pediatrik hastalarda 350 mmHg'yi geçmemelidir. Sınırlar, sistemin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak ve olası komplikasyonları önlemek amacıyla belirlenmiştir. Basınç kontrolü, kanülasyon sürecinin etkinliği ve hasta güvenliği açısından büyük önem taşır.



Şekil 6. Arteriyel kanül

2.3.6.2. Venöz Kanül

Venöz kanüller, sistemik dolaşımdaki deoksijene kanın ekstrakorporeal devreye aktarılmasını sağlar. Ameliyatın türüne göre venöz kanülasyonun gerçekleştirileceği bölge farklılık gösterebilir. Kanülasyon yapılan bölgeye bağlı olarak işlem, santral ve periferik kanülasyon olarak iki ana gruba ayrılır. Santral kanülasyon sağ atrium veya vena kavalardan yapılırken, periferik kanülasyon femoral ven ve/veya juguler ven üzerinden yapılmaktadır (32).

Kanülasyon için genellikle sağ atrium tercih edilen bölge olsa da yapılacak cerrahi işlemin özelliklerine bağlı olarak farklı bölgeler de kullanılabilir. Eğer kalbin sağ taraf boşluklarının açılması planlanmıyorsa, tek aşamalı kanüller ile sağ atrium üzerinden venöz drenaj sağlanır. Ancak sağ kalp boşluklarının cerrahi müdahale için açılması gereken vakalarda, venöz drenaj için çift aşamalı kanüller tercih edilir. Cerrahin tercihi, cerrahi işlemin gereksinimleri ile hastanın anatomik özelliklerine göre belirlenir (12).

Venöz kanüllerin çoğunluğu polivinilklorid (PVC) malzemeden üretilir. Kanüller, yumuşak ve sert uçlu olmak üzere iki farklı tipte tasarlanmıştır. Yumuşak uçlu kanüllerin uç kısımları PVC'den yapılırken, sert uçlu kanüllerin uçları paslanmaz çelikten imal edilmiştir. Kanüllerin uç bölümleri, damar içine girişi kolaylaştıracak ve EKD sırasında basınç kayıplarını azaltacak şekilde tasarlanmıştır. Özelleştirilmiş geometrisi sayesinde, kan akışının etkili ve güvenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaya yardımcı olur (26).



Şekil 7. Two-stage kanül

2.3.6.3. Antegrad Kardiyopleji Kanülü

Antegrad kardiyopleji, kalbin durdurulması ve miyokard hasarını engellemek için aort köküne yerleştirilen kross klemp sonrası yapılan bir işlemdir. Aort kökünden veya

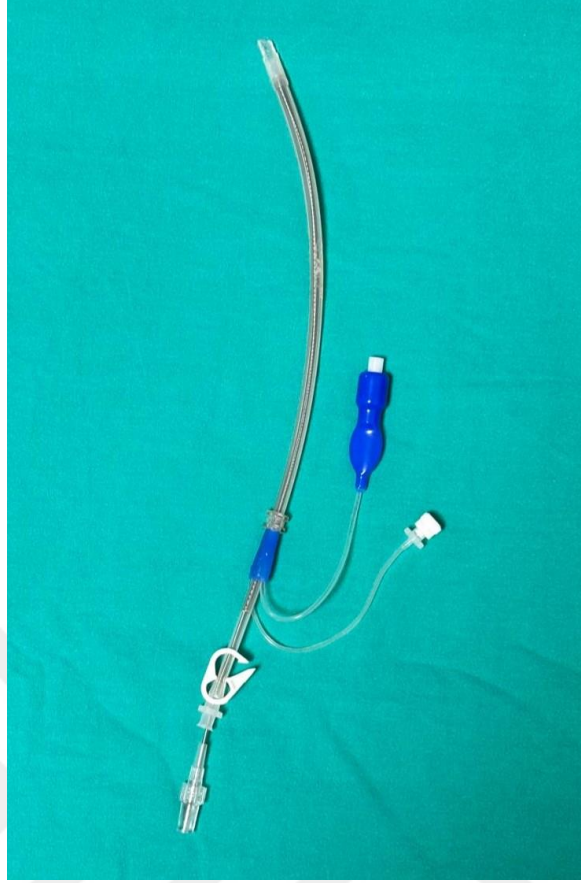
aortomi yapılmış durumlarda aort kökündeki koroner çıkış noktalarından doğrudan kardiyopleji solüsyonu verilmesini sağlayan özel kanüldür (33).



Şekil 8. Antegrad kardiyopleji kanülü

2.3.6.4. Retrograd Kardiyopleji Kanülü

Retrograd kardiyopleji kanülü, distalinde balon (kaf) bulunan ve koroner sinüse yerleştirilerek ters yönde akım ile kardiyopleji solüsyonu verilmesini sağlayan bir kanül türüdür. Özellikle koroner arterlerde tıkanıklık veya anatomik zorlukların olduğu durumlarda tercih edilir. Ancak retrograd kardiyopleji uygulanırken koroner sinüs basıncının 60 mmHg'yı aşmamasına dikkat edilmelidir; aksi halde yüksek basınç koroner sinüs rüptürü, perforasyon, hematoma veya kapiller ve venüllerde hasara yol açabilir. Koroner sinüs basıncının 20-40 mmHg aralığında tutulması, güvenli ve etkili bir kardiyopleji uygulaması için kritik öneme sahiptir (2,26).



Şekil 9. Retrograd kardiyopleji kanülü

2.4. Perfüzyon Basıncı

KPB sırasında perfüzyon basıncı, terminal organları, karaciğer, beyin ile gastrointestinal sistem de klinik açıdan belirgin etki gösterir. Multifaktöryel etiyoloji, bypass sırasında dolaşım sisteminin stabilitesini etkileyebilir ve organ fonksiyonlarında bozulmalara yol açabilir (19).

Beyin kan akımı ve oksijen sunumunun yeterli düzeyde sağlanabilmesi için ortalama arter basıncının (OAB) 50-150 mmHg aralığında tutulması gerekmektedir. Özellikle hipotermi uygulanan aort cerrahisi gibi hasta gruplarında, ortalama arter basıncı 30 mmHg'ye kadar düşse bile ek önlemlerle yeterli perfüzyon sağlanabilir. Beyin kan akımını artırmak amacıyla perfüzyon basıncının yükseltilmesi, embolik olayların ortaya çıkma riskini de artırabilir (34).

Yapılan araştırmalar, perfüzyon basıncıyla ilişkili olarak ortalama arter basıncının (OAB) 50 mmHg düzeyinde tutulmasının, yeterli beyin kan akımını sağladığını ve organ perfüzyonu aısından güvenli kabul edildiğini ortaya koymaktadır (35).

Serebrovasküler hastalıkları olan, kronik böbrek yetmezliği bulunan, karotis plaklarına sahip veya arkus aortada ya da aorta ascendens'te aterom plakları bulunan hastalarda, artmış perfüzyon basıncının faydalı etkileri olduğu bildirilmektedir (36,37,38).

2.5. Perfüzyon Kan Akımı

EKD sırasında, kan akışının yeterliliği ve arteriyel basınç ile saturasyon parametreleri, sürekli izleme ve düzenli kan gazı ölçümleriyle takip edilerek sağlanır (16).

Kalp-akciğer makinesi tarafından vücuda bir dakika içinde iletilen kan hacmi, kan akışı (FLOW) olarak adlandırılır. Gazlar, besin öğeleri, metabolik artıklar ve hormonlar, kan akışı yoluyla taşınır. Kan akışının debisi, kardiyak output ile eşittir.

Normotermik koşullarda hasta vücut ısısı normal seviyedeyken, pompa akış miktarı genellikle 2.2-2.8 l/dk/m² aralığında ayarlanır. Son çalışmalar bu değer aralığında farklılıklar olabileceğini göstermektedir. Özellikle obez hastalarda, vücut kitle indeksine (VKİ) bağlı olarak hesaplanan kan akışı, metabolik gereksinimleri karşılamak için yeterli basıncı oluştırmada yetersiz kalabilir (39).

Oksijen tüketimi, hipotermi ile her 1°C'lik düşüşte %7 oranında azalır. Vücut ısısı düştükçe pompanın akış hızı da buna paralel olarak düşürülebilmektedir (40).

Tablo 1. Hipotermiye bağlı olarak hedeflenen Hematokrit (Htc) ve Kardiyak İndeks (CI) değerleri

Hipotermi (°C)	İstenilen Htc (%)	Debi (lt/dk/m ²)
32-36	30-32	2,4-2,6
28-31	25-28	1,8-2,2
24-27	22-25	1,6-2,0
17-23	20-22	1,4-1,8

2.6. Prime (Başlangıç) Solüsyonları

Ekstrakorporeal dolaşımda kullanılan kalp-akciğer makinesinin bileşenleri olan oksijenatör, rezervuar ve hatlar, hava embolisi riskini önlemek için minimum düzeyde prime solüsyonu ile doldurulmalıdır (41).

İlk zamanlarda, ekstrakorporeal dolaşımda kullanılan kalp-akciğer makinesi bileşenleri, prime işlemi için tam kan ile dolduruluyordu. Eski tip pompaların büyük prime hacmi nedeniyle, işlem için yaklaşık 8-10 ünite kan kullanılmaktaydı bu durumda aşırı miktarda kan ürünü kullanımına ve yüksek maliyetlere neden olmaktaydı. Ayrıca, fazla miktarda kan ürünü kullanımı, enfeksiyon riskini artırmış ve kapiller kaçak sendromu ile solunum yetmezliği gibi komplikasyonların görülme sıklığını artırmıştır (42,43).

1959 yılında Panico ve Neptune tarafından ilk kez tanımlanan kan dışı prime yöntemi, zamanla gelişerek yaygınlaşmıştır. Kanla yapılan prime yönteminin yerine kristalloid ve kolloid solüsyonlarının kullanımı tercih edilmiştir. (44).

KPB sırasında doğru prime çözeltisinin hazırlanması büyük bir önem taşımaktadır. Çözeltiler, temelde kristalloidler ve kolloidler olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Kristalloidler, plazma elektrolit konsantrasyonunu taklit eden, hemodilüsyonda etkili olan ve hacim genişletici özellikler taşıyan, fakat onkotik aktiviteden mahrum çözeltilerdir. Kolloidler ise onkotik basıncı koruma yeteneklerinin yanı sıra ödemi azaltma özelliğine de sahiptir. Ancak, kolloidlerin kullanımı anafilaktoid reaksiyon riski ve koagülopati ile ilişkilendirilebilir (44,45).

2.6.1. Kristalloid Solüsyonlar

Kristalloid sıvılar, vücutta bulunan elektrolit ve minerallerin belirli oranlarda içeren solüsyonlardır. Bu solüsyonlar, hipertonic, hipotonik ve izotonik olmak üzere üç farklı şekilde sınıflandırılabilir (46).

Kristalloid sıvıların ana bileşeni sodyum klorür (NaCl) olup, onkotik basıncı azaltıcı etkiye sahiptir. Ekstraselüler sıvı hacmini önemli ölçüde artırarak interstisyel alanın genişlemesine neden olabilirler (47). Kristalloidler, küçük moleküler yapıları ve kolayca karışabilme özellikleri nedeniyle hızlı bir şekilde metabolize olurlar. Vücudun farklı bölümlerinde rahatça hareket edebilme yeteneğine sahiptirler. İçerdikleri elektrolitler, metabolizma sürecinden sonra serbest suya dönüşerek vücudun sıvı dengesini destekler (48).

Ringer solüsyonu ve ringer laktat solüsyonu gibi kristalloid solüsyonlar, yaygın olarak tercih edilmektedir. Alerjik reaksiyon olasılığı düşük olup, böbrekler tarafından hızla emilirler. Ayrıca, düşük maliyetleri ve kolay temin edilebilmeleri avantajlı özellikleridir.

Dekstroz, %5, %10 ve %20 gibi çeşitli konsantrasyonlarda bulunabilen hipotonik bir solüsyondur. Hızlı emilim özelliği nedeniyle, sıvı kaybı yaşayan ve sodyum alımı kısıtlanması gereken hastalarda kullanılır. Hemoliz üzerinde olumsuz bir etkisi olmayan bu solüsyon, volüm replasmanı amacıyla kullanıma uygun değildir (49).

NaCl solüsyonları, %0,9'luk formda vücudun sodyum ve sıvı ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Uygulama sırasında, solüsyonun %20'si damar içi kompartmanda kalırken, geri kalan kısmı interstisyel aralığa geçer. Potasyum içermediği için, hiperkalemik hastalarda kullanılabilir (49,50).

Elektrolit dengesini sağlamak amacıyla hazırlanan dengeli solüsyonlar, sodyum ve klorür konsantrasyonlarını azaltmak için farklı elektrolitlerle desteklenir. Laktatlı Ringer solüsyonu, hücre dışı sıvılara benzer özellikler taşıması nedeniyle prime solüsyonları arasında yaygın olarak kullanılanlardan biridir. Laktat içeriği sayesinde klorürün yol açabileceği metabolik asidoz riskini azaltır. Sıvının karaciğerde yıkımı sırasında, laktat glukoza dönüşür ve bikarbonat açığa çıkar. Ancak, yüksek miktarda ve uzun süreli kullanımı, metabolik alkalozun tetiklenmesine neden olabilir. Karaciğer yetmezliği olan hastalarda ise laktat birikimi nedeniyle asidoz gelişebilir. Diyabetik hastalarda hiperglisemiye yol açabileceği için, bu bireylerde kullanımı önerilmez (51,52).

2.6.2. Kolloid Solüsyonlar

Klinikte, plazma hacmini artırmak amacıyla kullanılırlar. Kolloid solüsyonlar, büyük moleküler yapıları nedeniyle kılcal damarlardan (kapillerlerden) ve böbreklerdeki glomerül membranından kolayca geçemezler, bu da damar içinde daha uzun süre kalmalarını sağlar ve plazma genişletici etkilerini güçlendirir (53,54).

Kolloid solüsyonlar, mikrovasküler membrana karşı onkotik basınç oluşturacak büyüklükte partiküller barındırır. Kristalloid solüsyonlarla kıyaslandığında, damar içi alanda daha uzun süre kalma eğilimindedirler. Kalış süresi, partiküllerin iyonik yükleri, moleküler boyutları ve şekilleri gibi faktörlere bağlıdır. Albümin molekülleri, tekdüze moleküler ağırlıkları sayesinde kolloid sıvılar arasında özgün bir yapıya sahiptir. Negatif yüklü albümin gibi moleküller içeren solüsyonlar, negatif yüklü endotelial glikokaliks tarafından itilir ve

uzaklaştırılır. Albüminden farklı olarak, diğer kolloid solüsyonlar polimerik yapıda moleküller içerir ve bu moleküller çeşitli moleküler ağırlıklara sahiptir. Bu özellikler, kolloid solüsyonların etki mekanizmalarını ve klinik uygulamalardaki kullanım alanlarını belirler (55).

Kalp debisini dengede tutan kolloid solüsyonlar, yüksek risk grubundaki hastalarda ameliyat sonrası komplikasyonları ve hastanede yatış süresini azaltır. Dolaşımı destekleyerek iyileşme sürecini hızlandırır (56,57).

Kolloid çözeltiler, osmotik basıncı yükseltme, intravasküler hacmi daha uzun süre koruma ve mikropenfüzyon üzerinde olumlu etkiler sağlama konusunda kristalloidlere göre daha etkilidir. Bu özellikleri nedeniyle, prime solüsyonlarında kullanımları genellikle daha faydalı olarak kabul edilir (57).

2.6.3. Doğal Kolloid Sıvılar

Bu sıvıların elde edilmesi güçtür ve üretimleri de maliyet olarak yüksek miktarlara çıkmaktadır, bununla birlikte enfeksiyon riski taşıma ihtimali de bulunmaktadır. Günümüzde en yaygın kullanılan form, taze donmuş plazma (TDP) olmasına rağmen, plazma protein fraksiyonu (PPF) ve insan serum albumini (HSA) gibi doğal kolloidler de kullanılmaktadır (56,58).

Plazma protein fraksiyonu (PPF), %4,5 konsantrasyonda olup soğuk etanol yöntemiyle çöktürülen insan plazmasının pastörize edilmesiyle hazırlanır. İçeriğinde %85 albümin ve %15 globülin bulunur, bu ise onu etki ve kullanım açısından albümin ile benzer özellikte kılar. Ancak, prekallikrein aktivatör içermesi ve alerjenik yapısı nedeniyle ciddi hipotansiyon ve damar dışı sıvı kaçakları gibi yan etkilere yol açabilir (53).

Karaciğerde sentezlenen plazma proteinleri ile elde edilen insan serum albüminleri, saflaştırılmış PPF'lerde %86 albümin içerirken, HSA'larda bu oran %96'ya ulaşır. İntravasküler volüm genişletme hızının yüksek olması nedeniyle pulmoner ödem gelişme riski bulunduğundan, bu sıvıların kullanımında dikkat edilmesi gerekmektedir (59,60). 66 Kd moleküler ağırlığa sahip olan albümin, onkotik basıncın düzenlenmesinde önemli bir rol oynar ve ameliyat sonrası dönemde drenajı azaltır. Ayrıca, yüksek maliyeti, bulaşıcı enfeksiyon riski ve alerjik reaksiyonlara neden olabilmesi gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (61).

2.6.4. Yapay Kolloid Sıvılar

Yapay kolloidler, doğal kolloidlerle benzer şekilde hacim genişletici özelliklere sahip olup, daha düşük maliyetli ve kolay temin edilebilen çözeltilerdir. Doğal kolloidlerle kıyaslandığında benzer yan etkilere sahip olmakla birlikte, enfeksiyon riski taşımazlar. Dolayısıyla sıvı volüm ihtiyacı veya hemodilüsyon gereksinimi durumunda daha sık tercih edilen bir seçenektir. Dextran, jelatin ve hidroksietilstraç (HES) gibi farklı formasyonlarda bulunabilirler.

Dextranlar, iki ana formda bulunur: Dextran 70 ve Dextran 40. Kanda, amilaz tarafından depolimerize olarak yıkılırlar. Dextran 70, volüm tedavisinde uzun süreli etkisi nedeniyle daha yaygın kullanılırken, Dextran 40 daha çok kan viskozitesini azaltmak ve mikrosirkülasyonu artırmak için tercih edilir. Kristalloidlerle eşit miktarda verilmelidir, aksi takdirde dehidrasyona yol açabilir ve idrar çıkışını azaltabilir. 24 saat içinde 20 ml/kg'dan fazla infüzyon yapıldığında, kanama zamanında uzama olabilir ve bu da böbrek yetmezliği riskini artırabilir (50,62).

Jelatin solüsyonları, büyükbaş hayvanların kemiklerinden ve kollajeninden elde edilen maddelerin hidrolizi ile üretilir.

Jelatin solüsyonları, sıcak su ile çözüldüklerinde ve soğutulduğunda jöle kıvamına gelir. İntraoperatif hemodilüsyon, hipovolemi, prime sıvısı ve şok tedavisi gibi durumlarda kullanılır. Kısa etkili olmaları ve düşük moleküler ağırlıkları nedeniyle böbrekler aracılığıyla atılırlar, aynı zamanda diüretik etki gösterirler. Aşırı miktarda verildiğinde pıhtılaşma sorunlarına neden olabilirler. Ayrıca, nadiren bovine spongioform ensefalopati ve Creutzfeldt-Jakob hastalığına yol açma riski vardır (55,61).

Nişasta solüsyonlarının ana bileşeni mısır olup, molekül ağırlıkları on bin ile iki milyon arasında değişen çeşitli büyüklükteki moleküllerden oluşur (63). Solüsyonun yarılanma ömrü, molekül ağırlığına bağlı olarak belirlenir. Molekül ağırlığı arttıkça, onkotik basınç üzerinde ters bir etki gözlemlenir. Yüksek molekül ağırlıkları, hemostazı olumsuz yönde etkileyebilir ve bu da postoperatif dönemde kanama riskini artırabilir (64).

Nişasta bazlı sıvıların eliminasyonu genellikle 24 saat içinde böbreklerde gerçekleşir, ancak moleküler ağırlığa bağlı olarak daha erken bir atılma durumu da olabilir. HES sıvılarında ise α yarıömrü 30-45 dakika, β yarılanma ömrü ise 12 saattir. İnfüzyon sırasında, aktive parsiyal tromboplastin (Aptt) ile faktör 8 seviyelerinde düşüş gözlemlenebilir (63).

2.7. Kardiopulmoner Bypasssta Kan Kullanımını Azaltan Mekanik Yöntemler

2.7.1. Akut Normovolemik Hemodilüsyon

Akut normovolemik hemodilüsyon, anestezi indüksiyonun pre/post fazında, heparinizasyon öncesi dönemde tamamlanır. Vasküler girişimler sırasında volüm kaybını önlemek için uygulanan yöntemde, kan alımı yapılan yoldan (arteriyel/venöz/santral) bağımsız olarak, mutlaka ayrı bir venöz erişim noktasından volüm replasmanı sağlanmalıdır. Alınan kan, gerektiğinde hastaya geri verilmek üzere saklanır (65,66). Kan kaybının aşırı miktarda olacağı öngörülen hastalarda, kaybedilen kandaki kırmızı kan hücre yoğunluğunun düşük olacağı düşüncesiyle geliştirilmiş bir tekniktir. Akut Normovolemik Hemodilüsyon (ANH), 1970'li yıllarda Messmer aracılığıyla klinik kullanıma sunulmuştur (67). Yetişkin hastalarda bir litreden fazla kan kaybı, orta seviyede hemodilüsyona sebep olabilir. ANH yöntemi uygulanırken, hematokrit (Hct) değeri genellikle %25-30 aralığında tutulur (68,69). Aşırı hemodilüsyon (%15-20) yöntemi nadiren kullanılır. Genellikle genç hastalar ve yoğun kanama riski taşıyan hasta grupları için tercih edilmektedir (70,71).

ANH tekniği, belirli hastalıkların tedavisinde kan transfüzyonu gereksinimini azaltmaya yardımcı olur. Alınması gereken kan miktarı, cerrahi girişimin niteliğine, hastanın ameliyat öncesindeki kan hacmine ve genel fizyolojik durumuna bağlı olarak belirlenir. Kan alımı sırasında, dengeyi sağlamak amacıyla hastaya eş zamanlı olarak kolloid (1:1) veya kristalloid (1:3) solüsyon kompanzasyonu yapılır. Genellikle 1-2 ünite kan alınması ideal kabul edilmektedir.

ANH tekniğiyle elde edilen kan ürünleri; labil plazma proteinlerini, fonksiyonel trombositleri ve taze eritrositleri bünyesinde barındırır. Kanın depolanması sırasında biyokimyasal değişiklikler meydana gelmez. Eğer elde edilen kan oda sıcaklığında muhafaza edilirse, trombosit fonksiyonları korunmuş olur.

ANH tekniği, açık kalp cerrahisi esnasında hipotermi viskoziteyi artırması nedeniyle etkinliğini düşürebilir. KPB sırasında düşük kan akımı ile yeterli doku perfüzyonunun sağlanması gerekir. Allojenik kan kullanımının sınırlandırılması, eritrosit ve plazma proteinlerinin mekanik travmasını azaltması, intravasküler hemoliz oranlarını düşürmesi ve renal perfüzyonu iyileştirerek idrar çıkışı ile elektrolit klirensini artırması avantajları arasında sayılabilir. Ayrıca, kan viskozitesinin azalması da önemli bir avantajdır. Hemodilüsyon, plazma hacminde artışa neden olurken, eritrositler başta olmak üzere kanın şekilli elemanlarında bir azalma yaşanır. Bu sayede yüksek perfüzyon basıncı

gerektirmeksizin gerekli kan akımı ve dolaşımını sağlamaya yardımcı olur. Hemodilüsyon, kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürse de viskozitenin azalması ile perfüzyon artar ve oksijen sunumu dengede tutulur. Ancak, damar içi ozmotik basıncın düşmesi, hemodilüsyonun dezavantajlarından biri olarak kabul edilir (72).

ANH, kan viskozitesini düşürerek mikrosirkülasyonu iyileştirir ve inflamatuvar yanıtı azaltır. Bu mekanizmalar, iskemi-perfüzyon sonrası organ hasarını sınırlayarak organ fonksiyonlarının korunmasına yardımcı olur (73,74). Klinik araştırmalar, ANH uygulamasının iskemi-perfüzyon hasarı sonrası akciğer dokusunda koruyucu etkilerini ortaya koymuştur. ANH, pulmoner iskemi-reperfüzyon hasarını azaltarak akciğer fonksiyonlarının prömiyer dönemde düzelmesini sağlar (75).

2.7.2. Ultrafiltrasyon

Ultrafiltrasyon, renal yetmezlik yaşayan hastalarda, intravasküler alandaki fazla sıvının ultrapörez membran aracılığıyla filtre edilerek uzaklaştırılmasıyla gerçekleştirilen bir tekniktir. İlk olarak kalp cerrahisi sırasında, KPB sonrası rezervuarda kalan kanın konsantre edilmesini ve böylece hemodilüsyonu önlemeyi amaçlamak için kullanılmaya başlanmıştır. Sonraki yıllarda, böbrek yetmezliği olan hastalarda cerrahi süreçte birikmiş fazla sıvının temizlenmesi amacıyla da uygulanmıştır. 1950'lerde yapılan araştırmalar, KPB'nin sebep olduğu immünomodülatör etkiler ve inflamasyon yanıtını azalttığını göstermiş ve ultrafiltrasyonun daha yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır (76,77).

Ultrafiltrasyon, sıvı transferi sağlamak için basınç uygulama yöntemine dayalı bir süreçtir. Bu süreçte, mikro moleküller, su ve elektrolitler, yarı geçirgen bir membran aracılığıyla hidrostatik basınç etkisiyle karşı tarafa geçer. Kan bileşenleri ve plazma proteinleri gibi büyük moleküllerin geçişi ise engellenir. Küçük moleküllerin ayrıştırılması ve fazla sıvının uzaklaştırılması mümkün olur.

Ekstrakorporeal dolaşım sürecinde uygulanan ultrafiltrasyon tekniği, artan kapiller geçirgenliğin neden olduğu sıvı birikimini dengelemeyi hedefler ve bypass işlemi sırasında dolaşıma eklenen prime solüsyonlarının vücut sıvılarıyla birleşmesini sınırlandırarak kanın yoğunluğunu muhafaza eder. Bu yöntem, hemoglobin ve hematokrit seviyelerini artırarak dolaşım sisteminin dengesini korurken, inflamatuvar yanıtın minimize edilmesine de yardımcı olur (78).

Perfüzyonistler için volüm dengesini sağlamada önemli bir rol oynayan ultrafiltrasyon, düşük maliyeti, kolay uygulanabilirliği ve etkili sonuçları nedeniyle sıkça tercih edilmektedir. Operasyon sırasında uygulandığı zaman dilimine ve kullanılan tekniğe bağlı olarak farklı türleri bulunmaktadır. Konvansiyonel ultrafiltrasyon (KUF), genellikle intraoperatif dönemde, özellikle hastanın ısınma süreci başladıktan sonra devreye giren bir yöntemdir. Modifiye ultrafiltrasyon (MUF) ise, bypass işlemi tamamlandıktan sonra aort kanülü aracılığıyla alınan kanın hemokonsantratörden geçirilerek venöz kanül yoluyla sağ atriya geri verilmesi esasına dayanır (79,80).

2.7.3. Ototransfüzyon

Kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında meydana gelen hemodilüsyon, hastanın kan değerlerinde düşüşe neden olarak anemiye yol açabilir. Bu durum, ameliyat sürecinde ve sonrasında oksijen taşıma kapasitesini korumak, hemodinamik dengeyi sağlamak ve olası komplikasyonları önlemek amacıyla kan transfüzyonu gereksinimini ortaya çıkarabilir (81).

Kan transfüzyonunu en aza indirmek için başvurulacak yöntemlerden bir tanesi ototransfüzyondur. Hastanın ameliyat sırasında kaybettiği kan özel bir sistemle toplanır, filtreden geçirilir ve yıkama solüsyonu ile temizlenir. İşlem sonucunda yüksek htc değerine sahip bir kan ürünü elde edilir. Bu süreçte plazma ve pıhtılaşma faktörleri kaybolduğu için, ototransfüzyon kanama eğilimini artırabilir ve pıhtılaşma bozukluklarına neden olabilir (82).

Ototransfüzyon işlemi dört temel aşamadan meydana gelir: cerrahi bölgeden kanın aspire edilmesi, kanın serum kısmının ayrıştırılması, eritrositlerin depolanması ve hazırlanan kan ürününün hastaya geri verilmesi. Kan toplama sürecinde, cerrah operasyon alanındaki kanı heparinli solüsyonla yıkama özelliği bulunan bir aspiratör cihazı kullanarak çeker. Toplanan kan, hassas tartı sistemi ile donatılmış bir rezervuarda birikir. Rezervuarda yeterli miktarda kan biriktiğinde, kan santrifüj odacığına aktarılır. Bu aşamada, hafif yapıdaki süpernatant uzaklaştırılır ve eritrositler serum fizyolojik solüsyonu ile yıkanarak temizlenir. İşlem sırasında doku debris, serbest hemoglobin, antikoagülan maddeler ve serum kalıntıları ortamdaki uzaklaştırılır. Temizlenen eritrositler steril bir transfüzyon torbasında depolanır. Hastaya geri verilmek üzere hazırlanan bu kan ürününün htc değeri yaklaşık %70 seviyesindedir (26).

Ototransfüzyonun olumsuz yönlerinden biri, eritrositlerin, plazma proteinlerinin ve trombositlerin toplama sürecinde mekanik travmaya uğramasıdır. Travma, toplama

işleminde kullanılan ekipmanlar, toplama basıncı ve antikoagülasyon işlemi nedeniyle ortaya çıkmaktadır (83,84,85).

Ototransfüzyon sırasında toplanan kan, banka kanına göre daha yüksek düzeyde travmaya uğrar. Ayrıca aspirasyon işlemi esnasında doku parçaları ve benzeri atık maddeler kan ürününe bulaşabilmektedir (86).

Aspirasyon sistemi aracılığıyla sürekli olarak açığa çıkan ve kandaki düzeyi yükselen kompleman gibi belirli vazoaktif faktörler, ototransfüzyon sürecinde gerçekleştirilen yıkama işlemi sayesinde ortamdan temizlendiği belirlenmiştir (87,88). Ototransfüzyonun bu etkisi, sağladığı avantajlardan biri olarak öne çıkar. Aynı zamanda, ameliyat sonrası dönemde kan transfüzyonu ihtiyacını azaltması da yöntemin diğer önemli katkıları arasında yer alır.

2.7.4. Venöz Vakum Drenaj Sistemi

Ekstrakorporeal dolaşım sırasında yeterli venöz dönüşün gerçekleşebilmesi için yerçekimi gücünden faydalanılarak hastadan gerekli hacim alınır. Venöz dönüşün yetersiz kaldığı durumlarda ise uygun akış hızının sağlanması amacıyla venöz vakum drenaj yöntemi uygulanır. Bu teknik venöz drenaj hacmini artırmayı hedefler, yeterli perfüzyon akımı sağlayarak ek sıvı kullanımını ve hemodilüsyonu önler, böylece kan ürünü ihtiyacını azaltır (89).

Kolay uygulanabilir olmasına rağmen oldukça etkili bir yöntem olan venöz vakum drenaj tekniği kullanılırken, mikroemboli ve kan travması riskini en aza indirmek için -30 mmHg'nin üzerine çıkmayacak şekilde düşük düzeyde vakum uygulanması gerekmektedir (90,91).

Drenaj işlemine başlanmadan önce oksijenatörün hava çıkışı kısmı kapatılmalıdır. Rezervuarda vakumun emiş gücünü etkileyebilecek herhangi bir açıklık veya sızıntı bulunmamalıdır. Drenaj işlemi sona erdiğinde, oksijenatörün hava çıkışı yeniden açılarak hava sıkışması önlenmeli ve masif hava embolisi oluşma riski ortadan kaldırılmalıdır.

Bu tekniğin faydaları, cerrahi bölgenin dönüşünün artmasıyla rahatlama sağlanması, gerekli akım hızına erişilmesi, daha dar çaplı kanül kullanımına olanak vermesi ve ek sıvı kullanımını sınırlayarak hemodilüsyon riskini azaltmasıdır. Olumsuz yönleri ise, kontrolsüz veya aşırı drenaj uygulandığında mikroemboli oluşma ihtimali ve kan travması riskinin yükselmesidir (92,93).

2.7.5. Mini Dolaşım Sistemi

KPB sistemlerinde, kanın temas ettiği yüzey alanı, prime solüsyonun kapladığı alandan daha geniştir. Bazı hasta gruplarında, prime solüsyon miktarını azaltmak ve hemoliz oluşumunu en düşük seviyeye indirmek amacıyla mini dolaşım sistemleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu tarz sistemlerde, kanın biriktiği bölge olan rezervuar kullanılmaz. Bunun yerine, arteriyel hat, venöz hat, oksijenatör ve venöz hattın üst kısmında yer alan kapalı sistemde oluşabilecek hava kabarcıklarını tespit edip ortadan kaldırmak için bubble dedektör devreye alınır. Geleneksel KPB sistemlerinin aksine, santrifüj pompa başlıkları kullanılırken, roller pompa başlıkları devre dışı bırakılır. Düşük heparin dozu ile kanın korunmasını hedefleyen bu yöntem, ototransfüzyon uygulamalarında cell-saver veya koroner aspiratör gibi tekniklere alternatif olarak tercih edilmektedir.

KPB uygulanırken, pıhtılaşma sürecini kontrol altında tutmak için aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT) 250-300 saniye aralığında olmalıdır. Bu vakalarda, hastalara standart heparin dozunun yarısı (150 IU/kg) uygulanarak kanın pıhtılaşma süreci yönetilir (94). Prime solüsyon miktarının 900 cc ile sınırlandırılarak hemodilüsyonun önlenmesi mümkün olabilmektedir (95). Hemodilüsyonun minimize edilmesiyle birlikte, hemoglobin ve hematokrit seviyelerinde artış gözlemlenmiş ve kan ürünü kullanımında belirgin bir azalma kaydedilmiştir (96). Kapalı sistemlerde hava ile kanın temas etmemesi, açık sistemlere kıyasla platelet fonksiyonlarının daha iyi korunmasını sağlar, bu da postoperatif drenaj miktarının azalmasına katkıda bulunmaktadır (97). Diğer kan koruma teknikleriyle karşılaştırıldığında, bu sistemler ekstra set ve donanım gerektirdiğinden maliyet açısından daha yüksektir.

2.7.6. Heparin Kaplı Sistemler

KPB sürecinde pıhtılaşmanın engellenmesi amacıyla sağlanan antikoagülasyon, kanın yabancı yüzeylerle teması sonucu hemostatik dengenin bozulmasına neden olabilir. Hemostatik dengenin bozulması, kanama riskini artırabilir, pulmoner ödem oluşumuna yol açabilir, nörolojik problemlere neden olabilir ve çoklu organ yetmezliği gibi ciddi komplikasyonlara zemin hazırlayabilir. KPB'nin neden olduğu kontrendikasyonları minimize etmek amacıyla yürütülen araştırmalarda, mikrovasküler endotelyumun luminal yüzeyinde yapılan çalışmalar, biyoaktif moleküllerle birlikte heparan sülfat gibi heparin benzeri glikozaminoglikanların varlığını ortaya koymuştur ve KPB sistemlerinde heparin kaplı yüzey teknolojisinin geliştirilmesine temel oluşturmuştur. Heparin Kaplı Sistemler

(HKS), düşük doz sistemik heparinizasyon ve düşük ACT değerleriyle uygulandığında hem kanama miktarını hem de KPB'ın eritrositler üstündeki zararlı etkilerini azaltabildiği belirtilmektedir (98).

2.7.7. Mini kardiopleji (Mikropleji)

Kardiyopleji solüsyonlarının içeriği, ısısı ve uygulama teknikleri, kullanılan klinik yaklaşımlara göre değişkenlik gösterebilmektedir (99). Ekstrakorporeal dolaşım esnasında, kalbi yüksek potasyum içeriği ile diyastolik fazda durdurarak cerrahi işlem için uygun ortam sağlayan, miyokardın korunması ve beslenmesi amacıyla verilen tüm solüsyonlara kardiyopleji solüsyonları adı verilir. Kardiyopleji, kullanılan içeriğe bağlı olarak üç ana gruba ayrılmaktadır: sade kan içeren kardiyopleji, yalnızca kristalloid solüsyon içeren kardiyopleji ve kan ile kristalloid solüsyonun birleşiminden oluşan kardiyopleji. Mikropleji sistemleri, KPB sisteminin neden olduğu hemodilüsyonel etkileri minimize etmek için tercih edilmektedir. Kardiyopleji işlemi için kristalloid solüsyonlar kanla karıştırılarak veya doğrudan kristalloid solüsyon kullanılarak uygulanabilir. Ayrıca, hastanın kendi kanı da kardiyopleji solüsyonu olarak kullanılabilir. Bu uygulama, kristalloid kardiyoplejinin yol açtığı hemodilüsyon etkisi minimize edilir ve hemodilüsyonel anemi oluşma riski engellenir. Mikropleji tekniği sayesinde, kan ve kan ürünü kullanımı büyük ölçüde azaltılarak, cerrahi süreçte transfüzyon ihtiyacı düşürülmektedir (100,101).

2.7.8. Retrograd Otolog Prime (ROP)

Retrograd otolog prime (ROP) yöntemi, 1998 yılında Rosengart ve arkadaşları tarafından ilk kez tanıtılmıştır. Cerrahi sırasında kan ürünü kullanımının azaltılabileceğini göstermiş ve kalp cerrahisinde uygulanması tavsiye edilmiştir (107,108).

Ekstrakorporeal dolaşım sisteminin aktif hale getirilmesinden önce, sistemdeki havanın temizlenmesi amacıyla kullanılan prime solüsyonlarının, hastanın kendi kanı ile değiştirilmesi işlemi, retrograd otolog prime olarak tanımlanır. Prime solüsyonunun miktarı en aza indirilerek hemodilüsyon etkisi hafifletilir. Hemodilüsyonel anemi riskini azaltırken, aşırı kan transfüzyonu kullanımını da engellemeye yardımcı olur (102,103,104).

Retrograd otolog prime (ROP) yöntemini gerçekleştirmek için, kardiyopulmoner baypas (KPB) işlemine başlamadan önce, pompa sistemine prime solüsyonu eklenir ve kullanılacak miktarı belirlemek amacıyla bir torba sisteme dahil edilir. Hastanın hemodinamik durumuna bağlı olarak, pompa hatlarından prime solüsyonu kontrollü bir

şekilde çekilir. İşlem, hastanın kendi kanının sistemdeki prime solüsyonun yerini almasını sağlayarak, hemodilüsyon etkisini azaltır (105,106).

ROP yöntemine başlamadan önce, sisteme entegre edilen torba düzeneği, prime solüsyonunu geri toplayabilecek şekilde perfüzyon devresine bağlanır. ROP uygulanırken, ani hemodinamik bozulma riskine karşı önlem olarak, kardiyopulmoner baypas (KPB) sürecine hızlı ve sorunsuz bir şekilde geçiş yapılabilecek tüm hazırlıklar tamamlanarak işleme başlanır (109,110).

Anestezi ekibi, cerrahın talimatı üzerine, hastaya heparin uygular ve üç dakika beklenir. ACT değeri ölçüldükten sonra, 300 saniyeyi geçtiğinde aort kanülasyonu işlemine başlanır ve koroner aspiratörler aktif hale getirilir. ACT değerinin 480 saniyenin üzerine çıkması beklenir ve bu hedefe ulaşıldığında KPB işlemine başlanır (111,112).

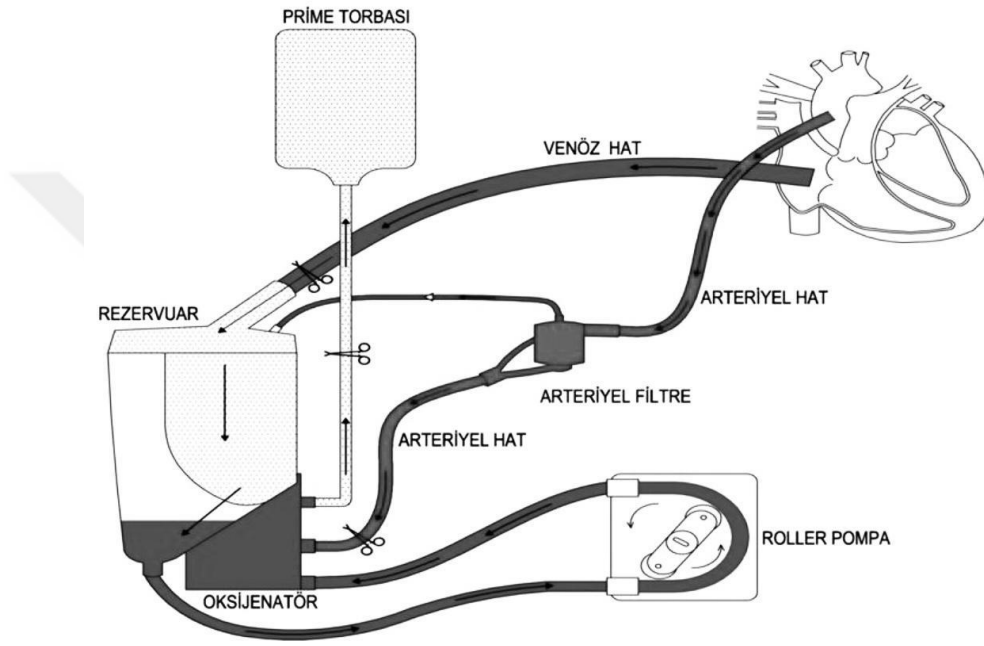
Aort kanülasyonu tamamlandıktan sonra işleme hemen başlanır ve aort kanülü aracılığıyla arteriyel hattan hastanın kanı alınmaya başlanır. Perfüzyon hattı kanla dolarken, hat içerisindeki prime solüsyonunun torbaya geri aktarılması sağlanır. Buradaki temel amaç, sistemde bulunan prime solüsyonunun uzaklaştırılarak olası hemodilüsyon etkisini azaltmaktır. KPB sürecinin tüm aşamalarında olduğu gibi, anestezi ekibiyle iş birliği ve monitörizasyon takibi büyük önem taşır (112,113).

ROP yöntemi, hemodinamik parametreler dikkatle izlenerek yavaş bir şekilde, 5-10 dakika aralığında uygulanmalıdır. İşlem sırasında sistolik arter basıncı takip edilmeli ve 80 mmHg'nin altına düşmesi engellenmelidir. Basıncın düşmesi halinde, vazokonstrüktör ilaç desteği ve trendelenburg pozisyonu uygulanarak durum stabilize edilebilir (114,115). ROP yöntemi sırasında hemodinamik parametrelerde ani bir bozulma meydana gelirse, işlem durdurulmalı ve KPB sürecine hızla geçilmelidir (92,93).

Aort kanülasyonu tamamlandıktan sonra, arteriyel hat ve arteriyel filtre içindeki başlangıç sıvısı yavaş ve kontrollü bir şekilde torbaya aktarılırken, arteriyel hat hastanın kendi kanıyla doldurulur. Venöz hatta geçiş yapıldıktan sonra, venöz kanül yerleştirilir ve hat içerisindeki başlangıç sıvısı, konektöre bağlı torbaya, üç yollu musluk kullanılarak yavaş ve kontrollü bir şekilde aktarılır (104,116).

İsteğe bağlı olarak, venöz hat içindeki başlangıç sıvısı doğrudan torbaya yönlendirilmek yerine, önce rezervuara alınır ve roller pompa kullanılarak torbaya aktarılır. Pompa kafa hattı, rezervuar ve oksijenatörde yer alan başlangıç sıvısı torbaya iletilerek ROP

yöntemini sonlandırır ve vakaya başlanır. Cerrahi müdahalenin tamamlanmasıyla birlikte KPB sonlandırılır ve venöz kanül çıkarılır. Venöz hat içinde kalan kan, rezervuara boşaltılarak hastaya geri verilir. Venöz hat boşaltıldıktan sonra klemplenir ve torbada biriktirilen başlangıç sıvısı, lüerli konektör kullanılarak geri verilip hat doldurulur. Acil durumlara karşı hazırlıklı olunması sağlanır (106,114).



Şekil 10. ROP yöntemi

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma, 01.10.2023-01.04.2024 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Farabi Hastanesi'nde Kalp ve Damar Cerrahisi bölümünde açık kalp cerrahisi gerçekleştirilmiş olan 80 hasta araştırmaya alınmıştır. Araştırmaya dahil edilme kriterleri;

- a. EF %30 ve üstü olan
- b. Kronik böbrek yetmezliği (KBY) olmayan hastalar
- c. Hematolojik patolojisi bulunmayan ve kanama diyatezi öyküsü olmayan
- d. Preop hemogramda HCT değeri %25- 45 arasında olan
- e. Diyaliz tedavisi görmemiş
- f. Elektif şartlarda opere edilen
- g. 30-85 yaş aralığında olan hastalar

Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri;

- a. EF <%30 olan hastalar
- b. Kronik böbrek yetmezliği (KBY) tanılı veya böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalar
- c. Hematolojik hastalık öyküsü veya aktif kanama riski taşıyanlar
- d. Preoperatif hemoglobin (HCT) <%25 veya >%45 olan hastalar
- e. Diyaliz tedavisi alan veya akut böbrek hasarı (AKI) öyküsü olanlar
- f. Acil cerrahi uygulanan veya revizyon ameliyatı geçiren hastalar
- g. Pediatrik yaş grubu (<18 yaş) veya gebeler
- h. Çalışma protokolüne uyumsuzluk gösteren veya takip verileri eksik olan hastalar

Araştırmaya 80 hasta dahil edilmiştir. Hastalar, 40 kişilik çalışma grubu ve 40 kişilik kontrol grubu olarak iki farklı gruba ayrılmıştır.

Grup 1 (n= 40 kontrol grubu): KPB sırasında prime solüsyonu olarak kristalloid (ortalama volüm hacmi 1500cc, %20'lik 100cc mannitol, 10.000 ünite heparin, 1 gr sefazolin)

Grup 2 (n=40 çalışma grubu): KPB esnasında, dengeli elektrolit solüsyonu, mannitol ve heparin ile sistem prime edildikten sonra, hasta kanı ile prime solüsyonu kademeli olarak yer değiştirilmiş ve bu işlem devredeki prime solüsyonu miktarı minimum seviyeye düşene kadar devam ettirilmiştir.

Çalışmaya katılan tüm hasta gruplarında, hastanemizin belirlediği protokole uygun şekilde standart perfüzyon tekniği uygulanmıştır. Tüm ameliyatlar median sternotomi yöntemiyle gerçekleştirilmiş olup, bütün gruplarda aynı yüzey alanına sahip membran oksijenatör (entegre filtreli), venöz rezervuar, tubing set, arteriyel ve venöz kanüller ile roller pompa kullanılmıştır. Prime içeriği olarak standart bir şekilde dengeli elektrolit solüsyonu, %20'lik 100cc mannitol, 1 gram sefazolin ve 10.000 ünite heparin kullanılmıştır. Hastalara, anestezi ekibi tarafından santral yol aracılığıyla kilogram başına 300 IU heparin uygulanmıştır. ACT değeri 300 üzerine çıktığında, koroner aspiratör devreye alınarak kanülasyon işlemine başlanmıştır. Kanülasyon tamamlandıktan sonra, ROP yöntemi uygulanmıştır.

ROP yönteminin gerçekleştirilebilmesi için, entegre filtrenin resirkülasyon hattına ek bir boş torba bağlanmıştır.

Aort kanülasyonu tamamlandıktan hemen sonra işleme geçilmiştir. Aort kanülü üzerinden bağlanan arteriyel hattan hastanın kanı alınmaya başlanmıştır. Perfüzyon hattı kan ile dolarken, hat içerisindeki prime solüsyonunun önceden hazırlanmış torbaya aktarılması sağlanmıştır. Aort kanülasyonu gerçekleştirildikten sonra, arteriyel hat ve arteriyel filtre içerisindeki prime solüsyonu yavaş ve kontrollü bir şekilde hazırlanan torbaya alınmıştır. Arteriyel hat hastanın kanı ile doldurularak sistemin çalışmaya hazır hale gelmesi sağlanmıştır. Venöz kanül yerleştirildikten sonra, venöz hattın içindeki prime solüsyonu, venöz hat üzerine bağlanan torba hattı kullanılarak yavaş ve kontrollü bir şekilde boşaltılmıştır. Venöz hat hastanın kanı ile dolduktan sonra klemplenerek işlem tamamlanmıştır. Oksijenatörde kalan prime solüsyonu en düşük seviyeye ulaşana kadar, hastadan retro yöntemle kan alımına devam edilmiştir.

Hemodinamik parametreler sürekli izlenerek işlem, yavaş ve kontrollü bir şekilde 5-10 dakika aralığında gerçekleştirilmiştir. Ortalama arter basıncı takip edilerek 50 mmHg'nin altına düşmesi engellenmiştir. ROP yöntemi tamamlandıktan sonra perfüzyona geçilmiştir. Hasta sıcaklığı 28-31 °C aralığında sabit tutularak işlemler bu koşullarda devam ettirilmiştir. Kros klemp yerleştirildikten sonra, antegrad veya retrograd yöntemle hipotermik kan kardiyoplejisi hastaya uygulanmıştır. Vaka süresince pompa akım hızı 2,2-2,6 lt/m² aralığında ayarlanmıştır. Perfüzyon boyunca ortalama arter basıncı 55-80 mmHg aralığında sabit olarak tutulmuştur. Pompa işlemi, ACT değeri 480 saniye ve üzerinde olduğu sürece devam ettirilmiştir.

Proksimal anastomoza başladıktan sonra ısınma sürecine geçilmiştir. Hasta vücut sıcaklığı 36,1 °C'ye ulaşana kadar kademeli olarak ısıtma işlemine devam edilmiştir.

Rezervuardaki tüm volüm hastaya aktarılıp perfüzyon işlemi sonlandırıldıktan sonra, torbada biriken prime solüsyonunun 300 cc'si sisteme geri alınarak hatlarda ve filtrede kalan kan ürünleri yıkama yöntemiyle hastaya verilmiştir.

Her iki gruptaki hastaların arşiv kayıtlarından elde edilen dosyalar üzerinden, rutin olarak takip edilen kan gazlarının 8 farklı fazda alınan örneklerde;

- Preop
- İndüksiyon sonrası
- Kros klemp sonrası 5. Dk
- Isınma sonrası
- KPB sonrası
- Yoğun bakım 6. Saat
- Yoğun bakım 12. Saat
- Yoğun bakım 18. Saat

Karşılaştırıldı.

Hastaların hemoglobin, hematokrit, trombosit ve laktat düzeyleri, preoperatif ve postoperatif kan ve kan ürünü kullanımları, KPB ve aortik kross klemp süreleri, drenaj

miktarları, ekstubasyon zamanları, yoğun bakım ve hastane kalış süreleri kayıt altına alınarak çalışmaya dahil edilmiştir.

3.1. Verilerin İstatistiksel Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri R yazılımı (sürüm 4.3.1) ile gerçekleştirilmiştir. Veriler analiz edilmeden önce normallik varsayımı çarpıklık-basıklık katsayıları ve Shapiro-Wilk Normallik testi üzerinden değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler kapsamında değişkenlere ilişkin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, standart hata, frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır.

İki bağımsız grup arasında normal dağılım gösteren sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında bağımsız gruplar t testi kullanılmıştır. Kategorik veriler arasındaki farklar Pearson ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Zaman içindeki değişimleri ve grup etkilerini değerlendirmek amacıyla tekrarlı ölçümler varyans analizi yapılmış; anlamlı bulunan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli post-hoc testlerle incelenmiştir.

Ayrıca, zamana bağlı ölçümlerde grup, zaman ve grup-zaman etkileşimini test etmek amacıyla iki yönlü tekrarlı ölçüm ANOVA'ya ek olarak genelleştirilmiş doğrusal karma modeller (GLMM) uygulanmıştır. Bu modeller aracılığıyla yaş, cinsiyet ve patolojik tanılar gibi sabit etkilerin hemoglobin düzeyine etkisi çok düzeyli yapılar içinde test edilmiştir. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 2. Katılımcılara ilişkin tanıtıcı bilgiler ($\bar{x} \pm ss$)

Değişken	Kontrol ($\bar{x} \pm ss$)		Çalışma ($\bar{x} \pm ss$)		Toplam ($\bar{x} \pm ss$)	
Yaş	67,65 $\pm$ 9,97		61,05 $\pm$ 11,08		64,35 $\pm$ 10,99	
Boy (cm)	165,35 $\pm$ 8,89		167,50 $\pm$ 10,17		166,43 $\pm$ 9,55	
Kilo (kg)	79,27 $\pm$ 12,39		79,65 $\pm$ 15,48		79,46 $\pm$ 13,94	
EF (%)	53,30 $\pm$ 7,61		56,05 $\pm$ 8,15		54,68 $\pm$ 7,96	
KPB Süresi (dk)	99,73 $\pm$ 30,25		106,87 $\pm$ 34,19		103,30 $\pm$ 32,28	
Krossklemp Süresi (dk)	57,58 $\pm$ 24,41		61,75 $\pm$ 30,81		59,66 $\pm$ 27,70	
BSA (m²)	1,88 $\pm$ 0,16		1,91 $\pm$ 0,23		1,89 $\pm$ 0,20	
Değişken	Kontrol		Çalışma		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Cinsiyet						
Kadın	15	55,6	12	44,4	27	100,0
Erkek	25	47,2	28	52,8	53	100,0
Ek Hastalık (DM)						
Yok	22	42,3	30	57,7	52	100,0
Var	18	64,3	10	35,7	28	100,0
Hipoertansiyon (HT)						
Yok	12	35,3	22	64,7	34	100,0
Var	28	60,9	18	39,1	46	100,0
Patoloji						
MY	6	15,0	4	10,0	10	12,5
KAH	19	47,5	24	60,0	43	53,8
KAH+AY	5	12,5	2	5,0	7	8,8
KAH+MY	1	2,5	2	5,0	3	3,8
KAH+MY+AY	1	2,5	1	2,5	2	2,5
AY	7	17,5	5	12,5	12	15,0
AY+MY	1	2,5	2	5,0	3	3,8
Operasyon Türü						
AVR	6	15,0	5	12,5	11	13,8
AVR+MVR	2	5,0	2	5,0	4	5,0
KABG	19	47,5	23	57,5	42	52,5
KABG+AVR	5	12,5	2	5,0	7	8,8
KABG+MVR	1	2,5	3	7,5	4	5,0
KABG+MVR+AVR	1	2,5	1	2,5	2	2,5
MVR	6	15,0	4	10,0	10	12,5

Yaş değişkeni açısından kontrol grubunun ortalaması $67,65 \pm 9,97$ yıl, çalışma grubunun ortalaması ise $61,05 \pm 11,08$ yıldır. Toplam grup ortalaması $64,35 \pm 10,99$ olarak kaydedilmiştir. Boy uzunluğu kontrol grubunda ortalama $165,35 \pm 8,89$ cm, çalışma grubunda ise $167,50 \pm 10,17$ cm olup, genel ortalama $166,43 \pm 9,55$ cm'dir. Kilo değerleri kontrol grubunda $79,27 \pm 12,39$ kg, çalışma grubunda ise $79,65 \pm 15,48$ kg olarak ölçülmüştür. Ejeksiyon fraksiyonu (EF) kontrol grubunda $\%53,30 \pm 7,61$, çalışma grubunda ise $\%56,05 \pm 8,15$ düzeyindedir. KPB süresi açısından kontrol grubu ortalaması $99,73 \pm 30,25$ dakika, çalışma grubu ortalaması $106,87 \pm 34,19$ dakika olarak belirlenmiştir. Krossklemp süresi kontrol grubunda $57,58 \pm 24,41$ dakika, çalışma grubunda $61,75 \pm 30,81$ dakika olarak hesaplanmıştır. Vücut yüzey alanı (BSA) kontrol grubunda $1,88 \pm 0,16$ m², çalışma grubunda ise $1,91 \pm 0,23$ m² olarak ölçülmüştür.

Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, kontrol grubunda $\%55,6$ 'sı kadın (n=15), $\%44,4$ 'ü erkek (n=25); çalışma grubunda ise $\%52,8$ 'i erkek (n=28), $\%47,2$ 'si kadın (n=12) olarak belirlenmiştir.

Diyabet (DM) değişkeninde, kontrol grubunda hastaların $\%45,0$ 'ı (n=18) diyabetlidir, $\%55,0$ 'ı (n=22) diyabet hastası değildir. Çalışma grubunda ise bu oranlar sırasıyla $\%25,0$ (n=10) ve $\%75,0$ (n=30) şeklindedir. Diğer taraftan çalışma grubunun $\%39,1$ 'i ile kontrol grubunun $\%60,9$ 'unun hipoertansiyon hastası olduğu görülmektedir.

Patolojik durumlara bakıldığında, en yaygın patoloji her iki grupta da koroner arter hastalığı (KAH) olarak gözlenmiştir; kontrol grubunda $\%47,5$ (n=19), çalışma grubunda $\%60,0$ (n=24) oranındadır. Aort yetmezliği (AY) kontrol grubunda $\%17,5$ (n=7), çalışma grubunda $\%12,5$ (n=5); mitral yetmezlik (MY) ise sırasıyla $\%15,0$ (n=6) ve $\%10,0$ (n=4) oranında görülmüştür. Patolojik kombinasyonlar içerisinde KAH+AY kontrol grubunda $\%12,5$ (n=5), çalışma grubunda $\%5,0$ (n=2); KAH+MY kontrol grubunda $\%2,5$ (n=1), çalışma grubunda $\%5,0$ (n=2); KAH+MY+AY her iki grupta da $\%2,5$ (n=1) oranında yer almaktadır. AY+MY kombinasyonu kontrol grubunda $\%2,5$ (n=1), çalışma grubunda $\%5,0$ (n=2) oranında gözlenmiştir.

Operasyon türleri açısından en yaygın uygulama her iki grupta da koroner arter bypass grefti (KABG) olmuştur. Bu operasyon, kontrol grubunda $\%47,5$ (n=19), çalışma grubunda $\%57,5$ (n=23) oranında gerçekleştirilmiştir. AVR operasyonu kontrol grubunda $\%15,0$ (n=6), çalışma grubunda $\%12,5$ (n=5) oranındadır. MVR uygulaması kontrol

grubunda %15,0 (n=6), çalışma grubunda %10,0 (n=4) oranında gözlenmiştir. Kombine operasyonlara bakıldığında KABG+AVR kombinasyonu kontrol grubunda %12,5 (n=5), çalışma grubunda %5,0 (n=2); KABG+MVR kombinasyonu kontrol grubunda %2,5 (n=1), çalışma grubunda %7,5 (n=3) oranında yer almıştır. Hem KABG+MVR+AVR hem de AVR+MVR operasyonları her iki grupta da %2,5 oranında gözlenmiştir.

Tablo 3. Hastaların kontrol edilen zamanlara göre hemogloblin değer aralıkları (N=80)

Değişken	Min-Maks	Ortalama $\pm$ SS
İndüksiyon sonrası hemogloblin (g/dL)	5,1 – 11,0	7,81 $\pm$ 1,21
Krossklemp sonrası 5. dk hemogloblin (g/dL)	5,0 – 10,3	7,56 $\pm$ 1,13
Isınma sonrası hemogloblin (g/dL)	6,2 – 10,7	8,06 $\pm$ 1,09
CPB sonrası hemogloblin (g/dL)	7,0 – 11,2	8,60 $\pm$ 0,92
Yoğun bakım 6. saat hemogloblin (g/dL)	7,8 – 11,8	9,13 $\pm$ 0,87
Yoğun bakım 12. saat hemogloblin (g/dL)	8,2 – 12,2	9,65 $\pm$ 0,86
Yoğun bakım 18. saat hemogloblin (g/dL)	8,4 – 12,6	10,13 $\pm$ 0,92

Tablo 3'te sunulan değerlere göre, hastaların hemogloblin düzeyi en düşük ortalamayla krossklemp sonrası 5. dakikada kaydedilmiştir ($\bar{x} = 7,56 \pm 1,13$). İndüksiyon sonrası ölçümde bu değer $7,81 \pm 1,21$ iken, ısınma sonrası ortalama $8,06 \pm 1,09$ düzeyine yükselmiştir. KPB sonrasında hemogloblin ortalaması $8,60 \pm 0,92$ olarak kaydedilmiştir. Yoğun bakım süreci boyunca ortalama hemogloblin düzeyleri sırasıyla 6. saatte $9,13 \pm 0,87$, 12. saatte $9,65 \pm 0,86$ ve 18. saatte $10,13 \pm 0,92$ olarak ölçülmüştür. Tablodaki verilere göre hemogloblin düzeylerinde zamana bağlı artış eğilimi izlenmektedir.

Tablo 4. Ek hastalıkların gruplar arasında dağılımı (N=80)

Değişken	Kontrol n (%)	Çalışma n (%)	Test değeri χ^2	p ^a
Diyabet (DM)				
Var	18 (45,0)	10 (25,0)	3,516	0,100
Yok	22 (55,0)	30 (75,0)		
Hipertansiyon (HT)				
Var	28 (70,0)	18 (45,0)	5,115	0,041*
Yok	12 (30,0)	22 (55,0)		

a: Pearson Ki-Kare Testi, *p<0.05

Tablo 4'teki değerlere göre, diyabet varlığı kontrol grubunda %45,0 (n=18), çalışma grubunda %25,0 (n=10) oranında görülmektedir. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($\chi^2 = 3,516$; $p = .100$). Hipertansiyon dağılımında ise kontrol grubunda %70,0 (n=28), çalışma grubunda %45,0 (n=18) oranı raporlanmıştır. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($\chi^2 = 5,115$; $p = .041$). Diyabet için anlamlılık eşiğine ulaşamamış, hipertansiyon için ise anlamlı fark tespit edilmiştir.

Tablo 5. Patolojik bulguların gruplar arasında dağılımı (N=80)

Değişken	Kontrol n (%)	Çalışma n (%)	Test değeri χ^2	p
Koroner Arter Hastalığı (KAH)				
Var	26 (65,0)	29 (72,5)	0,524	0,630
Yok	14 (35,0)	11 (27,5)		
Aort Yetmezliği (AY)				
Var	13 (32,5)	10 (25,0)	0,549	0,622
Yok	27 (67,5)	30 (75,0)		
Mitral Yetmezlik (MY)				
Var	10 (25,0)	10 (25,0)	0,000	1,000
Yok	30 (75,0)	30 (75,0)		

Tablo 5'te yer alan verilere göre, koroner arter hastalığı (KAH) kontrol grubunda %65,0 (n=26), çalışma grubunda %72,5 (n=29) oranında saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($\chi^2 = 0,524$; $p = .630$). Aort yetmezliği (AY) açısından da gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır; oranlar kontrol grubunda %32,5 (n=13), çalışma grubunda %25,0 (n=10) düzeyindedir ($\chi^2 = 0,549$; $p = .622$). Mitral yetmezlik (MY) her iki grupta da eşit olarak %25,0 (n=10) oranındadır ve bu dağılım da istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ($\chi^2 = 0,000$; $p = 1.000$). Tablodaki sonuçlar doğrultusunda tüm değişkenler için istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.

Tablo 6. Hastaların kontrol edilen zamanlara göre hematokrit değer aralıkları (N=80)

Değişken	Min-Maks	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif hematokrit (%)	21,5 – 38,6	31,89 $\pm$ 3,84
İndüksiyon sonrası hematokrit (%)	14,3 – 32,0	22,44 $\pm$ 3,62
Krossklemp sonrası 5. dk hematokrit (%)	14,0 – 29,9	21,68 $\pm$ 3,39
Isınma sonrası hematokrit (%)	17,6 – 31,1	23,22 $\pm$ 3,27
CPB sonrası hematokrit (%)	20,0 – 32,6	24,79 $\pm$ 2,75
Yoğun bakım 6. saat hematokrit (%)	22,4 – 34,4	26,34 $\pm$ 2,65

Tablo 6'daki bulgulara göre preoperatif dönemde hematokrit ortalaması %31,89 $\pm$ 3,84 olarak hesaplanmıştır. İndüksiyon sonrası bu değer %22,44 $\pm$ 3,62'ye gerilemiş, krossklemp sonrası 5. dakikada %21,68 $\pm$ 3,39 seviyesine düşmüştür. Isınma evresinde hematokrit ortalaması %23,22 $\pm$ 3,27 düzeyindedir. KPB sonrası dönemde ortalama %24,79 $\pm$ 2,75 olan hematokrit, yoğun bakımın 6. saatinde %26,34 $\pm$ 2,65 olarak ölçülmüştür.

Tablo 7. Hastaların sıvı düzeyleri ve kullanılan kan ve kan ürünleri (N=80)

Değişken	Min–Maks	Ortalama ± SS	
İdrar miktarı (cc)	50 – 2000	565,88 ± 325,11	
Drenaj miktarı (cc)	150 – 1950	699,50 ± 297,08	
Pompa prime miktarı (cc)	700 – 2000	1210,63 ± 342,52	
Anestezi verilen toplam volüm (cc)	1000 – 2500	1721,25 ± 282,71	
		n	%
Pompada kullanılan eritrosit süspansiyonu (ünite)			
0 ünite		57	71,3
1 ünite		23	28,7
Pompada kullanılan taze donmuş plazma (ünite)			
0 ünite		80	100,0
Anestezi sırasında kullanılan eritrosit süspansiyonu (ünite)			
0 ünite		46	57,5
1 ünite		18	22,5
2 ünite		16	20,0
Anestezi sırasında kullanılan taze donmuş plazma (ünite)			
0 ünite		60	75,0
1 ünite		14	17,5
2 ünite		6	7,5
Anestezi sırasında kullanılan trombosit (ünite)			
0 ünite		80	100,0
Yoğun bakımda kullanılan eritrosit süspansiyonu (ünite)			
0 ünite		47	58,8
1 ünite		24	30,0
2 ünite		8	10,0
3 ünite		1	1,3
Yoğun bakımda kullanılan taze donmuş plazma (ünite)			
0 ünite		38	47,5
1 ünite		15	18,8
2 ünite		26	32,5
3 ünite		1	1,3
Yoğun bakımda kullanılan trombosit (ünite)			
0 ünite		78	97,5
1 ünite		2	2,5
Serviste kullanılan eritrosit süspansiyonu (ünite)			
0 ünite		74	92,5
1 ünite		6	7,5
Serviste kullanılan taze donmuş plazma (ünite)			
0 ünite		80	100,0

Tablo 7’de hastalara ait sıvı yönetimi değişkenleri ve uygulanan kan ürünlerine ilişkin nicel değerler sunulmuştur. Ortalama idrar miktarı $565,88 \pm 325,11$ cc, drenaj hacmi ise $699,50 \pm 297,08$ cc olarak kaydedilmiştir. Pompa prime sıvısı ortalama $1210,63 \pm 342,52$ cc, anestezi sırasında verilen toplam volüm ise $1721,25 \pm 282,71$ cc düzeyindedir. Pompada eritrosit süspansiyonu kullanılmayan hasta oranı %71,3’tür. Aynı aşamada taze donmuş plazma uygulaması gerçekleştirilmemiştir (%100). Anestezi süresince eritrosit verilmemiş olan hastaların oranı %57,5 olup, %42,5 oranında bir ya da iki ünite uygulanmıştır. Taze donmuş plazma ise %25 hastaya verilmiş; trombosit kullanımı yalnızca iki hastada gerçekleşmiştir (%2,5). Yoğun bakım döneminde eritrosit transfüzyonu %41,2 oranında yapılmış, plazma kullanımı %52,5 olarak kaydedilmiştir. Trombosit desteği bu aşamada %2,5 ile sınırlıdır. Serviste eritrosit verilen hasta oranı %7,5 olup, taze donmuş plazma hiçbir hastada uygulanmamıştır.

Tablo 8. Hastaların yoğun bakım, entübasyon ve servis süreleri (N=80)

Değişken	Min–Maks	Ortalama $\pm$ SS
Entübasyondan ayrılma süresi (saat)	4 – 6	$4,58 \pm 0,55$
Yoğun bakımda kalış süresi (saat)	48 – 120	$57,60 \pm 16,02$
Taburcu süresi (saat)	48 – 144	$93,00 \pm 21,05$

Tablo 8 incelendiğinde, entübasyondan ayrılma süresinin ortalama $4,58 \pm 0,55$ saat olduğu görülmektedir. Yoğun bakımda kalış süresi ortalama $57,60 \pm 16,02$ saat olarak belirlenmiştir. Taburcu süresi ise $93,00 \pm 21,05$ saat olarak hesaplanmıştır. Minimum değerler sırasıyla 4, 48 ve 48 saat iken; maksimum süreler 6, 120 ve 144 saat arasında değişmektedir.

Tablo 9. Gruplararası demografik bilgilerin ve pompa sürelerinin karşılaştırılması (N=80)

Değişken	Kontrol (Ort±ss)	Çalışma (Ort±ss)	Test değeri	p^a
Yaş (yıl)	67,65 ± 9,97	61,05 ± 11,09	2,800	0,006**
Boy (cm)	165,35 ± 8,89	167,50 ± 10,17	-1,007	0,317
Kilo (kg)	79,28 ± 12,39	79,65 ± 15,48	-0,120	0,904
Ejeksiyon fraksiyonu (%)	53,30 ± 7,61	56,05 ± 8,15	-1,560	0,123
CPB süresi (dk)	99,73 ± 30,25	106,88 ± 34,19	-0,991	0,325
Krossklemp süresi (dk)	57,58 ± 24,41	61,75 ± 30,81	-0,672	0,504
Vücut yüzey alanı (m ²)	1,88 ± 0,16	1,91 ± 0,23	-0,533	0,596
Değişken	Kontrol n (%)	Çalışma n (%)	Test değeri	p^b
Cinsiyet			0,503	0,478
Erkek	25 (62,5%)	28 (70,0%)		
Kadın	15 (37,5%)	12 (30,0%)		

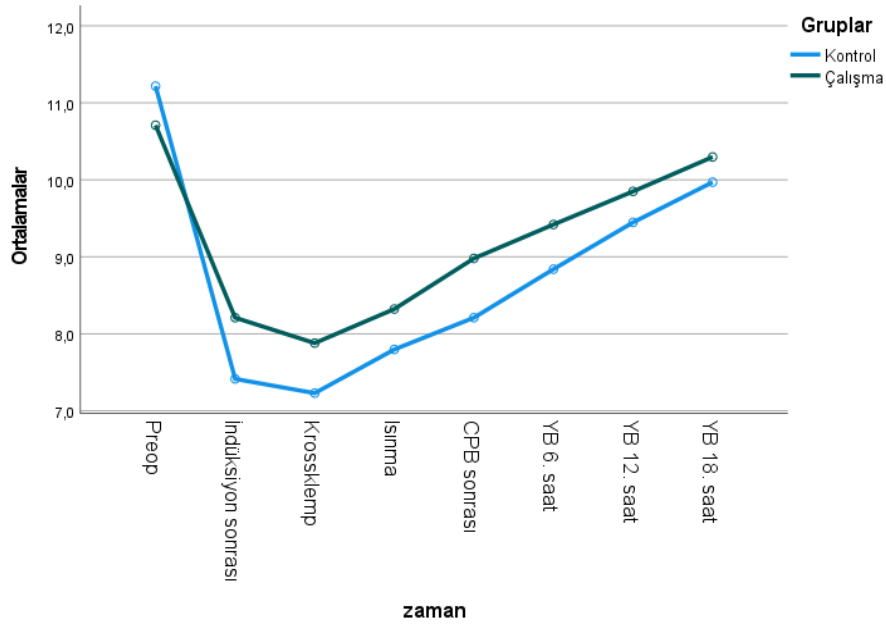
a: Bağımsız gruplar t-testi, b: Pearson ki-kare testi, **p<0.01

Tablo 9'daki karşılaştırmalar sonucunda, yaş değişkeni gruplar arasında anlamlı farklılık göstermektedir ($p = .006$). Kontrol grubunda yaş ortalaması $67,65 \pm 9,97$ yıl, çalışma grubunda ise $61,05 \pm 11,09$ yıl olarak hesaplanmıştır. Boy, kilo, ejeksiyon fraksiyonu, KPB süresi, krossklemp süresi ve vücut yüzey alanı gibi diğer tüm değişkenlerde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (tüm p değerleri $> .05$). Cinsiyet dağılımı açısından da istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p = .478$). Erkeklerin oranı kontrol grubunda %62,5, çalışma grubunda %70,0; kadınların oranı ise sırasıyla %37,5 ve %30,0 olarak bildirilmiştir. Sayısal verilere göre, gruplar çoğu değişken açısından benzer yapıdadır.

Tablo 10. Gruplararası zamana göre hemogloblin düzeylerinin karşılaştırılması (N=80)

Zaman Noktası	Kontrol (Ort±ss)		Çalışma (Ort±ss)	Toplam (Ort±ss)
Preoperatif	11,22 ± 0,90		10,71 ± 1,54	10,96 ± 1,28
İndüksiyon sonrası	7,42 ± 0,85		8,21 ± 1,38	7,81 ± 1,21
Krossklemp sonrası 5. dk	7,23 ± 0,84		7,88 ± 1,29	7,56 ± 1,13
Isınma sonrası	7,80 ± 0,83		8,32 ± 1,25	8,06 ± 1,09
CPB sonrası	8,21 ± 0,70		8,98 ± 0,95	8,60 ± 0,92
Yoğun bakım 6. saat	8,84 ± 0,59		9,42 ± 1,00	9,13 ± 0,87
Yoğun bakım 12. saat	9,45 ± 0,46		9,85 ± 1,09	9,65 ± 0,86
Yoğun bakım 18. saat	9,97 ± 0,50		10,30 ± 1,19	10,13 ± 0,92
Etki	F	df	<i>p</i> ^a	η ²
Zaman	754,30	2,182	.000**	.906
Zaman × Grup	22,68	2,182	.000**	.225
Grup (Between)	4,44	1,78	.038*	.054
Zaman Noktası Karşılaştırması	Ortalama Fark (Çalışma – Kontrol)			<i>p</i> ^b
Preop – İndüksiyon sonrası	-3,151			.000**
İndüksiyon sonrası – Krossklemp	0,258			.000**
Krossklemp – Isınma	0,505			.000**
Isınma – CPB sonrası	0,535			.000**
CPB sonrası – YB 6. saat	0,535			.000**
YB 6. saat – YB 12. saat	0,519			.000**
YB 12. saat – YB 18. saat	0,485			.000**

^a Tekrarlı Ölçümlü İki Yönlü Varyans Analizi, ^bBonferroni düzeltmeli post-hoc test, *p<0.05, **p<0.01

**Şekil 11.** Hemogloblin seviyeleri

Tablo 10’da sunulan değerlere göre preoperatif dönemde kontrol grubunun hemoglobin ortalaması $11,22 \pm 0,90$ g/dL, çalışma grubunun ortalaması ise $10,71 \pm 1,54$ g/dL’dir. Zaman faktörü altında tüm ölçüm noktaları arasında anlamlı farklar gözlenmiş olup, etki büyüklüğü oldukça yüksektir ($F = 754,30$; $p < .001$; $\eta^2 = .906$). Zaman $\times$ grup etkileşimi de anlamlı bulunmuştur ($F = 22,68$; $p < .001$; $\eta^2 = .225$). Gruplar arası ortalamalar incelendiğinde, hemoglobin düzeyinin tüm zaman noktalarında çalışma grubunda daha yüksek olduğu görülmektedir. Grup etkisinin genel düzeyde de anlamlı olduğu raporlanmıştır ($F = 4,44$; $p = .038$). Bonferroni düzeltmeli karşılaştırmalarda tüm zaman aralıklarında istatistiksel fark ortaya çıkmıştır ($p < .001$).

Tablo 11. Çalışma grubu, demografik değişkenler ve patolojik durumların hemoglobin düzeylerine etkisine ilişkin doğrusal karma model (GLMM) sonuçları

Sabit Etkiler	B	SE	t(df)	p ^a
Sabit (Intercept)	8.531	0.831	10.26	< .001***
Zaman: İndüksiyon sonrası	-0.783	0.070	-11.19	< .001***
Zaman: Isınma sonrası	-0.535	0.070	-7.65	< .001***
Zaman: Krossklemp sonrası 5. dk	-1.040	0.070	-14.88	< .001***
Zaman: Preop	2.369	0.070	33.88	< .001***
Zaman: Yoğun Bakım 12. saat	1.054	0.070	15.07	< .001***
Zaman: Yoğun Bakım 18. saat	1.539	0.070	22.01	< .001***
Zaman: Yoğun Bakım 6. saat	0.535	0.070	7.65	< .001***
Grup (Kontrol)	-0.435	0.228	-1.90	.041*
Yaş	0.001	0.011	0.12	.903
Cinsiyet (Kadın)	0.085	0.231	0.37	.715
Patoloji: KAH (Yok)	-0.048	0.312	-0.15	.878
Patoloji: AY (Yok)	0.260	0.276	0.94	.350
Patoloji: MY (Yok)	-0.001	0.299	-0.003	.998

a: Genelleştirilmiş Doğrusal Karma Model, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

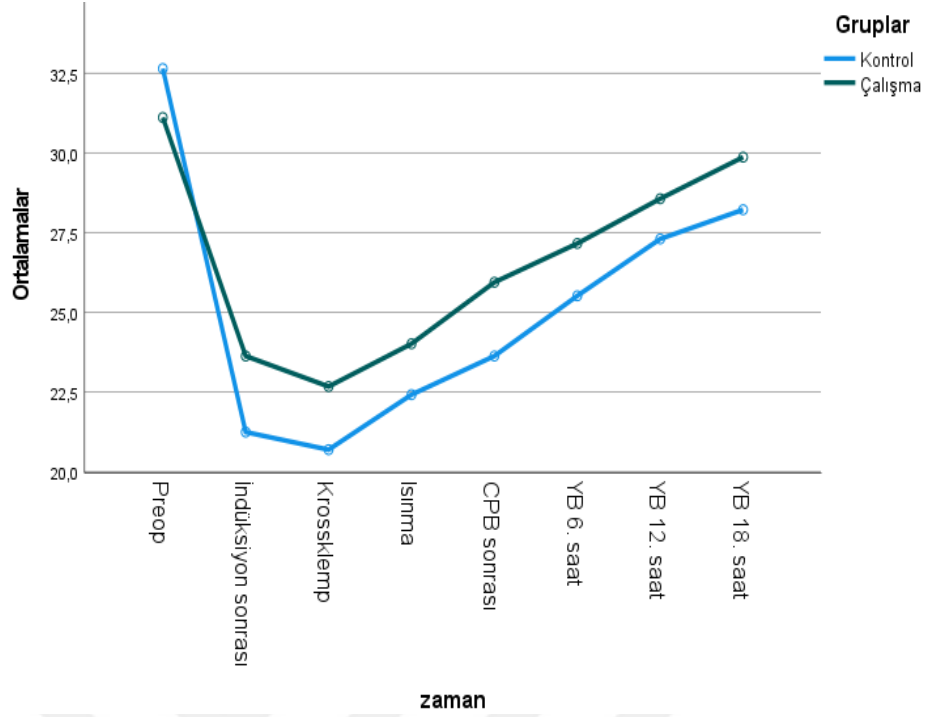
Tablo 11’de yer alan modelde sabit katsayı ($B = 8.531$, $p < .001$) anlamlı bulunmuştur. Zamanın farklı düzeyleri incelendiğinde, preoperatif dönemin hemoglobin düzeyine en yüksek katkıyı sağladığı görülmektedir ($B = 2.369$, $p < .001$). Negatif yönlü en belirgin etki, krossklemp sonrası 5. dakika ölçümünde tespit edilmiştir ($B = -1.040$, $p < .001$). Grup etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($B = -0.435$, $p = .041$), bu da

grup üyeliğinin hemoglobin düzeyini etkilediğini göstermektedir. Yaş, cinsiyet ve patoloji değişkenlerinin tamamı modelde anlamlılık göstermemiştir ($p > .05$). Zaman faktörü, modele en yüksek katkı sağlayan parametre olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 12. Hematokrit değerlerinin zaman içindeki değişimi ve gruplararası karşılaştırması (N=80)

Zaman Noktası	Kontrol Grubu (Ort±ss)	Çalışma Grubu (Ort±ss)	Toplam (Ort±ss)	
Preoperatif	32,65 ± 2,70	31,12 ± 4,62	31,89 ± 3,84	
İndüksiyon sonrası	21,24 ± 2,57	23,63 ± 4,13	22,44 ± 3,62	
Krossklemp sonrası 5.dk	20,69 ± 2,51	22,67 ± 3,86	21,68 ± 3,39	
Isınma sonrası	22,42 ± 2,46	24,02 ± 3,79	23,22 ± 3,27	
CPB sonrası	23,63 ± 2,09	25,95 ± 2,85	24,79 ± 2,75	
Yoğun bakım 6. saat	25,52 ± 1,78	27,16 ± 3,10	26,34 ± 2,65	
Yoğun bakım 12. saat	27,31 ± 1,36	28,57 ± 3,35	27,94 ± 2,62	
Yoğun bakım 18. saat	28,22 ± 4,81	29,87 ± 3,60	29,05 ± 4,30	
Etki	F	df	p	η²
Zaman	401,20	2,35	.000**	.837
Zaman × Grup	12,43	2,35	.000**	.137
Grup (Between)	4,79	1,78	.032*	.058
Zaman Noktası Karşılaştırması	Ortalama Fark (Çalışma – Kontrol)			_p ^b
Preop – İndüksiyon sonrası	−9,449			.000**
İndüksiyon sonrası – Krossklemp	0,755			.000**
Krossklemp – Isınma	1,535			.000**
Isınma – CPB sonrası	1,571			.000**
CPB sonrası – YB 6. saat	1,554			.000**
YB 6. saat – YB 12. saat	1,595			.000**
YB 12. saat – YB 18. saat	1,111			.060

a: Tekrarlı Ölçümlü İki Yönlü Varyans Analizi, b: Bonferroni düzeltilmeli post-hoc test, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



Şekil 12. Hematokrit seviyeleri

Tablo 12’de görüldüğü üzere, preoperatif hematokrit ortalaması kontrol grubunda $32,65 \pm 2,70$, çalışma grubunda $31,12 \pm 4,62$ olarak hesaplanmıştır. Zaman değişkeninin etkisi anlamlı bulunmuştur ($F = 401,20$; $p < .001$; $\eta^2 = .837$). Zaman $\times$ grup etkileşimi de anlamlı düzeydedir ($F = 12,43$; $p < .001$; $\eta^2 = .137$). Gruplar arasında genel fark, anlamlılık sınırında ve anlamlı kabul edilmiştir ($F = 4,79$; $p = .032$). Post-hoc analizlerde, preop–indüksiyon sonrası hariç tüm zaman karşılaştırmaları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < .001$), yalnızca YB 12. saat – YB 18. saat karşılaştırmasında anlamlılık gözlenmemiştir ($p = .060$).

Tablo 13. Gruplar arası sıvı düzeylerinin karşılaştırılması (N=80)

Değişken	Kontrol Ort±SS	Çalışma Ort±SS	t	p ^a
İdrar Miktarı (cc)	564,38 ± 307,43	567,38 ± 345,81	-0,04	.967
Drenaj Miktarı (cc)	642,63 ± 323,70	756,38 ± 259,53	-1,73	.087
Pompa Prime Miktarı (cc)	1510,00 ± 131,66	911,25 ± 190,98	16,33	.000**
Anestezi Volüm Miktarı (cc)	1728,75 ± 239,90	1713,75 ± 322,85	0,24	.814

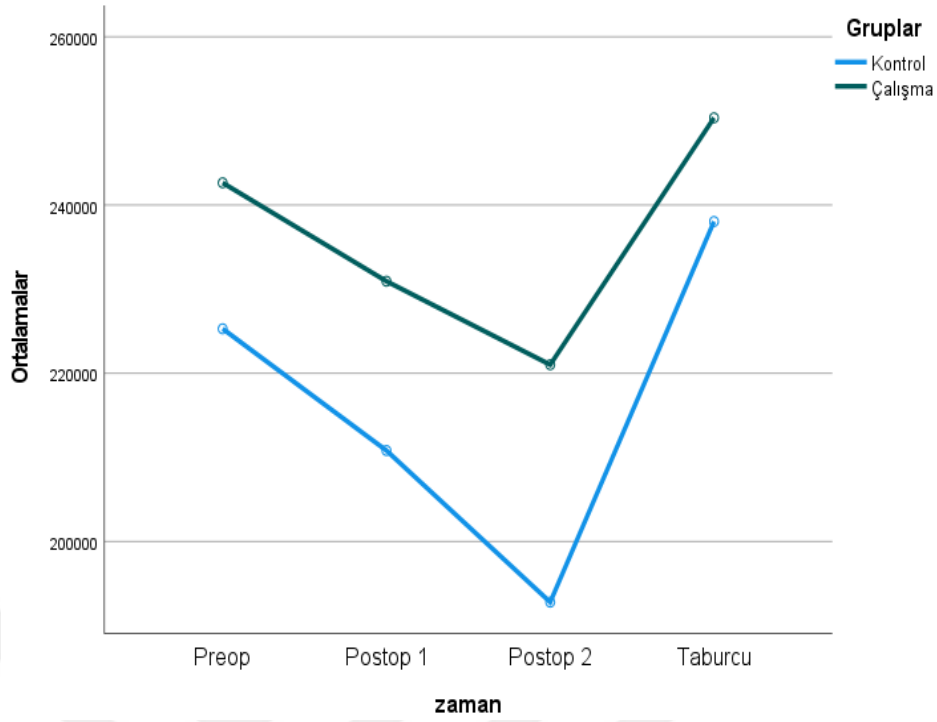
a: Gruplar Arası t Testi, *p<0.05, **p<0.01

Tablo 13'te sıvı düzeyleri incelendiğinde, idrar miktarı kontrol grubunda ortalama 564,38 ± 307,43 cc, çalışma grubunda ise 567,38 ± 345,81 cc'dir ve gruplar arası fark anlamlı değildir (p = .967). Drenaj miktarları açısından da fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p = .087). Pompa prime miktarlarında ise belirgin bir fark vardır; kontrol grubu ortalaması 1510,00 ± 131,66 cc, çalışma grubu ortalaması 911,25 ± 190,98 cc'dir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır (t = 16,33; p < .001). Anestezi volüm miktarları karşılaştırmasında anlamlı fark saptanmamıştır (p = .814).

Tablo 14. Trombosit düzeylerinin zaman içinde gruplara göre dağılımı (N = 80)

Zaman Noktası	Kontrol Grubu (Ort±ss)	Çalışma Grubu (Ort±ss)	Toplam (Ort±ss)	
Preoperatif	225300,00 ± 78541,91	242650,00 ± 89312,34	233975,00 ± 84020,49	
Postop 1	210825,00 ± 71047,79	230950,00 ± 85281,42	220887,50 ± 78644,21	
Postop 2	192800,00 ± 69779,95	221025,00 ± 83901,50	206912,50 ± 77978,61	
Taburcu	238050,00 ± 78415,38	250375,00 ± 88692,99	244212,50 ± 83411,39	
Etki	F	df	p	η ² (Partial Eta ²)
Zaman	169,91	2,36	.000**	.685
Zaman × Grup	7,18	2,36	.000**	.084
Grup (Between)	1,18	1,78	.281	.015
Zaman Noktası Karşılaştırması	Ortalama Fark (Çalışma – Kontrol)			p ^b
Preop – Postop 1	-13.088			.000**
Postop 1 – Postop 2	-13.975			.001**
Postop 2 – Taburcu	-3.300			.002**

a: Tekrarlı Ölçümlü İki Yönlü Varyans Analizi, b: Bonferroni düzeltilmeli post-hoc test, *p<0.05, **p<0.01



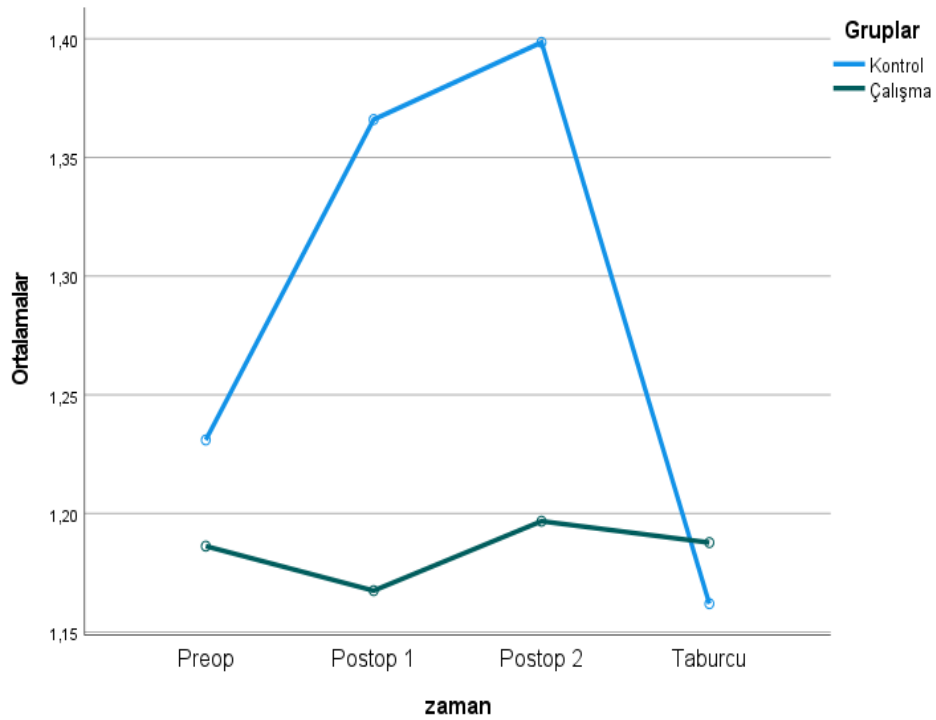
Şekil 13. Trombosit seviyeleri

Preoperatif dönemde ortalama trombosit sayısı kontrol grubunda $225.300 \pm 78.541,91$, çalışma grubunda ise $242.650 \pm 89.312,34$ olarak hesaplanmıştır; gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($F = 1,18$; $p = .281$; $\eta^2 = .015$). Zaman faktörü istatistiksel olarak anlamlıdır ($F = 169,91$; $p < .001$; $\eta^2 = .685$). Zaman $\times$ grup etkileşimi de anlamlı bulunmuştur ($F = 7,18$; $p < .001$; $\eta^2 = .084$). Postop 1. ölçümde kontrol grubu ortalaması $210.825 \pm 71.047,79$, çalışma grubu ortalaması $230.950 \pm 85.281,42$; postop 2. ölçümde ise bu değerler sırasıyla $192.800 \pm 69.779,95$ ve $221.025 \pm 83.901,50$ olarak saptanmıştır. Taburculuk öncesi dönemde trombosit düzeyleri kontrol grubunda $238.050 \pm 78.415,38$, çalışma grubunda ise $250.375 \pm 88.692,99$ olarak ölçülmüştür. Zaman noktaları arasındaki farklar Bonferroni testiyle anlamlı bulunmuştur ($p < .01$).

Tablo 15. Laktat düzeylerinin zaman içinde gruplara göre dağılımı (N = 80)

Zaman Noktası	Kontrol Grubu (Ort±ss)	Çalışma Grubu (Ort±ss)	Toplam (Ort±ss)	
Preoperatif	1,23 ± 0,08	1,19 ± 0,08	1,21 ± 0,05	
Postop 1	1,37 ± 0,07	1,17 ± 0,07	1,27 ± 0,05	
Postop 2	1,40 ± 0,07	1,20 ± 0,07	1,30 ± 0,05	
Taburcu	1,16 ± 0,05	1,19 ± 0,05	1,18 ± 0,04	
Etki	F	df	p	η ² (Partial Eta ²)
Zaman	5,00	2,52	.004**	.060
Zaman × Grup	5,26	2,52	.003**	.063
Grup (Between)	1,53	1,78	.220	.019
Zaman Noktası Karşılaştırması	Ortalama Fark (Çalışma – Kontrol)			p ^b
Preop – Postop 1	–0,092			.049*
Postop 1 – Postop 2	–0,031			.958
Postop 2 – Taburcu	–0,123			.001**

^a Tekrarlı Ölçümlü İki Yönlü Varyans Analizi, ^bBonferroni düzeltmeli post-hoc test, *p<0.05, **p<0.01



Şekil 14. Laktat seviyeleri

Tablo 15'te yer alan verilere göre preoperatif dönemde laktat düzeyi kontrol grubunda $1,23 \pm 0,08$ mmol/L, çalışma grubunda ise $1,19 \pm 0,08$ mmol/L olarak belirlenmiştir. Postoperatif ilk ölçümde kontrol grubundaki değer $1,37 \pm 0,07$ mmol/L'ye, çalışma grubundaki değer ise $1,17 \pm 0,07$ mmol/L'ye ulaşmıştır. Zaman faktörü, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F = 5,00$; $p = .004$; $\eta^2 = .060$). Zaman $\times$ grup etkileşimi de anlamlılık göstermektedir ($F = 5,26$; $p = .003$; $\eta^2 = .063$). Gruplar arasında genel fark anlamlı değildir ($F = 1,53$; $p = .220$). Bonferroni düzeltmeli karşılaştırmalarda, preoperatif-postop 1 farkı anlamlı çıkmıştır ($p = .049$); diğer geçişler için anlamlılık düzeyi postop 2-taburcu karşılaştırmasında belirginleşmiştir ($p = .001$), ancak postop 1–2 farkı anlamlı değildir ($p = .958$).

Tablo 16. Grupların kan ve kan ürünleri kullanımı karşılaştırması (N = 80)

Değişken	Kontrol (Ort $\pm$ ss)	Çalışma (Ort $\pm$ ss)	Test Değeri <i>t</i>	<i>p</i> ^a
Pompa ES (ünite)	0,38 $\pm$ 0,49	0,20 $\pm$ 0,41	1,740	.086
Anestezi ES (ünite)	0,80 $\pm$ 0,82	0,45 $\pm$ 0,75	1,989	.050
Anestezi TDP (ünite)	0,45 $\pm$ 0,68	0,20 $\pm$ 0,52	1,856	.067
Yoğun bakım ES (ünite)	0,83 $\pm$ 0,78	0,25 $\pm$ 0,54	3,824	.000**
Yoğun bakım TDP (ünite)	1,18 $\pm$ 0,90	0,57 $\pm$ 0,84	3,071	.003**
Yoğun bakım trombosit (ünite)	0,05 $\pm$ 0,22	0,00 $\pm$ 0,00	1,433	.156
Servis ES (ünite)	0,10 $\pm$ 0,30	0,05 $\pm$ 0,22	0,842	.402

^a Gruplar Arası *t* Testi, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Tablo 16'da sunulan değerlere göre, pompa sırasında uygulanan eritrosit süspansiyonu kontrol grubunda ortalama $0,38 \pm 0,49$ ünite, çalışma grubunda $0,20 \pm 0,41$ ünite olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlılık eşiğine ulaşmamıştır ($p = .086$). Anestezi sürecinde kullanılan ES miktarı açısından gruplar arasında anlamlılık sınırında bir fark gözlenmiştir ($p = .050$). Taze donmuş plazma (TDP) uygulamasında da benzer bir tablo vardır; kontrol grubunda ortalama $0,45 \pm 0,68$ ünite, çalışma grubunda $0,20 \pm 0,52$ ünite TDP uygulanmış ve fark anlamlı çıkmamıştır ($p = .067$). Yoğun bakımda kullanılan ES miktarı bakımından gruplar arasında anlamlı fark saptanmıştır ($t = 3,824$; $p < .001$). TDP kullanımı da benzer biçimde gruplar arasında istatistiksel farklılık göstermektedir ($t =$

3,071; $p = .003$). Trombosit kullanımı yalnızca kontrol grubunda gözlenmiş olup, bu değişken açısından anlamlılık bulunmamaktadır ($p = .156$). Serviste uygulanan ES miktarlarında anlamlı fark rapor edilmemiştir ($p = .402$).

Tablo 17. Grupların ventilatör, yoğun bakım ve taburcu sürelerinin karşılaştırılması (N = 80)

Değişken	Kontrol (Ort±ss)	Çalışma (Ort±ss)	Test Değeri <i>t</i>	<i>p</i> ^a
Ventilatörden ayrılma süresi (saat)	4,58 ± 0,55	4,58 ± 0,55	0,000	.999
Yoğun bakım kalış süresi (saat)	57,60 ± 16,12	57,60 ± 16,12	0,000	.999
Taburcu süresi (saat)	93,00 ± 21,18	93,00 ± 21,18	0,000	.999

a: Gruplar Arası *t* Testi, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Tablo 17’deki bulgulara göre her iki grubun ventilatörden ayrılma süresi $4,58 \pm 0,55$ saat; yoğun bakımda kalış süresi $57,60 \pm 16,12$ saat; taburcu olma süresi ise $93,00 \pm 21,18$ saat olarak ölçülmüştür. Tüm değişkenlerde ortalama değerler her iki grup için aynıdır. Yapılan bağımsız gruplar *t* testi sonuçları, tüm bu ölçütler için anlamlı fark bulunmadığını ortaya koymaktadır ($t = 0,000$; $p = .999$). Gruplar arasında bu parametrelerde gözlenen eşitlik, sayısal düzlemde tam bir örtüşmeyi ifade etmektedir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulamaları cerrahi avantajlar sunmakla birlikte, gelişebilen komplikasyonlar nedeniyle araştırmalarda sıklıkla ele alınmaktadır. Özellikle bypass başlangıcında kullanılan prime solüsyonlarının neden olduğu hemodilüsyon, solüsyon hacmi, transfüzyon miktarı ve ilişkili komplikasyonlar en çok tartışılan konular arasındadır. Kardiyak cerrahi hastalarında, diğer cerrahi branşlara kıyasla daha yüksek düzeyde gerçekleştirilen kan ve kan ürünü transfüzyonlarının, komplikasyon riskinde artışa yol açtığı görülmektedir (91,93). Kan transfüzyonu yüksek maliyetli bir işlem olup, bakteriyel enfeksiyon riskinde artış, alerjik reaksiyonlar ve solunum sistemi komplikasyonları gibi önemli yan etkilerle ilişkilendirilmektedir. Klinik uygulamada transfüzyon minimal düzeyde tutulmalı ve yalnızca beklenen faydaların potansiyel riskleri açıkça aştığı durumlarda tercih edilmelidir (117).

Ciddi preoperatif anemi varlığı, cerrahi sonuçları olumsuz etkileyebilecek önemli risk faktörlerini beraberinde getirmektedir. Yara yeri enfeksiyonları, renal ve pulmoner disfonksiyon gelişimi, yoğun bakım ve hastane yatış sürelerinde uzama ile mortalite oranlarında artış gibi çeşitli komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir. Söz konusu advers olaylar, preoperatif aneminin potansiyel klinik sonuçları arasında değerlendirilmektedir (113). Hemodilüsyon sonucu azalan hematokrit düzeylerinin dokulara yeterli oksijen sunumunu sağlayamadığını ortaya koymaktadır (118). Anemi yönetiminde temel amaç, dokulara yeterli oksijen sağlayabilecek optimal hemoglobin düzeyinin sağlanmasıdır. Hedef değer, hastanın yaşı ve eşlik eden komorbiditelerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Klinik uygulamada, 70 yaş üstü hastalar için 8 g/dL, daha genç yaş grupları için ise 7 g/dL hemoglobin düzeyi anemik sınır olarak kabul edilmektedir (83). Bu çalışmada, belirlenen hemoglobin eşik değerlerinin altına inilmemesi başarıyla sağlanmıştır. Yapılan ölçümlerde kontrol grubunda ortalama minimum hemoglobin değeri 7.23 ± 0.84 mg/dL olarak tespit edilirken, ROP grubunda bu değer 7.88 ± 1.29 mg/dL düzeyinde olduğu gözlemlenmiştir.

Bankada saklanan kan ürünlerinde rutin serolojik taramalar uygulansa da viral bulaş riski tamamen ortadan kalkmamaktadır. Schootstendt ve ekibinin (83) 3000 donör üzerinde yaptığı araştırmada, kan bağıışı öncesi yapılan tüm testlere rağmen 2 vakada hepatit B, 24 vakada ise hepatit C seropozitifliği saptanmıştır. Mevcut araştırma bulguları

değerlendirildiğinde, transfüzyon miktarının titizlikle belirlenmesinin klinik açıdan önem taşıdığı anlaşılmaktadır. Transfüzyon hacmini minimize etmek ve ilişkili komplikasyon risklerini azaltmak amacıyla, çalışmada ROP protokolünün uygulanması tercih edilmiştir.

Kan transfüzyonunun taşıdığı potansiyel riskler, araştırmacıları daha ekonomik ve güvenli alternatif yöntemler geliştirmeye sevk etmiştir. Peroperatif kan kaybını minimize eden ve otolog kan kullanımını optimize eden tekniklerin uygulanması, transfüzyon ihtiyacını belirgin şekilde düşürmektedir (116).

Kardiyopulmoner bypass gerektiren cerrahi girişimlerde ortaya çıkabilecek komplikasyon risklerini minimize etmek amacıyla, kan koruma tekniklerinin güvenilirliğini artıran yöntemler geliştirilmekte ve klinik uygulamalarda bu yöntemler kullanılarak risk faktörleri azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada, ROP yöntemi ile konvansiyonel prime solüsyonlarının hemoglobin ve hematokrit düzeyleri ile transfüzyon gereksinimi üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

ANH, cerrahi süreçte kan koruma amacıyla kullanılan yöntemlerden biridir. Bu teknik bazı önemli klinik dezavantajlar içerir. Çıkarılan kan miktarına bağlı olarak anemi gelişimi ve hemodinamik dengenin bozulması sık karşılaşılan sorunlardır. Ayrıca vakum destekli drenaj sistemlerinin kullanımı mikroemboli oluşum riskini beraberinde getirebilir. Diğer yandan, kan bileşenlerinin yapısal bütünlüğünün bozulması da potansiyel komplikasyonlar arasında yer almaktadır (119).

Otolog kan kurtarma sistemlerinin (cell-saver), rutin kullanımı, yüksek maliyet ve temin güçlüğü nedeniyle kısıtlıdır. Santrifüj işlemi sırasında kan bileşenlerinin kaybı, postoperatif enfeksiyon ve kanama riskini artırabilir (120).

Ultrafiltrasyon tekniği, özel bir kurulum gerektiren ve işlem süresinin uzunluğu nedeniyle ek zaman ihtiyacı doğuran bir yöntemdir. Ekstrakorporeal dolaşım devresine şant yoluyla bağlanan bu sistem, devrede yüksek akım hızı gerektirir. Temel uygulama alanı, sistemdeki fazla volümün uzaklaştırılmasıdır (121).

Cerrahi prosedürlerde kan koruma yaklaşımlarından biri olarak minidolaşım sistemleri ve heparin kaplı devreler kullanılmaktadır. Ancak bu tekniklerin yüksek maliyet gereksinimi, uygulama alanını önemli ölçüde kısıtlamakta ve sadece belirli referans merkezlerde kullanım imkânı bulmaktadır.

Kan koruma yöntemleri arasında ROP, rutin klinik uygulamaya uygunluğu ile dikkat çekmektedir. Yöntemin avantajları arasında düşük maliyet profili, ek personel ihtiyacı olmaması ve kolay uygulanabilirlik sayılabilir. Hemodilüsyon riskini minimize eden çalışma prensibi sayesinde güvenli bir alternatif oluşturmakta ve klinik kullanımı oldukça pratiktir.

Trapy ve arkadaşları (122) 2015 tarihli çalışmasında, araştırmacılar hastaları üç ayrı gruba randomize ederek farklı kan koruma teknikleri uygulamışlardır. Çalışma kapsamında birinci gruba standart prime, ikinci gruba mini devre ve üçüncü gruba ROP yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, mini devre grubunda kardiyopulmoner bypass süresinin ve kros klemp zamanının diğer gruplara kıyasla belirgin şekilde kısaldığı görülmüştür. Aynı grupta intraoperatif ve postoperatif dönemde ölçülen hemoglobin ve hematokrit değerlerinin de kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı yükseklik gösterdiği kaydedilmiştir.

Hou-X ve arkadaşları (123) 120 hasta üzerinde yürüttüğü çalışmada, farklı kan koruma yöntemlerinin transfüzyon gereksinimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, kontrol grubundaki hastaların %83,3'ünde kan transfüzyonu ihtiyacı görülürken, ROP yönteminin uygulandığı grupta bu oranın %26,7 seviyesinde kaldığı gözlenmiştir. Bulgular, ROP tekniğinin transfüzyon ihtiyacını istatistiksel olarak anlamlı ölçüde azalttığını göstermektedir.

Ricardo ve arkadaşları (124) 62 hasta üzerinde gerçekleştirdiği klinik çalışmada, ROP tekniğinin uygulandığı 27 hastada önemli bulgular elde edilmiştir. Çalışma verileri, bu grupta hemodilüsyon derecesinin ve transfüzyon gereksiniminin kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını ortaya koymuştur.

Murphy ve arkadaşlarının (109) geniş hasta popülasyonlu çalışmasında (n=545), ROP uygulanan grupta KPB sırasında daha yüksek hematokrit değerleri (%30,5 vs %23,3) gözlenmesine rağmen, kan transfüzyonu oranlarında anlamlı fark saptanmamış ve ROP'un kan koruma stratejisi olarak etkinliği kanıtlanamamıştır. Ancak bu retrospektif çalışmada, eritrosit süspansiyonu transfüzyonu için oldukça kısıtlayıcı kriterler benimsenmiş (KPB sırasında Hb<6g/dL, postoperatif dönemde Hb<7g/dL) ve ROP grubunda intraoperatif/postoperatif toplam 3000 cc kristaloid infüzyonu uygulanması gibi metodolojik faktörlerin tekniğin etkinliğini azalttığı değerlendirilmiştir. ROP

uygulamasında dikkat edilmesi gereken kritik noktalar arasında; kan volümündeki azalmayı minimize etmek için kademeli uygulama, hemodilüsyonel etkinliğin korunması için kristaloid infüzyonundan kaçınma, gerektiğinde vazopresör desteği sağlama ve cerrah, perfüzyonist, anesteziist arasında sıkı iş birliği kurulması önem taşımaktadır.

Kearsey ve arkadaşları (121) 193 hasta üzerinde yaptığı çalışmada, ROP tekniği uygulanan hastalarda postoperatif hastanede yatış süresinin kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede kısaldığı gösterilmiştir. Araştırmacılar, kısalmış yatış sürelerinin hem hastane maliyetlerini azaltabileceğini hem de nosokomiyal enfeksiyon riskini düşürerek hasta güvenliğini artırabileceğini vurgulamışlardır.

Vandewiele ve arkadaşları (125) 753 hasta üzerinde yürüttüğü çalışmada, katılımcıların 498'ine ortalama 475 ml ROP uygulanmıştır. Çalışma bulguları, ROP yönteminin kardiyopulmoner bypass sırasında gelişen hemodilüsyonun klinik etkilerini hafifletmede ve transfüzyon gereksinimini azaltmada etkili bir strateji olduğunu ortaya koymuştur.

Rosengart ve arkadaşları (107) 60 hasta ile gerçekleştirdiği prospektif çalışmada, randomize edilmiş 30 hastalık ROP grubuna ortalama 880 ± 150 ml Retrograde Otolog Priming uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, ROP grubunda minimum hematokrit değerleri ($\%22 \pm 3$) kontrol grubuna ($\%20 \pm 3$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı yükseklik göstermiştir. Araştırmacılar, ROP tekniğinin hemodilüsyonu önlemedeki etkinliğini ve transfüzyon gereksinimini azaltmadaki başarısını vurgulayarak bu yöntemin güvenli ve klinik açıdan etkili olduğunu rapor etmişlerdir ve ROP yöntemine olan klinik ilginin artmasına katkı sağlamıştır.

Srinivas ve arkadaşları (126) 60 hasta üzerinde yürüttüğü klinik çalışmada, ROP uygulanan 30 hastalık grupta minimum hematokrit değerleri $\%39,5$ olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda ise bu değer $\%27.03$ olarak kaydedilmiştir. Çalışma bulguları, ROP tekniğinin allojenik kan transfüzyonu gereksinimini klinik olarak anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir.

Retrograde Otolog Priming, kardiyopulmoner bypass sistemlerinin ek donanım gerektirmeksizin kolaylıkla uyarlanabilmesiyle dikkat çeker. Mevcut ekipmanlar üzerinde yapılan bu uyarlama, önemli bir zaman kaybı olmadan gerçekleştirilebilir ve diğer koruyucu tekniklere göre belirgin bir uygulama kolaylığı sağlar.

Çalışmamızda, açık kalp cerrahisi geçirecek hastalarda Retrograde Otolog Priming (ROP) tekniğini tercih ettik. Bu seçimimizde; yöntemin güvenilirliği, düşük maliyeti, minimal yan etki profili, ek ekipman gerektirmemesi ve kolay uygulanabilirliği belirleyici oldu. Hastaların hemodinamik parametrelerine göre belirlenen ortalama $1210,63 \pm 342$ cc ROP uygulaması sonucunda, vücut yüzey alanı, cinsiyet ve preoperatif hematokrit düzeylerinden bağımsız olarak transfüzyon ihtiyacında belirgin azalma gözlemledik.

Sonuç olarak; çalışmamızda ekonomik analiz gerçekleştirilmemiş olmakla birlikte, gruplar arası transfüzyon oranlarındaki belirgin farklılıklar dikkate alındığında, ROP uygulanan grupta tedavi maliyetlerinin daha düşük olabileceği öngörülebilir.

Çalışmamızın temel güçlü yönlerini, diğer kan koruma yöntemlerinin kullanılmaması ve tüm prosedürlerin tek bir cerrahi ekip tarafından standardize edilerek uygulanması oluşturmaktadır. Ancak literatür verileriyle karşılaştırıldığında, nispeten sınırlı sayıda olgu içermesi çalışmamızın önemli bir kısıtlılığı olarak değerlendirilebilir.

Retrograde Otolog Priming (ROP) tekniğinin uygulandığı hasta grubunda, kardiyopulmoner bypass sırasında gelişen hemodilüsyonun daha az olduğu gözlemlenmiştir. Bu grupta hem intraoperatif hem de postoperatif dönemde ölçülen hematokrit ve hemoglobin değerleri anlamlı şekilde yüksek bulunmuş, aynı zamanda kan ürünü transfüzyon gereksinimi de belirgin oranda azalmıştır. ROP sisteminin uygulanması, mevcut kardiyopulmoner bypass devresine eklenebilen özel bir torba ile tüm kalp cerrahi merkezlerinde kolaylıkla rutin uygulamaya entegre edilebilmektedir. Dikkatli bir şekilde uygulandığında, ROP'un düşük maliyetli ve güvenli bir kan koruma yöntemi olduğu değerlendirilmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Amaç B, Koçarslan A, Aydın SM, Kankılıç N, Padak M, Dikme R (2021). Kardiyopulmoner Bypass'ın hemogram parametreleri üzerindeki etkisi. Online Turkish Journal of Health Sciences 6(1): 102-111.
2. Ekim H, Yılmaz YK, Ekim M (2015). İzotermik hiperkalemik kan kardiyopolesinin myokard korumasında önemi. Bozok Tıp Dergisi 5(2): 56-64.
3. Demirkılıç U. (2008). Ekstrakorporal Dolaşım. Birinci baskı. Eflatun Yayınevi, Ankara; Sayfa: 238-242.
4. Brogan VT, Lequier L, Lorusso R, Maclaren G, Peek G (1998). Extracorporeal Life Support: The ELSO Red Book; Sayfa: 73-75.
5. Söğüt F, Kudsioğlu T, Yapıcı N, Maçika H, Akçay Z (2014). Kardiyopulmoner Bypass cerrahisinde pompada başlangıç solüsyonu olarak Kristalloid (Ringer Solüsyonu) ve Kolloidlerin (%6 HES 130 / 0, 4) karşılaştırılması. Haseki Tıp Bülteni 53(2): 157-161.
6. Sayın Kart J, Toraman F (2015). Kardiyopulmoner baypas sırasındaki hemodilüsyonun ve transfüzyonun akut renal hasar gelişimine ve nötrofil jelatinaz ilişkili lipokalin düzeyine etkisi. Türk J Anaesth Reanim 43: 215-6.
7. Severdija EE, Heijmans JH, Theunissen M, Maessen JG, Roekaerts PH, Weerwind PW (2011). Retrograde autologous priming reduces tranfusion requirements in coronary artery bypass surgery. Perfusion 26(4): 1-7.
8. Williams HC, Schiller W, Mellert F, Fimmers R, Welz A, Probst C. (2019). Retrograde autologous priming in surgery of thoracic aortic aneurysm. Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery 28(6): 876-883.
9. Livesey SA, Lennox SC (1992). Historical aspects. Kay PH (Ed.), Techniques in Extracorporeal Circulation. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, Sayfa: 1-8.
10. McGiffin DC, Kirklin KI (1995). Cardiopulmonary bypass for cardiac surgery. In: Sabiston DC Jr, Spencer FC (Eds.), Surgery of the Chest. 6th ed. WB Saunders, Philadelphia, Pages:1256-1271.

11. Kocakulak M (2001). Açık kalp cerrahisinde pulslu perfüzyonun erken dönem etkileri. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
12. Duran E (2004). Dünyada Kalp Damar Cerrahisinin Tarihçesi. Duran E (Ed.), Kalp ve Damar Cerrahisi. Çapa Tıp Kitabevi, İstanbul, Sayfa: 3-13.
13. Tokcan A, Yalınız H (2004). Türkiye'de Kalp Cerrahisinin Tarihçesi. Duran E (Ed.), Kalp ve Damar Cerrahisi. Çapa Tıp Kitabevi, İstanbul, Sayfa: 13-21.
14. Hensley FA Jr, Martin DE, Gravlee GP (Eds.) (2008). A practical approach to cardiac anesthesia. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
15. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2013). Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Kalp Akciğer Makinesi. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kalp-Akci%C4%9Fer%20Makineleri.pdf
16. Demirkılıç U (2015). Ekstrakorporal Dolaşım. İkinci baskı. Türkiye Klinikleri, Ankara; Sayfa: 4-608.
17. Buket S, Engin Ç, Uç H, Ayık F (2013). Kalp ve Damar Cerrahisi. İkinci baskı. Medikal Network Nobel Kitabevi, İstanbul; Sayfa:139-203.
18. Matt Prosoli (1997). Centrifugal Pump Overview, Pumps Plus In.
19. Puis L, Milojevic M, Boer C, De Somer FMJJ, Gudbjartsson T, Van den Goor J, Jones TJ, Lomivorotov V, Merkle F, Ranucci M, Kunst G, Wahba A (2020). 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. Interact Cardiovasc Thorac Surgery 30(2): 161-202.
20. Bojar MR (2007). Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery. Erişkin Kalp Cerrahisinde Perioperatif Yaklaşım El Kitabı. 4th ed. Çeviren: Sarıgül A. Ankara, Atlas Kitapçılık, 187-208.
21. Baufreton C, Intrator L, Jansen PG, te Velthuis H, Le Besnerais P, Vonk A, Farcet JP, Wildevuur CR, Loisançe DY (1999). Inflammatory response to cardiopulmonary bypass using roller or centrifugal pumps. Ann Thorac Surgery 67(4): 972–977.
22. Scott DA, Silbert BS, Blyth C, O'Brien J, Santamaria J (2001). Blood loss in elective coronary artery surgery: a comparison of centrifugal versus roller pump

heads during cardiopulmonary bypass. J Cardiothorac Vasc Anesth 15(3) :322–325.

23. Ghosh S, Falter F, Cook DJ (2014). Cardiopulmonary Bypass. Birinci baskı. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayınları, Ankara; 114: 1-110.
24. Peek GJ, Thompson A, Killer HM, Firman RK (2000). Spallation performance of extracorporeal oxygenation tubing. Perfusion 15(5): 457-466.
25. Knopp EA, Baumann FG, Pratt D, Faden R, Catinella FP, Nathan IM, Adams PX, Cunningham Jr JN, Spencer FC (1982). Release of particulate matter from extracorporeal tubing: ineffectiveness of standard arterial line filters during bypass. J Cardiovasc Surgery 23(6): 470- 6.
26. Aksöyek A, Çiçekçioğlu F, Parlar Aİ (2004). Ekstrakorporeal Perfüzyon Sistem Mekanikliği. Türkiye Klinikleri J Cardiovascular Surgery 5.
27. Brodie JE, Johnson RB (1999). The Manuel of Clinical Perfusion (Klinik Perfüzyon El Kitabı). İkinci baskı. Çeviren: Zeybek R, İşkesen İ, Beta Basım, Manisa, 211-19.
28. Baufreton C, Intrator L, Jansen PG, te Velthuis H, Le Besnerais P, Vonk A, Farcet JP, Wildevuur CR, Loisançe DY (1999). Inflammatory respons to cardiopulmonary bypass using roller and centrifugal pumps. Ann Thorac Surgery 67(4): 972-7.
29. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2013). Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Kalp Akciğer Makinesi, 3-79. https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kalp-Akci%C4%9Fer%20Makineleri.pdf
30. Stephenson LW (1997). History of cardiac surgery. In: Edmunds LH Jr (Eds.), Cardiac Surgery in The Adult. McGraw- Hill Companies, New York, Pages: 3-34.
31. Richard AJ, Martin JE (1994). Cardiopulmonary bypass in neonates, infants and young children. Oxford: Butterworth-Heinemann.
32. Demirkılıç U. (2008). Ekstrakorporal Dolaşım. İkinci baskı. Eflatun Yayınevi, Ankara, Sayfa: 184-193.

33. Susak S, Redzek A, Rosic M, Velicki L, Okiljevic B (2016). Development of Cardiopulmonary Bypass - A Historical Review. *Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo*, 144(11-12): 670-675.
34. Stump DA, Tegeler CH, Rogers AT, Hammon JV, Newman PS (1993). Neuropsychological deficits are associated with the number of emboli detected during cardiac surgery. *Stroke* 24: A509.
35. Stanley TE, Smith LR, White WD, et al (1990). Effect of cerebral perfusion pressure during cardiopulmonary bypass on neuropsychiatric outcome following coronary artery bypass grafting. *Anesthesiology* 73: 93.
36. Hartman GS, Yao FS, Bruefach M. 3rd, Barbut D, Peterson JC, Purcell MH, Charlson ME, Gold JP, Thomas SJ, Sztatrowski TP (1996). Severity of aortic atheromatous disease diagnosed by transesophageal echocardiography predicts stroke and other outcomes associated with coronary artery surgery: A prospective study. *Anesth Analg* 83(4): 701-708.
37. Schell RM, Kern FH, Greeley WJ, Schulman SR, Frasco PE, Croughwell ND, Newman M, Reves JG (1993). Cerebral blood flow and metabolism during cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 76(4): 849-865.
38. Ghosh S, Falter F, Cook DJ (2014). Cardiopulmoner Bypass (Kardiopulmoner Bypass.). Birinci baskı. Çeviren: Saçar M, Pozitif Matbaa, Ankara, 69-86.
39. Puis L, Milojevic M, Boer C, De Somer FMJJ, Gudbjartsson T, Van den Goor J, Jones TJ, Lomivorotov V, Merkle F, Ranucci M, Kunst G, Wahba A (2020). 2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surgery* 30(2): 161-202.
40. Fischer UM, Weissenberger WK, Warters RD, GeisslerHJ, Allen SJ, Mehlhorn U. (2002). Impact of cardiopulmonary bypass management on postcardiac surgery renal function. *Perfusion* 17(6): 401-6.
41. Esener Z (1997). Klinik Anestezi. İkinci baskı. Esener (Ed.), Kardiopulmoner Bypass, Ekstrakorporeal Dolaşım. Logos Yayıncılık, İstanbul, Sayfa: 293.

42. Kawamura M, Minamikawa O, Yokochi H (1980). Safe limit of hemodilution in cardiopulmonary bypass-comparative analysis between cyanotic and acyanotic congenital heart disease. *Jpn J Surg* 10: 206.
43. Niinikoski J, Laaksonen V, Meretoja O (1981). Oxygene transport to tissue under normovolemic moderate and extreme hemodilution during coronary artery bypass operation. *Ann Thorac Surg*, 31: 134.
44. Tiryakioğlu O. (2012). Kardiyopulmoner bypassa prime solüsyonu olarak 130/0.4- HES. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 20(3): 684-85.
45. Tamtekin B (2008). Kardiyopulmoner baypas kullanarak veya çalışan kalp tekniği ile yapılan koroner arter baypas operasyonları sonrası miyokard hasarının değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi, T.C. Bilim Üniversitesi, İstanbul.
46. Morgan, GE, Mikhail MS, Murray MJ (2006). *Clinical Anesthesiology*. 4th ed, Lange Medical Books/McGraw Hill, Medical Pub., New York; Pages: 1105.
47. Iana A, Schwartz D (1994). Renal tubular cellular and molecular events in acute renal failure. *Nephron* 68: 413-418.
48. Santry HP, Alam HB (2010). Fluid resuscitation: past, present and the future. *Current Opinion in Anesthesiology* 33(3): 229-41.
49. Tüzüner, F (2010). *Anestezi Yoğun Bakım Ağrı*, Nobel Tıp Kitabevi, Ankara.
50. Cameron, JL, Pitt HA, Yeo CJ, Lillemoe KD, Kaufman HS, Coleman J (1993). One hundred and forty-five consecutive pancreaticoduodenectomies without mortality. *Ann Surg*, 217(5): 430-5.
51. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. (2008). *Klinik anesteziyoloji*. Dördüncü baskı. Tulunay M, Cuhruk H (Ed.), Güneş Tıp Kitabevi, Ankara.
52. Booth C, Highley D (2010). Crystalloids, colloids, blood, blood products and blood substitutes. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine*, 11(2): 50-55.
53. Miller RD (2010). *Miller's Anesthesia*. 7th ed. Livingstone/Elsevier, Philadelphia, PA; 67.
54. Hartog CS, Bauer M, Reinhart K (2011). The efficacy and safety of colloid resuscitation in the critically ill. *Anesthesia and Analgesia*, 112(1): 156-64.

55. Toraman F. (n.d.). Kalp cerrahisinde sıvı elektrolit tedavisi. GKDA Dergisi 19(2): 53-66, 2-13.
56. Järvelä K, Koskinen M, Kaukinen S, Kööbi T (2001). Effects of hypertonic saline (7.5%) on extracellular fluid volumes compared with normal saline (0.9%) and 6% hydroxyethyl starch after aortocoronary bypass graft surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth 15(2): 210-5.
57. Bayer O, Reinhart K (2015). Acute kidney injury in cardiac surgery patients receiving hydroxyethyl starch solutions. Crit Care 19(1): 209.
58. Hartog CS, Bauer M, Reinhart K (2011). The efficacy and safety of colloid resuscitation in the critically ill. Anesthesia and Analgesia, 112(1): 156-64.
59. Concannon KT, Haskins SC, Feldman BF (1992). Hemostatic defects associated with two infusion rates of dextran 70 in dogs. Am J Vet Res 53: 1369- 1375.
60. Cochrane Injuries Group (1998). Human albumin administration in critically ill patients: systematic review of randomised controlled trials. Cochrane Injuries Group Albumin Reviewers. British Journal of Medicine 317: 235-40.
61. Russell JA, Navickis RJ, Wilkes MM (2004). Albumin versus crystalloid for pump priming in cardiac surgery: meta-analysis of controlled trials. J Cardiothoracic and Vascular Anesth 18(4): 429-37.
62. Kayhan, Z (2004) Klinik Anestezi: Logos Yayıncılık.
63. Neff TA, Doelberg M, Jungheinrich C, Sauerland A, Spahn DR, Stocker R (2003). Repetitive large-dose infusion of the novel hydroxyethyl starch in patients with severe head injury. Anesthesia and Analgesia 96(5): 1453-1459.
64. Aykaç ZZ, Arslantaş MK (2017). Sıvı tedavisi ve yönetimi. GKDA Dergisi 23(2): 35-42.
65. Stehling, L, Zauder HL (1991). Acute normovolemic hemodilution. Transfusion 31(9): 857-868.
66. Spahn, DR, Leone BJ, Reves JG, Pasch T (1994). Cardiovascular and coronary physiology of acute isovolemic hemodilution: a review of nonoxygen-carrying and oxygen- carrying solutions. Anesth Analg, 78(5): 1000-1021.

67. Messmer, K (1975). Hemodilution. Surg Clin North Am 55(3): 659-678.
68. Stehling, L (2000) Autologous transfusion. In: Miller RD. (Ed.), Anesthesia 5.ed. Churchill Livingstone, New York, Pages: 1645-1661.
69. Klapper, E (1995). Confirmation of the safety of autologous blood donation by patients awaiting heart or lung transplantation. A controlled study using hemodynamic monitoring. J Thorac Cardiovasc Surg 110(6): 1594-1599.
70. Gillon, J, Thomas MJ, Desmond MJ (1996). Consensus conference on autologous transfusion. Acute normovolemic haemodilution. Transfusion 36(7): 640-643.
71. Linden, JV, Kruskall MS (1997). Autologous blood: always safer?. Transfusion 37(5): 455-456.
72. Tokur ME, Kılıçaslan B, Kanbak M, Çil H, Çelebioğlu B, Aybar Ü (2016). Açık kalp cerrahisinde HES (130/0.4) ile yapılan akut Normovolemik hemodilüsyonun hemodinamik parametrelere etkisi. Journal of Anesthesia - JARSS (3): 174-181.
73. Li X, Wang LJ, Tang N, Yue H, Huang Y, Lu J, Wang B (1998). Effects of isovolumetric hemodilution treatment and superoxide dismutase on ischemic reperfused hearts in rabbit. Clin Hemorheol Microcirc 18(2-3): 157-163.
74. Chousein S (2008). Açık kalp cerrahisinde homolog ve otolog kan kullanımının erken dönem sonuçlarının karşılaştırması. Uzmanlık Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
75. Gökşin İ, Akbulut M, Baltacı A, Saçar M, Kaya Ş, Özcan V, Düzcan E (2006). Normovolemik hemodilüsyonun alt ekstremité iskemî-reperfüzyonu sonrası oluşan akciğer hasarı üzerine olan etkisi. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi, 14(1): 54-58.
76. Journois D, Pouard P, Greely WJ, Mauriat P, Vouhe P, Safran D (1994). Hemofiltration during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery. Effects on hemostasis, cytokins and complement components. Anesthesiology 81(5): 1181-1189.

77. Sakurai H, Maeda M, Murase M, Koyama T, Hayakawa M (1998). Hemofiltration removes bradykinin generated in the priming blood in cardiopulmonary bypass during circulation. *Ann Thorac Surg* 4(2): 59-63.
78. FitzGerald DJ, Cecere G (2002). Hemofiltration and inflammatory mediators. *Perfusion* 17: 23-28.
79. Journois D, Pouard P, Greely WJ, Mauriat P, Vouhe P, Safran D (1994). Hemofiltration during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery. Effects on hemostasis, cytokins and complement components. *Anesthesiology* 81(5): 1181-1189.
80. Sakurai H, Maeda M, Murase M, Koyama T, Hayakawa M (1998). Hemofiltration removes bradykinin generated in the priming blood in cardiopulmonary bypass during circulation. *Ann Thorac Surg* 4(2): 59-63.
81. Shander A, Moskowitz D, Rjhwani TS (2005). The safety and efficacy of 'Bloodless' cardiac surgery. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 9: 53- 63.
82. Moore RA, Laub GW (2000). Hemofiltration, dialysis, and blood salvage techniques during cardiopulmonary bypass. In: Gravlee GP, Davis RF, Kurusz M, Utley JR (Eds.), *Cardiopulmonary Bypass, Principles and Practice*. 2nd ed. Lippincott Williams & Williams, Philadelphia, 105-130.
83. Ovrum E, Hale E, Abdelnoon M, Oystese R (1991). Conventional blood conservation: Techniques in 500 consecutive coronary artery bypass operations. *Ann Throac Surg* 52: 500-505.
84. Cosgrove DM, Loop FD, Lytle BW (1981). Blood conservation in cardiac surgery. *Cardiovasc Clin* 12: 165-175.
85. Taylor KM (1986). Blood conservation during cardiopulmonary bypass-autologous transfusion, cell saving and haemofiltration. *Cardiopulmonary bypass Chapman and hall Ltd* 17: 289-307.
86. Rush B, Lee NLY (1980). Clinical presentation of non-haemolytic transfusion reactions. *Anaesth Int Care*, 8: 125-131.

87. Chenoweth DE, Cooper SW, Hugli TE, Stewart RW, Blackstone EH, Kirklin JW (1981). Complement activation during cardiopulmonary bypass, evidence for generation of C3a and C5a anaphylatoxins. *N Engl J Med* 304(9): 497-503.
88. Tennenberg SD, Clandy SW, Bailey WW, Salarnkin JS (1980). Complement activation and lung permeability during cardiopulmonary bypass. *Ann Surg* 50: 597-601.
89. Wang S, Undar A (2008). Vacuum-assisted venous drainage and gaseous microemboli in cardiopulmonary bypass. *J Extra Corpor Technol* 40: 249-256.
90. Berryessa R, Wiencek R, Jacobson J, Hollingshead D, Farmer K, Cahill G (2000). Vacuum-assisted venous return in pediatric cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 15(1): 63-7.
91. Colangelo N, Torracca L, Lapenna E, Moriggia S, Crescenzi G, Alfieri O (2006). Vacuum-assisted venous drainage in extrathoracic cardiopulmonary bypass management during minimally invasive cardiac surgery. *Perfusion* 21(6): 361-365.
92. Munster K, Andersen U, Mikkelsen J, Pettersson G (1999). Vacuum assisted venous drainage (VAVD). *Perfusion* 14(6): 419-423.
93. Lapietra A, Grossi EA, Pua BB, Esposito RA, Galloway AC, Derivaux CC, Glassman LR, Culliford AT, Ribakove RH, Colvin SB (2000). Assisted venous drainage presents the risk of undetected air microembolism. *J Thorac Cardiovasc Surgery* 120(5): 856-863.
94. Hessel EA, Murphy GS, Groom RC, Ghansah JN (2014). Kardiyak anesteziye özel durumlar. In, Eyileten Z (Eds.), *Pratik Yaklaşım ile Kardiyak Anestezi*, Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara, Sayfa: 587-630
95. Demirkılıç U (2008). *Ekstrakorporal Dolaşım*. Birinci baskı. Eflatun Yayınevi, Ankara; Sayfa: 368-374.
96. Anastasiadis K, Asteriou C, Delipoulos A, Argiriadou H, Karapanagiotidis G, Antonistsis P, Grosomanidis V, Misias G, Papakonstantinou C (2010). Haematological effects of minimized compared to conventional extracorporeal

circulation after coronary revascularization procedures. *Perfusion* 25(4): 197-203.

97. Svitek V, Lansky V, Mandak J, Krejsek J, Kolackova M, Brzek V, Kubicek J, Volt M, Bartos M, Harrer J (2009). No clear clinical benefit of using mini-invasive extracorporeal circulation in coronary artery bypass grafting in low-risk patient. *Perfusion* 24(6): 389-395.
98. Pekna MMD, Hagman L, Halden E, Nilson UR, Nilsson, B, Thelin S. (1994). Complement activation during CPB: Effects of immobilize heparin. *Ann Thorac Surg* 58: 421-424.
99. Aral A. (2002). Aralıklı izotermik kan kardiyoplejisinin, aralıklı soğuk kan kardiyoplejisi ile karşılaştırılması ve kardiyak troponin I (CtnI) salınımına olan etkisi. *T-klinik Cardiovascular Surgery* 3: 106-114.
100. Avgerinos DV, Debois W, Salemi A (2014). Blood Conservation Strategies in Cardiac Surgery: More Is Better. *Eur J Cardiothorac Surg* 46(5): 865-870.
101. Mckay C. (2014). Perfusion Approaches to Blood Conservation. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 11(4): 252-255.
102. Vranken NP, Babar ZU, Montoya JA, Weerwind PW (2020). Retrograde autologous priming to reduce allogeneic blood transfusion requirements: a systematic review, *Perfusion* 35(7): 1-13.
103. Vretzakis G, Kleitsaki A, Aretha D, Karanikoas M (2011). Management of Intraoperative Fluid Balance and Blood Conservation Techniques in Adult Cardiac Surgery. *The Heart Surgery Forum* 14(1): 28-39.
104. Demirkıran O (2011). Otolog kan transfüzyonu ve tranfüzyon alternatifleri. *İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri* 44: 247-262.
105. Ancheri SA, Rao SV (2016). Retrograde autologous priming reduces transfusion requirements during CPB. *Indian Journal Of Applied Research* 8(6): 20-24.
106. Cheng M, Li JQ, Wu TC, Tian WC (2015). Short-term effects and safety analysis of retrograde autologous blood priming for cardiopulmonary bypass in patients with Cardiac Valve Replacement surgery. *Cell Biochem Biophys* (73): 441-446.

107. Rosengart TD, DeBois W, O'Hara M, Helm R, Gomez M, Lang SJ, Altorki N, Ko W, Hartman GS, Isom OW, Krieger KH (1998). Retrograde Autologous Priming for Cardiopulmonary Bypass: A safe and effective means of decreasing hemodilution and transfusion requirements. *Cardiopulmonary Support and Physiology* 115(2): 426-439.
108. Hofmann B, Kaufmann C, Stiller M, Neitzel T, Wienke A, Silber RE, Treede H. (2018). Positive impact of retrograde autologous priming in adult patients undergoing cardiac surgery: a randomized clinical trial. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 13(50): 1-8.
109. Murphy GS, Szokol JW, Nitsun M, Alspach D.A, Avram MJ, Vender JS, DeMuro N, Hoff WJ (2006). Retrograde autologous priming of the Cardiopulmonary Bypass Circuit: Safety and impact on postoperative outcomes. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 20(2): 156-161.
110. Zelinka ES, Ryan P, McDonald J, Larson J (2004). Retrograde autologous prime with shortened bypass circuits decreases blood transfusion in high-risk coronary artery surgery patients. *The Journal of Extra-corporeal Technology* 36(4): 343-347.
111. Saczkowski R, Bernier PC, Tchervenkova CI, Arellano R (2009). Brief communication-Cardiopulmonary Bypass Retrograde Autologous Priming and allogeneic blood transfusions: a meta-analysis. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 25(24): 373-376.
112. Stammers AH, Mongero LB, Tesdahl E, Stasko A, Weinstein A (2017). The effectiveness of acute normovolemic hemodilution and autologous prime on intraoperative blood management during cardiac surgery. *Perfusion* 32(6): 454-465.
113. Kiessling AH, Wedde S, Keller H, Reyher C, Stock U, Fernandez AB, Moritz A (2015). Pre-filling of the extracorporeal circuit with autologous blood is safe, but not effective in optimizing biocompatibility in high-risk patients. *Perfusion* 27(5): 371-377.

114. Koçoğlu Y, Memmedov S, Kayan E, Arkan B, Bozkaya TA, Özyüksel A, Akçevin A (2018). Retrograde autologous priming for opposing the adverse effects of extracorporeal circulation during open heart surgery. *Clinics in Surgery* (29)3: 1-5.
115. Ovrum E, Holen EA, Abdelnoor M, Abdelnoor M, Oystese R (1991). Conventional blood conservation techniques in 500 consecutive coronary artery bypass operations. *Ann Thorac Surgery* 52(3): 500-505.
116. Schottstendt V, Tuma W, Bünger G, Lefevre H (1998). PCR for HBV, HCV and HIV-1 exrerences and first results from a routine screening programme in a large blood transfusion service. *Biologicals* 26(2): 101-104.
117. Güler T (2012). Kardiyak cerrahide transfüzyon kararı. *GKDA Dergisi* 18(2): 27-45.
118. Williams HC, Schiller Wolfgang, Mellert F, Fimmers R, Welz A, Probst C (2019). Retrograde autologous priming in surgery of thoracic aortic aneurysm. *Interactive Cardio Vascular and Thoracic Surgery* 28(6): 876-883.
119. Blaudszun G, Butchart A, Klein AA (2018). Blood conservation in cardiac surgery. *Transfus Med* 28(2): 168-180.
120. Hillman RS, Ault KA (2005). Blood Component Therapy. In: Hillman RS, Ault KA, Rinder HM (Eds.). *Hematology in Clinical Practice*. 4rd ed. Mc Graw Hill, New York, Pages: 431-441.
121. Kearsey C, Thekkudan J, Robbins S, Ng A, Lakshmanan S, Luckraz H (2013). Assessing the effectiveness of retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass machine in isolated coronary artery bypass grafts. *Cardiothoracic* 95: 207-210.
122. Trapp C, Schiller W, Mellert F, Halbe M, Lorenzen H, Welz A, Probst C (2015). Retrograde autologous priming as a safe and easy method to reduce hemodilution and transfusion requirements during cardiac surgery. *Thoracardiovascular Surgery* 63(7): 628-634.
123. Hou X, Yang F, Liu R, Yang J, Zhao Y, Wan C, Ni H, Gong Q, Dong P (2009). Retrograde autologous priming of the cardiopulmonary baypss circuit reduces blood. *Eur J. Anaesthesiol* 26(12): 1061-1066.

124. Reges RV, Vicente WV, Rodrigues AJ, Basseto S, Alves L Jr., Filho AS, Ferreira CA, Evora PR (2011). Retrograde autologous priming in cardiopulmonary bypass in adult patients: effects on blood transfusion and hemodilution. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 26(4): 609-619.
125. Ranucci M, Romitti F, Isgro G, Cotza M, Brozzi S, Boncilli A, Ditta A (2005). Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute renal failure after coronary operations. *Ann Thorac Surgery* 80(6): 2213-2220.
126. Srinivas K, Singh K. (2001). Combination of autologous transfusion and retrograde autologous priming decreases blood requirements. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 4(1): 28-32.





EKLER

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ayşegül Yılmaz

Uyruğu : T.C.

Doğum Tarihi :

Telefon (İş) :

E-Posta : :

Yazışma Adresi (İş)

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans		
Lisans	Atatürk Üniversitesi/Kamu Yönetimi	2024
Lisans	Anadolu Üniversitesi/Sağlık Yönetimi	2022
Ön Lisans	Anadolu Üniversitesi/Sağlık Kurumları İşletmeciliği	2020
Ön Lisans	Ege Üniversitesi/Diyaliz	2018
Lise	Tire Ersan Kirazoğlu Anadolu Sağlık Meslek Lisesi	2016

AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
1. Diyaliz Teknikeri	İzmir Özel FMC Ege Nefroloji Diyaliz Merkezi	2018-2019
2. Memur	İzmir 112 Acil Çağrı Merkezi Müdürlüğü	2019-

YABANCI DİL

İngilizce