



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AÇIK KALP CERRAHİSİNDE, VAKUM DESTEK KULLANILAN
ROBOTİK VE MİNİMAL İNVAZİV CERRAHİ İLE VAKUM DESTEK
KULLANILMAYAN GELENEKSEL AÇIK KALP AMELİYATLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

TAYFUN SOLAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. NAZAN ATALAN ÖZLEN
PERFÜZYON TEKNİKLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İSTANBUL- 2023



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AÇIK KALP CERRAHİSİNDE, VAKUM DESTEK KULLANILAN
ROBOTİK VE MİNİMAL İNVAZİV CERRAHİ İLE VAKUM DESTEK
KULLANILMAYAN GELENEKSEL AÇIK KALP AMELİYATLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

TAYFUN SOLAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. NAZAN ATALAN ÖZLEN
PERFÜZYON TEKNİKLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İSTANBUL- 2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmemiş bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, Yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.



Tayfun SOLAK

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı yapan Araştırmamın her aşamasında bana yol gösteren destek olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Nazan ATALAN ÖZLEN'e, tez süreci boyunca katkı ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Haşım ÜSTÜNSOY ve Uz. Dr. Tamer AKSOY'a, yüksek lisans eğitim hocalarım Prof. Dr Sinan ARSAN ve Prof. Dr Koray AK'a, her daim bilgi alışverişi yaptığım sınıf arkadaşım Hilal CAN'a, eğitimim boyunca yardımlarını esirgemeyen ve beni daima destekleyen sevgili eşim Ebru ELÇİ SOLAK'a ve biricik oğlum Ömer Mete'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR LİSTESİ.....	i
TABLO LİSTESİ.....	iii
1. ÖZET.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Kardiyopulmoner Baypas Tarihçesi.....	5
4.2. Kardiyopulmoner Baypas Komponentleri.....	6
4.2.1. Kalp akciğer makinesi (kalp akciğer pompası).....	6
4.2.2. Pompalar.....	7
4.2.2.1. Roller pompalar.....	8
4.2.2.2. Sentifugal pompalar.....	8
4.2.3. Oksijenatör.....	8
4.2.3.1. Bubble (kabarcık) oksijenatör.....	9
4.2.3.2. Membran oksijenatörler.....	9
4.2.4. Venöz rezervuar.....	10
4.2.5. Kanüller.....	10
4.2.5.1. Arteriyel kanüller.....	10
4.2.5.2. Venöz kanüller.....	10
4.2.6. Filtreler.....	11
4.2.7. Isı değıştiriciler.....	11
4.2.8. Oksijen mikseri (Gaz blender).....	11
4.2.9. Tubing set ve konnektörler.....	11
4.2.10. Güvenlik kitleri.....	11
4.2.11. Prime solüsyon (başlangıç solüsyonu).....	12
4.2.12. Kardiyopleji.....	12
4.2.14. Cell-saver.....	13
4.3. Kardiyopulmoner Baypas Yönetimi.....	14
4.3.1. Kardiyopulmoner baypas devre hazırlığı.....	14
4.3.2. Antikoagülasyon.....	14
4.3.3. Kardiyopulmoner baypasa giriş.....	15
4.3.4. Kardiyopulmoner baypasdan çıkış.....	15

4.4. Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisi	16
4.4.1. Mini sternotomi	16
4.4.2. Sağ anterolateral mini torakotomi	16
4.4.3. Kanülasyon teknikleri	17
4.4.3.1. Mini sternotomi kanülasyonu	17
4.4.3.2. Sağ anterolateral mini torakotomi kanülasyonu	17
4.5. Robotik Kalp Cerrahisi	17
4.5.1. Kanülasyon	19
4.6. Arttırılmış Venöz Dönüş	20
4.6.1. Yerçekimi sifon	21
4.6.2. Vakum asist venöz drenaj (vacuum assisted venous drainage -VAVD)..	21
4.6.2.1. Vakum asist venöz drenaj (VAVD) avantajları	22
4.6.2.2. Vakum asist venöz drenaj dezavantajları	23
4.6.3. Kinetik yardımcı venöz drenaj (kinetic assisted venous drainage- KAVD)	24
5. GEREÇ VE YÖNTEM	26
5.1. Araştırmanın Amacı	26
5.2. Araştırmanın Şekli	26
5.3. Araştırma Yeri ve Zamanı	26
5.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklem Seçimi	26
5.5. Araştırmaya Kabul Edilme ve Dışlanma Kriterleri	26
5.6. Veri Toplama Araçları	27
5.7. Verilerin Değerlendirilmesi	27
5.8. Kardiyopulmoner Baypas Protokolü	28
5.9. Araştırmanın Etik İlkeleri	30
6. BULGULAR	31
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	61
8. KAYNAKLAR	73
9. BİLİMSEL FAALİYETLER	85
10. EKLER	86
Ek-2 (Veri Toplama Formu)	86

KISALTMALAR LİSTESİ

ACT	:	Etkinleştirilmiş Pıhtılaşma Zamanı (Activated Clotting Time)
AF	:	Atrial Fibrilasyon
AS	:	Aort Stenozu
AS. A. A	:	Asendan Aort Anevrizması
AVR	:	Aort Kapak Replasmanı
AY	:	Aort Yetmezliği
BMI	:	Vücut Kitle İndeksi
BSA	:	Vücut Yüzey Alanı (Body Surface Area)
BUN	:	Kan üre azot (Blood Urea Nitrogen)
CABG	:	Koroner Arter Baypas Greftleme
CO ₂	:	Karbondioksit
CRP	:	C Reaktif Protein
CVA	:	Serebrovasküler Atak
CVP	:	Santral Venöz Katater
DM	:	Diyabetes Mellitus
EF	:	Ejeksiyon Fraksiyonu
eGFR	:	Glomerüler Filtrasyon Hızı
EKG	:	Elektrokardiyografi
EKO	:	Ekokardiyografi
ES	:	Eritrosit Süspansiyoyu
GME	:	Gazlı Mikro Emboli
HCT	:	Hematokrit
HGB	:	Hemoglobin
HT	:	Hipertansiyon
INR	:	International Normalized Ratio
IVC	:	İnferior Vena Kava
İABP	:	İntra Aortik Balon Pompası
İKH	:	İskemik Kalp Hastalığı
KAH	:	Koroner Arter Hastalığı
KBY	:	Kronik Böbrek Yetmezliği

KOAH	:	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KPB	:	Kardiyopulmoner Baypas
MI	:	Miyokard Enfarktüsü
MS	:	Mitral Stenoz
MVR	:	Mitral Kapak Replasmanı
MY	:	Mitral Yetmezlik
O ₂	:	Oksijen
OAB	:	Ortalama Arter Basıncı
OHD	:	Oksihemoglobin Dissosiasyon (Oksijen-Hemoglobin Doyma Eğrisi)
PCO ₂	:	Parsiyel Karbondioksit Basıncı
PO ₂	:	Parsiyel Oksijen Basıncı
RA	:	Sağ Atriyum
RBC	:	Kırmızı Kan Hücresi
RIJV	:	Sağ Internal Juguler Ven
SPSS	:	Statistical Packagefor Social Sciences
SVC	:	Superior Vena Cava
TDP	:	Taze Donmuş Plazma
TKY	:	Triküspit Kapak Yetmezliği
VAVD	:	Vakum Destekli Venöz Drenaj (Vacuum Assisted Venous Drainage)
YBÜ	:	Yoğun Bakım Ünitesi

TABLO LİSTESİ

Sayfa Numarası

Tablo 1.	Gruplara göre hastaların demografik özellikleri.....	31
Tablo 2.	Gruplara göre hastaların eşlik eden ek hastalıkları.....	32
Tablo 3.	Gruplara göre hastaların preoperatif parametreleri	33
Tablo 4.	Gruplara göre hasta tanıları ve operasyonlar	34
Tablo 5.	Gruplara göre hastaların peroperatif takip parametreleri	35
Tablo 6.	Gruplara göre hastaların postoperatif takip parametreleri	36
Tablo 7.	Gruplara göre kan ve kan ürünleri kullanımı	37
Tablo 8.	Gruplara göre KPB sırasında Ortalama Arter Basıncı (OAB) değişimi.....	37
Tablo 9.	Gruplara göre KPB sırasındaki pompa akım (Flow) düzeyleri değişimi	38
Tablo 10.	Gruplara göre KPB sırasındaki pompa taze gaz akışı (Lt/Dk) değişimi	39
Tablo 11.	Gruplara göre KPB sırasındaki pompa Oksijen (%) değişimi.....	40
Tablo 12.	KPB’da gruplara göre ısı değişimi	41
Tablo 13.	Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı pH değişimi.....	42
Tablo 14.	Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı PaCO ₂ (mmHg) değişimi.....	43
Tablo 15.	Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı PaO ₂ (mmHg) değişimi	43
Tablo 16.	Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı NaHCO ₃ (mmol/L) değişimi	44
Tablo 17.	Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı baz açığı (mmol/L) değişimi.....	45
Tablo 18.	Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı SaO ₂ değişimi	45
Tablo 19.	Gruplara göre KPB’da Hemoglobin (g/dL) düzeylerinin değişimi	46
Tablo 20.	Gruplara göre KPB sırasında Hematokrit düzeyleri değişimi	47
Tablo 21.	Gruplara göre KPB’da sodyum (mmol/L) düzeylerinin değişimi	47
Tablo 22.	Gruplara göre KPB’da Potasyum (mmol/L) düzeylerinin değişimi.....	48
Tablo 23.	Gruplara göre KPB’da kalsiyum (mmol/L) düzeylerinin değişimi	49
Tablo 24.	Gruplara göre KPB’da kan glukoz (mg/dL) düzeylerinin değişimi	49
Tablo 25.	Gruplara göre KPB’de ACT değerlerinin değişimi.....	50
Tablo 26.	Gruplara göre KPB’da laktat (mmol/L) düzeylerinin değişimi.....	51
Tablo 27.	Gruplara göre olguların Hemoglobin (g/dL) düzeylerinin değişimi	52
Tablo 28.	Gruplara göre olguların Hematokrit düzeylerinin değişimi	53
Tablo 29.	Gruplara göre olguların Lökosit (K/uL) düzeylerinin değişimi	53
Tablo 30.	Gruplara göre olguların Trombosit (K/uL) değerlerinin değişimi	54
Tablo 31.	Gruplara göre olguların SGOT (U/L) düzeylerinin değişimi	58
Tablo 32.	Gruplara göre olguların SGPT (U/L) düzeylerinin değişimi.....	59

ŞEKİLLER

Sayfa Numarası

Şekil 1. Kardiyopulmoner baypas çalışma prensibi (Ghosh vd., 2009).....	6
Şekil 2. Pompa Başlıkları (Perfüzyonistler Derneği - Sentrifugal ve Roller Pompa,t.y).....	7
Şekil 3. Membran Oksijenatör (Perfüzyonistler Derneği - Oksijenatörler, t.y.)	9
Şekil 4. Gruplara göre olguların CRP (mg/L) düzeylerinin değişimi	55
Şekil 5. Gruplara Göre Olguların BUN (mg/dL) Düzeylerinin Değişimi	56
Şekil 6. Gruplara göre olguların Kreatinin (mg/dL) düzeylerinin değişimi.....	56
Şekil 7. Gruplara Göre Olguların eGFR (ml/min/1.73 m2) Düzeylerinin Değişimi.....	57
Şekil 8. Gruplara göre olguların INR düzeylerinin değerlendirilmesi	60

RESİMLER

Sayfa Numarası

Resim 1. Hemokonsatörler(Kardiyopulmoner baypas sistemine genel bakış, t.y.)	13
Resim 2. Cell-Saver cihazı	13
Resim 3. Vakum asist cihazı	21



1. ÖZET

Tezin Başlığı: Açık Kalp Cerrahisinde, Vakum Destek Kullanılan Robotik ve Minimal İnvaziv Cerrahi ile Vakum Destek Kullanılmayan Geleneksel Açık Kalp Ameliyatlarının Karşılaştırılması.

Öğrencinin Adı: Tayfun SOLAK

Danışmanı: Nazan ATALAN ÖZLEN

Programın Adı: Perfüzyon Teknikleri Yüksek Lisans Programı

Amaç: Bu araştırma, açık kalp cerrahisi vakalarında Vakum Destekli Venöz Drenaj (VAVD) kullanımının, hemodinamik yanıt, etkinlik ve hasta biyokimyasal parametreleri üzerindeki olumlu olumsuz farklılıklarını ve perfüzyonistler açısından risklerini belirlemek amacı ile retrospektif olarak yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada Kardiyopulmoner Baypas'da (KPB), VAVD uygulanarak robotik veya minimal invaziv açık kalp cerrahisi uygulanan yirmi hasta (Grup 1 n:20) ile geleneksel yöntem (sifon yerçekimi) venöz drenaj ile açık kalp cerrahisi uygulanan yirmi hasta (Grup 2 n:20) retrospektif olarak karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programından yararlanılmıştır.

Bulgular: Çalışmamızda demografik hasta özellikleri açısından farklılık bulunmamaktadır. Gruplar arasında, KPB sırasında kan basıncı, pompa akım ve pompa taze gaz akış (lt/dk) değerleri, kros klemp süresi, toplam volüm, pompa dengesi ve inotrop ihtiyacı açısından bir farklılık saptanmadı. Ancak Grup 1 pompa süresi istatistiksel anlamlı olarak uzundu. Gruplar arası karşılaştırmada SGOT değerlerinde farklılık olmamasına rağmen Grup 1 olgularında hem postop 1. hem de 2. gün SGPT değerleri istatistiksel anlamlı düzeyde yüksek bulundu. Grup 1'de postoperatif 1. gün hemoglobin ve lökosit değerleri Grup 2'ye göre daha yüksek, postoperatif 2. ve 3. gün trombosit değerleri ise daha düşük olarak saptandı. Fakat peroperatif ve postoperatif dönemde kullanılan eritrosit süspansiyonu (ES), trombosit süspansiyonu ve taze donmuş plazma (TDP) açısından istatistiksel anlamlı bir farklılık gözlenmedi. Gruplar arasında CRP, BUN (blood urea nitrogen), kreatinin ve eGFR değerleri ile ventilasyon süresi, YBÜ ve hastane kalış süreleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadı. Çalışmamızda, Grup 1'de 2 vakada, Grup 2' de ise 4 vakada hemoliz görülmüştür.

Sonuç: Robotik ve minimal invaziv açık kalp cerrahisinde, -40mmHg'lık vakum ile uygulanan VAVD yönteminin, geleneksel yöntemle venöz drenaj uygulanan açık kalp cerrahisi vakaları ile karşılaştırıldığında, yeterli KPB perfüzyon hemodinamisi sağladığı görülmektedir. VAVD yönteminin sağladığı benzer peroperatif ve postoperatif parametreler ile negatif basınca bağlı ek komplikasyon oluşturmada güvenle kullanılabileceği kanaatindeyiz.

Anahtar kelimeler: Vakum yardımcı venöz drenaj, açık kalp cerrahisi, kardiyopulmoner baypas, arttırılmış venöz dönüş, yerçekimi drenajı

2. SUMMARY

Title of Thesis : Comparison of Robotic and Minimally Invasive Surgery Using Vacuum Support with Traditional Open Heart Surgeries Without Vacuum Support in Open Heart Surgery.

Student's Name/Surname: Tayfun SOLAK

Advisor: Nazan ATALAN ÖZLEN

Program Name : Master of Perfusion Technology

Aim: This study was carried out retrospectively to determine the positive and negative differences of the use of Vacuum Assisted Venous Drainage (VAVD) on hemodynamic response, efficacy and patient biochemical parameters in open heart surgery cases, and its risks for perfusionists.

Methods: This study compared 20 patients who underwent robotic or minimally invasive open heart surgery using VAVD (Group 1 n:20) and 20 patients who underwent open heart surgery with venous drainage using the traditional method (siphon gravity) (Group 2 n:20) in cardiopulmonary bypass (CPB). For statistical analysis, IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) program was used.

Results: In our study, there was no difference in terms of demographic patient characteristics. There was no difference between the groups during CPB in terms of blood pressure, pump flow and pump fresh gas flow (lt/min) values, cross-clamp time, total volume, pump balance and inotrope requirement. However, Group 1 pump time was statistically significantly longer. In Group 1, postoperative 1st day hemoglobin and leukocyte values were found to be higher than Group 2, and postoperative 2nd and 3rd day thrombocyte values were found to be lower. However, no statistically significant difference were found in terms of erythrocyte suspension (ES), thrombocyte suspension and fresh frozen plasma (FFP) used in the perioperative and postoperative periods. There were no statistically significant difference between the groups in terms of CRP, BUN (blood urea nitrogen), creatinine and eGFR values, duration of ventilation, and duration of ICU and hospital stay. In our study, hemolysis was observed in 2 cases in Group 1 and in 4 cases in Group 2.

Conclusion: When the VAVD method applied with a vacuum of -40mmHg was compared with the open heart surgery cases in which venous drainage was applied with the traditional method, we believe that it can be used safely in robotic and minimally invasive open heart surgery with adequate CPB perfusion hemodynamics, without causing additional complications due to negative pressure with similar perioperative and postoperative parameters.

Keywords: Vacuum assisted venous drainage, open heart surgery, cardiopulmonary bypass, increased venous return, gravity drainage

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Kardiyopulmoner baypas (KPB) tarihte ilk olarak 1953 yılında John Gibbon tarafından uygulanmaya başlanmıştır. KPB birçok kalp cerrahisi ameliyatlarının güvenle gerçekleştirilmesine imkan sunan özel bir perfüzyon sistemidir (Ak, K. 2015, t.y.).

Açık kalp cerrahisinde geleneksel yöntemle kardiyopulmoner baypas sırasında sisteme venöz drenaj yerçekimi etkisi ile olmakta, Vakum Destekli Venöz Drenaj (Vacuum Assisted Venous Drainage, VAVD) rutin olarak kullanılmamaktadır (Willcox, 2013). Yerçekimi drenaj (sifon) geleneksel kardiyopulmoner baypas da, kullanılan uzun hatlar ve yüksek prime volüm ile kaçınılmaz olarak hemodilüsyona yol açmaktadır (Gao vd., 2019). VAVD ile bir ucu venöz rezervuara diğer ucu aspiratör sistemine takılan basınç ayarlı bir aparat ile yerçekimine ilave emme basıncı oluşturulmaktadır. Böylece VAVD, venöz rezervuarda negatif basınç oluşturur, hatları ve venöz rezervuarı doldurmak için kullanılan prime volümü azaltmak için kısaltılmış venöz hat ile aktif bir drenaj sağlanır. Literatürde VAVD, özellikle açık kalp cerrahisi sırasında venöz drenajı optimize etmek için önerilmekte (J.-L. Wang vd., 2009), hem yetişkin hem de pediatrik cerrahide, sifon yerçekimi ile venöz drenajının yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilmektedir (Durandy, 2013).

Açık kalp cerrahisinde, baypas sırasında kötü venöz drenaj, cerrahi görüş için sorun yaratmakta ve hasta üzerinde miyokardiyal gerilme, venöz rezervuarda volüm sıkıntısı ile ek volüm ihtiyacına, venöz hava gelmesi gibi olumsuz ve istenmeyen etkilere neden olmaktadır (Aydın vd., 2020). Özellikle daha küçük insizyonların, daha küçük venöz kateterlerin gerektiği robotik veya minimal invaziv kalp cerrahisi gibi durumlarda venöz drenajın geleneksel olarak yerçekimi etkisi ile yapılması hem zordur hem de ek sorunlara neden olabilmektedir. Venöz rezervuarında bir vakum sistemi olan VAVD ile cerrah daha küçük kanüller kullanarak cerrahi sahasını genişletebilmekte, perfüzyonist ise venöz drenajı arttırıp azaltarak daha rahat kontrol edebilmektedir (J.-L. Wang vd., 2009). Literatürde, klinik uygulamada kullanılan kabul edilebilir düzeydeki negatif basınç avantajlarının, mikro hava embolileri veya hemoliz gibi potansiyel dezavantajlarından daha üstün olduğu vurgulanmaktadır (Colangelo vd., 2006).

Bu çalışmada vakum destekli venöz drenaj için sistemin işlevi, güvenliği ve olası faydaları geleneksel yöntemle karşılaştırılarak vurgulanmak istenmiştir.

Çalışmada, birincil sonuç olarak öncelikle VAVD uygulanan robotik ve minimal invaziv açık kalp cerrahisi ameliyatları ile geleneksel yöntemle venöz drenaj uygulanan açık kalp cerrahisi vakalarındaki perfüzyon hemodinamisi, peroperatif ve postoperatif biyokimyasal parametreleri ve komplikasyonlarının karşılaştırması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmanın ikincil sonuçları ise; kalp cerrahisi vakalarında VAVD kullanımının perfüzyonistler açısından risklerinin, hemodinamik yanıt, etkinlik ve hasta biyokimyasal parametreleri üzerindeki olumlu olumsuz farklılıklarının belirlenmesidir.



4. GENEL BİLGİLER

4.1. Kardiyopulmoner Baypas Tarihçesi

19. yüzyılda, bilim insanlarının kan dolaşımına olan ilgileri ve sıklıkla fizyologlar tarafından izole edilmiş organların incelenmesine yönelik çalışmaları kardiyopulmoner baypasın (KPB) gelecekteki gelişiminin temellerini atmıştır. 1813'te Le Gallois, yapay bir dolaşımın nasıl oluşturulacağına ilişkin ilk kavramsal düşüncelerini formüle etmiştir. 1828'de Kay, kanla perfüzyon yapılarak kalp kası kasılmalarının geri kazanılabileceğini ispatlamıştır. 1848 ve 1858 yılları arasında Brown-Séguard, memeli hayvanların izole edilmiş beyin perfüzyonlarında nörolojik hareketlilik sağlanmak amacıyla prime volüm içindeki kanın ne derecede önemli olduğunu vurgulamak adına kan ve havayı birbiriyle karıştırarak "oksijenli" kan elde etmiştir. 1868'de Ludwig ve Schmidt, basınç altında kan akıtabilen bir cihaz yapmışlar, böylece izole organların daha iyi çalışması için perfüzyonu sağlamışlardır. 1882 yılında Von Schroeder tarafından geliştirilen ilk oksijenatör ile kan ve hava bir hazne içinde karıştırılmış ve böylece karbondioksit yönünden zengin olan kan, arteriyel kana dönüştürülmüştür. 1885 yılında Von Frey ile Gruber tarafından geliştirilen yapay bir kalp-akciğer mekanizması sayesinde, Von Schröder çözeltinin kan akışını kesmeden oksijenlendirilebileceğini kanıtlamıştır (Passaroni vd., 2015).

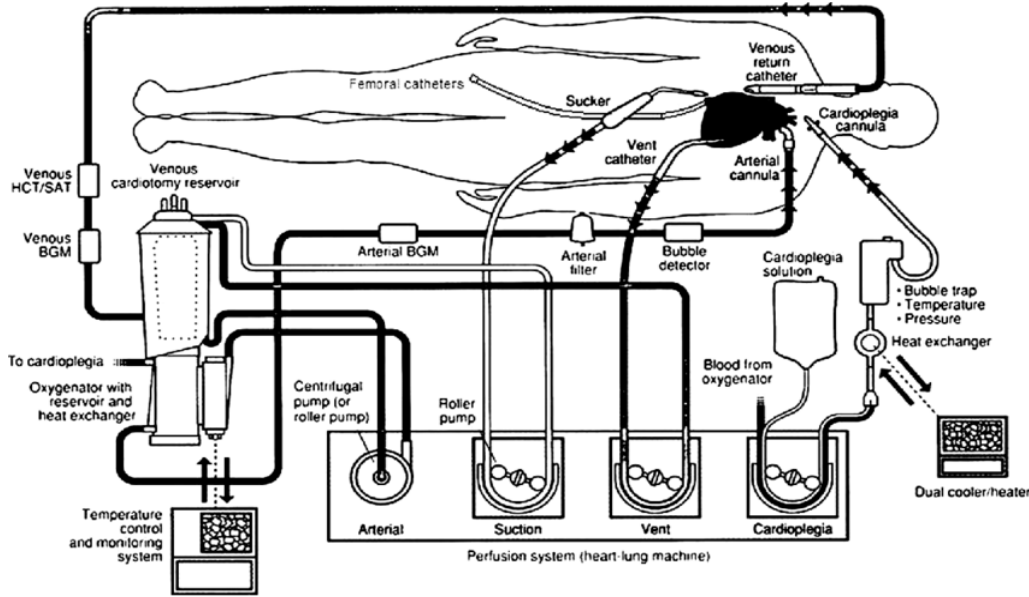
Hiç şüphesiz kalp cerrahisinin ve kardiyopulmoner baypas sistemlerinin gelişimindeki en önemli olaylardan biri 1916'da Tıp öğrencisi olan Jay Mclean'in bir antikoagülan olan heparini keşfetmesidir. Bu buluş, kanın endotelial olmayan bir yüzey üzerinden pıhtılaşmadan akmasının sağlanmasına yani ekstrakorporeal dolaşımın kullanılabilmesine de olanak sağlamıştır.

6 Mayıs 1953'te tarihte ilk kez John Gibbon ve arkadaşları IBM® ile geliştirdikleri kalp akciğer cihazını kullanarak bir hastanın ASD (Atrial Septal Defekt) ameliyatını başarılı bir şekilde opere etmişlerdir.

1955 yılında, Willem Kolff tarafından geliştirilen ilk membran yapay akciğer, oksijenatörlerin gelişiminde önemli bir diğer dönüm noktasıdır. Bu sistemde, kısmen geçirgen olan homojen polietilen veya teflon membranlar kullanılmıştır. 1960'larda silikon lastik ve 1970'lerde de hollow fiber membranlar geliştirilmiş en sonunda düşük kitle direncine sahip mikroporlu hollow fiber membranların üretilmesi oksijenatör yapılarının güncellenmesini sağlamıştır (Ghosh vd., 2009).

4.2. Kardiyopulmoner Baypas Komponentleri

Kardiyopulmoner baypas sistemi hastanın heparinlenmiş kanının kanüller ve bağlantı hortumları ile vücut dışına alınarak bir pompa yardımıyla oksijenatörden ve bir filtreden geçirilip tekrar hastanın damar sistemine geri verilmesi işlemidir. Kardiyopulmoner baypas sayesinde operasyon alanında cerrahi görsel rahatlık, hareketsiz ve kansız bir ortamın yanı sıra güvenli bir cerrahi de sağlanmaktadır (Şekil 1). Bu sistem kullanılarak gerçekleştirilen ameliyatlara da açık kalp ameliyatları denmektedir.



Şekil 1. Kardiyopulmoner baypas çalışma prensibi (Ghosh vd., 2009)

4.2.1. Kalp akciğer makinesi (kalp akciğer pompası)

Açık kalp cerrahisi operasyonlarının yapılabilmesi amacıyla kalbin ve akciğerlerin fonksiyonel yerini tutacak bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur. Bu sisteme kalp akciğer makinesi (Kalp akciğer pompası) denilmektedir. Kalp akciğer pompası, pompa kafaları (roller ve sentifugal), oksijenatör, venöz rezervuar, filtreler, gaz blender (oksijen mikseri), ısı değiştirici, tüp set, arter ve venöz kanüller gibi pek çok farklı ekipmandan oluşmaktadır. Bunlara ilave olarak; ultrafiltrasyon setleri, kardiyopleji için setler, aspiratör hatları, vakum sistemi ve doldurma (prime) solüsyonları gibi yardımcı elemanlar da kullanılmaktadır. Bu ekipmanlar titanyum, paslanmaz çelik gibi sert

metallerin yanı sıra, teflon, polipropilen, silikon ve poliüretan gibi biyouyumlu malzemelerden de üretilmektedir (Hammon & Hines, 2017).

4.2.2. Pompalar

Pompaların genel olarak kalbin kan dolaşımını sağlayan pompalama görevini yerine getirmek, işlem sırasında operasyon alanındaki kanı aspire edip tekrar dolaşıma katılmasını ve intrakardiyak aspirasyonu sağlamak gibi kullanım amaçları vardır. Bu pompalar; 7 lt/dk akım hızına ulaşmalı ve 500 mmHg'lık basınca karşı kan pompalayabilmeli, pompalama hareketi sırasında kanın şekilli elemanlarına zarar vermemeli ve kanın temas ettiği tüm yüzeyler kesintisiz bir şekilde devamlılık göstermelidir. Devreler tek kullanımlık ve pompa konsolunu kontamine etmeyecek şekilde olmalı, sirkülasyon sırasında durgunluk veya türbülansa neden olabilecek ölü boşluk olmamalıdır. Pompa kalibrasyonları kolayca yapılabilmelidir. Enerji kesintisi durumunda kullanılmak üzere yedek bataryası olmalı ama gerekli acil durumlarda elle manuel olarak da çalıştırılabilmelidir (Aksöyek vd., 2004).

Kardiyopulmoner baypas için tasarlanmış temel olarak Roller ve Sentrifugal olmak üzere iki pompa çeşidi vardır. Şekil 2'de pompa başlıkları gösterilmektedir. (A: Roller pompa başlığı, B ve C: Sentrifugal pompa başlığı)



Şekil 2. Pompa Başlıkları (Perfüzyonistler Derneği - Sentrifugal ve Roller Pompa,t.y)

4.2.2.1. Roller pompalar

Roller pompalar ilk kez 1855 yılında Porter ve Bradley tarafından geliştirilmiştir. Roller pompalarda, karşılıklı iki silindir, kanı boru boyunca "yuvarlar". Hortum aralıklı olarak tıkanmış olduğundan, tıkanma noktasının her iki tarafında pozitif ve negatif basınçlar üretilmekte ve böylece peristaltik bir hareket oluşturarak kanı tüp içinde ilerletilmektedir (Ghosh vd., 2009). Günümüzde sentifugal pompalara göre daha az maliyetli ve kolay kullanımına sahip olmaları nedeniyle daha çok tercih edilmektedir.

4.2.2.2. Sentifugal pompalar

Sentifugal pompalar kardiyopulmoner baypas için 1960 yılında Saxton ve Andrews tarafından tasarlanmış ve 1973'den itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Ghosh vd., 2009). Bu pompaların çalışma prensibi, konsoldaki elektrik ile mıknatısların oluşturduğu manyetik enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürerek pompa başlığındaki koni ya da pervaneye ileterek kan akımını sağlamaktır. Başlıktaki manyetik akım kanı girişe emen ve bir girdap oluşturan negatif basınç yaratmaktadır. Pompa başlığının dönüş hızı 2000-4000rpm seviyelerinde ise basınç yükselir ve kanı pompa çıkışından dışarı atar. Oluşan kan akımı, basınç gradyanına ve başlığın çıkışındaki dirence bağlıdır. Örneğin devrelerin bükülmesi sonucu ani basınç yükselmelerinde kan akımı kesilir fakat hat basıncı artmaz. Yani karşı basınç ne kadar yüksek olursa olsun pompadan hat içindeki kana iletilen kuvvet hat yırtılmasına sebep olmayacaktır. Bu sayede güvenli bir sirkülasyon sağlanmış olur. Kullanımı kolay ve tek kullanımlıdır. Oluşan akım elektromanyetik bir akım ölçerle devamlı takip edilmelidir (Andersen vd., 2003).

4.2.3. Oksijenatör

Oksijenatör kardiyopulmoner baypas sırasında akciğerlerin fonksiyonel görevini yerine getiren bölümdür. Çalışma prensibi genel olarak kanı mümkün olan en geniş yüzey alanına yayarak oksijen (O_2) ve karbondioksit (CO_2) değişimini sağlamaktır (Solak H & Görmüş N, 2005). Oksijenatör, kardiyopulmoner baypas sisteminde, kanın temas ettiği en geniş yabancı yüzeyi oluşturmaktadır. Bu nedenle aynı zamanda kanın şekilli elemanlarının en çok hasar gördüğü bölümdür (Aksöyek vd., 2004).

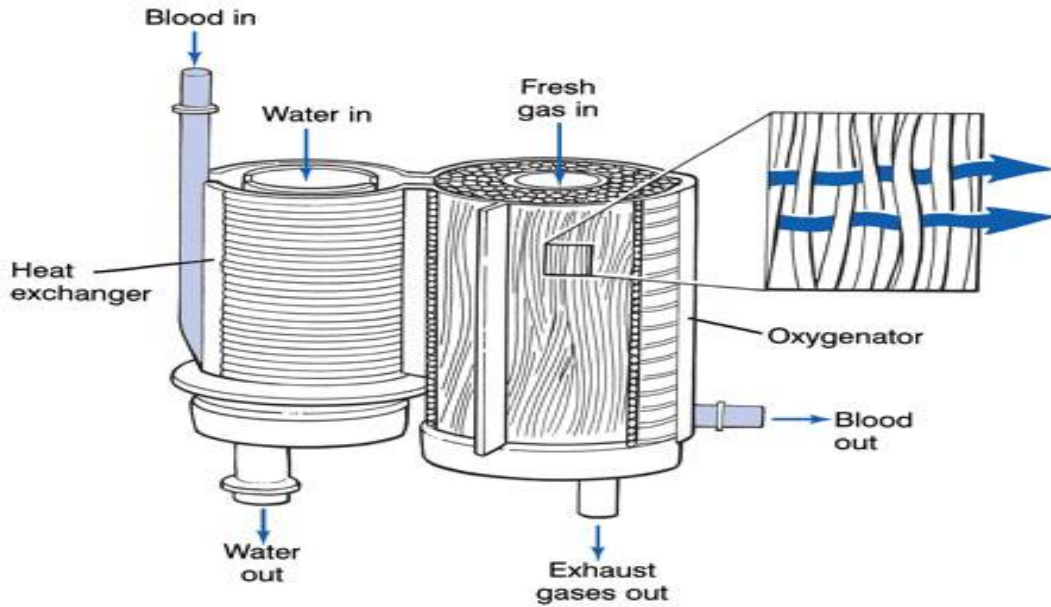
Genel olarak iki farklı yapıda oksijenatör vardır. Bunlar bubble (kabarcık) ve membran oksijenatörler olarak adlandırılırlar.

4.2.3.1. Bubble (kabarcık) oksijenatör

Bubble oksijenatörlerin özelliği, oksijenin venöz kanla direkt olarak difüzyon alanında karşılaşmasıdır. Difüzyon alanında kanda binlerce küçük oksijen kabarcığı oluşmakta ve gaz değişimi bu kabarcıkların yüzeyinde oluşan ince tabakada meydana gelmektedir. Karbondioksit (CO_2) kabarcık içine difüze olurken oksijen (O_2) ise kana geçmektedir Bubble oksijenatörler hava embolisi ve yüksek enflamatuvar yanıt riskleri nedeniyle günümüzde KPB uygulamalarında kullanılmamaktadır (Gaylor, 1988).

4.2.3.2. Membran oksijenatörler

Membran oksijenatörlerde kan ile gaz direkt birbirleri ile temas etmemektedir. Karbondioksitin plazmaya difüzyonu oksijene göre 20 kat daha hızlı gerçekleşmektedir. Oksijenin plazma içine daha zor difüze olması nedeniyle yeterli oksijenizasyon için kanın çok daha geniş bir yüzeye yayılması gereklidir ($2-5,4 \text{ m}^2$). Oksijenatörün yapısını oluşturan silikon veya poliprolen mikropor membran sayesinde kan ile hava kompartmanları ayrılmakta ve gaz değişimi bu yüzeyde meydana gelmektedir (Şekil 3). Günümüzde en sık kullanılan oksijenatör tipi membran oksijenatörlerdir (Drummond vd., 2005).



Şekil 3. Membran Oksijenatör (Perfüzyonistler Derneği - Oksijenatörler, t.y.)

4.2.4. Venöz rezervuar

Kardiyopulmoner baypas sisteminde kullanılan oksijenatörlerin bir parçası olan venöz rezervuarlar venöz hattın gelen kanın toplandığı bir haznedir (Büyükkol, 2020). Venöz rezervuar yumuşak (soft-shell) ve sert kabuklu (hard-shell) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kapasiteleri 3-5 Litredir ve çıkış açıklıkları taban kısımlarında yer almaktadır. Bu rezervuar yer çekimi ile venöz dönüşün toplandığı yer olup ayrıca sıvı, kan ve ilaçların sisteme verilebilmesine olanak sağlamaktadır (Demirkılıç vd., 2015).

4.2.5. Kanüller

Cerrahi sahada kardiyopulmoner baypas devre hortumları ile hastanın arter ve venöz dolaşımına bağlantı yapılmasına imkân sağlayan ekipmanlardır. Arteriyel kanüller (santral-periferik), venöz kanüller (santral-periferik), kardiyopleji kanülleri, vent ve aspirasyon kanülleri olarak gruplandırılabilirler.

4.2.5.1. Arteriyel kanüller

Arteriyel kanüller oksijenatörden çıkan oksijenlenmiş kanın hastanın arter sistemine geri verilmesine imkân sağlar. Kanülasyon yerleri genellikle asenden aorta ve sağ brakiosefalik turunkusun hemen proksimal kısmıdır. Bununla birlikte arteriyel sistemde yeterli büyüklüğe sahip herhangi bir yere örneğin aksiller, iliyak ve femoral arterler gibi büyük periferik arterlere de kanülasyon yapılabilir. Aort diseksiyonlarında, aort anevrizmalarında, tekrarlayan operasyonlar ve acil durumlarda femoral arter kanülasyonu sıklıkla tercih edilir. Kullanılacak olan kanülün büyüklüğü hastanın vücut yüzey alanına ve uygulanacak olan arter çapına göre hesaplanmalıdır (Demirkılıç vd., 2015)

4.2.5.2. Venöz kanüller

Venöz kanüller kardiyopulmoner baypas sırasında vücuttaki deoksijenize kanın venöz hat ile venöz rezervuara gönderilmesi amacıyla kullanılırlar. Venöz kanülasyon için tercih edilecek olan kanüller hastanın vücut yüzey alanına ve yerleştirilecek damar çapına göre belirlenir. KPB sırasında hedeflenen ve uygulanacak olan kan akımı esas olarak kabul edilmeli yeterli kan akımına olanak sağlayacak olan venöz kanül seçilmelidir. Venöz kanülasyon; santral kanülasyon ve periferik kanülasyon olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Aort kapak cerrahisi, sol ventrikül çıkış yolu ile çıkan aorta cerrahileri ve koroner baypas cerrahileri santral venöz

kanülasyonunda; iki aşamalı (two-stage) tek kanüller tercih edilir. Operasyon sırasında sağ atriyum veya sağ ventrikül içinde çalışılacaksa superior ve inferior vena cavalara ayrı ayrı kanüller yerleştirilir. Periferik venöz kanülasyon yerleri ise femoral ven, juguler ve iliak venlerdir (Molyneux & Klein, 2015).

4.2.6. Filtreler

Kardiyo pulmoner baypas sırasında hava veya çeşitli partiküllerin sebep olduğu mikroemboliler sıklıkla görülmekte bu da operasyon sonrası morbidite ve mortaliteyi attırmaktadır. Sistemdeki bu partikülleri ve mikroembolileri tutmak için kullanılan filtreler, naylondan ya da polyester maddeden yapılmalı ve 20-43 µm çapında olmalıdırlar (Mongero & Beck, 2008). KPB devresinde; venöz rezervuara, kardiyopleji sisteminde ve arterial hat üzerinde filtreler kullanılır. Depth ve Screen tip olmak üzere iki farklı filtre çeşidi vardır (Aksöyek vd., 2004).

4.2.7. Isı değiştiriciler

Kardiyo pulmoner baypas sırasında vücut ısını istenilen sıcaklıkta kontrol etmek için kullanılan sistemlerdir. Cihaz içinde kullanılan suyun sıcaklığı 1 ila 42 °C ile sınırlandırılmıştır. Vücut ısı değişimi hastanın kanının ısıtılıp soğutulması ile gerçekleşmektedir (Mongero & Beck, 2008).

4.2.8. Oksijen mikseri (Gaz blender)

Kardiyo pulmoner baypas sisteminde oksijenasyonun sağlanması için gerekli kuru hava akımı ve oksijen karışımını sağlayan ve oksijenatöre ileten cihazdır.

4.2.9. Tubing set ve konnektörler

Kardiyo pulmoner baypas devrelerinde, birbirinden farklı komponentleri birleştirmek için tasarlanmış polivinilden üretilen hatlar ve polikarbonattan oluşan yivli konnektörler kullanılır. Polivinil klorid tubing devreler esnek yapıya sahip, kanla biyouyumlu, sağlam özellikte olmalı ve toksik olmamalıdır. Pürüzsüz bir yapıya sahip, sert, içi görünür, dolaşma ve kollaps olmaya dirençli aynı zamanda ısıya dayanıklı ve steril edilebilir yapıdadırlar (Molyneux & Klein, 2015).

4.2.10. Güvenlik kitleri

Kardiyo pulmoner baypas sisteminde kullanılan güvenlik aparatlarını arteriyel hat filtreleri, venöz rezervuar seviye sensörü, arteriyel hat basınç manometresi ve sensörü, bubble dedektör, arter ve venöz hatlardan anlık satürasyon ve bazı kan değerlerinin ölçümünü yapabilen sensörler, venöz

rezervuar için seviye dedektörü, arteriyel hat basınç manometresi, hava sensörü ve arteriyel filtre olarak sıralayabiliriz. (Ak, K. 2015, t.y.).

4.2.11. Prime solüsyon (başlangıç solüsyonu)

Kardiyo pulmoner baypas sistemi hastaya bağlanmadan önce devrelerinin doldurularak tüm kardiyopulmoner baypas sisteminin havasının çıkartılması ve baypas sırasında hemodilüsyonun sağlanması amacıyla kullanılan başlangıç solüsyonlarıdır. Kullanılan miktar tercih edilecek oksijenatör ve devre uzunlukları ve çapları ile orantılı olarak değişir. Yetişkinlerde ortalama 1-1,5 litredir. En çok tercih edilen prime solüsyonlar; kristalloid, ringer ve dengeli elektrolitli solüsyonlar ile kan ve plazmadır (Tigchelaar vd., 1997; Ünlü vd., 1998).

4.2.12. Kardiyopleji

Kardiyoplejik solüsyonlar günümüzde halen en yaygın kullanılan miyokardiyal koruma tekniği olarak önemini sürdürmektedir (Kayıpmaz, 2016). Kalpte diyastolik arrest elde etmek için sıklıkla yüksek potasyumlu kardiyoplejik solüsyonlar tercih edilmektedir. Uygulanan potasyum oranı klinik protokollere göre farklılık göstermekte ve genellikle 8-20 mEq/L arasında değişmektedir (Doenst vd., 2003). Kan kardiyoplejisi ve kristalloid kardiyoplejisi olmak üzere 2 tip kardiyoplejik solüsyon kullanılmaktadır (Demirkılıç vd., 2015). Kardiyoplejik solüsyonlar hastaya veriliş yerine göre antegrad ve retrograd kardiyopleji olarak da isimlendirilir. Antegrad kardiyopleji, aortik köke kardiyopleji kanülü ile veya aortatomi yapılmışsa doğrudan koroner arter ağzından ostium kanülleri ile verilebilir. Retrograd kardiyopleji ise basınç ölçümü yapılabilen kafalı bir kanül aracılığıyla koroner sinüsten verilebilir (Aksöyek vd., 2004).

4.2.13. Hemofiltrasyon-ultrafiltrasyon

Hemokonsantratörler, yarı geçirgen membranlardan oluşurlar. Sistemde bulunan fazla bulunan suyu ve elektrolitleri KPB devresinden uzaklaştırmak için kullanılır (Davies vd., 1998). Hemokonsantratörler istenmeyen fazla sıvıyı süzerken trombositleri ve plazma proteinlerini korur ve fazla potasyumun atılımını sağlar (Elliott, 1993). Bu kitler venöz ya da arteriyel hatta bağlanarak kullanılabilir (Resim 1).



Resim 1. Hemokonsatörler(*Kardiyopulmoner baypas sistemine genel bakış, t.y.*)

4.2.14. Cell-saver

Cell Saver, ilk olarak 1976 'da Haemonetics Corporation tarafından hücre biriktirme ve yıkama sistemi olarak bulunmuştur. Operasyon yerinden aspirasyon yapılarak alınan kandan özel bir aygıtla (Cell Saver) yıkanmış eritrosit elde edilmesi sistemidir(Chousein, 2008). Operasyon sırasında büyük miktarlarda kanama oluşabilecek açık kalp cerrahisi, vasküler cerrahi ile hepatik ve ortopedi gibi ameliyatlarda sıklıkla tercih edilir (Resim 2).



Resim 2. Cell-Saver cihazı

4.3. Kardiyopulmoner Baypas Yönetimi

Kardiyopulmoner baypas yönetimi; kardiyopulmoner baypas devresinin kurulması hazırlığı, antikoagülasyon uygulanması, kardiyopulmoner baypasa giriş ve kardiyopulmoner baypasdan çıkış olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır.

4.3.1. Kardiyopulmoner baypas devre hazırlığı

Operasyon hazırlığı sırasında uygulanacak yöntem ve prosedürler belirlendikten sonra hasta ile uyumlu steril ve tek kullanımlık olan tubing set ve oksijenatör kurulur. Devreler prime solüsyon ile doldurularak sistemin havası çıkartılır. Devrelerin kurulumu sırasında konneksiyon yerlerinin basınç ve sızdırmazlık kontrolleri mutlaka yapılmalı ve sistemin içinde hava kalmadığından emin olunmalıdır. Sistem üzerindeki tüm güvenlik parametreleri aktif hale getirilmeli ve cihaz oklüzyonları yapılmalıdır. Hastanın vücut yüzey alanı (BSA) hesaplanarak operasyonun çeşidine ve cerrahi tekniğe uygun kanül ve bağlantı aparatları hazırlanmalıdır. Hazırlanan devre içerisine prime solüsyon eklenmediği sürece uygun koşullarda 7 güne kadar bekletilebilir (Ak, K. 2015, t.y.).

4.3.2. Antikoagülasyon

KPB'nin en temel gereksinimlerinden biri hiç kuşkusuz kanın endotelial yüzey dışında, kardiyopulmoner baypasa ait sistem ve devrelerinde pıhtılaşmadan dolaşabilmesi için antikoagülasyondur. Heparin, tıp öğrencisi olan Jay McLean tarafından 1916'da bulunmuştur (Passaroni vd., 2015). Fraksiyone olmayan standart heparin, molekül ağırlığı 3000–40 000 Da olan negatif yüklü bir asit glikozaminoglikandır (O'Carroll-Kuehn & Meeran, 2007). Heparin molekülü antikoagülan etkisi için bir plazma faktörü olan Antitrombine (AT) gereksinim duyar. Hem standart heparin hem de düşük molekül ağırlıklı heparin (DMAH) Antitrombin-III (AT- III) yoluyla Faktör Xa' yı inaktive ederek FIXa, FXa ve trombin inhibisyonu ile etki eder. Fraksiyone olmayan heparin, hızlı etki başlangıcı, klinik etkinliği, protamin tarafından hızlı nötralizasyonu, güvenliliği ve düşük maliyeti gibi avantajları nedeniyle tercih edilmektedir. KPB sırasında kanın pıhtılaşmasını önlemek için sıklıkla 480 sn'den daha fazla aktif pıhtılaşma zamanı (Activated Clotting Time, ACT) gerekir. KPB için heparin uygulamasında santral venöz kataterden IV olarak yapılan 300-400 U/kg bir başlangıç dozu ardından ACT'nin yükselmesi izlenir. ACT, KPB süresince hipotermi sırasında (24–30°C) her 30 dk 'da bir monitörize edilir, ACT için 400–480 sn korunur ve lüzum halinde ek heparin dozu yapılır (Despotis vd., 1999).

4.3.3. Kardiyopulmoner baypasa giriş

KPB başlatılmadan önce tüm hazırlıklar tamamlanır ve checklist kontrolü yapılır. Antikoagülasyon işlemi kanülyasyondan önce yapılmalı ve yeterli ACT değeri (>480 sn) elde edilmelidir. KPB'a geçmek için anesteziist, cerrah ve perfüzyonist ortak karar alır, tüm parametreler gözden geçirildikten sonra önceden hesaplanan pompa akımı ile kardiyopulmoner baypas başlatılır. Baypasa geçildikten sonra venöz hat akışı kontrol edilmeli ve optimal arter basıncı yaratılmalı ayrıca yeterli oksijen saturasyonunun sağlanması kontrol edilmelidir. KPB başladıktan 2-3 dakika sonra ve tam flow'a ulaşıldığında akciğerlerin ventilasyonu durdurularak sistemik soğutma işlemi başlatılmalıdır. Aortaya konulan kros klempten sonra seçilen kalp koruyucu yöntem ile ilerlenir. Kardiyopleji kullanılacak ise kan ya da kristaloid kardiyopleji uygulanır ve kalpte diyastolik arrest sağlanır (Hammon & Hines, 2017). Böylece cerrahi alanda kansız ve hareketsiz bir ortam sağlanır. KPB süresince önceden hazırlanan perfüzyon kayıt formu üzerine hastaya ait tüm bilgiler ve önemli parametreler kaydedilir.

4.3.4. Kardiyopulmoner baypasdan çıkış

Operasyon sonunda hasta vücut ve kan ısıları 36,5-37 °C ye kadar ısıtılır ve pompadan çıkma hazırlıkları yapılır. Hastanın kardiyopulmoner baypastan ayrılmadan önce arteriyal kan gazı kontrolü yapılarak, tüm parametrelerinin optimum düzeyde olması sağlanmalıdır. Hastanın kalp ritmi, idrar çıkışı, akut bir kanama olup olmadığı değerlendirilmeli ve tüm monitörlerin doğruluğu kontrol edilmelidir. İhtiyaç olabileceği düşünülen inotropik ilaçlar, defibrilatör cihazı ve intraaortik aort balon cihazı hazır bekletilmelidir. Tüm kontroller yapıp uygun koşullar sağlandığında akciğerler ventile edilerek mekanik solunum desteğine başlanır. Pompa rezervuarındaki kan yavaş yavaş hastaya geçilir. Kalbin doluluk oranına ve hemodinamik parametrelere göre pompa akımı azaltılarak baypas sonlandırılır. KPB'den ayrıldıktan sonra protamin ile heparin nötralizasyonu, doz oranı KPB öncesi heparin dozuna dayalı olarak 10 IU heparin başına 1 mg protamin ile sağlanır. 3-5 dakika sonra arteriyal kan örneği alınarak ACT kontrolü sağlanmalıdır. Uygun şartlar sağlandığında dekanülyasyon yapılır ve KPB sonlandırılır (Erdoğan vd., 2004).

4.4. Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisi

Minimal invaziv cerrahi, daha çok büyük insizyonların ihtiyaç duyulduğu açık cerrahinin aksine, küçük insizyonlar ya da doğal delikler yoluyla hedef organlara ulaşılmasını sağlayan cerrahi aletlerin kullanılması sürecidir (Aygin & Gül, 2021). Standart insizyonla karşılaştırıldığında, minimal invaziv prosedürler; daha kısa mekanik ventilasyon ihtiyacı, yoğun bakım ve hastanede kalış süresinde kısalma ile daha hızlı günlük hayata dönüş sağlamaktadır. Cerrahi sonrası ağrının az olması, daha az ek analjezik gerekmesi, solunum fonksiyonlarının daha iyi olması ve şüphesiz kozmetik açıdan görünümün daha iyi olması gibi pek çok avantaja sahiptir. Avantajlarının yanısıra, teknik olarak daha zor olan minimal invaziv cerrahi prosedür, potansiyel dezavantajlardan kaçınabilmek için, ciddi ve kapsamlı bir eğitim sürecine de ihtiyaç göstermektedir (Langer & Argenziano, 2016). Günümüzde minimal invaziv kalp cerrahisi, koroner arter hastalığı, kalp kapak hastalıkları, intrakardiyak tümör vakaları ve konjenital kalp hastalıkları cerrahilerinde, estetik kaygıları olan genç hastalarda veya ek komorbiditelerin varlığı nedeniyle yaşlı hastalarda tercih edilmektedir (Dinçoğlu, 2021).

4.4.1. Mini sternotomi

Sternumun sternal çentikten üç ve dördüncü kaburgalar arası aralığa kadar (aort kökünün yerleşim yerine göre), sternum ortasından sternum testeresi ve redo testere kullanılarak “ters T” olacak şekilde veya hekimin tercihinə göre sağ ya da sola “J” şeklinde kesildiği sternotomi şeklidir. Mini sternotomi ile, sternumun üst ucu küçük sternal ekartör ile yaklaşık 6 cm açılarak cerrahi ekibe aort kökü, asendan aorta, pulmoner arter ve sağ atriyal apendiks için iyi bir cerrahi alan sağlanır.

4.4.2. Sağ anterolateral mini torakotomi

Aort, mitral ve triküspit kapak operasyonları 2-4 interkostal arası aralıktan, sağ anterior ya da anterolateral (Parasternal) mini torakotomi yapılarak da gerçekleştirilebilir. Bu yöntemde dördüncü kaburgalar arası aralığa 4-6 cm’lik anteryor aksiller hattın yapılan kesiyle toraksa ulaşılmaktadır. Bu yöntemle, mitral ve triküspit kapak ameliyatlari, ASD veya miksoma gibi intraatriyal kitle operasyonları yapılabilmektedir. Sağ anterolateral mini torakotomi yaklaşımının potansiyel avantajları arasında; göğüs duvarı bütünlüğünün korunması, hızlı iyileşme ve daha iyi kozmetik görünüm sayılabilir. Torakstan yapılan tüm yaklaşımlar, çift lümenli endotrakeal tüp entübasyonu ile selektif tek akciğer ventilasyonu gerektirmektedir (Mongero & Beck, 2008).

4.4.3. Kanülasyon teknikleri

Minimal invaziv cerrahinin gelişmesiyle kardiyopulmoner baypas uygulamalarında, arter ve venöz kanül yerleri ile vent ve aspirasyon tekniklerinde, kardiyoplejinin verilme yollarında ayrıca aort oklüzyon tekniklerinde bazı değişiklikler yapılmıştır.

4.4.3.1. Mini sternotomi kanülasyonu

Mini sternotomi, asendan aort kanülasyonu ve sağ atriya two-staged venöz kanül ile gerçekleştirilebilir. Cerrahi alan genişliğine bakılarak, venöz kanül açılan insizyondan veya toraks duvarından açılan farklı küçük bir insizyondan geçirilerek yapılabilir. Arteriyel kanülasyon insizyon içinden rahatlıkla yapılabilir ama gerekirse ameliyat alanını artırmak için femoral veya aksiller arter ile femoral ven kanülasyonu da yapılabilir (Çaynak & Akpınar, 2016). İnsizyon alanını daraltmamak için, özellikle daha esnek, yassı veya düz özel kanüller seçilebilir. Bu cerrahi uygulamada yardımcı venöz drenaj, kanülasyon boyutunu en aza indirmek ve prime volümü azaltmak için önemlidir. Aortik kros klempleme için geleneksel bir klemp veya esnek bir klemp ile doğrudan aortaya konur ve kardiyopleji geleneksel bir şekilde verilir (Mongero & Beck, 2008).

4.4.3.2. Sağ anterolateral mini torakotomi kanülasyonu

Sağ anterolateral mini torakotomi kanülasyonunda, aortun doğrudan kanülasyonu ya insizyon yerinden ya da ayrı bir insizyondan getirilen bir kanül ile mümkündür. Venöz kanülasyon için direkt SVC ve IVC'ye küçük, tel takviyeli kanüller kullanılabilse de böyle bir yaklaşımla çalışma alanı sınırlandırılabilir. IVC doğrudan kanüle etmek için seçilirse, çalışma alanını iyileştirmek için daha sonra hastaya yerleştirilecek olan göğüs tüpü bölgesinden 22 veya 24 Fr'lik bir vakum uyumlu kanül yerleştirilebilir. Alternatif olarak femoral arter ve ven kanülasyonu ile internal jugular ven kanülasyonu tercih edilebilir (Mongero & Beck, 2008).

4.5. Robotik Kalp Cerrahisi

1980'lerin sonunda ve 1990'ların başında laparoskopik tekniklerin tanıtılması ve kabul edilmesiyle birlikte, cerrahlar için cerrahi karar verme prosedürlerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. İlk endoskopik operasyonların, artan operasyon süreleri ve prosedürel zorluklar nedeniyle eleştirilmelerine rağmen, zamanla bu erken sorunların çoğunu ortadan kaldıran enstrümantasyon ve görselleştirmede iyileştirmeler olmuştur. Bu gelişmeler

doğrultusunda birçok göğüs cerrahı akciğer ve özefagus cerrahisi için torakoskopik teknikleri kullanmışlardır.

Kalp cerrahisinde minimal invaziv koroner arter baypas greft operasyonu ilk olarak, tek damar koroner arter hastalığında, KPB sistemi kullanmadan, stenotik sol ön inen koroner arteri (Left Anterior Descending arter-LAD) greftlemek için sol İnternal Mammarian Arter (Left Internal Mammarian Arter-LİMA) kullanılmıştır. Daha sonra bazı kalp cerrahları, kalp içi yapıları görüntülemek için iki boyutlu endoskopik kameralar kullanarak ikincil görselleştirme teknikleri de kullanmaya başlamışlardır.

Kalp cerrahisinde robotik yardımın ilk kullanımı, ses aktivasyonu ile kamera konumunu kontrol eden AESOP™ (Intuitive Surgical, Inc., Sunnyvale, CA) koluyla olmuştur. AESOP™ artık üretilmese de bu cihaz kalp cerrahisinde robotik uygulama için bir dönüm noktası sayılmıştır. AESOP™, videoskopik görüş kullanarak, cerrahların operasyonları daha az zorlu, daha kısa ameliyat süreleri ve daha az kan ürünü transfüzyonu ile yapmalarına izin vermiştir. 1990'ların sonlarında Da Vinci™ Cerrahi Sistemi (Intuitive Surgical, Inc., Sunnyvale, CA) ile minimal invaziv endoskopik kalp cerrahisinin önü açılmış oldu (Chitwood, 2014). 1998'de Carpentier ve arkadaşları bu sistemi kullanarak tamamen robotik ilk mitral kapak onarımını gerçekleştirmiştir (Marin Cuartas vd., 2017).

Robotik sistem; bir cerrah konsolu, bir alet arabası ve bir video platformundan oluşmaktadır. Konsol, cerraha ameliyat alanının yüksek çözünürlüklü üç boyutlu (3-D) büyütülmüş bir görünümünü sağlar. Parmak ve bilek hareketlerini sensörler yardımıyla kaydeder ve uzun şaftlı endoskopik aletlerde yaygın olan dayanak noktası etkisinden ve alet mili kesme kuvvetlerinden kaçınarak hareket ölçekli titremesiz hareketlere dönüştürür. Mikro aletlerin uçlarındaki bilek benzeri artikülasyonlar, cihazın dönme hareketini ameliyat alanının düzlemine getirerek, dar alanlarda cerrahın el becerisini geliştirmekte ve gerçekten çok yönlü sütür yerleştirmeye izin vermektedir (Mandal vd., 2013).

Robotik kalp cerrahisi endikasyonları arasında; mitral kapak tamir ve replasmanları, koroner baypas greft operasyonları, triküspit kapak onarımları, atriyal septal defekt kapatılmaları, intrakardiyak tümör rezeksiyonları ve biventriküler kalp pili elektrot yerleştirme ameliyatları yer almaktadır (Chitwood, 2014).

Robotik ve minimal invaziv yaklaşımların hastalarda daha az kan kaybı, daha az cerrahi alan enfeksiyonu ve daha düşük postoperatif atriyal fibrilasyon riski ile daha kısa hastane yatış süresi ve daha az ağrı ile günlük aktivitelere daha hızlı dönüş sağlaması yanında operasyonun daha küçük kesiler ile gerçekleştirilmesi nedeniyle estetik açıdan avantajları vardır. Sınırlı bir alanda çalışmanın artan teknik talepleri nedeniyle, miyokardın iskemik kaldığı kros klemp ve KPB süreleri, geleneksel medyan sternotomi yaklaşımına göre daha uzundur. En sık bildirilen komplikasyonlar; periferik kanülasyon uygulamaları nedeniyle hastaların %1 ila 7'sinde görülen kasık seromu ve yüzeysel enfeksiyondur. Retrograd aort diseksiyonları ve genellikle kanama nedeniyle olmak üzere acil medyan sternotomi gereksinimi de olası komplikasyonlardandır (Marin Cuartas vd., 2017).

4.5.1. Kanülasyon

Robotik cerrahide kardiyak patolojiyi detaylandırmak, operasyonu planlamak, yönlendirmek ve kanülasyon yerlerinin tespiti için intraoperatif transözofageal ekokardiyografi (TEE) kullanımı gereklidir. Anestezi indüksiyonundan sonra tek akciğer ventilasyonu için çift lümenli endotrakeal entübasyon tüpü kullanılarak hastada mekanik ventilasyona başlanır. Daha sonra TEE probu dikkatli bir şekilde proksimal özofagusa yerleştirilir. Genelde koroner arter baypas ameliyatı haricinde, periferik kanülasyon (femoral arter-ven) ve sağ internal juguler ven kanülasyonu yapılır.

Anestezi doktoru tarafından gerekli hazırlıkların tamamlanmasıyla superior vena kava (SVC) drenajı için sağ IJ vene 15–17 Fr olan Biomedicus® (Medtronic Corp, Minneapolis, MN) arteriyal kanülü standart Seldinger kılavuz tel tekniği kullanılarak yerleştirilir. TEE rehberliğinde sağ atriyumda olduğu görüldükten sonra kanül SVC'ye geri çekilir ve sağ atriyal kavşağın hemen üzerine yerleştirilir. Kanülün yeri ve pozisyonu kontrol edildikten sonra hastanın cildine dikilerek tespit edilmeli ve bantla sıkıca yapıştırılmalıdır. Trombüs oluşumunu engellemek için kanül içine heparinli serum verilmeli ve KPB devresine birleştirilerek bekletilmelidir (Chitwood, 2014).

Femoral ven ve arter kanülasyonu için hasta steril bir şekilde örtüldükten sonra, femoral bölge cerrah tarafından yaklaşık 3-4 cm'lik oblik bir cilt insizyonu ile hazırlanır (Çaynak & Akpınar, 2016). Femoral venöz kanülasyon için, sağ atriyuma kadar ilerletilebilen, çeşitli, uzun perkütan venöz dönüş kanülleri (20F-28F),(17F-23F) ve femoral arter için 15-19 Fr aort kanülleri (Medtronic Bio-Medicus) tercih edilebilir (Mandal vd., 2013). Kanül tercihleri; hasta BSA'sı, kan

akış flow ve önceden hesaplanmış damar çaplarına göre değişiklik gösterebilir (Senay vd., 2017). Femoral venöz kanülün ucu inferior vena kava (IVC) - sağ atriyum bileşkesinin hemen altında olacak şekilde inferior vena kavaya yerleştirilir (Gullu vd., 2012). Kanülasyonlar cerrahın tercihinine göre perkutan veya açık olarak yapılabilir.

Periferik kanülasyon kullanılan durumlarda hem serebral hem de her iki bacak oksijen saturasyonlarını aynı anda izleyip kaydetmek için NIRS (INVOS® Serebral / Somatik oksimetre) kullanılmalıdır. Arter kanülasyonu EndoClamp Aort Kateteri (Edwards Lifesciences) kullanılarak da yapılabilir. EndoClamp Y şeklinde büyük (21F veya 24F) bir arteriyel kanülün (EndoReturn Arteriyel Kanül) bir yan portundan yerleştirilir ve asendan aort içine TEE eşliğinde yerleştirilir (Mandal vd., 2013).

4.6. Arttırılmış Venöz Dönüş

Geleneksel kalp cerrahisi ameliyatlarında venöz kanın venöz rezervuara geri dönmesi-tipik olarak yerçekiminin sifon etkisi tarafından başlatılır ve ameliyat masasında hastanın venöz rezervuara göre yüksekliği ile korunur. Kalp cerrahisinde gelişen ameliyat teknikleri ve özellikle minimal invaziv yöntemlerde periferik kanülasyon ve daha küçük venöz kanüller kullanılmaya başlanması venöz kan akışına karşı direnç artışına neden olmuş, yerçekimi ile venöz dönüş yetersizlikleri artırılmış venöz geri dönüş tekniklerinin kullanılmasını gerektirmiştir (LaPietra vd., 2000). Arttırılmış venöz geri dönüş yöntemleri, akış dinamiklerini %20 ila %40 oranında artırabilir (Mandal vd., 2013).

Kalp cerrahisinde vakum destek (asist) tekniklerinin kullanım endikasyonları;

- Perkütan kanülasyon
- KPB gerektiren robotik ve/veya endoskopik prosedürler
- Cerrahi görüntülemenin önemli olduğu minimal invaziv kalp cerrahisi operasyonları
- Hemisternotomi veya torakotomi gibi değiştirilmiş cerrahi yaklaşımlar
- Prime redüksiyon ve hemodilüsyonun en aza indirilmesi gibi durumlardır (Mongero & Beck, 2008)

Yerçekimi sifon etkisini arttırmaya yardımcı olabilecek ve cerrahi süreci kolaylaştırmak için venöz drenaja yardımcı; kinetik yardım, vakum yardımı ve silindir pompası yardımı şeklinde üç

yöntem vardır. Bu yardımcı venöz drenaj yöntemler, teknik olarak önemli ölçüde farklılıkları olsa da aynı sonucu elde etmek ve cerrahi süreci kolaylaştırmak için tasarlanmışlardır (Mongero & Beck, 2008).

4.6.1. Yerçekimi sifon

Geleneksel yöntemlerle yapılan kardiyopulmoner baypasta, venöz drenaj, ameliyat masası ile venöz rezervuar arasındaki gradyan tarafından yönlendirilen yerçekimi ile gerçekleştirilir (Mueller vd., 2001). Ameliyathane masası ile 30 cm'lik venöz rezervuar arasındaki yükseklik farkı 20-25 mmHg negatif basınç oluşturmaktadır (Datt vd., 2019). İdeal koşullar altında bu yükseklik yeterli bir venöz dönüş sağlamakta olup korunması gereken hassas venöz giriş ve arteriyel çıkış dengesi vardır (Walker vd., 2011). Venöz drenaj miktarı ayrıca; kanül tipi, boyutu, konumu, venöz hat çapı, uzunluğu ve santral ven basıncı (CVP) da dahil olmak üzere birçok faktörden de etkilenmektedir (Aydin vd., 2020).

4.6.2. Vakum asist venöz drenaj (vacuum assisted venous drainage -VAVD)

Kardiyopulmoner baypas sırasında venöz geri dönüşü artırmak için kullanılan vakum destekli venöz drenaj veya vakum yardımcı venöz dönüş, ilk olarak DeWall ve meslektaşları tarafından 1958 yılında tanımlanmasına rağmen kalp cerrahisindeki gelişmeler sonucunda ancak 1990'ların sonlarında yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Willcox, 2013). VAVD, kapalı sert kabuklu (hard-shell) venöz rezervuar veya özel sert gövdeli yumuşak kabuklu (soft-shelled) venöz rezervuar içinde negatif basınç oluşturmak için düzenlenmiş bir vakum kaynağı kullanır ve KPB sırasında venöz drenajı artırır (Resim 3). Klinik kullanım için çeşitli marka ve modellerde vakum regülatörleri mevcuttur (Baxter, Polystan, Nipro vb.).



Resim 3: Vakum asist cihazı

VAVD sistemi; negatif basınç tahliye valfine sahip sert kabuklu bir venöz rezervuar, ayarlanabilir vakum regülatörü, vakum kaynağı, bir basınç monitörü (maksimum pozitif ve negatif basınçlarda uyarılmak için ayarlanmış bir alarmla sahip) ve 1/4" Y konektörü, nem tuzağı ve pozitif basınç tahliye vanası bulunan basınca dayanıklı bir hatdan oluşmaktadır. Vakum sistemini kurarken, venöz rezervuardaki tüm bağlantı noktaları steril kapaklarla kapalı tutulmalıdır. Venöz rezervuarın üstündeki bir luer port ile iç venöz rezervuar basıncını izlemek için bir basınç dönüştürücüye, ikinci bir luer port da pozitif bir tahliye vanasına bağlanmalıdır. Y atmosfer havalandırma bölümüne sahip hattı ve nem tuzağına sahip vakum tüpü, venöz rezervuarın havalandırma portuna bağlanmalıdır. Nem kapağı üzerindeki ikinci bağlantı noktası vakum regülatörüne bağlanır ve regülatörün kendisi standart vakum duvarı kaynağına takılır. Y atmosfer havalandırma hattını klempleyip vakum regülatörü istenilen seviyeye döndükten sonra VAVD kullanıma hazırdır.

KPB, vakum yardımcı cihaz kapalıyken standart prosedüre göre başlatılmalı, pompa flow, venöz kan akış hızı ile venöz rezervuar seviyesi arasındaki dengeye ulaşılan kadar artırılmalıdır. Daha sonra vakum regülatörü -20 mmHg veya daha az önceden ayarlanmış bir basınçla çalıştırılmaya başlanabilir (S. Wang & Ündar, 2008).

4.6.2.1. Vakum asist venöz drenaj (VAVD) avantajları

VAVD avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- KPB ameliyatları sırasında, özellikle daha küçük iç çaplı kanüller ve daha ince hat kullanımına olanak sağlar ayrıca venöz drenajı önemli ölçüde iyileştirir (Guimarães vd., 2020).
- Cerrahi alana erişimi ve görünümü iyileştirir (Carvalho Filho vd., 2014).
- Daha az prime volüm kullanılmasını sağlayarak hasta hemodilüzyonunu azaltır ve hematokrit ve hemoglobin seviyelerinin optimumda tutulmasına katkıda bulunur (Datt vd., 2019).
- Tüp ölü alanını maksimum düzeyde azaltır (S. Wang & Ündar, 2008).
- Ameliyat sırasında venöz hattaki oluşabilecek hava blokları riskini ortadan kaldır (Datt vd., 2019).
- Merkezi venöz basıncın kontrolünün iyileştirilmesine yardımcı olur (Fiorucci vd., 2004).
- KPB sırasında kan ve kan ürünleri transfüzyon ihtiyacını azaltır (Durandy, 2013).
- Trombosit yıkımını ve dolayısı ile ameliyat sonrası göğüs tüpü drenajını azaltır (S. Wang & Ündar, 2008).

- Kan ve kan ürünü kullanımı azalır, ekonomiktir, kan bankalarının iş yükü ve transfüzyon reaksiyonları azalır (Carvalho Filho vd., 2014).
- VAVD, 2011 yılında yayımlanan Göğüs Cerrahları Derneği ve Kardiyovasküler Anestezistler Derneği Kan Koruma Klinik Uygulama Kılavuzları Güncellemesi'nde, sınıf IIb önerisine sahip olarak sınıflandırılmış ve listelenmiştir (Gao vd., 2019).

4.6.2.2. Vakum asist venöz drenaj dezavantajları

Kardiyopulmoner baypas sırasında kullanılan arttırılmış venöz geri dönüş sistemlerinin avantajları yanında bazı dezavantaj ve komplikasyonları da bulunmaktadır. Bunların en aza indirilmesi için KPB ve vakum sistemlerinde tüm gerekli güvenlik önlemlerinin alınması ve aktif olarak bu konuda tecrübeli uygulayıcılar tarafından kullanılması gerekmektedir. Özellikle kurumsal kontrol listelerinin oluşturulması ve etkin bir şekilde kullanılması çok önemlidir (Gambino vd., 2015).

- Yapılan çalışmalarda, özellikle yüksek negatif basınç uygulamalarında olmak üzere KPB'da vakum uygulamaları sırasında, geleneksel yerçekimi drenajına göre venöz hatta hava girişinin arttığı ve arteriyel hatta daha fazla gazlı mikro emboli (GME) olduğu görülmektedir. Literatürde VAVD ile üretilen -60 mmHg negatif basınç ile venöz hatta hava oluşması ve buna bağlı arteriyel hattaki hava embolisinde 10 kata kadar artış olduğu bildirilmektedir (LaPietra vd., 2000). Venöz havadan kaynaklanan arteriyel embolinin; uygulanan vakum değerinin -40 mmHg ile sınırlandırılması, rezervuar seviyesinin iyi korunması ve uygun KPB devre bileşenlerinin kullanılması ile belirli bir dereceye kadar azaltılmış olduğu da gösterilmektedir (Jones vd., 2002). Bu oksijenatör ve arteriyel filtreden geçen GME'ler hastada postoperatif gelişen nörokognitif bozukluklardan da sorumlu olabilir (Willcox vd., 1999). Fakat bazı çalışmalar, VAVD'nin KPB'dan sonra nörolojik komplikasyon riskini artırmadığını göstermiştir (Carrier vd., 2002). KPB sırasında pompa modülünün pulsatil modda çalıştırılması da arteriyel hatta görülen GME miktarını arttırmaktadır (S. Wang vd., 2008a). En güvenli koşulları elde etmek ve yeterli venöz dönüşü kolaylaştırmak için vakum değerinin mümkün olduğunca düşük ayarlanması, arteriyel ve venöz hattaki gaz mikroembolilerin gerçek zamanlı olarak mevcut ultrason teknolojileri ile izlenmesi önem taşımaktadır (Walker vd., 2011).

- KPB sırasında kan hücrelerinde oluşabilecek hasar, devre içine uygulanan negatif basınç ve kullanılan daha küçük venöz kanüllerin ucunda oluşan türbülans nedeniyle VAVD tarafından potansiyel olarak arttırılabilir. KPB sırasında eritrositler esas olarak kesme gerilimleri (shear

stresses) nedeniyle zarar görür. Bu hasar ya hemen hemoliz ve serbest hemoglobin salınımı ile ya da gecikmiş hemoliz ve kısalmış eritrosit ömrü ile sonuçlanır. VAVD'nin KPB sırasında hemoliz oluşumunu artırdığı, eritrosit hasarının perfüzyon süresinin uzamasıyla alakalı olduğu gösterilmiştir (Mueller vd., 2001). Hemolizin, yüksek emiş kuvvetinin aksine havanın kanla türbülanslı şekilde karışmasıyla ilişkili olduğunu söylense de bu durum hala tartışmalıdır (Aydin vd., 2020).

- Çok yüksek vakum değerleri kullanıldığında damarlarda, atriyumda ve diğer intrakardiyak yapılarda da hasar olabilir. -120 mmHg eşik değeri ve bunun ötesindeki negatif basınç ve kan hasarı arasındaki ilişki doğrusaldır. Aynı zamanda bu aşırı vakumun, drenaj kanülleri boyunca kavalari tıkanma eğiliminde olduğu konusunda uyarılar vardır (Walker vd., 2011; S. Wang vd., 2008b; Willcox, 2013).
- Yapılan bir çalışmada, 50 mmHg üzerindeki vakum uygulamalarında roller pompa tarafından elde edilen akımda dikkate değer bir azalma olduğu belirtilmiş ve arteriyel hatta ilave bir akım (flow) ölçer yerleştirilmesi önerilmiştir (Fiorucci vd., 2004). Buna benzer şekilde KPB devresinde arteriyel hat için sentrifugal pompa başlığı kullanılan başka bir çalışmada da, VAVD'nin kan akışında (flow) azalmaya neden olduğu ve ek bir akım ölçer kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (Guimarães vd., 2020).
- Venöz rezervuarın düzensiz bir vakum kaynağına maruz kalması durumunda, rezervuar patlaması meydana gelebileceği bildirilmiştir. Bu durumun gerçekleşme olasılığı, rezervuara uygulanan basınç miktarını sınırlayacak bir pozitif-negatif basınç valfi kullanılarak azaltılabilir. Önlem olarak, kullanıcı tarafından belirlenen hem pozitif hem de negatif eşiklerde alarm veren bir basınç monitörü kullanılmalıdır (Walker vd., 2011).
- Arttırılmış venöz drenajı gerçekleştirmek için santrifüj pompa tercih edilerek yapılan işlem tekniği pahalıdır (Carvalho Filho vd., 2014)

4.6.3. Kinetik yardımcı venöz drenaj (kinetic assisted venous drainage- KAVD)

Kinetik yardımcı venöz drenaj, venöz hatta, venöz rezervuarın girişine yakın bir yerine venöz hatta bir santrifüj pompasının veya bir roller pompanın eklenip çalıştırılmasını içermektedir. Bu pompanın yeterli devir sayısı ile üretilen negatif basınç venöz drenajı kolaylaştırır ve rezervuara ilave negatif basınç uygulamadan venöz hat akışını güçlendirir. Fakat aktif olarak bu ilave

pompayı sisteme eklemek, tek bir arteriyel pompa yerine iki pompayı (birincil perfüzyonist olarak) çalıştırmak ve bunlara konsantre olma gerekliliği perfüzyonist için ek zorluklar yaratabilir. Sistemin KPB devre hazırlığı sırasında kurulup hazır hale getirilmesi de kullanıcılar için ayrı bir dezavantajdır. Kinetik yardımcı venöz drenaj avantajı ise soft-shel bir rezervuar kullanılması ve böylece kanın hava ile temasının daha aza inmesini sağlayarak bu durumdan kaynaklanabilecek enflamatuvar yanıtı azaltmaya yardımcı olmasıdır (Mongero & Beck, 2008).



5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Araştırmanın Amacı

Araştırma, açık kalp cerrahisi vakalarında vakum destekli venöz drenaj (VAVD) kullanımının, hemodinamik yanıt, etkinlik, hasta biyokimyasal parametreleri üzerindeki olumlu, olumsuz farklılıklarının ve perfüzyonistler açısından risklerinin belirlenmesi amacıyla tasarlanmıştır.

5.2. Araştırmanın Şekli

Bu araştırma, açık kalp cerrahisi vakalarında VAVD kullanımının, hemodinamik yanıt, etkinlik ve hasta biyokimyasal parametreleri üzerindeki olumlu, olumsuz farklılıklarını ve perfüzyonistler açısından risklerini belirlemek amacı ile retrospektif olarak yapılmıştır.

5.3. Araştırma Yeri ve Zamanı

Araştırma Nisan 2021 ve Mayıs 2021 tarihleri arasında Kocaeli İlinde bulunan özel bir sağlık tesisinde gerçekleştirilmiştir.

5.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklem Seçimi

Araştırmanın evrenini; Nisan 2017-Mayıs 2021 tarihleri arasında özel bir hastanenin Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniğinde, elektif şartlarda operasyona alınan ve KPB’da vakum destekli venöz drenaj (VAVD) uygulanarak robotik veya minimal invaziv açık kalp cerrahisi ya da geleneksel yöntem (sifon yerçekimi) venöz drenaj ile açık kalp cerrahisi uygulanan hastalar oluşturmuştur.

Çalışmanın örneklemini ise; KPB’da vakum destekli venöz drenaj uygulanarak robotik veya minimal invaziv açık kalp cerrahisi uygulanan yirmi hasta (Grup 1, n=20) ile geleneksel yöntem (sifon yerçekimi) venöz drenaj ile açık kalp cerrahisi uygulanan yirmi hasta (Grup 2, n=20) oluşturmuştur.

5.5. Araştırmaya Kabul Edilme ve Dışlanma Kriterleri

5.5.1. Araştırmaya dahil edilme kriterleri;

Araştırmaya, 20 yaş ve üzeri yaşta, elektif, açık kalp operasyonu yapılan tüm vakalar dahil edilmiştir.

5.5.2. Araştırmadan dışlanma kriterleri;

20 yaş altı, Ejeksiyon Fraksiyonu (EF) %35 altı olan kalp yetmezliği hastaları ile acil cerrahi vakalar çalışma dışı bırakılmıştır.

5.6. Veri Toplama Araçları

Araştırmada hastaların demografik özellikleri; yaş, cinsiyet, boy, kilo, BSA, BMI, preoperatif EF değerleri, DM, KBY, KOAH, hipertansiyon olmak üzere dört başlık altında ek komorbiditeleri kaydedilmiştir. Preoperatif ve postoperatif laboratuvar verileri olarak, hemoglobin, hematokrit, trombosit, kreatin, WBC, CRP, BUN, EGFR, SGOT, SGPT ve INR incelenmiştir. Preoperatif değerler T0, Postop 1. gün T1, Postop 2. gün T2 ve Postop 3. gün ise T3 değerleri olarak kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Tüm hastaların; santral kanülasyon ve periferik kanülasyon olmak üzere kanülasyon yerleri, kardiyopulmoner baypas sırasında hemodinamik verileri, basınç, pompa akımı (flow), taze gaz, % O₂, mesane ısıları, arteriyel kan gazı değerleri, hemoglobin, hematokrit, baz açığı, sodyum, potasyum, kalsiyum, glukoz, laktat, pH, PaO₂, NaHCO₃, SaO₂ ve ACT değerleri kaydedilmiştir.

Çalışmada, peroperatif KPB takip parametreleri ve kan gazı değerleri T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 zamanlarında kaydedildi. T1 KPB başladıktan ilk 15 dakikadaki değerler olarak alındı. T1 den KPB dan ayrılıncaya kadar her 1 saatlik arada takibe devam edildi.

Tüm olguların kardiyopulmoner baypas ve aortik kros klemp süreleri, Cell-Saver kullanımı, preoperatif ve postoperatif ritim, VAVD süresi ve basıncı, inotrop kullanımı, postoperatif entübasyon, yoğun bakım, hastane kalış süreleri ile hastalarda kullanılan kan ve kan ürünleri olarak; eritrosit süspansiyonu, trombosit süspansiyonu ve Taze Donmuş Plazma (TDP) paket sayıları ve hastalarda karşılaşılan tüm komplikasyonlar kaydedildi.

5.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen veriler değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programından yararlanılmıştır. Verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile yapılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma, frekans) yanı sıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Student t test, normal dağılım göstermeyen parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Mann Whitney U test kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren parametrelerin

grup içi karşılaştırmalarında Tekrarlayan Ölçümlerle varyans analizi ve farklılığa neden olan dönemin tespitinde Bonferroni testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında Friedman testi ve farklılığa neden olan dönemin tespitinde Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Fisher's Exact test, Fisher Freeman Halton test ve Continuity (Yates) Düzeltmesi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

5.8. Kardiyopulmoner Baypas Protokolü

Tüm hastaların premedikasyonları operasyondan 15-30 dakika önce midazolam (Zolamid, Defarma, Pendik, İstanbul) 0,05 mg/kg IV ile yapılmıştır. Hastalar ameliyathaneye alındıktan sonra rutin; EKG, non-invaziv kan basıncı ve puls oksimetre monitorizasyonu yapılmış ve nasal O₂ (2 lt/dk) verilmiştir. Hastalara periferik damar yolu 16-18G IV kanül ve sağ radial arter kateterizasyonu ile invaziv arter monitörizasyonu yapılmıştır. Anestezi indüksiyonu IV olarak; 0,05 mg/kg midazolam (Zolamid, Defarma, Pendik, İstanbul), 2 mg/kg Propofol-PF (Propofol-PF %1 200mg/20ml, Polifarma İlaç San.ve Tic. A.Ş. İstanbul), 5 mcg/kg fentanyl (Rentanil 2 Mg Enjeksiyonluk liyofilize toz içeren flakon, Vem İlaç San. ve Tic. A.Ş. Ankara) ve 0,1 mg/kg rokuronyum bromür (Esmeron 50 mg/ 5 ml, enjeksiyonluk çözelti, MSD İstanbul) ile sağlanmıştır. Hastalar geleneksel yöntemle yapılan operasyonlarda tek lümenli endotrakeal tüp (7, 7.5, 8.0 veya 8.5F) ile, robotik ve minimal invaziv yöntemle yapılan operasyonlarda ise tek akciğer ventilasyonu için çift lümenli endobronşial entübasyon tüp [35, 37, ve 39-Fr (Shiley™; Covidien, Irvine, CA, USA)] kullanılarak entübe edilmiş ve mekanik ventilasyona başlanmıştır.

Operasyonlarda hasta takiplerinde Stöckert S3 roller pompa (Stöckert Instrumente GmbH, Munich, Germany) kalp akciğer makinası, Stöckert ısıtıcı ve soğutucu (Stöckert 3T Heater-Cooler System, LivaNova PLC), vakum asist cihazı (Nipro Medical-LTDA, Vital model- EDO 30 P), Cell-Saver cihazı (LivaNova Sorin Xtra) ve tüm vakalarda Terumo Capiiox FX 25 Entegre Filtreli (Terumo Corporation, Tokyo, Japonya) oksijenatör ile adult tüp set (Bıçakçılar A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Kullanılan tüm gereç ve sistemlere ait kalibrasyon belgeleri Ek 3' de sunulmuştur.

Vakum destek kullanılan robotik ve minimal invaziv yöntemle yapılan vakalar için periferik kanülasyon standart olarak uygulanmıştır. Arteriyal kanülasyonda hastaların BSA değerleri, flow ve damar çapları dikkate alınarak femoral arter kanülasyonu 15-17-19-21 Fr kanül (Medtronic Bio-Medicus, Eden Prairie, MN, USA) ile sağlanmıştır. Venöz kanülasyon için ise yine hasta

BSA, flow ve venöz damar çapı dikkate alınarak İnferior Vena Kava (IVC) için sağ femoral venden 20-22-24-28 Fr kanül (Edwards Lifesciences Femoral Venous Cannula) ile ve Superior Vena Cava (SVC) için de sağ Internal Juguler ven (RIJV) 17-Fr Bio-Medicus NextGen Femoral Arterial (Medtronic Bio-Medicus, Eden Prairie, MN, USA) kanül ile kanülasyonlar yapılmıştır. TEE probu, anestezi hekimi tarafından dikkatli bir şekilde proksimal özofagusa yerleştirilmiş ve arter-ven kanülasyonları, TEE rehberliğinde standart Seldinger kılavuz tel tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yöntem venöz drenaj ile açık kalp cerrahisi yapılan hastalarda ise santral kanülasyon uygulanmış ve bu vakalarda aort kanülasyonu için asendan aorta, venöz kanülasyon için sağ atrial (RA) ya da bikaval kanülasyon tercih edilmiştir.

Her iki grupta da KPB sırasında pompa flow'u hasta ısısına göre 2- 2.4 l/dk/m² olarak uygulanmış ve hastaların ortalama arter basınçları 60 – 80 mmHg aralığında tutulmuştur.

Operasyonlarda her iki grupta da prime solüsyonu olarak; İzolen Dengeli (Polifleks İzolen Dengeli Elektrolit, Polifleks, Polifarma, Tekirdağ), % 0,9 İzotonik Sodyum Klorür (Polifleks %0,9 İzotonik Sodyum Klorür, Polifleks, Polifarma, Tekirdağ), Heparin (Nevparine, Mustafa Nevzat, İstanbul, Türkiye), Sodyum bikarbonat (%8,4 molar, Osel, İstanbul, Türkiye) ve Mannitol (%20 mannitol IV. Sol. 100 Ml, Polifleks, Polifarma, Tekirdağ) kullanılmıştır. KPB devreleri rutin olarak 1200 ml İzolen, 100 ml Mannitol %20 ve Heparin 10000 IU (Nevparin 25000 IU 1 Flakon, Gensenta İlaç Sanayi ve Ticaret A.Ş) ile prime edilerek operasyonlar başlatıldı.

Geleneksel yöntemle yapılan vakalarda (Grup 2) KPB, standart prosedürlere göre başlatılmış, bu hastalara hafif orta hipotermide (ortalama 32°C derece), 10 ml/kg olacak şekilde hazırlanan kan kardiyoplejisi verilerek miyokard koruması ve kalp sessizliği sağlanmıştır. Rutin kullanılan kan kardiyoplejisi; 35mEq potasyum klorür (Potasyum Klorür Onfarma, %7,5 10 ml, 10 ampül) ve 10ml magnezyum sülfat (Magnezyum Sülfat %15-Onfarma 1500mg/10ml ampul) içermektedir. Kros klemp süresince hastaya her 20 dakikada bir kardiyopleji idamesi sağlanmıştır. Bu vakaların sadece 1 tanesinde tek doz 1000 ml Custodiol®-Ce Htk Bretschneider® Solüsyonu (Histidin-Triptofan-Ketoglutarat Solüsyonu (HTK): “Kullanıma Hazır”) kullanılmıştır.

Vakum asist uygulanan robotik ve minimal invaziv cerrahi vakalarında (Grup 1) KPB standart prosedürlerle başlatılmıştır. VAVD tekniği, hastada yeterli venöz dönüş olmadığı andan itibaren sisteme uygulanmış ve uygulanan vakum miktarı -40mmHg olarak ayarlanmıştır. Grup 1 de 17 hastada hafif orta hipotermi altında (ortalama 32 °C) tek doz 1000 ml Custodiol®-Ce Htk

Bretschneider® Solüsyonu (Histidin-Triptofan-Ketoglutarat Solüsyonu (HTK): “Kullanıma Hazır”) ile miyokardiyal arrest ve koruma sağlanmıştır. Robotik cerrahi operasyonlarındaki yeniden tekrarlanan kardiyopleji uygulamalarındaki zorluklar nedeni ile kan kardiyoplejisi yerine Custodiol tercih edilmiştir (Mandal vd., 2013). Bu kardiyopleji yöntemi özellikle HTK çözeltisinin tek bir dozu ile miyokardın uzun süre korunması ve yeterli kardiyak arrestin sağlanması nedeniyle tercih edilmiştir (Viana vd., 2013). Grup 1 de diğer 3 hastada ise, standart kan kardiyoplejisi uygulanmıştır. Robotik cerrahi vakalarının daha uzun sürmesi ve kan kaybı miktarının fazla olabilmesi nedenleriyle, robotik cerrahi ile yapılan vakalarda kan koruma yöntemlerinden Cell-Saver cihazı (LivaNova Sorin Xtra) rutin olarak kullanılmıştır.

5.9. Araştırmanın Etik İlkeleri

Araştırmanın yürütülebilmesi için özel hastaneden kurum izni (25.06.2021 tarih ve 21/530 sayılı belge, Ek 5) ve Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu’ndan onay alınmıştır (Protokol No: 21.06.2021-88, Ek 1).

6. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma kapsamında alınan robotik-minimal invaziv ve geleneksel yöntem (sifon yerçekimi) kullanılarak yapılan 40 açık kalp cerrahisi vakasının retrospektif olarak toplanan verilerinin analizi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Çalışma, Nisan 2017-Mayıs 2021 tarihleri arasında, 20'si Grup 1 ve 20'si Grup 2 olmak üzere 2 grup incelenmiştir. Olguların 21'i (%52,5) erkek ve 19'u (%47,5) kadın, yaş ortalamaları 56.63 ± 12.42 (22-78)'dir (Tablo 1).

Tablo 1. Gruplara göre hastaların demografik özellikleri

	Grup 1	Grup 2	Total	P
	(Min-Max)-(Ort $\pm$ SS)	(Min-Max)-(Ort $\pm$ SS)	(Min-Max)-(Ort $\pm$ SS)	
Yaş	(22-78)-(52,95 $\pm$ 15,62)	(40-71)-(60,3 $\pm$ 6,67)	(22-78)-(56,63 $\pm$ 12,42)	¹ 0,064
Boy (cm)	(145-189)-(163,35 $\pm$ 11,19)	(150-182)-(165,85 $\pm$ 7,76)	(145-189)-(164,6 $\pm$ 9,59)	¹ 0,417
Kilo (kg)	(43,4-120)-(72,83 $\pm$ 17,75)	(62-103)-(81,37 $\pm$ 11,38)	(43,4-120)-(77,1 $\pm$ 15,34)	¹ 0,078
BSA (m²)	(1,39-2,47)-(1,78 $\pm$ 0,26)	(1,64-2,09)-(1,89 $\pm$ 0,13)	(1,39-2,47)-(1,84 $\pm$ 0,21)	¹ 0,112
BMI (kg/m²)	(17-35)-(26,4 $\pm$ 4,57)	(21,3-43,43)-(30,06 $\pm$ 4,93)	(17-43,43)-(28,23 $\pm$ 5,04)	¹ 0,020*
	n (%)	n (%)	n (%)	
Cinsiyet				
Erkek	7 (%35)	14 (%70)	21 (%52,5)	² 0,057
Kadın	13 (%65)	6 (%30)	19 (%47,5)	

¹Student t Test

²Continuity (Yates) Düzeltmesi

*p<0.05

BSA=Body surface area, BMI=Body mass index

Demografik özelliklerin değerlendirildiği Tablo 1'de gruplar arasında yaş, boy, kilo ve BSA parametreler değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Grup 1'in BMI değerleri, Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (p:0.020; p<0.05).

Gruplar arasında cinsiyet dağılım oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Fakat Grup 1 de kadın cinsiyet oranının daha fazla (%65) olduğu gözlemlenmiştir. Retrospektif bir çalışma olması bu sonucu açıklamaktadır.

Hastaların gruplara göre eşlik eden ek hastalıkları Tablo.2'de gösterilmektedir. Olguların, %45'inde hipertansiyon, %10'unda Kronik Obstruktif akciğer Hastalığı (KOAH) ve %5'inde Kronik Böbrek yetmezliği (KBY) olduğu görülmektedir. Gruplar arasında Diyabetes Mellitus (DM) görülme oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur (p>0.05). DM'li

olguların %7,5'i oral antidiyabetik ve %7,5'i insülin kullanmaktadır. Grup 1'de HT görülme oranı (%20), Grup 2'den (%70) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (p:0.004; p<0.05). Grup 2 de KBY hastası görülmezken, Grup 1'de iki KBY olgusu vardır.

Tablo 2. Gruplara göre hastaların eşlik eden ek hastalıkları

		Grup 1	Grup 2	Total	p
		n (%)	n (%)	n (%)	
DM	Yok	18 (%90)	16 (%80)	34 (%85)	¹0,661
	Var	2 (%10)	4 (%20)	6 (%15)	
	OralAnti diyabetik	0 (%0)	3 (%15)	3 (%7,5)	
	İnsülin	2 (%10)	1 (%5)	3 (%7,5)	
HT	Yok	16 (%80)	6 (%30)	22 (%55)	²0,004*
	Var	4 (%20)	14 (%70)	18 (%45)	
KOAH	Yok	19 (%95)	17 (%85)	36 (%90)	-
	Var	1 (%5)	3 (%15)	4 (%10)	
KBY	Yok	18 (%90)	20 (%100)	38 (%95)	-
	Var	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)	
	Diyaliz bağımlı	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)	

¹Fisher's Exact Test ²Continuity (Yates) Düzeltmesi *p<0.05
DM= Diyabetes Mellitus, HT=Hipertansiyon, KOAH= Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı, KBY= Kronik Böbrek Yetmezliği

Hastaların gruplara göre takip edilen preoperatif parametreleri Tablo.3'de gösterilmektedir. Gruplar arasında olguların ortalama Euroscore değerleri ve euroscore düzeyleri (düşük, orta ve yüksek) dağılım oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Grup 1'in EF % değerleri, Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0.001; p<0.05).

Gruplar arasında preop ritim, kan grupları dağılım oranları ve total pompa debisi (Pompa Flow) parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Grup 1'in %5'i reoperedir. Grup 1'nin %70'inde cell-sever kullanılmış, Grup 2'de ise hiç kullanılmamıştır.

Tablo 3. Gruplara göre hastaların preoperatif parametreleri

		Grup 1	Grup 2	Total	P
		(Min-Max)-(Ort±SS)	(Min-Max)-(Ort±SS)	(Min-Max)-(Ort±SS)	
EF% (medyan)		(46-70)-62,7±6,92 (65)	(40-65)-53,1±8,18 (51,5)	(40-70)-57,9±8,92 (60))	¹ 0,001*
Euroscore (medyan)		(0-11)-2,56±3,24 (1)	(0-5)-2±1,62 (2)	(0-11)-2,28±2,55 (1)	¹ 0,731
Total Debi-Flow		(3336-5928)-	(3936-5016)-	(3336-5928)-	² 0,111
(ml/dk)		(4278±628,79)	(4537,75±322,08)	(4407,88±510,35)	
Cell sever (ml) (n=14)		(570-2430)-		(570-2430)-	-
(medyan)		1171,21±516,9 (1050)	-	1171,21±516,9 (1050)	
		n (%)	n (%)	n (%)	
%EF Grup	40-49	1 (%5)	5 (%25)	6 (%15)	³ 0,001*
	50-59	2 (%10)	9 (%45)	11 (%27,5)	
	> 60	17 (%85)	6 (%30)	23 (%57,5)	
Euroscore Düzeyi	Düşük	14 (%70)	13 (%65)	27 (%67,5)	³ 0,114
	Orta	3 (%15)	7 (%35)	10 (%25)	
	Yüksek	3 (%15)	0 (%0)	3 (%7,5)	
Preop Ritim	NSR	15 (%75)	16 (%80)	31 (%77,5)	⁴ 0,500
	AF	5 (%25)	4 (%20)	9 (%22,5)	
Kan Grubu	0-	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)	³ 0,466
	0+	7 (%35)	5 (%25)	12 (%30)	
	A-	0 (%0)	2 (%10)	2 (%5)	
	A+	6 (%30)	8 (%40)	14 (%35)	
	AB+	3 (%15)	1 (%5)	4 (%10)	
	B-	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)	
	B+	4 (%20)	2 (%10)	6 (%15)	
Reoperasyon	Hayır	19 (%95)	20 (%100)	39 (%97,5)	-
	Evet	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)	
Cell-Saver	Yok	6 (%30)	20 (%100)	26 (%65)	-
	Var	14 (%70)	0 (%0)	14 (%35)	

¹Mann Whitney U Test ²Student t Test ³Fisher Freeman Halton Test ⁴Fisher's Exact Test

*p<0.05
EF=Ejeksiyon Fraksiyonu, Preop=Preoperatif

Çalışmaya alınan hastaların tanısı ve yapılan operasyonlarının dağılımı Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Gruplara göre hasta tanıları ve operasyonlar

		Grup 1	Grup 2	Total
		n (%)	n (%)	n (%)
Tanı	A.S	1 (%5)	2 (%10)	3 (%7,5)
	AS. A.A+A.S	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	AS. A.A+AY	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	ASD	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)
	AY+MY+TKY	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	IKH	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	IKH+AS. A.A+AY	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	IKH+AY	0 (%0)	2 (%10)	2 (%5)
	IKH+MY	0 (%0)	10 (%50)	10 (%25)
	IKH+MY+TKY	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	M.S	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	MS+TKY	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	MY	8 (%40)	0 (%0)	8 (%20)
	MY +TKY	3 (%15)	0 (%0)	3 (%7,5)
	MY+ASD	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)
	RA. Kitle	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)
Operasyon	AVR	0 (%0)	2 (%10)	2 (%5)
	AVR + Anevrizma Tamiri	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	CABG x 1+ Mitral Ring	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	CABG x 2 + Mitral Ring	0 (%0)	2 (%10)	2 (%5)
	CABG x 2+ AVR	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	CABG x 2+ Benthall	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	CABG x 3 + AVR	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	CABG x 3 + Mitral Ring	0 (%0)	3 (%15)	3 (%7,5)
	CABG x 4 + Mitral Ring	0 (%0)	5 (%25)	5 (%12,5)
	CABG x 6	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	MİC. Mitral Ring	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	MİC. AVR	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	MİC. Modifiye David	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	MİC. MVR	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)
	MİC. MVR + Triküspit	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	Annuloplasty	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	MVR + Triküspit	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	Annuloplasty	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	MVR+ AVR + Triküspit	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	Annuloplasty	0 (%0)	1 (%5)	1 (%2,5)
	Robotik ASD	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)
	Robotik ASD +Mitral Ring	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	Robotik İntra Kardiyal Kitle	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
	Rezeksiyonu	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)

Tablo 4: Gruplara göre hasta tanıları ve operasyonlar (devam)

	Grup 1 n (%)	Grup 2 n (%)	Total n (%)
Robotik Mitral Ring	6 (%30)	0 (%0)	6 (%15)
Robotik MVR	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
Robotik MVR+Ablasyon	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)
Robotik MVR+ Triküspit Annuloplasty	1 (%5)	0 (%0)	1 (%2,5)

AS=Aort Stenozu, AS AA=Asanden Aort Anevrizması, AY=Aort Yetmezliği, ASD= Atriyal Septal Defekt, MY= Mitral Yetmezlik, TKY= Triküspit Kapak Yetmezliği, IKH= İskemik Kalp Hastalığı, M.S=Mitral Stenoz, RA. Kitle= Sağ Atriyum Kitle, AVR= Aort Kapak Replasmanı, CABG= Koroner Arter Baypas Greft, MİC= Minimal İnvaziv Cerrahi, MVR = Mitral Kapak Replasmanı

Tablo 5. Gruplara göre hastaların peroperatif takip parametreleri

		Grup 1 [(Min-Max)-(Ort±SS (medyan)]	Grup 2 [(Min-Max)-(Ort±SS (medyan)]	Total [(Min-Max)-(Ort±SS (medyan)]	p
Pompa Süresi (dk)		(111-517)-(232,2±90,4 (230))	(134-261)- (186,05±33,49 (182,5))	(111-517)- (209,13±71,23 (195,5))	¹ 0,033*
Kros Klemp Süresi (dk)		(70-266)-(140,85±49,98 (144,5))	(96-198)-(132,65±26 (133))	(70-266)-(136,75±39,54 (136,5))	¹ 0,588
Vakum miktarı		(40-40)-(40±0 (40))	(0-0)-(0±0 (0))	(0-40)-(20±20,25 (20))	-
Vakum süresi		(100-450)- (208,65±81,54 (205))	(0-0)-(0±0 (0))	(0-450)-(104,33±120,01 (50))	-
		n (%)	n (%)	n (%)	
Kanülasyon	Santral Kanülasyon	0 (%0)	20 (%100)	20 (%50)	-
OC	Periferik Kanülasyon	20 (%100)	0 (%0)	20 (%50)	
Kardiyopleji	Kan	3 (%15)	19 (%95)	22 (%55)	² 0,000*
	Custodiol	17 (%85)	1 (%5)	18 (%45)	
Kross-Klemp Sonrası	Yok	13 (%65)	18 (%90)	31 (%77,5)	³ 0,064
Defibrilasyon	Var	7 (%35)	2 (%10)	9 (%22,5)	
Toplam Volüm (cc)		(1850-8450)- (4403,5±1905,68)	(2250-7300)- (4645±1365,45)	(1850-8450)- (4524,25±1640,89)	¹ 0,648
Kalan Volüm (cc) (medyan)		(300-2000)- (911,5±349,23 (1000))	(1000-1300)- (1022,5±69,73 (1000))	(300-2000)-(967±254,84 (1000))	² 0,033*
Pompa Dengesi (ml)		(0-7500)- (3497,5±2081,82)	(1250-6300)- (3622,5±1387,39)	(0-7500)- (3560±1747,33)	¹ 0,824
İnotrop İhtiyacı (Pompa Çıkışı)	Yok	6 (%30)	5 (%25)	11 (%27,5)	³ 1,000
	Var	14 (%70)	15 (%75)	29 (%72,5)	
Pacemaker	Yok	16 (%80)	19 (%95)	35 (%87,5)	-
	Var	4 (%20)	1 (%5)	5 (%12,5)	
Hemoliz	Yok	18 (%90)	16 (%80)	34 (%85)	⁴ 0,331
	Var	2 (%10)	4 (%20)	6 (%15)	

¹Mann Whitney U Test ²Continuity (Yates) Düzeltmesi ³Fisher's Exact Test *p<0.05

Perioperatif KPB parametrelerinin değerlendirildiği Tablo 5'te Grup 1'in tamamında periferik kanülasyon ve Grup 2'nin tamamında ise santral kanülasyon yapıldığı görülmektedir. Grup 1'in pompa süresi, Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p=0.033$; $p<0.05$).

Grup 1'de hem kan kardiyoplejisi kullanma oranı hem de KPB sonunda pompada kalan volüm değerleri Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0.000$; $p<0.05$).

Gruplar arasında kros klemp süresi, toplam volüm, pompa dengesi, pompa çıkışı inotrop ihtiyacı, kros klemp alındıktan sonra defibrilasyon görülme oranı ve hemoliz görülme oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ise bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 6. Gruplara göre hastaların postoperatif takip parametreleri

		Grup 1	Grup 2	Total	p
		(Min-Max)-(Ort±SS)	(Min-Max)-(Ort±SS)	(Min-Max)-(Ort±SS)	
Ventilasyon					
Süresi (saat)		(3-79)-(14,43±16,51 (9,3)	(6-113)-(15,95±23,21 (9,5)	(3-113)-(15,19±19,9 (9,5)	² 0,523
(medyan)					
YBÜ Kalış					
Süresi (saat)		(18-235)-(66,15±48,97 (47,5)	(20-192)-(70±43,5 (59)	(18-235)-(68,08±45,76 (48,5)	² 0,372
(medyan)					
Hastane Kalış					
Süresi (gün)		(4-24)-(8,15±4,04 (8)	(6-14)-(8,2±2,21 (7)	(4-24)-(8,18±3,22 (8)	² 0,750
(medyan)					
		n (%)	n (%)	n (%)	
Ritm	NSR	17 (%85)	19 (%95)	36 (%90)	³ 0,740
(Postoperatif)	PACE	3 (%15)	1 (%5)	4 (%10)	
İnotrop ihtiyacı	Yok	6 (%30)	8 (%40)	14 (%35)	
(Postoperatif)	Var	14 (%70)	12 (%60)	26 (%65)	
Diyaliz	Yok	18 (%90)	20 (%100)	38 (%95)	-
(Postoperatif)	Var	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)	
Revizyon	Yok	18 (%90)	20 (%100)	38 (%95)	
	Var	2 (%10)	0 (%0)	2 (%5)	

¹Student t Test

²Mann Whitney U Test

³Continuity (Yates) Dzeltmesi

⁴Fisher's Exact Test

^{*}p<0.05

YBÜ= Yoğun Bakım Ünitesi

¹Student t Test

²Mann Whitney U Test

³Continuity (Yates) Dzelmesi

⁴Fisher's Exact Test* $p<0.05$

YBÜ= Yoğun Bakım Ünitesi

Postoperatif takip parametrelerinin değerlendirildiği Tablo 6'da gruplar arasında, ritm, inotrop ihtiyacı, hemoliz, postoperatif ventilasyon süresi, YBÜ ve hastane kalış süresi parametreleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 7. Gruplara göre kan ve kan ürünleri kullanımı

		Grup 1	Grup 2	Total	p ¹
		(Min-Max)-(Ort±SS	(Min-Max)-(Ort±SS	(Min-Max)-(Ort±SS	
		(medyan))	(medyan))	(medyan))	
ES	(Perop)	(0-2)-(0,5±0,83 (0)	(0-1)-(0,2±0,41 (0)	(0-2)-(0,35±0,66 (0)	0,318
	(Postop)	(0-7)-(1,25±1,77 (1)	(0-6)-(1,65±1,76 (1)	(0-7)-(1,45±1,75 (1)	0,374
TS (Postop)		(0-3)-(0,2±0,7 (0)	(0-2)-(0,15±0,49 (0)	(0-3)-(0,18±0,59 (0)	0,979
TDP (Postop)		(0-3)-(0,35±0,93 (0)	(0-2)-(0,3±0,66 (0)	(0-3)-(0,33±0,8 (0)	0,775

¹Mann Whitney U Test ²Wilcoxon Sign Test *p<0.05

ES= Eritrosit süspansiyonu, TS= Trombosit süspansiyonu, TDP= Taze donmuş Plazma, Perop= Perioperatif, Postop=Postoperatif

Tablo 7’de gruplara göre hastaların kan ve kan ürünleri kullanımı gösterilmektedir. Gruplar arasında perioperatif ve postoperatif ES kullanımı ile postopeartif Trombosit süspansiyonu ve TDP kullanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Tablo 8 .Gruplara göre KPB sırasında Ortalama Arter Basıncı (OAB) değişimi

OAB Basıncı (MmHg)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	45-90	71,65±11,15	20	57-82	69,5±7,66	40	45-90	70,58±9,5 1	0,482
T2	20	55-90	72,25±10,58	20	50-103	74,4±16,74	40	50-103	73,33±13, 86	0,631
T3	15	50-88	68,87±12,83	7	60-85	68,14±8,07	22	50-88	68,64±11, 33	0,874
T4	11	50-74	59,91±7,31	-	-	-	11	50-74	59,91±7,3 1	-
T5	2	57-75	66±12,73	-	-	-	2	57-75	66±12,73	-
T6	1	60-60	60±0	-	-	-	1	60-60	60±0	-
T7	1	74-74	74±0	-	-	-	1	74-74	74±0	-
p ²			0,013*			0,339				
T1-T2 p ³			1,000			-				
T1-T3 p ³			1,000			-				
T1-T4 p ³			0,004*			-				
T2-T3 p ³			1,000			-				
T2-T4 p ³			0,134			-				
T3-T4 p ³			0,151			-				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test *p<0.05 Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. OAB=Ortalama Arter basıncı, KPB=Kardiyopulmoner Baypas, T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasında OAB değişimi Tablo 8’de gösterilmektedir. Operasyonda KPB süresi içerisinde, T1 ve T2’de her iki grupta da 20 olgunun, T3’te Grup 1’de 15, Grup 2’de 7 olgunun, T4’te Grup 1’de 11, T5’te Grup 1’de 2, T6’da Grup 1’de 1 ve T7’de Grup 1’de 1 olgunun OAB takipleri yapılmıştır. Gruplar arasında KPB sırasında T1, T2 ve T3 basınç OAB düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). T5, T6 ve T7 zamanları takip edilen hasta sayısının azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. Grup içi karşılaştırmalarında Grup 1’de; KPB sırasında T1, T2, T3 ve T4 OAB düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p:0.013$; $p<0.05$). Farklılığın hangi zamandan kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 OAB düzeyi değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen değişimler anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), T4’te görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). T2 ve T3 OAB düzeyi değerlerine göre T3 ve T4 düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Grup 2’de; KPB sırasında T1, T2 ve T3 OAB düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 9. Gruplara göre KPB sırasındaki pompa akım (Flow) düzeyleri değişimi

Akım (Flow)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	3500-5700	4227,5±584,1	20	3220-5100	4481±400,08	40	3220-5700	4354,25±510,56	0,118
T2	20	3400-5500	4115±585,82	20	400-5150	4317,5±972,96	40	400-5500	4216,25±799,31	0,430
T3	15	3400-5400	4273,33±623,03	7	4100-4900	4592,86±258,89	22	3400-5400	4375±548,75	0,105
T4	11	3400-5800	4473,64±738,81	-	-	-	11	3400-5800	4473,64±738,81	-
T5	2	4000-4100	4050±70,71	-	-	-	2	4000-4100	4050±70,71	-
T6	1	3600-3600	3600±0	-	-	-	1	3600-3600	3600±0	-
T7	1	2500-2500	2500±0	-	-	-	1	2500-2500	2500±0	-
p ²			0,006*			0,143				
T1-T2 p ³			0,001*			-				
T1-T3 p ³			0,177			-				
T1-T4 p ³			1,000			-				
T2-T3 p ³			1,000			-				
T2-T4 p ³			0,024*			-				
T3-T4 p ³			0,039*			-				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test * $p<0.05$
Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.
T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların KPB sırasında pompa akım (Flow) düzeylerinin değişimi Tablo 9’da gösterilmektedir. Gruplar arasında KPB sırasında T1, T2 ve T3 pompa akım değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$)

Grup içi karşılaştırmalarında Grup 1’de; T1 akım düzeyi değerlerine göre T2 düzeyinde görülen düşüş anlamlı bulunurken ($p<0.05$), T3 ve T4 düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T2 akım düzeyi değerlerine göre T3 düzeyinde görülen değişimler anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), T4 düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). T3 akım düzeyi değerlerine göre T4 düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup 2’de ise; KPB sırasında T1, T2 ve T3 akım-flow düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 10. Gruplara göre KPB sırasındaki pompa taze gaz akışı (Lt/Dk) değişimi

Gaz (lt/dk)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	2-3,6	2,55±0,55	20	2,3-3,2	2,73±0,28	40	2-3,6	2,64±0,44	0,205
T2	20	1,5-3,6	2,51±0,58	20	2-3	2,65±0,3	40	1,5-3,6	2,58±0,46	0,345
T3	15	1,8-4,2	3,04±0,81	7	2,2-3,3	2,69±0,38	22	1,8-4,2	2,93±0,71	0,178
T4	11	2,2-4,4	3,09±0,72	-	-	-	11	2,2-4,4	3,09±0,72	-
T5	2	2,3-2,6	2,45±0,21	-	-	-	2	2,3-2,6	2,45±0,21	-
T6	1	2-2	2±0	-	-	-	1	2-2	2±0	-
T7	1	1,4-1,4	1,4±0	-	-	-	1	1,4-1,4	1,4±0	-
p²			0,087			0,041*				
T1-T2 p³			-			0,046*				
T1-T3 p³			-			0,564				
T1-T4 p³			-			-				
T2-T3 p³			-			1,000				
T2-T4 p³			-			-				
T3-T4 p³			-			-				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test * $p<0.05$
Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.
T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Gruplara göre KPB sırasındaki pompa taze gaz akış (lt/dk) düzeyleri Tablo 10’da gösterilmektedir. Gruplar arasında KPB sırasında T1, T2 ve T3 gaz (lt/dk) düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarında Grup 1’de; KPB sırasında T1, T2, T3 ve T4 pompa taze gaz akış (lt/dk) değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Grup 2’de; KPB sırasında T1, T2 ve T3 gaz (lt/dk) düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.041$; $p<0.05$). Farklılığın tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; T1 zamanındaki gaz düzeyi değerlerine göre T2’de görülen düşüş anlamlıyken ($p<0.05$), ne T1 ne de T2 zamanlarındaki gaz düzeyi değerlerine göre, T3’te görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 11. Gruplara göre KPB sırasındaki pompa Oksijen (%) değişimi

%O ₂	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T1	20	40-60	44,25±5,91 (40)	20	40-50	43,75±4,55 (40)	40	40-60	44±5,21 (40)	0,988
T2	20	30-50	41,75±6,13 (40)	20	35-60	46,5±7,09 (45)	40	30-60	44,13±6,97 (40)	0,046*
T3	15	30-65	48,33±10,29 (50)	7	50-60	55±5 (55)	22	30-65	50,45±9,37 (50)	0,160
T4	11	40-70	55,45±8,5 (60)	-	-	-	11	40-70	55,45±8,5 (60)	-
T5	2	45-60	52,5±10,61(52,5)	-	-	-	2	45-60	52,5±10,61 (52,5)	-
T6	1	60-60	60±0 (60)	-	-	-	1	60-60	60±0 (60)	-
T7	1	55-55	55±0 (55)	-	-	-	1	55-55	55±0 (55)	-
p²			0,000*			0,001*				
T1-T2 p³			0,129			0,087				
T1-T3 p³			0,178			0,014*				
T1-T4 p³			0,007*			-				
T2-T3 p³			0,011*			0,016*				
T2-T4 p³			0,003*			-				
T3-T4 p³			0,049*			-				

¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test ³Wilcoxon Sign Test * $p<0.05$
Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.
T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Gruplara göre KPB sırasındaki pompa oksijen (%) düzeyleri değişimi Tablo 11’de gösterilmektedir. Gruplar arasında; Grup 1’in KPB sırasında T2 zaman takibindeki O₂ değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur ($p:0.046$; $p<0.05$). T1 ve T3 % O₂ düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ise bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; KPB sırasında T1, T2, T3 ve T4 % O₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.000$; $p<0.05$). T1 % O₂ düzeyi değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen değişimler anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), T4’te görülen

artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). T2 % O₂ düzeyi değerlerine göre T3 ve T4'teki ve T3 % O₂ düzeyi değerlerine göre T4 düzeyinde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 2'de, KPB sırasında T1, T2 ve T3 % O₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p:0.001$; $p<0.05$). T1 % O₂ düzeyi değerlerine göre T2 düzeyinde görülen değişimler anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), T3'te görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Yine T2 % O₂ düzeyi değerlerine göre T3 düzeyinde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 12. KPB'da gruplara göre ısı değişimi

Isı (Mesane)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T1	20	30-35,5	33,2±1,48 (33)	20	29-34	32,45±1,57 (32)	40	29-35,5	32,83±1,55 (33)	0,143
T2	20	29-36	32,35±2,12 (32)	20	30-36,5	32,95±2,31 (33)	40	29-36,5	32,65±2,21 (32)	0,427
T3	15	30-37	33,23±2,49 (33)	7	33-38	35,57±1,9 (36)	22	30-38	33,98±2,53 (33,5)	0,027*
T4	11	34-37	36,02±1,23 (37)	-	-	-	11	34-37	36,02±1,23 (37)	-
T5	2	36-37	36,5±0,71 (36,5)	-	-	-	2	36-37	36,5±0,71 (36,5)	-
T6	1	37-37	37±0 (37)	-	-	-	1	37-37	37±0 (37)	-
T7	1	37-37	37±0 (37)	-	-	-	1	37-37	37±0 (37)	-
p ²			0,000*			0,004*				
T1-T2 p ³			0,049*			0,196				
T1-T3 p ³			0,801			0,017*				
T1-T4 p ³			0,005*			-				
T2-T3 p ³			0,093			0,027*				
T2-T4 p ³			0,003*			-				
T3-T4 p ³			0,005*			-				

¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test ³Wilcoxon Sign Test * $p<0.05$

Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.

T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

KPB'da gruplara göre olguların ısı değişimi Tablo 12'de gösterilmektedir. Gruplar arasında; Grup 1'in KPB sırasında T3 zamanında ısı, Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p:0.027$; $p<0.05$). T1 ve T2 zaman takiplerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1'de, T1'e göre T2'de görülen düşüş ve T4'te görülen artış anlamlıyken ($p<0.05$), T3'te görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır

($p>0.05$). T2 zamanındaki mesane ısisına göre T4'te ve T3 zamanındaki mesane ısisına göre T4'te görülen artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup içi karşılaştırmalarda Grup 2'de; T1 ısı değerine göre T2'de görülen değişimler anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), hem T1 ısı değerine göre T3'te hem de T2 ısı değerine göre T3'te görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki grupta da görülen bu ısı artışı pompanın yeniden ısınma dönemi ile uyumlu bulunmuştur.

Tablo 13. Gruplara göre KPB'da arteriyel kan gazı pH değişimi

pH	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	7,31-7,53	7,42±0,06	20	7,4-7,55	7,46±0,04	40	7,31-7,55	7,44±0,06	0,036*
T2	20	7,14-7,6	7,37±0,11	20	7,32-7,56	7,48±0,06	40	7,14-7,6	7,42±0,1	0,001*
T3	15	7,27-7,51	7,41±0,06	7	7,33-7,52	7,46±0,08	22	7,27-7,52	7,43±0,07	0,130
T4	11	7,37-7,5	7,42±0,04	-	-	-	11	7,37-7,5	7,42±0,04	-
T5	2	7,34-7,47	7,41±0,09	-	-	-	2	7,34-7,47	7,41±0,09	-
T6	1	7,19-7,19	7,19±0	-	-	-	1	7,19-7,19	7,19±0	-
T7	1	7,19-7,19	7,19±0	-	-	-	1	7,19-7,19	7,19±0	-
p²			0,255			0,353				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi * $p<0.05$

Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.

T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların KPB sırasında gruplara göre kan gazı pH düzeyleri Tablo 13'de gösterilmektedir. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda; Grup 1 pH değerleri hem T1 hem de T2'de Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur (Sırası ile $p:0.036$; $p<0.05$ ve $p:0.001$; $p<0.05$). T3 pH düzeyleri değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda hem Grup 1 hem de Grup 2'de pH düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 14. Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı PaCO₂ (mmHg) değişimi

PaCO ₂ (mmHg)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	27,3-43,7	34,59±4,52	20	24,7-42,5	34,97±4,25	40	24,7-43,7	34,78±4,33	0,788
T2	20	27,4-55,6	39,24±8,9	20	25,5-45	33,57±4,27	40	25,5-55,6	36,4±7,47	0,016*
T3	15	30-51,1	36,91±6,4	7	28,5-42,7	33,33±4,74	22	28,5-51,1	35,77±6,06	0,203
T4	11	28,8-39,4	34,95±3,32	-	-	-	11	28,8-39,4	34,95±3,32	-
T5	2	28,7-34,1	31,4±3,82	-	-	-	2	28,7-34,1	31,4±3,82	-
T6	1	40,3-40,3	40,3±0	-	-	-	1	40,3-40,3	40,3±0	-
T7	1	41,4-41,4	41,4±0	-	-	-	1	41,4-41,4	41,4±0	-
p²			0,139			0,053				

¹Student t Test²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi

*p<0.05

Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. PaCO₂= Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı
T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların KPB sırasındaki arteriyel kan gazı PaCO₂ (mmHg) değişiklikleri Tablo 14’de gösterilmektedir. Gruplar arasında, Grup 1’in T2 düzeyi PaCO₂ değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuş (p:0.016; p<0.05), T1 ve T3 PaCO₂ düzeyleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05). Grup içi karşılaştırmalarda ne Grup 1’de ne de Grup 2’de T1, T2, T3 ve T4 zamanlarında PaCO₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

Tablo 15. Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı PaO₂ (mmHg) değişimi

PaO ₂ (mmHg)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	114-328	189,2±55,88	20	98,7-249	182,85±48,06	40	98,7-328	186,03±51,54	0,702
T2	20	102-247	161,9±39,41	20	79,6-204	126,83±36,82	40	79,6-247	144,37±41,62	0,006*
T3	15	50,4-280	163,6±63,65	7	66,2-252	155,73±75,34	22	50,4-280	161,1±65,85	0,801
T4	11	67,5-259	127,03±65,2	-	-	-	11	67,5-259	127,03±65,2	-
T5	2	128-141	134,5±9,19	-	-	-	2	128-141	134,5±9,19	-
T6	1	320-320	320±0	-	-	-	1	320-320	320±0	-
T7	1	82,4-82,4	82,4±0	-	-	-	1	82,4-82,4	82,4±0	-
p²			0,215			0,044*				
T1-T2 p³			-			0,025*				
T1-T3 p³			-			1,000				
T1-T4 p³			-			-				
T2-T3 p³			-			1,000				
T2-T4 p³			-			-				
T3-T4 p³			-			-				

¹Student t Test²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi³Bonferroni Test

*p<0.05

Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. PaO₂ = Parsiyel arteriyel oksijen basıncı

T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların KPB sırasında arteriyel kan gazı PaO₂ (mmHg) düzeyleri Tablo 15’de gösterilmektedir. Gruplar arasında Grup 1’in T2 düzeyi PaO₂ değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0.006; p<0.05). T1 ve T3 PaO₂ düzeyleri değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; T1, T2, T3 ve T4 PaO₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Grup 2’de ise; T1 PaO₂ düzeyi değerlerine göre T2’de görülen düşüş anlamlıyken (p<0.05), T1’e göre T3’te görülen değişimler ile T2 PaO₂ düzeyi değerlerine göre, T3’te görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 16. Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı NaHCO₃ (mmol/L) değişimi

NaHCO ₃ (mmol/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	18,3-25,8	22,17±2,29	20	20,9-26,8	24,33±1,63	40	18,3-26,8	23,25±2,24	0,001*
T2	20	17,4-26,4	22,55±2,41	20	18,3-29,2	24,04±2,31	40	17,4-29,2	23,29±2,45	0,054
T3	15	19,9-27,3	22,99±2,1	7	17,8-26,6	23,26±2,87	22	17,8-27,3	23,08±2,3	0,809
T4	11	16,4-26,2	22,11±2,52	-	-	-	11	16,4-26,2	22,11±2,52	-
T5	2	15,4-24,3	19,85±6,29	-	-	-	2	15,4-24,3	19,85±6,29	-
T6	1	15,2-15,2	15,2±0	-	-	-	1	15,2-15,2	15,2±0	-
T7	1	15,6-15,6	15,6±0	-	-	-	1	15,6-15,6	15,6±0	-
p²			0,321			0,592				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi *p<0.05

Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. NaHCO₃= Sodyum Bikarbonat

T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki arteriyel kan gazı NaHCO₃ (mmol/L) düzeyleri Tablo 16’da gösterilmektedir. Gruplar arasında, Grup 1’in T1 düzeyi NaHCO₃ değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (p:0.001; p<0.05). T2 ve T3 NaHCO₃ düzeyleri değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05). Grup içi karşılaştırmalarına göre ise ne Grup 1’de ne de Grup 2’de; T1, T2, T3 ve T4 NaHCO₃ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

Tablo 17. Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı baz açığı (mmol/L) değişimi

Baz Açığı (mmol/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	-6,2-2,9	-1,73±2,74	20	-2,5-3,5	0,71±1,6	40	-6,2-3,5	-0,51±2,54	0,002*
T2	20	-7,9-4,8	-2,32±2,86	20	-7-5,2	0,78±2,72	40	-7,9-5,2	-0,77±3,17	0,001*
T3	15	-4,7-2,8	-1,49±2,15	7	-7,3-3,6	-0,2±3,74	22	-7,3-3,6	-1,08±2,73	0,314
T4	11	-8-3	-1,68±2,69	-	-	-	11	-8-3	-1,68±2,69	-
T5	2	-9,4-0,7	-4,35±7,14	-	-	-	2	-9,4-0,7	-4,35±7,14	-
T6	1	-12-(-12)	-12±0	-	-	-	1	-12-(-12)	-12±0	-
T7	1	-11,6-(-11,6)	-11,6±0	-	-	-	1	-11,6-(-11,6)	-11,6±0	-
p²			0,056			0,575				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi *p<0.05. Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasında arteriyel kan gazı baz açığı (mmol/L) düzeylerinin değişimi Tablo 17’de gösterilmektedir. Gruplar arasında Grup 1’in hem T1 hem de T2 zamanındaki baz açığı değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Sırası ile p:0.002; p<0.05 ve p:0.001; p<0.05). T3 baz açığı düzeyleri değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05). Grup içi karşılaştırmalarında ne Grup 1’de ne de Grup 2’de; T1, T2, T3 ve T4 arteriyel kan gazı baz açığı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Tablo 18. Gruplara göre KPB’da arteriyel kan gazı SaO₂ değişimi

SaO ₂ %	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T1	20	97,1-99,40	98,66±0,58 (98,7)	20	97,1-99	98,45±0,59 (98,7)	40	97,1-99,40	98,55±0,59(98,7)	0,266
T2	20	97,6-99,10	98,42±0,44 (98,6)	20	88-98,9	97,15±2,46 (98,1)	40	88-99,10	97,78±1,86 (98,3)	0,032*
T3	15	81,8-99,2	97,25±4,35 (98,6)	7	93,1-99,1	97,09±2,71 (98,3)	22	81,8-99,2	97,2±3,83 (98,6)	0,724
T4	11	85,7-99,1	95,95±3,82 (97,1)	-	-	-	11	85,7-99,1	95,95±3,82 (97,1)	-
T5	2	87,9-97,4	92,65±6,72 (92,7)	-	-	-	2	87,9-97,4	92,65±6,72 (92,7)	-
T6	1	98,7-98,7	98,7±0 (98,7)	-	-	-	1	98,7-98,7	98,7±0 (98,7)	-
T7	1	93-93	93±0 (93)	-	-	-	1	93-93	93±0 (93)	-
p²			0,116			0,203				

¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test *p<0.05 Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. SaO₂=Arteriyel Oksijen Satürasyonu, T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre arteriyel kan gazı SaO₂ (%) düzey değişiklikleri Tablo 18’de gösterilmektedir. Gruplar arasında Grup 1’in T2 SaO₂ değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (p:0.032; p<0.05). T1 ve T3 SaO₂ düzeyleri değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Grup içi karşılaştırmalarında ne Grup 1’de ne de Grup 2’de; T1, T2, T3 ve T4 SaO₂ düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Tablo 19. Gruplara göre KPB’da Hemogloblin (g/dL) düzeylerinin değişimi

Hgb (g/dL)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	5,3-12,5	8,87±2,02	20	6,2-13,5	9,21±1,75	40	5,3-13,5	9,04±1,87	0,566
T2	20	5-13	9,03±2,36	20	7-12,5	9,87±1,56	40	5-13	9,45±2,02	0,194
T3	15	6,1-12,8	9,73±2,17	7	7,5-11,1	8,94±1,27	22	6,1-12,8	9,48±1,93	0,301
T4	11	6,7-12,2	9,03±2,19	-	-	-	11	6,7-12,2	9,03±2,19	-
T5	2	6,5-8	7,25±1,06	-	-	-	2	6,5-8	7,25±1,06	-
T6	1	9,6-9,6	9,6±0	-	-	-	1	9,6-9,6	9,6±0	-
T7	1	8,3-8,3	8,3±0	-	-	-	1	8,3-8,3	8,3±0	-
p²			0,306			0,578				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. Hgb= Hemoglobin, T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki hemoglobin (Hgb, g/dL) düzeylerinin değişimi Tablo 19’da gösterilmektedir. Gruplar arasında ve grup içi karşılaştırmalarında ne Grup 1’de ne de Grup 2’de takip edilen zamanlar süresinde Hemoglobin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

Tablo 20. Gruplara göre KPB sırasında Hematokrit düzeyleri değişimi

HCT %	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min- Max	Ort±SS	N	Min- Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	16-37	25,85±6,18	20	18-40	27,05±5,18	40	16-40	26,45±5,66	0,510
T2	20	15-38	26,55±6,89	20	21-37	29,2±4,57	40	15-38	27,88±5,93	0,161
T3	15	18-38	28,67±6,41	7	17-33	25±5,26	22	17-38	27,5±6,19	0,203
T4	11	20-36	26,73±6,45	-	-	-	11	20-36	26,73±6,45	-
T5	2	19-24	21,5±3,54	-	-	-	2	19-24	21,5±3,54	-
T6	1	28-28	28±0	-	-	-	1	28-28	28±0	-
T7	1	24-24	24±0	-	-	-	1	24-24	24±0	-
p²			0,386			0,367				

¹Student t Test²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi. Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. HTC= Hematokrit, T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların KPB sırasında hematokrit düzeyleri Tablo 20’de gösterilmektedir. Gruplar arasında ve grup içi karşılaştırılmalarında ne Grup 1’de ne de Grup 2’de takip edilen T1, T2 ve T3 zamanlarında hematokrit düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Tablo 21. Gruplara göre KPB’da sodyum (mmol/L) düzeylerinin değişimi

Sodyum Na (mmol/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	122-139	131,8±5,31	20	128-140	134,03±2,77	40	122-140	132,92±4,33	0,107
T2	20	119-139	129,95±5,09	20	129-142	136,2±2,84	40	119-142	133,08±5,16	0,000*
T3	15	125-139	132,53±3,8	6	134-141	137,67±2,8	21	125-141	134±4,21	0,008*
T4	11	125-137	132,91±3,42	-	-	-	11	125-137	132,91±3,42	-
T5	2	127-134	130,5±4,95	-	-	-	2	127-134	130,5±4,95	-
T6	1	130-130	130±0	-	-	-	1	130-130	130±0	-
T7	1	131-131	131±0	-	-	-	1	131-131	131±0	-
p²			0,028*			0,060				
T1-T2 p³			0,185			-				
T1-T3 p³			1,000			-				
T1-T4 p³			1,000			-				
T2-T3 p³			0,012*			-				
T2-T4 p³			0,015*			-				
T3-T4 p³			1,000			-				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test *p<0.05
Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.
T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki sodyum (Na) düzeyleri değişimi Tablo 21’de gösterilmektedir. Gruplar arasında T1 düzeyi sodyum değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Fakat Grup 1’in hem T2 hem de T3 zamanındaki sodyum değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Sırasıyla $p:0.000$; $p<0.05$ ve $p:0.008$; $p<0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarında Grup 1’de; T1 sodyum düzeyi değerlerine göre T2, T3 ve T4 düzeylerinde görülen değişimler ile T2 Na düzeyi değerlerine göre T3 ve T4 düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T2 Na düzeyi değerlerine göre T3 ve T4 düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup 2’de; T1, T2 ve T3 sodyum düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 22. Gruplara göre KPB’da Potasyum (mmol/L) düzeylerinin değişimi

Potasyum (K) (mmol/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	3,5-7,04	4,54±1,06	20	4,4-7,1	5,73±0,69	40	3,5-7,1	5,13±1,07	0,000*
T2	20	3,9-6,2	4,62±0,69	20	4,8-8,4	5,93±0,84	40	3,9-8,4	5,27±1,01	0,000*
T3	16	0-6,9	4,29±1,4	9	0-7,2	4,2±2,54	25	0-7,2	4,26±1,84	0,911
T4	11	3,7-7,3	4,95±1,18	-	-	-	11	3,7-7,3	4,95±1,18	-
T5	2	3,8-7,3	5,55±2,47	-	-	-	2	3,8-7,3	5,55±2,47	-
T6	1	7,2-7,2	7,2±0	-	-	-	1	7,2-7,2	7,2±0	-
T7	1	6,5-6,5	6,5±0	-	-	-	1	6,5-6,5	6,5±0	-
p²			0,189			0,077				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi * $p<0.05$
Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.
T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki potasyum (K) (mmol/L) düzeylerinin değişimi Tablo 22’de gösterilmektedir. Gruplar arasında, Grup 1’in hem T1 hem de T2 potasyum değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Sırasıyla $p:0.000$; $p<0.05$ ve $p:0.000$; $p<0.05$). T3 potasyum düzeyleri değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Grup içi karşılaştırmalarında ne Grup 1’de ne de Grup 2’de takip edilen zamanlarda potasyum düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 23. Gruplara göre KPB’da kalsiyum (mmol/L) düzeylerinin değişimi

Kalsiyum (mmol/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T1	20	1,03-1,22	1,11±0,05	20	1,07-1,24	1,15±0,04	40	1,03-1,24	1,13±0,05	0,037*
T2	20	1-1,2	1,12±0,06	20	1,06-1,32	1,15±0,06	40	1-1,32	1,13±0,06	0,130
T3	15	1,03-1,24	1,13±0,06	7	1,11-1,38	1,23±0,11	22	1,03-1,38	1,16±0,09	0,048*
T4	11	1,04-1,3	1,14±0,07	-	-	-	11	1,04-1,3	1,14±0,07	-
T5	2	1,03-1,11	1,07±0,06	-	-	-	2	1,03-1,11	1,07±0,06	-
T6	1	1-1	1±0	-	-	-	1	1-1	1±0	-
T7	1	1,03-1,03	1,03±0	-	-	-	1	1,03-1,03	1,03±0	-
p²	0,261			0,095						

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi *p<0.05 Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların KPB sırasında kalsiyum (Ca) düzeyleri (mmol/L) değişimi Tablo 23’de gösterilmektedir. Gruplar arasında, Grup 1’in hem T1 hem de T3 kalsiyum değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Sırasıyla p:0.037; p<0.05 ve p:0.048; p<0.05). T2 kalsiyum değerleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Grup içi karşılaştırmalarında ise ne Grup 1’de ne de Grup 2’de takip edilen zamanlarda kalsiyum düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Tablo 24. Gruplara göre KPB’da kan glukoz (mg/dL) düzeylerinin değişimi

Glukoz (mg/dL)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T1	20	80-182	108±26,05 (98)	20	84-170	107,85±24,8 (98,5)	40	80-182	107,93±25,1 (98)	0,957
T2	20	88-218	141,5±35,42 (131)	20	85-289	145,7±47,4 (144)	40	85-289	143,6±41,36 (133,5)	0,978
T3	15	109-252	152,53±42,21 (139)	7	96-299	174,71±67,46 (168)	22	96-299	159,59±50,99 (154,5)	0,503
T4	11	96-216	145,09±37,04 (130)	-	-	-	11	96-216	145,09±37,04 (130)	-
T5	2	112-141	126,5±20,51 (126,5)	-	-	-	2	112-141	126,5±20,51 (126,5)	-
T6	1	134-134	134±0 (134)	-	-	-	1	134-134	134±0 (134)	-
T7	1	185-185	185±0 (185)	-	-	-	1	185-185	185±0 (185)	-
p²	0,000*			0,018*						

Tablo 24: Gruplara göre KPB’da kan glukoz (mg/dL) düzeylerinin değişimi(devam)		
T1-T2 p³	0,000*	0,000*
T1-T3 p³	0,001*	0,063
T1-T4 p³	0,003*	-
T2-T3 p³	0,256	0,600
T2-T4 p³	0,398	-
T3-T4 p³	0,119	-
¹ Mann Whitney U Test ² Friedman Test ³ Wilcoxon Sign Test *p<0.05		
Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir.		
T ₁ = KPB 15 dk, T ₂ =KPB 1. Saat, T ₃ = KPB 2. Saat, T ₄ = KPB 3. Saat, T ₅ = KPB 4. Saat, T ₆ = KPB 5. Saat, T ₇ = KPB 6. Saat		

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki glukoz (mg/dL) düzeylerinin değişimi Tablo 24’de gösterilmektedir. Gruplar arasında T1, T2 ve T3 glukoz düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05).

Grup içi karşılaştırmalarında Grup 1’de; T1 glukoz değerlerine göre T2, T3 ve T4 düzeylerinde görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Grup 2’de; T1 glukoz değerlerine göre T2 düzeyinde görülen artış anlamlı bulunurken (p<0.05), hem T1 hem de T2 glukoz değerine göre T3’te görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 25. Gruplara göre KPB’de ACT değerlerinin değişimi

ACT (sn)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T1	20	304-900	562,6±160,2 (528,5)	20	154-755	472,7±135,35 (458,5)	40	154-900	517,65±153,3 (499)	0,086
T2	20	364-733	463,6±99,8 (437)	20	260-731	398,7±116,01 (355)	40	260-733	431,15±111,75 (418)	0,011*
T3	15	301-478	395,07±45,55 (401)	6	297-491	367,17±78,16 (333)	21	297-491	387,1±56,09 (392)	0,350
T4	11	297-415	355,45±36,15 (345)	-	-	-	11	297-415	355,45±36,15 (345)	-
T5	3	0-405	255±221,98 (360)	-	-	-	3	0-405	255±221,98 (360)	-
T6	2	0-352	176±248,9 (176)	-	-	-	2	0-352	176±248,9 (176)	-
T7	2	0-469	234,5±331,63 (234,5)	-	-	-	2	0-469	234,5±331,63 (234,5)	-
p²			0,004*			0,311				
T1-T2 p³			0,033*			-				
T1-T3 p³			0,005*			-				
T1-T4 p³			0,008*			-				
T2-T3 p³			0,009*			-				
T2-T4 p³			0,004*			-				
T3-T4 p³			0,091			-				
¹ Mann Whitney U Test ² Friedman Test ³ Wilcoxon Sign Test *p<0.05 Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. ACT= Aktive Pıhtılaşma Zamanı (Activated Clotting Time)										
T ₁ = KPB 15 dk, T ₂ =KPB 1. Saat, T ₃ = KPB 2. Saat, T ₄ = KPB 3. Saat, T ₅ = KPB 4. Saat, T ₆ = KPB 5. Saat, T ₇ = KPB 6. Saat										

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki Aktive Pıhtılaşma Zamanı (Activated Clotting Time, ACT) değerlerinin değişimi Tablo 25’de gösterilmektedir. Gruplar arasında Grup 1’in T2 ACT değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0.011$; $p<0.05$). T1 ve T3 ACT değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırılmalarında Grup 1’de; T1 ACT değerlerine göre T2, T3 ve T4 değerlerinde görülen düşüşler ile T2 ACT değerlerine göre T3 ve T4 değerlerinde görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup 2’de; T1, T2 ve T3 ACT düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 26. Gruplara göre KPB’da laktat (mmol/L) düzeylerinin değişimi

Laktat (mmol/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T1	20	0,47-3,3	1,13±0,58 (1,1)	20	0,48-2,87	1,46±0,61 (1,5)	40	0,47-3,3	1,3±0,61 (1,2)	0,026*
T2	20	0,52-2,85	1,19±0,49 (1,1)	20	1,12-3,06	1,95±0,56 (1,8)	40	0,52-3,06	1,57±0,65 (1,4)	0,000*
T3	15	0,79-2,35	1,48±0,51 (1,5)	7	1,92-3,8	2,73±0,77 (2,5)	22	0,79-3,8	1,88±0,83 (1,8)	0,002*
T4	11	1,56-3,4	2,29±0,67 (2,2)	-	-	-	11	1,56-3,4	2,29±0,67 (2,2)	-
T5	2	2,8-5,23	4,02±1,72 (4)	-	-	-	2	2,8-5,23	4,02±1,72 (4)	-
T6	1	6,9-6,9	6,9±0 (6,9)	-	-	-	1	6,9-6,9	6,9±0 (6,9)	-
T7	1	7,32-7,32	7,32±0 (7,3)	-	-	-	1	7,32-7,32	7,32±0 (7,3)	-
p ²			0,001*			0,002*				
T1-T2 p ³			0,322			0,001*				
T1-T3 p ³			0,017*			0,018*				
T1-T4 p ³			0,013*			-				
T2-T3 p ³			0,018*			0,018*				
T2-T4 p ³			0,006*			-				
T3-T4 p ³			0,003*			-				

¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test ³Wilcoxon Sign Test * $p<0.05$. Not: T5, T6 ve T7 zamanları sayıları azlığı nedeniyle analize dahil edilmemiştir. T₁= KPB 15 dk, T₂=KPB 1. Saat, T₃= KPB 2. Saat, T₄= KPB 3. Saat, T₅= KPB 4. Saat, T₆= KPB 5. Saat, T₇= KPB 6. Saat

Olguların gruplara göre KPB sırasındaki laktat (mmol/L) düzeyleri Tablo 26’da gösterilmektedir. Gruplar arası karşılaştırmalarda, Grup 1’in T1, T2 ve T3 laktat değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Sırasıyla $p:0.026$; $p<0.05$, $p:0.000$; $p<0.05$ ve $p:0.002$; $p<0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; hem T1 hem de T2 laktat değerlerine göre T3 ve T4’te görülen artışlar, Grup 2’de; T1 laktat değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer zaman ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 27. Gruplara göre olguların Hemogloblin (g/dL) düzeylerinin değişimi

Hemogloblin (g/dL)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T0	20	8,5-16,6	12,79±2,32	20	11,3-16	13,29±1,45	40	8,5-16,6	13,04±1,92	0,424
T1	20	7,1-13,6	10,64±1,83	20	7,2-12,4	9,34±1,26	40	7,1-13,6	9,99±1,69	0,013*
T2	19	7,5-11,9	9,83±1,51	20	7,4-11,3	9,09±1,13	39	7,4-11,9	9,45±1,36	0,094
T3	18	7-11,9	9,48±1,39	17	7,7-12,3	8,89±1,13	35	7-12,3	9,2±1,28	0,178
p²			0,000*			0,000*				
T0-T1 p³			0,007*			0,000*				
T0-T2 p³			0,000*			0,000*				
T0-T3 p³			0,000*			0,000*				
T1-T2 p³			0,692			1,000				
T1-T3 p³			0,408			1,000				
T2-T3 p³			1,000			1,000				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test * $p<0.05$
T₀= Preoperatif, T₁= Postoperatif 1. Gün, T₂= Postoperatif 2. Gün, T₃= Postoperatif 3. Gün

Olguların gruplara göre Hemogloblin (g/dL) düzeylerinin değişimi Tablo 27’de gösterilmektedir. Preoperatif değerler T0, Postop 1. gün T1, Postop 2. gün T2 ve Postop 3. gün T3 değerleri olarak kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Gruplar arasında Grup 1’in T1 hemogloblin değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p=0.013$; $p<0.05$). T0, T2 ve T3 hemogloblin değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarında hem Grup 1’de hem de Grup 2’de T0 hemogloblin değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer zamanlardaki görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 28. Gruplara göre olguların Hematokrit düzeylerinin değişimi

Hematokrit %	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T0	20	27,2-49,3	38,64±6,18	20	34,3-46,9	39,68±3,66	40	27,2-49,3	39,16±5,04	0,520
T1	20	20-39,5	31,86±5,46	20	21,1-36,3	27,61±3,91	40	20-39,5	29,73±5,16	0,007*
T2	19	22,4-36,2	29,48±4,3	20	22,2-33,5	26,93±3,33	39	22,2-36,2	28,17±4	0,044*
T3	18	21,6-34	28,29±3,72	17	22,7-36,2	26,84±3,33	35	21,6-36,2	27,59±3,56	0,233
p²			0,000*			0,000*				
T0-T1 p³			0,005*			0,000*				
T0-T2 p³			0,000*			0,000*				
T0-T3 p³			0,000*			0,000*				
T1-T2 p³			0,801			1,000				
T1-T3 p³			0,309			1,000				
T2-T3 p³			1,000			1,000				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test *p<0.05
T₀= Preoperatif, T₁= Postoperatif 1. Gün, T₂= Postoperatif 2. Gün, T₃= Postoperatif 3. Gün

Olguların gruplara göre hematokrit düzeyleri Tablo 28’te gösterilmektedir. Preoperatif değerler T0, Postop 1. gün T1, Postop 2. gün T2 ve Postop 3. gün T3 değerleri olarak kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Gruplar arasında, Grup 1’in hem T1 hem de T2 hematokrit değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Sırası ile p:0.007; p<0.05 ve p:0.044; p<0.05). Grup içi karşılaştırmalarda hem Grup 1’de hem de Grup 2’de T0 hematokrit düzeyi değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05).

Tablo 29 Gruplar.a göre olguların Lökosit (K/uL) düzeylerinin değişimi

Lökosit (K/uL)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T0	20	5,13-11,39	7,36±1,63 (7,1)	20	4,94-10,81	7,04±1,65 (6,6)	40	4,94-11,39	7,2±1,62 (7,1)	0,482
T1	20	8,43-25,32	14,91±4,02 (14,5)	20	7,81-20,14	12,48±2,98 (12,3)	40	7,81-25,32	13,7±3,7 (12,8)	0,037*
T2	19	5,35-30,42	15,02±5,79 (14,8)	20	7,02-25,19	13,92±4,67 (13,1)	39	5,35-30,42	14,45±5,21 (14,3)	0,518
T3	18	5,25-28,94	13,57±5,44 (12,7)	17	7,37-22,56	12,52±4,58 (11,1)	35	5,25-28,94	13,06±5 (11,9)	0,531
p²			0,000*			0,000*				
T0-T1 p³			0,000*			0,000*				
T0-T2 p³			0,000*			0,000*				
T0-T3 p³			0,000*			0,000*				
T1-T2 p³			0,629			0,067				

Tablo 29: Gruplara göre olguların Lökosit (K/uL) düzeylerinin değişimi(devam)

T1-T3 p^3	0,372	0,523
T2-T3 p^3	0,008*	0,005*

¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test ³Wilcoxon Sign Test * $p<0.05$
T₀= Preoperatif, T₁= Postoperatif 1. Gün, T₂= Postoperatif 2. Gün, T₃= Postoperatif 3.Gün

Olguların gruplara göre lökosit (White Blood Cell, WBC) (K/uL) düzeyleri Tablo 29’da gösterilmektedir. Gruplar arasında, Grup 1’in T1 düzeyi WBC değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p:0.037$; $p<0.05$). T0, T2 ve T3 WBC düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda hem Grup 1 hem de Grp 2’de; T0 WBC değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen artış ve T2 WBC değerlerine göre T3 düzeyinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 30. Gruplara göre olguların Trombosit (K/uL) değerlerinin değişimi

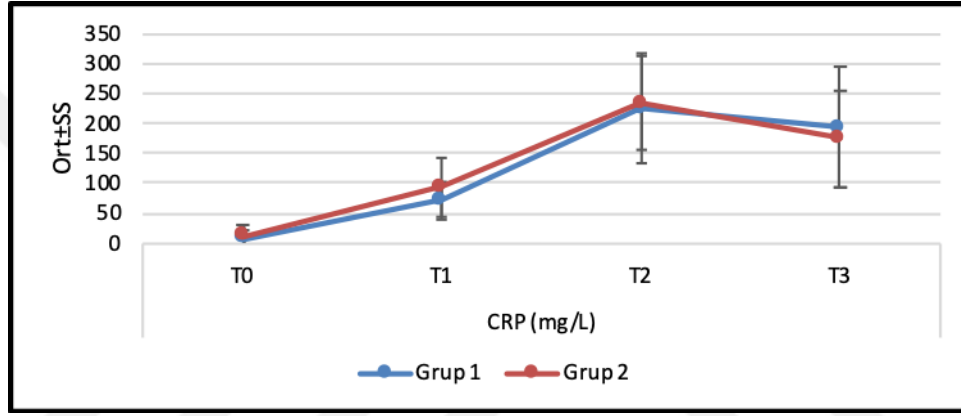
Trombosit (K/uL)	Grup 1			Grup 2			Total			p^1
	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	N	Min-Max	Ort±SS	
T0	20	139-328	237,1±57,69	20	129-397	240,4±74,71	40	129-397	238,75±65,91	0,877
T1	20	50-275	140,5±51,78	20	80-349	175,25±68,92	40	50-349	157,88±62,69	0,079
T2	19	33-277	132,42±52,68	20	89-336	176,25±61,96	39	33-336	154,9±61,05	0,023*
T3	18	50-269	133,94±55,42	17	69-471	192,53±93,75	35	50-471	162,4±80,96	0,030*
p^2			0,000*			0,001*				
T0-T1 p^3			0,000*			0,004*				
T0-T2 p^3			0,000*			0,003*				
T0-T3 p^3			0,000*			0,143				
T1-T2 p^3			0,289			1,000				
T1-T3 p^3			1,000			1,000				
T2-T3 p^3			1,000			0,877				

¹Student t Test ²Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ³Bonferroni Test * $p<0.05$
T₀= Preoperatif, T₁= Postoperatif 1. Gün, T₂= Postoperatif 2. Gün, T₃= Postoperatif 3.Gün

Olguların gruplara göre trombosit (K/uL) düzeyleri Tablo 30’da gösterilmektedir. Gruplar arasında, T0 ve T1 trombosit değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Grup 1’in hem T2 hem de T3 trombosit değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (Sırasıyla $p:0.023$; $p<0.05$ ve $p:0.030$; $p<0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; T0 trombosit değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen düşüşler ile Grup 2’de; T0 trombosit değerlerine göre T1 ve T2 düzeylerinde görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Olguların gruplara göre C Reaktif Protein (CRP) (mg/L) düzeylerinin değişimi Şekil 4’de gösterilmektedir. Gruplar arasında, takip edilen T0, T1, T2 ve T3 zaman dilimlerinde CRP değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

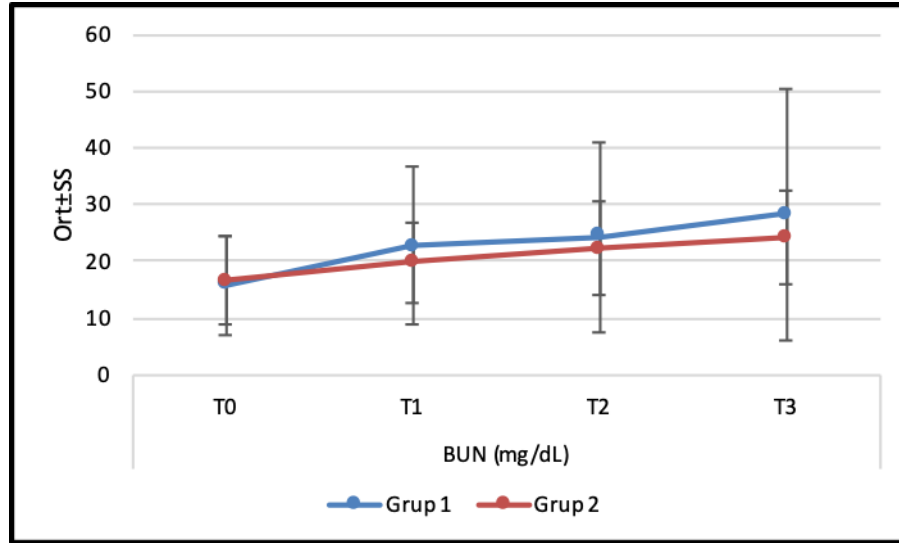


Şekil 4. Gruplara göre olguların CRP (mg/L) düzeylerinin değişimi

Grup içi karşılaştırmalarda hem Grup 1 hem de Grup 2’de; T0 CRP değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar, T1 CRP değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar ve T2 CRP değerlerine göre T3 düzeyinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

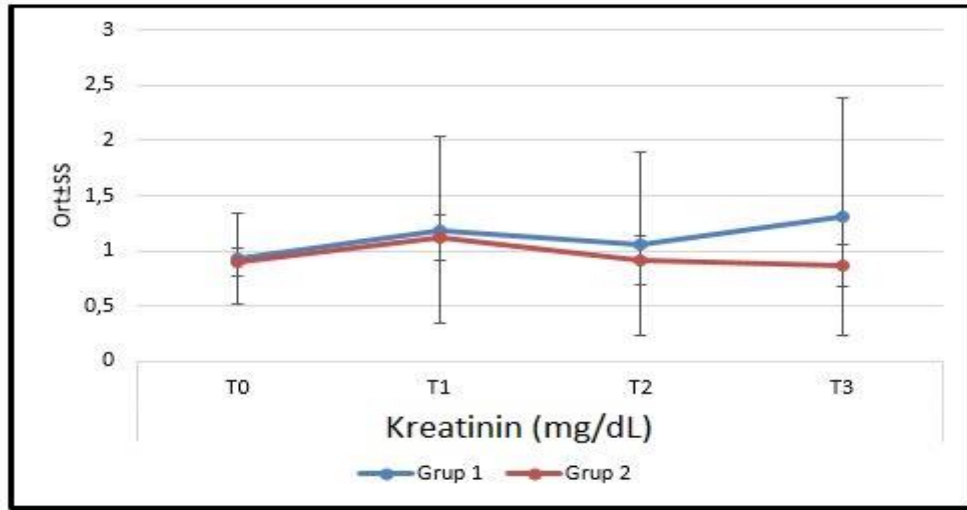
Olguların kan üre nitrojen (Blood Urea Nitrogen, BUN) (mg/dL) düzeyleri değişimi Şekil 5’de gösterilmektedir. Gruplar arasında, takip edilen T0, T1, T2 ve T3 zaman dilimlerinde BUN değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda hem Grup 1 hem de Grup 2’de; T0 BUN değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Takip edilen diğer ölçümlerde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 5. Gruplara Göre Olguların BUN (mg/dL) Düzeylerinin Değişimi

Gruplara göre olguların Kreatinin (mg/dL) düzeylerinin değişimi Şekil 6’da gösterilmektedir. Gruplar arasında T0, T1, T2 ve T3 kreatin düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

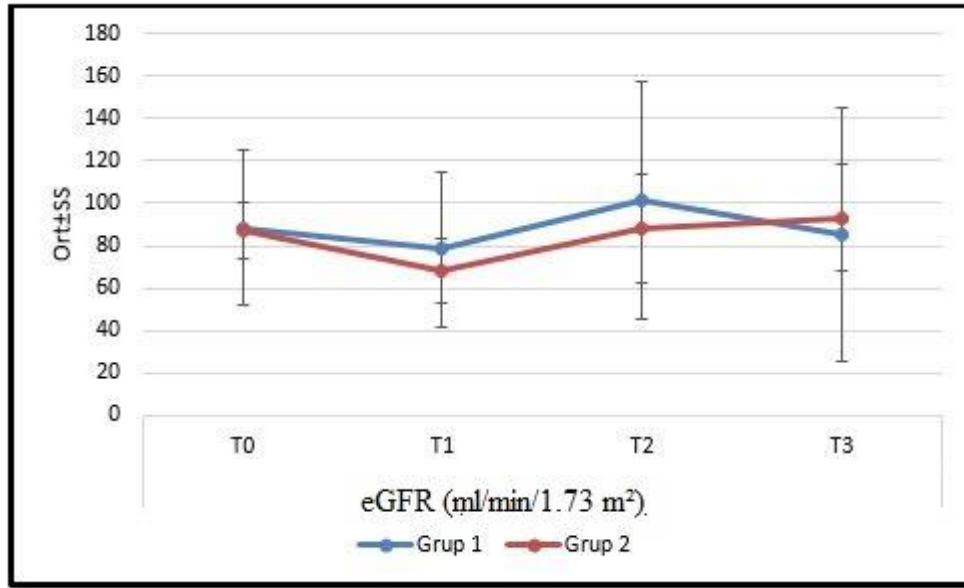


Şekil 6. Gruplara göre olguların Kreatinin (mg/dL) düzeylerinin değişimi

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; T0 kreatinin değerlerine göre T1 düzeyinde görülen artış anlamlı bulunurken ($p<0.05$), T2 ve T3 düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T1 kreatin değerlerine göre T2 düzeyinde görülen düşüş anlamlıyken ($p<0.05$), T1’e göre T3 düzeylerinde görülen değişimler ile T2 değerlerine göre T3 düzeyinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Grup 2’de; T0

kreatinin değerlerine göre T1 düzeyinde görülen artış anlamlı bulunurken ($p<0.05$), T2 ve T3 düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T1 kreatin değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen düşüşler ile T2 kreatinin değerlerine göre T3 düzeyinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Gruplara göre olguların Glomerular Filtrasyon Hızı tahmini için; Glomerüler Filtrasyon Hızı = $186 * \text{SerumKreat}^{-1.154} * \text{Yaş}^{-0.203} * \text{Cinsiyet} * \text{İrk}$ (Formül ve Hesaplamalar - Türk Nefroloji Derneği, t.y.) formülü kullanılarak hesaplanan eGFR (Estimated Glomerular Filtration Rate) (ml/min/1.73 m²) değerlerinin değişimi Şekil 7’de gösterilmektedir. Gruplar arasında T0, T1, T2 ve T3 eGFR düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).



Şekil 7. Gruplara Göre Olguların eGFR (ml/min/1.73 m²) Düzeylerinin Değişimi

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; T0 eGFR değerlerine göre T1 düzeyinde görülen düşüş anlamlıyken ($p<0.05$), T2 ve T3 düzeylerinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T1 eGFR değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen değişimler ile T2 eGFR değerlerine göre T3 düzeyinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Grup 2’de; T0 eGFR değerlerine göre T1 düzeyinde görülen düşüş anlamlı bulunurken ($p<0.05$), T2 ve T3 düzeyinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T1 eGFR değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar

istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). T2 eGFR değerlerine göre T3 düzeyinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 31. Gruplara göre olguların SGOT (U/L) düzeylerinin değişimi

SGOT (U/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T0	19	8-47	21,47±11,03 (17)	20	12-116	28,75±28,78 (16,5)	39	8-116	25,21±22,03 (17)	0,682
T1	19	14-3254	340,11±732,75 (120)	20	41-230	88,6±55,98 (66)	39	14-3254	211,13±521,65 (85)	0,103
T2	16	12-2266	315,44±603,75 (110)	12	25-126	65,25±36,79 (47)	28	12-2266	208,21±467,93 (65)	0,090
T3	10	16-852	179,1±267,69 (65)	9	23-76	38,22±16,12 (33)	19	16-852	112,37±202,89 (44)	0,111
p²			0,000*			0,001*				
T0-T1 p³			0,000*			0,001*				
T0-T2 p³			0,001*			0,015*				
T0-T3 p³			0,015*			0,374				
T1-T2 p³			0,044*			0,002*				
T1-T3 p³			0,005*			0,011*				
T2-T3 p³			0,005*			0,021*				

¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test ³Wilcoxon Sign Test * $p<0.05$ SGOT= Serum Glutamik Oksaloasetik Transaminaz
T₀= Preoperatif, T₁= Postoperatif 1. Gün, T₂= Postoperatif 2. Gün, T₃= Postoperatif 3. Gün

Gruplara göre olguların Aspartat Aminotransferaz (AST) olarak da bilinen Serum Glutamik Oksaloasetik Transaminaz (SGOT) (U/L) düzeylerinin değişimi Tablo 31’de gösterilmektedir. Preoperatif değerler T0, Postop 1. gün T1, Postop 2. gün T2 ve Postop 3. gün T3 değerleri olarak kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Gruplar arasında T0, T1, T2 ve T3 SGOT değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de; T0 SGOT değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar ile T1 SGOT değerlerine göre T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). T2 SGOT değerlerine göre T3 düzeyinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup 2’de; T0 SGOT değerlerine göre T1 ve T2 düzeylerinde görülen artışlar anlamlıyken ($p<0.05$), T3 düzeyinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T1 SGOT değerlerine göre T2 ve T3

düzeylerinde görülen düşüşler ile T2 SGOT değerlerine göre T3 düzeyinde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 32. Gruplara göre olguların SGPT (U/L) düzeylerinin değişimi

SGPT (U/L)	Grup 1			Grup 2			Total			p ¹
	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	N	Min-Max	Ort±SS (medyan)	
T0	19	6-50	19,63±10,78 (16)	20	10-69	22,45±15,55 (16,5)	39	6-69	21,08±13,34 (16)	0,564
T1	19	19-1478	144,63±332,39 (34)	20	11-61	24,15±11,74 (22)	39	11-1478	82,85±236,91 (27)	0,001*
T2	16	16-402	66,44±93,55 (36)	12	10-28	20,25±6,3 (20,5)	28	10-402	46,64±73,62 (27)	0,001*
T3	10	12-183	40,7±50,96 (25)	9	11-39	22,56±10,09 (20)	19	11-183	32,11±37,82 (21)	0,438
p ²			0,000*			0,991				
T0-T1 p ³			0,001*			-				
T0-T2 p ³			0,002*			-				
T0-T3 p ³			0,285			-				
T1-T2 p ³			0,312			-				
T1-T3 p ³			0,005*			-				
T2-T3 p ³			0,005*			-				

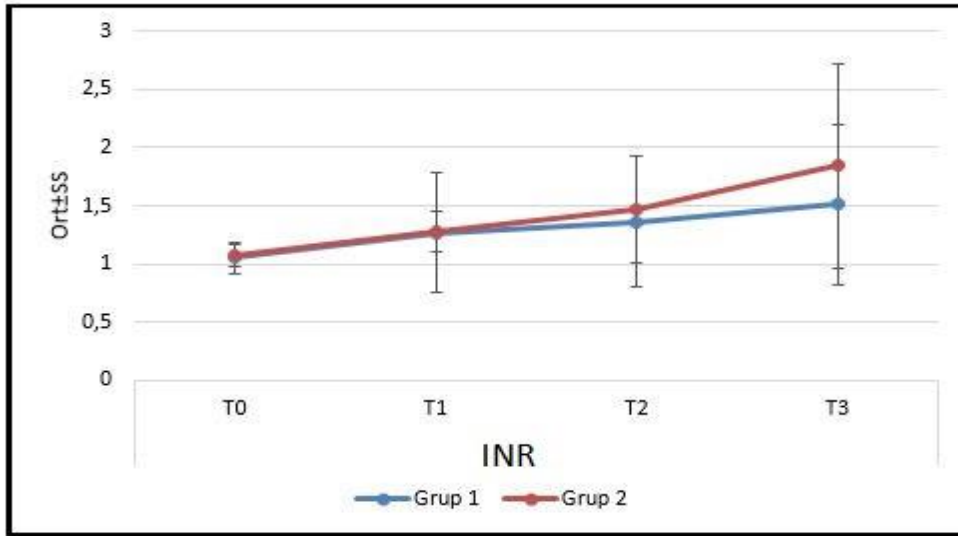
¹Mann Whitney U Test ²Friedman Test ³Wilcoxon Sign Test * $p<0.05$ SGPT= Serum Glutamik Piruvik Transaminaz
T₀= Preoperatif, T₁= Postoperatif 1. Gün, T₂= Postoperatif 2. Gün, T₃= Postoperatif 3. Gün

Gruplara göre olguların Alanin Aminotransferaz (ALT) olarak da isimlendirilen Serum Glutamik Piruvik Transaminaz (SGPT) (U/L) düzeylerinin değişimi Tablo 32’de gösterilmektedir. Preoperatif değerler T0, Postop 1. gün T1, Postop 2. gün T2 ve Postop 3. gün T3 değerleri olarak kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Gruplar arasında, Grup 1’in hem T1 hem de T2 takiplerinde SGPT (ALT) değerleri, Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (Sırasıyla $p:0.001$; $p<0.05$ ve $p:0.001$; $p<0.05$). T0 ve T3 zaman dilimlerindeki SGPT değerleri açısından ise her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Grup içi karşılaştırmalarında Grup 1’de; T0 SGPT değerlerine göre T1 ve T2 düzeylerinde görülen artışlar anlamlıyken ($p<0.05$), T3 düzeyinde görülen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). T1 SGPT değerlerine göre T2 düzeyinde görülen değişimler anlamlı bulunmazken ($p>0.05$), hem T1 hem de T2 SGPT değerlerine göre T3 düzeyinde görülen

düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup 2’de; T0, T1, T2 ve T3 SGPT düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Uluslararası normalleştirilmiş oran (INR), K vitamini antagonistleri (VKA) alan hastaların takipleri için tercih edilen bir testtir. Kanama riskini veya hastaların pıhtılaşma durumunu değerlendirmek için de kullanılabilir. Oral antikoagülan alan hastaların, VKA dozlarını ayarlamak için INR’yi izlemeleri gerekir, çünkü bunlar hastalar arasında değişir. INR, hastanın PT’sinin kontrol PT’sine oranı olarak hesaplanan protrombin zamanından (PT) elde edilir. Olguların INR (International Normalized Ratio) düzeyleri Şekil 8’de gösterilmektedir. Gruplar arasında T0, T1, T2 ve T3 INR düzeyleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).



Şekil 8. Gruplara göre olguların INR düzeylerinin değerlendirilmesi

Grup içi karşılaştırmalarda hem Grup 1 hem de Grup 2’de; T0 INR değerlerine göre T1, T2 ve T3 düzeylerinde görülen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Grup 2’de; T1 INR değerlerine göre T3 düzeylerinde görülen artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Açık kalp cerrahisinde KPB sırasında pompaya venöz kan dönüşü ya sadece sifon yer çekimi kuvveti ile sağlanır ya da ilave yardımcı venöz dönüş teknikleri kullanılır. Venöz kan dönüşünü arttırmak için sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan vakum yardımcı venöz dönüş yönteminde, bir vakum kaynağı ve regülatörü ile venöz rezervuar içinde negatif basınç oluşturulur. Bu yöntemin kalp cerrahisindeki temel kullanım amacı, yerçekimi sifon etkisinin yetersiz olduğu durumlarda hastanın pompaya venöz dönüşünü artırmaktır (Durandy, 2013). VAVD, ilk olarak 1958 yılında tanımlanmış fakat 1990'ların sonlarında kullanılmaya başlanmıştır (Willcox, 2013). Günümüzde de KPB sırasında VAVD uygulaması güvenli bir şekilde ve yaygın olarak kullanılmaktadır (Gambino vd., 2015; Goksedef vd., 2012).

Bu tez çalışmasında retrospektif olarak, KPB'da vakum destek kullanılan robotik ve minimal invaziv açık kalp cerrahisi vakaları ile KPB'da geleneksel sifon yerçekimi yöntemi uygulanan açık kalp cerrahisi vakaları karşılaştırılmıştır. Hastaların demografik verileri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Fakat vakum destek uygulanan grup 1'de kadın cinsiyet oranının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızda, BMI'ler karşılaştırıldığında, VAVD uygulanan grupta BMI değerleri daha düşük bulunmuştur. Murai ve arkadaşları ise, VAVD uyguladıkları hastalarda vücut yüzey alanlarının (BSA), VAVD uygulanmayan hastalara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve çalışmacılar bu sistemin yüksek BSA'lı hastalarda daha gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Murai vd., 2005).

Çalışmamızda gruplar arasında Euroscore risk puanları, preoperatif ritim ve ek hastalıklardan Diyabetes Mellitus görülme oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Fakat Grup 2'de Grup 1'e göre hem daha yüksek oranda hipertansiyon görülmüş hem de hastaların EF değerleri daha düşük saptanmıştır. Her iki grubun hasta dağılımı değerlendirildiğinde, bu durum, Grup 2'deki İskemik Kalp Hastalığı tanısı olan hastaların çoğunlukta olması ile açıklanabilir.

Çalışmamızda Grup 1'deki Robotik cerrahi vakalarında, miyokardiyal koruma ve kardiyak arrest sağlamak amacıyla rutin olarak Custodiol kullanılmıştır. Bu operasyonlarda Custodiol, özellikle tek doz uygulamada iki saatten fazla miyokard koruması ve kardiyak arrest sağlama avantajları nedeniyle tercih edilmektedir (Braathen vd., 2011). Grup 2'de ise genel olarak hastane rutin

cerrahi prosedürü olan kan kardiyoplejisi tercih edilmiş Custodiol sadece bir hastada kullanılmıştır.

Gruplar arasında aortik klemp süreleri açısından istatistiksel olarak bir farklılık olmamış fakat robotik cerrahi uygulanan grubun pompa süresi istatistiksel olarak anlamlı yüksek saptanmıştır. Literatürde KPB sürelerindeki uzunluğun, cerrahi ekibin, robotik ve minimal invaziv cerrahideki öğrenme ve deneyimlenme sürecine bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Marin Cuartas vd., 2017). Gruplar arasında, aortik klemp sonrası defibrilasyon, peroperatif ve postoperatif inotrop ihtiyacı açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Aortik klemp sonrası Grup 1’de 4, Grup 2’de ise 1 hastada geçici pacemaker ihtiyacı olmuş, postoperatif dönemde ise Grup 1 hastalarından 3’ünde, Grup 2’de ise 1 hastada pacemaker ihtiyacı devam etmiştir.

Çalışmamızda gruplar arasında KPB süresinde, OAB ve pompa akımı (flow) düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Grup içi karşılaştırmalarda Grup 1’de, T1 pompa akımında T2’ye göre görülen anlamlı düşüş KPB uygulaması sırasındaki soğuma, T3 ve T4 deki yükseliş ise yeniden ısınma dönemi ile paralellik göstermektedir. Grupların operasyon süresindeki farklılıklar nedeniyle, T3’te ısı değerleri, Grup 1’de Grup 2’den istatistiksel anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Grup 1 hastalarının ortalama pompa sürelerinin daha uzun olması ve T3 zaman diliminin genelde kros klemp zamanına, Grup 2 hastalarında ise T3’ün yeniden ısınma dönemine denk gelmesi bu durumu açıklamaktadır.

Gruplar arasında KPB sırasında oksijen mikserinden (gaz blender) geçen gaz (lt/dk) düzeyleri, KPB 1. ve 2. saatlerinde Grup 1 hastalarında daha düşük olarak saptanmıştır. Grup 1, T3 ve T4 zamanlarındaki istatistiksel anlamlı olmadan görülen artışlar, robotik vakalarda daha sık görülen, pompa kan gazındaki PaCO₂ artışını düzeltmek ve yeniden ayarlamak için gaz akım miktarının arttırılması şeklinde açıklanabilir. Çalışmamızda Grup 1’in KPB 1. saatteki PaCO₂ değerleri, Grup 2’den istatistiksel anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır. Bu yükseklik, Grup 1 robotik cerrahi vakalarındaki teknik ile ilişkilendirilmiştir. Docking denen robot kolları ile kamera sisteminin hastaya birleştirilmesi işlemi sırasında ve sonrasında cerrahi sahadan daha iyi robot kamera görüntüsü sağlanması ve robot enstrümanlarının daha rahat hareket etmesi için mediastinal boşluğa karbondioksit gazı gönderilmektedir. Karbondioksit gazı da atriyaotomi sonrası venöz hat yoluyla veya intrakardiyak ventlerle oksijenatöre aspire edilmektedir. Cerrahi sırasında dokular aracılığıyla kana emilen karbondioksit, PaCO₂ değerlerini yükseltmektedir.

Svenarud ve arkadaşları çalışmalarında, intrakardiyak hava çıkartmak için kullanılan ve venöz rezervuara emilen CO₂ gazının arteriyel kan gazında PaCO₂ seviyesinde artışa neden olduğunu ve bu emilimin en aza indirilmesi için oksijenatörün ventilasyon ayarlarının arttırılması gerektiğini belirtmişlerdir (Svenarud vd., 2003). O'Connor ve arkadaşları da, sundukları vaka raporunda masif hava embolisi riskini önlemek için, cerrahi alana karbondioksit verilmesiyle oluşan hiperkarbi sorununu bildirmişlerdir (O'Connor vd., 1998). Koçyiğit ve arkadaşları, açık kalp cerrahisinde hava embolisinden korunmak amacıyla kardiyotorasik alana uyguladıkları lokal CO₂ insüflasyonu sırasında, CO₂'nin kardiyak aspiratörle KPB rezervuarına çekilmesi veya dokular aracılığıyla emilerek kana diffüze olması sonucu oluşan etkileri araştırmışlar ve kan gazında PaCO₂ artışı ile asidoz eğilimi tesbit etmişlerdir (Koçyiğit vd., 2016). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde Grup 1'de Grup 2'ye göre pompa akımı aynı ve PaO₂ yüksek olmasına rağmen pH, baz açığı (mmol/L) ve NaHCO₃'ün daha düşük olarak saptanması bu tespiti doğrulamaktadır. Kliniğimizde bu yüksek PaCO₂ seviyesinin kan gazı sonucuna göre düzenlenmesi gaz blender üzerinden süpürme gazı akışını arttırarak yapılmaktadır. Literatürde bu gibi durumlar için daha sık kan gazı kontrolü veya sürekli kan gazı monitörizasyonu kullanımı da önerilmektedir (J.-L. Wang vd., 2009). Bir çalışmada kan gazı parametrelerinin yorumlanmasında, kan gazı değerlendirilmesinde kullanılan Alfa-stat veya PH-stat çalışma stratejisinin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Nadolny & Svensson, 2000).

KPB'de Grup 1'in T1, T2 ve T3'teki laktat değerleri, Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Literatürde kalp cerrahisi geçiren hastalarda laktat artışlarının nedenleri; ileri yaş, düşük EF, yüksek EuroSCORE değerleri, kadın cinsiyet, hipoksi, perfüzyon bozukluğu veya yetmezliği, düşük hemoglobin ve yüksek kan şekeri değerleri olarak belirtilmektedir (Zekiye, 2018). Grup 2 vakalarında T2 zaman dilimi yeniden ısınma periyodu başlangıcıdır ve ısınan dokulardaki fazla O₂ tüketimine bağlı olarak PaO₂ değeri daha düşük ve laktat daha yüksek saptanmıştır. Böylece bulgularımız literatürle uyumlu bulunmuştur. KPB sırasında O₂ tüketimi, sıcaklıktaki her 7 °C'lik azalma karşısında yaklaşık olarak %50 oranında azalır. KPB sırasındaki ısı değişimleri oksijen-hemoglobin ayrışma eğrisindeki (Oksihemoglobin dissosiasyon eğrisi) sağa ve sola kaymalara neden olabilir. Oksijenlenen hemoglobin ile PaO₂ arasındaki ilişki yani hemoglobinin oksijen ile olan ilişkileri oksihemoglobin dissosiasyon (OHD) eğrisi veya oksijen-hemoglobin doyma eğrisi ile tanımlanır. Bu eğri oluşan oksihemoglobin miktarı ile kanın maruz kaldığı oksijen basıncı arasındaki ilişkiyi verir. Düşük sıcaklıklarda hemoglobinin oksijeni taşıma yeteneği daha yüksek olurken, oksijenin

kullanılabilirliği azalır böylece ayrışma eğrisi sol tarafa kayar. Soğuma ile metabolik hızda görülen düşüş, dokuların oksijen ihtiyacı ve kullanılabilirliği arasındaki dengeyi korur. Daha yüksek sıcaklıklarda ise tersi olur ve oksihemoglobin ayrışma eğrisi sağa kayar (Ghosh vd., 2009).

Grup 1, KPB 15.dk potasyum ile kalsiyum değerleri Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur. Bu durum, Grup 1 hastalarında kullanılan Custadiol'un düşük sodyum, potasyum ve kalsiyum oranlarına sahip olması yanında kan kardiyoplejisinde kullanılan yüksek potasyum (35 mEq/l) miktarı nedeniyle Grup 2 hastalarında daha yüksek K değerlerinin görülmesi ile açıklanabilir. Yine Grup 1'de KPB 15.dk ve 1. saatteki pH, NaHCO_3 ve baz açığı Grup 2'den istatistiksel anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Literatürde de, KPB sırasında Custadiol (HTK: Histidin-Triptofan-Ketoglutarat) kullanımının sıvı elektrolit dengesi, pH, NaHCO_3 ve baz açığı değerleri üzerine etkili olduğunu bildiren çalışmalar vardır (Stammers vd., 2017a). Lindner ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, Custadiol kullanılan hastalarda serum sodyum seviyelerinde düşüşler görüldüğü ve metabolik asidoz meydana geldiği belirtilmektedir. Araştırmacılar, sodyum düşüşlerinin, solüsyon uygulanması sonrasında oluşan ekstra hemodilüsyona bağlı olduğunu ancak osmolarite oranında bir değişiklik olmadığını saptamışlardır (Lindner vd., 2012). Literatüre benzer şekilde çalışmamızda Grup 1'in KPB takiplerindeki sodyum değerleri, Grup 2'den düşük bulunmuştur. Bizim çalışmamızda her iki grup arasında ventilatör süresi ile yoğun bakım ve hastane kalış süreleri arasında fark saptanmamıştır ama bu konuda literatürde, Custadiol kullanımının kan kardiyoplejisine kıyasla, oluşan aşırı hemodilüsyona bağlı kan kullanımını, yoğun bakım ve hastanede kalış sürelerini arttırdığını bildiren çalışmalar vardır (Günday & Bingöl, 2014).

Farklı kardiyopleji çeşitlerinin karşılaştırılmasıyla (4-1 kan-kristeloit, Del-Nido, Custadiol, Micro Pleji) ilgili bir çalışmada, özellikle Custadiol (2000 ml) kullanımı sonucu intraoperatif hemodilüsyon ve ultrafiltrasyon kullanım oranı yüksekliği de bildirilmiştir. Aynı çalışmada uygulanan kristalloid kardiyopleji çözeltisinin hacmine bağlı olarak değişkenlik gösteren hematokrit oranları da görülmüştür (Stammers vd., 2017a). Çalışmamızda Custadiol kullanımına bağlı olarak hemofiltrasyon kullanım ihtiyacı olmamış ve gruplar arasında toplam volüm, pompa dengesi gibi değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.

KPB'a bağlı hemogram değerleri, başta cerrahi kanamayla oluşan kan kaybı veya KPB'a bağlı hemodilüsyonla ve kanın yabancı yüzey teması ile baypas sırasındaki non-pulsatil akım nedeniyle

oluşan enflamatuvar yanıtla orantılı olarak değişmektedir (Amaç vd., 2021). Çalışmamızda KPB sırasında gruplar arasında takip edilen zaman süresince hemoglobin ve hematokrit düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken, hemogram değerlerinde Grup 1'in hem T1 hemoglobin değerleri hem de T1 ve T2 hematokrit değerleri, Grup 2'den anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. İlave olarak, toplam pompa balansı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen, Grup 1 de KPB sırasında uygulanan VAVD ve Cell-Saver kullanımının sonucu pompa sonrası KPB devresinde kalan kan volümü, Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Grup 1 olgularının %70'inde, uygulanan cerrahi tekniklerde oluşabilecek komplikasyon veya yaralanma risklerinin yüksekliğine bağlı kanama olasılıkları açısından operasyon sırasında Cell-Saver kullanılmış, geleneksel KPB uygulanan Grup 2'de ise hiç kullanılmamıştır. Grup 1'de operasyon sonunda pompa hatlarında ve oksijenatörde kalan pompa kan volümü, ototransfüzyon cihazında işlenerek hastaya geri kazandırılmış, böylece pompada kan kullanım miktarı minimize edilmiştir. Literatürde KPB sırasında kullanılan Cell-Saver yöntemi sayesinde hemoglobin ve hematokrit seviyelerinde iyileşme görüldüğü bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda artan ototransfüzasyon hacmiyle orantılı olarak geri dönen daha yüksek hematokrit değişiklikleri olduğu gösterilmektedir (Scrascia vd., 2012; Stasko vd., 2017). Ayrıca Grup 1 hastalarında KPB sırasında VAVD kullanımı, operasyon sırasında cerrahi alanda daha iyi görüş ve kuru bir alan da sağlar, daha yüksek venöz geri dönüş sunarak hastalara daha az volüm yüklenmesi ve hatta operasyon sırasındaki aspirasyonda azalmaya yardımcı olur (Banbury vd., 2003). Cerrahi alan aspirasyonunun azalması da dolaylı olarak şekilli kan elemanlarının daha az travmatize olmasına, dolayısı ile kan ve kan ürünlerinin kullanımının azalmasına da yardımcıdır.

Açık kalp cerrahisinde kan ve kan ürünlerinin kullanımının mortalite oranlarını arttırdığı bilinmektedir (Shaw vd., 2014). Günümüzde kan kullanımını en aza indirmek için kılavuzlarda yer alan diğer yöntemlerle birlikte seçilmiş durumlarda Cell-Saver sistemi kullanılmaktadır (Ferraris vd., 2011). Literatürde, açık kalp cerrahisinde Cell-Saver kullanımının olumlu, olumsuz yönlerini belirten çok sayıda çalışma mevcuttur. Klein ve arkadaşları kardiyak cerrahide yaptıkları çalışmalarında, Cell-Saver'ı operasyonun başından sonuna kadar ve pompada kalan artık kanı da dahil ederek kullanmışlardır. Çalışmada artık pompa kanının Cell-Saver'da işlenip hastaya geri verilmesinin hastanın hematokritini artırdığı fakat plazma ve trombositlerin azalmasına neden olduğu vurgulanmıştır. Çalışmacılar primer ve acil kalp cerrahisi dışında Cell-Saver'ın rutin kullanımının kan ve kan ürünü kullanımını azaltmadığını, üstelik kontrol grubuna

kıyasla daha maliyetli olduğunu bildirmişlerdir (Klein vd., 2008). Frank ve meslektaşları yakın tarihli bir çalışmada, doğru ve uygun vakalarda Cell-Saver kullanılarak yapılan hücre korumanın, allojenik kan transfüzyon gereksinimini ve bunun getirdiği riskler ile yarattığı maliyetleri azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca daha önce depolanmış banka kanının olumsuz etkilerine maruz kalma ihtimalini önlediği için otolog kan kalitesinin yüksek olduğunu, eritrosit alloimmünizasyonu ve kan nakline bağlı bulaşıcı hastalıklar açısından daha az riskli olduğunu bildirmişlerdir (Frank vd., 2020). Çalışmamızda Grup 1 hastalarında Cell-Saver uygulamaları nedeniyle ortalama 1050 ml otolog kan kullanılmıştır.

Kanama riski yüksek kardiyak cerrahi vakalarda kullanılan Cell-Saver sistemi, fibrinoliz aktivasyonu ve daha düşük fibrinoliz inhibitasyonu ile trombin oluşumunu indükleyerek kanama pıhtılaşma mekanizmasını negatif yönde etkileyen çalışmalar vardır (Scrascia vd., 2012; Shen vd., 2016). Farklı bir çalışmada ise, Muraki ve arkadaşları minimal invaziv açık kalp cerrahisi vakalarında Cell-Saver kullanımını bu vakalarda hemostaz için faydalı bulmuşlar ve postoperatif TDP tüketiminde azalma tesbit etmişlerdir (Muraki vd., 2019). Çalışmamızda gruplar arasında peroperatif ve postoperatif dönemde kullanılan kan ve kan ürünleri karşılaştırıldığında; eritrosit süspansyonu (ES), trombosit süspansyonu ve taze donmuş plazma (TDP) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu konuda literatürde VAVD uygulanan hastaların peroperatif ve postoperatif hematokrit değerlerinin daha yüksek görüldüğü ve daha az sayıda kan ürünü kullanıldığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Banbury vd., 2003; Bevilacqua vd., 2002; S. T. Chalegre vd., 2011; Gao vd., 2019). Bevilacqua ve arkadaşları, VAVD uygulamasının yerçekimi drenajı ile karşılaştırıldığında, organ perfüzyonu ve hemoliz açısından daha iyi sonuçlar verdiğini ayrıca trombosit tüketimini azalttığını bildirmişlerdir (Bevilacqua vd., 2002). Yine Banbury ve arkadaşları, VAVD tekniğinin KPB sırası ve sonrasında daha yüksek postoperatif hematokrit değerleri sağladığını ve daha az kan ve kan ürününe ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir (Banbury vd., 2003). Benzer bir çalışmada, KPB sırasında yapılan Cell-Saver işleminin trombosit sayılarını azalttığı, pıhtı oluşum süresini uzattığı ve maksimum pıhtı sıklığının daha az olduğunu bildirmişlerdir (Campbell vd., 2012). Başka bir çalışmadaki mevcut veriler Cell-Saver kullanımının açık kalp cerrahisi için allojenik kan ürünleri veya RBC transfüzyonunu azalttığını gösterirken, KPB sırasında kardiyotomi emme kanının sadece Cell-Saver ile işlenmesinin hücre korunması üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ve taze donmuş plazma kullanımını arttırdığını bildirmişlerdir (G. Wang vd., 2009). Çalışmamızda, Grup 1 hastalarında kullanılan kristoloid kardiyopleji olan Custadiol'ün Grup 2'de kullanılan kan

kardiyoplejisine göre daha fazla hemodilüsyona sebep olmasına rağmen hem kullanılan Cell-Saver cihazının hem de VAVD sisteminin avantajlarından dolayı iki grup arasında hem hemoglobin ve hematokrit değerlerinde hem de kan ve kan ürünü kullanımı yönünden istatistiksel anlamlı bir fark görülmediği kanaatindeyiz.

Gruplar arasında lökosit düzeyleri değerleri açısından Grup 1'in postoperatif 1. gündeki lökosit değerleri Grup 2'den anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Lökosit değerleri için Amaç ve Kabalcı'nın yapmış oldukları çalışmalarda KPB süreleri daha uzun olan ve buna bağlı olarak inflamatuvar yanıtta daha uzun süre maruz kalan hastalarda, sonuçlar bizim çalışmamıza benzer bir şekilde yüksek çıkmıştır (Amaç vd., 2021; Kabalcı, 2019). Her iki grupta da preoperatif ve postoperatif 1. gün trombosit düzeyleri değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamasına rağmen Grup 1'in trombosit değerlerinin postoperatif 2. ve 3. günde istatistiksel anlamlı düzeyde düştüğü saptanmıştır.

VAVD uygulaması sırasında hemoliz oluşumunu değerlendirmek amacıyla serbest hemoglobin düzeylerine bakılan bir literatürde, KPB başlangıcından 1 saat sonra sifon yerçekimi grubuna kıyasla serbest hemoglobin daha yüksek bulunmuştur. Gruplar arasında mortalite ve morbidite açısından anlamlı fark görülme de olası bir hemoliz ve emboli riski bildirilmiştir (Kiyama vd., 2003). Çalışmamızda, Grup 1'de 2 vakada, Grup 2' de ise 4 vakada hemoliz görülmüştür. Vakum uygulanan Grup 1 hastalarında KPB sırasındaki ortalama negatif basınç -40 mmHg'dir. Bu sebeple yüksek negatif basıncın neden olabileceği hemolizden etkilenilmemiştir. Göksedef ve arkadaşları, 3 farklı gruba ayırdıkları yerçekiminin sifon etkisini, -40 ve -80 mmHg basınçla VAVD uygulanan hastalarda karşılaştırmışlar ve -40 mmHg'dan yüksek negatif basınç uygulamalarının daha fazla hemolize neden olabileceğini söylemişlerdir (Göksedef vd., 2012). Pediatrik hastalarda yapılan başka bir çalışmada ise, 4 farklı basınçlı (20-30-40-60 mmHg) VAVD uygulaması karşılaştırılarak hemoliz dereceleri değerlendirilmiş ve 60 mmHg'ye kadar tüm basınçların benzer sonuçlar verdiği bildirilerek bu basınç düzeylerinin güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (Kwak vd., 2017).

Mueller ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, vakum uygulanan grupta lökosit, trombosit, serbest plazma hemoglobin ve laktat dehidrogenaz düzeyi üzerinde anlamlı bir fark görülmediğini bildirmişlerdir (Mueller vd., 2001). Çalışmamızda iki grup arasında CRP açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Her iki grupta da postoperatif CRP değerlerinde artış görülmektedir. Literatürde, interlökinler ve CRP'deki artışların KPB sonucu gelişen sistemik

enflamatuar yanıtı bağılı olduğu bildirilmektedir (Dybdahl vd., 2004; Schulze vd., 2000; Wan vd., 2004).

Gao ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, VAVD kullanılan vakalarda postoperatif BUN ve Kreatin seviyelerinde ve AKI (Acute Kidney Injury, Akut Böbrek Hasarı) oluşumunda bir artış olmadığını bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada araştırmacılar, kan ve kan ürünü kullanımında azalma tespit etmişler, serebrovasküler atak, perioperatif miyokard enfarktüsü, karaciğer yetmezliği ve hastane içi ölüm oranlarında da artış olmadığını bildirmişlerdir (Gao vd., 2019). Bizim çalışmamızda, gruplar arasında BUN (blood urea nitrogen), kreatinin ve eGFR değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Literatürde, Göksedef ve arkadaşları farklı basınç oranlarındaki VAVD uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmada, postoperatif böbrek fonksiyonlarında bir fark görülmediğini ve hastalarda geçici veya kalıcı diyalize gereksinim olmadığını bildirmişlerdir (Göksedef vd., 2012).

Gruplar arasında ventilasyon süresi, YBÜ kalış süresi ve hastane kalış süresi parametreleri değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Göksedef ve arkadaşları, -40mmHg ve -80mmHg basınçla VAVD uyguladıkları vakalarını yerçekimi drenajı ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, postoperatif değişkenlerin, kan kullanımının, entübasyon, yoğun bakım ve hastane kalış süreleri aralarında bir fark görmediklerini bildirmişlerdir (Göksedef vd., 2012). Literatürde, Williams ve arkadaşlarının yaptıkları derleme ve meta-analiz çalışmasında, robotik yöntemle yapılan mitral kapak ameliyatlarının yoğun bakım ve hastane kalış sürelerinin daha kısa, geleneksel yöntemle yapılan vakalarda ise kros klemp ve pompa sürelerinin daha kısa olduğunu bildirmişlerdir (Williams vd., 2022).

Bevilacqua ve arkadaşları, VAVD uygulanan ve uygulanmayan iki grup arasında ameliyat sonrası serbest serum hemoglobin sayısı, hematokrit ya da kırmızı kan hücresi açısından bir fark görememişler fakat operasyondan 24 saat sonrasında vakum uygulanan grupta daha yüksek trombosit değerleri bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada, entübasyon süreleri, postoperatif kanama, kan kullanım oranları ile yakın zamanlı mortalite ve geçici veya kalıcı nörolojik komplikasyon görülme oranlarında bir fark saptanmamıştır (Bevilacqua vd., 2002). Banbury ve arkadaşları da benzer şekilde vakum uygulanan hastalarda daha az kan ve kan ürünü kullanıldığını bildirmişlerdir (Banbury vd., 2003). Bu çalışmalarda INR (International Normalized Ratio) değerlerinden bahsedilmemiştir. Bizim çalışmamızda genel olarak literatürle

benzer sonuçlar çıkmış ve ilave olarak gruplar arasında INR değerlerinde de anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Çalışmamızda KPB’de VAVD uyguladığımız hastaların tamamında periferik kanülasyon, geleneksel yöntemde ise santral kanülasyon uygulanmıştır. Literatürde KPB uygulamalarında santral ve periferik kanülasyon karşılaştırmalarının yapıldığı pek çok çalışma vardır. Klotz ve arkadaşları yaptıkları tek merkezli bir çalışmada, 177 hastada Tip A Akut Aort Diseksiyon operasyonunun, santral veya periferik kanülasyon ile benzer sonuçlarla gerçekleştirildiğini, erken dönem mortalite riskinin kanülasyon yeri ve tekniğinden daha çok hastaların operasyon öncesi hemodinamik ve klinik durumlarıyla bağlantılı olduğunu bildirmişlerdir (Klotz vd., 2015).

Çalışmamızda, gruplar arasında SGOT(AST) değerleri açısından farklılık görülmezken, Grup 1’in postop 1 ve 2. gündeki SGPT(ALT) değerleri Grup 2’den istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Genel olarak her iki grubun peroperatif ve postoperatif değerleri arasındaki farklılık hastaların KPB’ a bağlanması ve buna bağlı olarak gelişen enflamasyon yanıtı, geçici olarak oluşan azalmış hepatik akıma ve hipoksiye bağlıdır (Sabzi & Faraji, 2015). Fakat Grup 1 hastalarında periferik kanülasyon uygulanması ve KPB sürelerinin yüksek olması postop 1 ve 2. günde SGPT(ALT) değerlerinde farklılığa neden olmuştur. Femoral venden gönderilen ve IVC’ye kadar uzanan venöz kanülün, uzayan KPB süresi ile orantılı olarak Hepatik venin ağzını tıkaması veya daraltması ile bu enzimlerin sonucuna etki ettiğini düşünüyoruz. Çalışmamızda periferik kanülasyon yapılan Grup 1 hastalarında, femoral ven ve arter kanülasyonu için cerrah tarafından sağ femoral bölge yaklaşık 3-4 cm’lik oblik bir cilt insizyonu ile hazırlanmış ve kanüller TEE rehberliğinde standart Seldinger kılavuz tel tekniği kullanılarak yerleştirilmiştir. Kanül seçimlerinde tercihler, uygulanacak olan prosedürün çeşidine, hastanın BSA’sına, pompa flow’una ve ultrason yardımıyla önceden hesaplanmış damar çaplarına göre yapılmıştır.

Literatürde femoral venöz kanülasyon komplikasyonları; daha çok uygun olmayan kanül çapı nedeniyle oluşan damar yaralanmaları, diseksiyonlar, psödoanevrizma, arteriyovenöz fistül, ekstremité ödemi, venöz tromboz veya emboli şeklinde görülmektedir (Huang vd., 2021). Akut aort diseksiyonları üzerine yapılmış bir çalışmada, periferik ve merkezi kanülasyon karşılaştırması yapılmış, en yüksek mortalite ve inme oranına femoral arter kanülasyonundan kaynaklanan retrograd serebral embolizasyonların neden olduğu bildirilmiştir. Çalışmacılar, femoral arter yerine daha çok aksiller arter kanülasyonunun tercih edilmesini önermişlerdir (Tiwari

vd., 2010). Lamelas ve arkadaşları ise minimal invaziv kapak cerrahisi için özellikle femoral arter kanülasyonunun bu komplikasyonlar konusundaki endişelere rağmen, kabul edilebilir ve güvenli bir yöntem olduğunu bildirmektedirler (Lamelas vd., 2017). Çalışmamızda Grup 1'den iki hastanın (%5) embolektomi amacıyla tekrar opere edildiği görülmektedir. Bu hastaların birine postoperatif 4.saatte, diğerine ise 4. günde bacakta meydana gelen iskemi nedeniyle embolektomi gereksinimi olmuştur. Bu hastaların her ikisinde de aynı taraflı femoral arter ve ven kanülasyonunun uygulandığı görülmektedir. Bu iki vaka dışında periferik kanülasyon yerleri ile ilgili herhangi bir komplikasyon görülmemiştir. Hendricson ve Glower, femoral arter kanülasyonu ile birlikte ikinci ve daha küçük bir kanül kullanıp KPB süresi boyunca distal ve proksimal olarak bacağı perfüze ederek, güvenli ve düşük maliyetlerle başarılı sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir (Hendrickson & Glower, 1998). Yine Marasco ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma, KPB için femoral arteriyel kanülasyon uygulanan hastalarda, çift yönlü kanüllerin yerleştirilmesi kolay, kullanımının güvenli olduğunu ve bu kanüllerin ekstremitenin distal perfüzyonunu stabil olarak sağladığı göstermektedir (Marasco vd., 2018).

Minimal invaziv kalp cerrahisi sırasında femoral arter kanülasyonunun neden olduğu alt ekstremitte iskemik komplikasyonlarını önlemek için, ultrasonografik değerlendirme ile birlikte NIRS (Near-infrared spectroscopy , Kızılötesi Spektroskopi) monitörizasyonu yararlıdır (Hosono vd., 2021). NIRS kullanarak bölgesel doku oksijenasyonunun takibi, distal perfüzyonu sağlayacak şekilde lümeneye uygun çapta kanül ya da yeni nesil çift yönlü arter kanülü kullanılması veya yan greft dikmek gibi bazı prospektif öneriler de bildirilmiştir. Ayrıca bu hastaların postoperatif dönemde ultrasonografi ile sık distal perfüzyon kontrolü yapılması tavsiye edilmektedir (Hosono vd., 2021; Marasco vd., 2018; Matsui vd., 2006). Çalışmamızda periferik kanülasyon yapılan Grup 1 hastalarında postop dönemde sık sık el dopleri yardımıyla distal perfüzyon kontrolü yapılmıştır.

VAVD kullanımının hastalar üzerinde nörolojik komplikasyonları arttırdığı yönünde tartışmalar da vardır. Willcox ve arkadaşları -60 mm Hg kullanarak VAVD uyguladıkları çalışmalarında, venöz hatta bulunan havanın oksijenatör sonrası arteriyel hatta bulunan 40-µm filtreden sonra görülen ortalama hava embolisi sayısının yerçekimi drenajına oranla 10 kat fazla olduğunu belirtmişlerdir (Willcox vd., 1999). Başka bir çalışmada ise, -40 mm Hg vakum uygulanması durumunda KPB devre bileşenlerinin GME'yi daha düşük pompa flowlarında yok etme yeteneğini istatistiksel olarak azaltmadığını göstermişler ve yüksek vakum seviyeleri ile artan pompa flowlarından kaçınılması gerektiğini bildirmişlerdir (Jones vd., 2002). Farklı bir çalışmada

ise KPB sırasında, sisteme uygulanan yüksek vakum uygulamalarında pompa modülünün hem yüksek flowlarda hemde pulsatil modda çalıştırılmasının arteriyel hatta görünen GME miktarında artışa neden olduğu tespit edilmiştir (S. Wang vd., 2008a). LaPietra ve arkadaşları yaptıkları deneysel bir çalışmada, artırılmış venöz dönüş tekniklerinin, arteriyel filtre kullanımına rağmen hastaya ulaşabilecek önemli miktarda mikrokabarcık oluşumuna neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bu hava embolilerinin temizlenmesine yardımcı olduğunu düşündükleri, VAVD ve artriye pompa olarakta santrifüj pompa başlığı kullanımını, özellikle kinetik venöz drenaj kullanımına karşı önermişlerdir (LaPietra vd., 2000). Carrier ve arkadaşları ise sistemde görülen havaların nörolojik komplikasyonlara ve serebral mikroembolilere neden olma risklerine rağmen VAVD kullanımının hava mikroembolisi ve nörolojik bozukluklar ile ilişkili bir artışa neden olmadığını bildirmişlerdir (Carrier vd., 2002). Chalagre ve arkadaşları da, torasik aort cerrahisi yapılan 4459 hastayı içeren bir çalışmada, periferik ve santral kanülasyona bağlı postoperatif nörolojik sonuçlar bakımından anlamlı bir fark bulamamışlardır (S. Chalegre vd., 2015). Pediyatrik hastalarda, -10 ila -40mmHg basınçta VAVD kullanılarak yapılan bir çalışmada, arteriyel hat filtresi kullanılmamasına rağmen herhangi bir nörolojik komplikasyona rastlanmadığı bildirilmiştir (Nakanishi vd., 2001). Çalışmamızda, her iki grupta da geçici veya kalıcı iskemik inme saptanmamış fakat KPB sırasında vakum sistemi uyguladığımız grupta 3 hastada, vakum uygulanmayan grupta ise 2 hastada postoperatif deliryum belirtileri görülmüştür. Açık kalp cerrahisinde KPB sonrası nörokognitif bozukluklar riskinin yüksek olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda gruplar arasında postoperatif deliryum görülme açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Hiç kuşkusuz açık kalp cerrahisi hem tromboemboli hem de hava embolisi açısından risklidir. Postoperatif nörolojik komplikasyon riski de emboli varlığında artmaktadır. Bu konuda özellikle son dönemde yapılan çalışmalarda emboli tespit cihazlarının kullanılması ve erken dönem sorunların tespit edilmesi önerilmektedir (Lou vd., 2011; S. Wang & Ündar, 2008).

Sonuç olarak; KPB sırasında VAVD, daha yüksek venöz geri dönüş sağlaması sayesinde daha az volüm yüklenmesinin olduğu, cerrahi alanda daha iyi görüş sağlayan ve hatta cerrahi alan aspirasyonunun azalması dolayısı ile kan şekilli elemanlarının daha az travmatize olmasına böylece kan ve kan ürünlerinin kullanımının azaltılmasına yardımcı olan bir yöntemdir. Çalışmamız sonucunda, robotik ve minimal invaziv açık kalp cerrahisinde, -40mmHg'lık vakum ile uygulanan VAVD yönteminin, geleneksel yöntemle venöz drenaj uygulanan açık kalp cerrahisi vakaları ile karşılaştırıldığında, yeterli KPB perfüzyon hemodinamisi sağlaması, benzer

peroperatif ve postoperatif parametreleri ile negatif basınca bağlı ek komplikasyon oluşturmadan güvenle kullanılabileceği kanaatindeyiz.



8. KAYNAKLAR

- Ak, K. (2015). Kardiyopulmoner Bypass ve Optimal Koşulları. in: Dönmez A, Editör. Kalp ve Anestezi. 1. Baskı. (p.121-140). Ankara: Intertıp Yayınevi
- Aksöyek, A., Çiçekcioğlu, F., & Parlar, A. (2004). Ekstrakorporeal Perfüzyon Sistem Mekanik. Türkiye Klinikleri J Cardiovascular Surgery, 5.
- Amaç, B., Koçarlan, A., Aydın, M. S., Kankiliç, N., Padak, M., & Dikme, R. (2021). Kardiyopulmoner Bypass'ın Hemogram Parametreleri Üzerine Etkisi. *Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.26453/otjhs.811833>
- Andersen, K. S., Nygreen, E. L., Grong, K., Leirvaag, B., & Holmsen, H. (2003). Comparison of the centrifugal and roller pump in elective coronary artery bypass surgery—A prospective, randomized study with special emphasis upon platelet activation. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, 37(6), 356-362. <https://doi.org/10.1080/14017430310015523>
- Aydın, S., Cekmecelioglu, D., Celik, S., Yerli, I., & Kirali, K. (2020). The effect of vacuum-assisted venous drainage on hemolysis during cardiopulmonary bypass. *American Journal of Cardiovascular Disease*, 10(4), 473-478.
- Aygin, D., & Gül, A. (2021). Geçmişten Günümüze Cerrahi ve Cerrahi Hemşireliğinin Yeri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15, 692-704. <https://doi.org/10.38079/igusabder.973827>
- Banbury, M. K., White, J. A., Blackstone, E. H., & Cosgrove, D. M. (2003). Vacuum-assisted venous return reduces blood usage. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 126(3), 680-687. [https://doi.org/10.1016/S0022-5223\(03\)00048-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5223(03)00048-5)
- Bevilacqua, S., Matteucci, S., Ferrarini, M., Kacila, M., Ripoli, A., Baroni, A., Mercogliano, D., Glauber, M., & Ferrazzi, P. (2002). Vakum yardımcı venöz drenajın biyokimyasal değerlendirmesi: Randomize, prospektif bir çalışma. *Perfusion*, 17(1), 57-61. <https://doi.org/10.1191/0267659102pf525oa>
- Braathén, B., Jeppsson, A., Scherstén, H., Hagen, O. M., Vengen, Ø., Rexius, H., Lepore, V., & Tønnessen, T. (2011). One single dose of histidine–tryptophan–ketoglutarate solution gives equally good myocardial protection in elective mitral valve surgery as repetitive

- cold blood cardioplegia: A prospective randomized study. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 141(4), 995-1001. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.011>
- Büyükkol, H. (2020). Kardiyopulmoner Bypasssta Kullanılan Dört Farklı Membran Oksijenatörün Karşılaştırılması [Yüksek Lisans Tezi]. Karabük Üniversitesi.
- Campbell, J., Holland, C., Richens, D., & Skinner, H. (2012). Impact of cell salvage during cardiac surgery on the thrombelastomeric coagulation profile: A pilot study. *Perfusion*, 27(3), 221-224. <https://doi.org/10.1177/0267659111432567>
- Carrier, M., Cyr, A., Voisine, P., Pellerin, M., Perrault, L. P., Cartier, R., Pagé, P., Hébert, Y., Bouchard, D., & Poirier, N. (2002). Vacuum-assisted venous drainage does not increase the neurological risk. *The Heart Surgery Forum*, 5(3), 285-288.
- Carvalho Filho, E. B. de, Marson, F. A. de L., Costa, L. N. G. da, & Antunes, N. (2014). Vacuum-assisted drainage in cardiopulmonary bypass: Advantages and disadvantages. *Revista Brasileira De Cirurgia Cardiovascular: Orgao Oficial Da Sociedade Brasileira De Cirurgia Cardiovascular*, 29(2), 266-271. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20140029>
- Chalegre, S., Sá, M., de Rueda, F. G., Salerno, P., Vasconcelos, F., & Lima, R. (2015). Torasik aort cerrahisi sonrası santral ve periferik arter kanülasyonu ve nörolojik sonuçlar: 4459 hastanın meta-analizi ve meta-regresyonu. *Perfusion*, 30(5), 383-388. <https://doi.org/10.1177/0267659114547379>
- Chalegre, S. T., Salerno, P. R., Salerno, L. M. V. de O., Melo, A. R. da S., Pinheiro, A. C., Frazão, C. da S., Barros Filho, P. B. da S., & Lima, R. de C. (2011). Vacuum-assisted venous drainage in cardiopulmonary bypass and need of blood transfusion: Experience of service. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 26, 122-127. <https://doi.org/10.1590/S0102-76382011000100021>
- Chitwood, W. R. (Ed.). (2014). *Atlas of Robotic Cardiac Surgery*. Springer London Heidelberg New York Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6332-9>
- Chousein, S. (2008). Açık kalp cerrahisinde homolog ve olog kan kullanımının erken dönem sonuçlarının karşılaştırılması. [Uzmanlık Tezi]. Trakya Üniversitesi.
- 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.
<https://doi.org/10.1177/0267659106071324>
- Çaynak & Akpınar,. (2016). Minimal İnvaziv ve Robotik Kalp Cerrahisi. Yayıncı: Bayçınar Tıbbi Yayıncılık ve Reklam Hiz. Tic. Ltd. Şti.
- Datt, B., Pourmoghadam, K. K., Munro, H. M., & DeCampi, W. M. (2019). Gravity Venous Drainage and the 3/8-Inch Venous Line: What Would Poiseuille Do? *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 51(2), 78-82.
- Davies, M. J., Nguyen, K., Gaynor, J. W., & Elliott, M. J. (1998). Modified Ultrafiltration Improves Left Ventricular Systolic Function In Infants After Cardiopulmonary Bypass. *Cardiovascular Surgery*, 115(2), 10.
- Demirkılıç, U., Günaydın, S., & Doğancı, S. (Ed.). (2015). Ekstrakorporal dolaşım (2.baskı). Türkiye Klinikleri.
- Despotis, G. J., Gravlee, G., Filos, K., Levy, J., & Fisher, D. M. (1999). Anticoagulation Monitoring during Cardiac Surgery. *Anesthesiology*, 91(4), 1122-1122.
<https://doi.org/10.1097/00000542-199910000-00031>
- Dinçoğlu, H. (2021). Minimal İnvaziv Kalp Cerrahisi ve Açık Kalp Cerrahisi Uygulanan Hastaların Fonksiyonel Kapasite ve Yaşam Kalitesinin Karşılaştırılması. [Yüksek Lisans Tezi]. Sanko Üniversitesi.
- Doenst, T., Schlensak, C., & Beyersdorf, F. (2003). Cardioplegia in pediatric cardiac surgery: Do we believe in magic? *The Annals of Thoracic Surgery*, 75(5), 1668-1677.
[https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)04829-4](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)04829-4)
- Drummond, M., Braile, D. M., Lima-Oliveira, A. P. M., Camim, A. S., Oyama, R. S. K., & Sandoval, G. H. (2005). Technological evolution of membrane oxygenators. *Braz J Cardiovasc Surg*, 20(4), 6.
- Durandy, Y. (2013). Vacuum-Assisted Venous Drainage, Angel or Demon: PRO? *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 45(2), 122-127.
- Dybdahl, B., Wahba, A., Haaverstad, R., Kirkeby-Garstad, I., Kierulf, P., Espevik, T., & Sundan, A. (2004). On-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting: More heat-shock protein 70 is released after on-pump surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic*

- Surgery: *Official Journal of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery*, 25(6), 985-992. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2004.03.002>
- Elliott, M. J. (1993). Ultrafiltration and modified ultrafiltration in pediatric open heart operations. *The Annals of Thoracic Surgery*, 56(6), 1518-1522. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(93\)90744-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(93)90744-3)
- Erdoğan, H. B., Eren, E., & Yakut, C. (2004). Kardiyopulmoner Bypass ve İdamesi. *Türkiye Klinikleri Kalp Damar Cerrahisi Dergisi*, 5(3), 155-165.
- Ferraris, V. A., Brown, J. R., Despotis, G. J., Hammon, J. W., Reece, T. B., Saha, S. P., Song, H. K., Clough, E. R., Shore-Lesserson, L. J., Goodnough, L. T., Mazer, C. D., Shander, A., Stafford-Smith, M., Waters, J., Baker, R. A., Dickinson, T. A., FitzGerald, D. J., Likosky, D. S., & Shann, K. G. (2011). 2011 Update to The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines. *The Annals of Thoracic Surgery*, 91(3), 944-982. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2010.11.078>
- Fiorucci, A., Gerometta, P. S., DeVecchi, M., Guzman, C., Costantino, M. L., & Arena, V. (2004). Vakum yardımcı venöz drenaj (VAVD) sisteminin in vitro değerlendirmesi: Riskler ve faydalar. *Perfusion*, 19(2), 113-117. <https://doi.org/10.1191/0267659104pf730oa>
- Formül ve Hesaplamalar—Türk Nefroloji Derneği. (t.y.). Geliş tarihi 09 Şubat 2023, gönderen <https://nefroloji.org.tr/tr/formul-ve-hesaplamalar>
- Frank, S. M., Sikorski, R. A., Konig, G., Tsilimigras, D. I., Hartmann, J., Popovsky, M. A., Pawlik, T. M., & Waters, J. H. (2020). Clinical Utility of Autologous Salvaged Blood: A Review. *Journal of Gastrointestinal Surgery: Official Journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*, 24(2), 464-472. <https://doi.org/10.1007/s11605-019-04374-y>
- Gambino, R., Searles, B., & Darling, E. M. (2015). Vacuum-Assisted Venous Drainage: A 2014 Safety Survey. *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 47(3), 160-166.
- Gao, S., Li, Y., Diao, X., Yan, S., Liu, G., Liu, M., Zhang, Q., Zhao, W., & Ji, B. (2019). Vacuum-assisted venous drainage in adult cardiac surgery: A propensity-matched study. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, ivz253. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivz253>

- Gaylor, J. D. (1988). Membrane oxygenators: Current developments in design and application. *Journal of Biomedical Engineering*, 10(6), 541-547. [https://doi.org/10.1016/0141-5425\(88\)90113-6](https://doi.org/10.1016/0141-5425(88)90113-6)
- Ghosh, S., Falter, F., & Cook, D. J. (2009). *Cardiopulmonary Bypass*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511635564>
- Goksedef, D., Omeroglu, S. N., Balkanay, O. O., Denli Yalvac, E. S., Talas, Z., Albayrak, A., & Ipek, G. (2012). Hemolysis at different vacuum levels during vacuum-assisted venous drainage: A prospective randomized clinical trial. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*, 60(4), 262-268. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1280019>
- Guimarães, D. P., Caneo, L. F., Matte, G., Carletto, L. P., Policarpo, V. C., Castro, A. V. C. X., Miranda, M. H. C., Costa, P. S., Jatene, M. B., Cestari, I., & Jatene, F. B. (2020). Impact of Vacuum-Assisted Venous Drainage on Forward Flow in Simulated Pediatric Cardiopulmonary Bypass Circuits Utilizing a Centrifugal Arterial Pump Head. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 35(2), 134-140. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2019-0311>
- Gullu, A. U., Senay, S., Kocyigit, M., & Alhan, C. (2012). A simple method for occlusion of both venae cavae in total cardiopulmonary bypass for robotic surgery. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 14(2), 138-139. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivr057>
- Günday, M., & Bingöl, H. (2014). Is crystalloid cardioplegia a strong predictor of intra-operative hemodilution? *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 9, 23. <https://doi.org/10.1186/1749-8090-9-23>
- Hammon, J. W., & Hines, M. H. (2017). Extracorporeal Circulation. İçinde L. H. Cohn & D. H. Adams (Ed.), *Cardiac Surgery in the Adult* (5.baskı). McGraw-Hill Education. accesssurgery.mhmedical.com/content.aspx?aid=1144151053
- Hendrickson, S. C., & Glower, D. D. (1998). A Method for Perfusion of the Leg During Cardiopulmonary Bypass via Femoral Cannulation. *The Annals of Thoracic Surgery*, 65(6), 1807-1808. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(98\)00302-6](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(98)00302-6)
- Hosono, M., Yasumoto, H., Kuwauchi, S., Mitsunaga, Y., Kanemoto, S., Minato, N., & Kawazoe, K. (2021). Utility of Ultrasonographic Assessment of Distal Femoral Arterial

- Flow during Minimally Invasive Valve Surgery. *Annals of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 27(6), 389-394. <https://doi.org/10.5761/atcs.0a.21-00047>
- Huang, L., Xu, Q., Chen, D., Dai, X., & Chen, L. (2021). Peripheral vascular complications following totally endoscopic cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 16(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01417-x>
- John E. Brodie, R. B. J. (1999). Klinik Perfüzyon El Kitabı—John E. Brodie—Ronald B. Johnson (2.baskı). METEA Basım. <https://www.nadirkıtap.com/klinik-perfuzyon-el-kitabi-john-e-brodie-ronald-b-johnson-kitap28027111.html>
- Jones, T. J., Deal, D. D., Vernon, J. C., Blackburn, N., & Stump, D. A. (2002). Does vacuum-assisted venous drainage increase gaseous microemboli during cardiopulmonary bypass? *The Annals of Thoracic Surgery*, 74(6), 2132-2137. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(02\)04081-X](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(02)04081-X)
- Kabalıcı, M. (2019). Removal Of Oxygenator From Pump System İn Open Heart Surgery: Experimental Animal Study. *Journal of Health Sciences and Medicine*. <https://doi.org/10.32322/jhsm.558916>
- Kardiyopulmoner baypas sistemine genel bakış. (t.y.). Geliş tarihi 16 Kasım 2022, gönderen <https://azkurs.org/kardiyopulmoner-bypass-sistemine-genel-bakis.html>
- Kayıpmaz, Ç. (2016). Bretschneider htk kardiyopleji solüsyonu ile konvansiyonel kristaloid kardiyopleji solüsyonunun konjenital kalp cerrahisi yapılan hastalarda postoperatif böbrek fonksiyonları üzerine olan etkilerinin karşılaştırılması. [Uzmanlık Tezi]. Başkent Üniversitesi.
- Kiyama, H., Imazeki, T., Katayama, Y., Murai, N., Mukouyama, M., & Yamauti, N. (2003). Vacuum-assisted venous drainage in single-access minimally invasive cardiac surgery. *Journal of Artificial Organs*, 6(1), 0020-0024. <https://doi.org/10.1007/s100470300003>
- Klein, A. A., Nashef, S. A. M., Sharples, L., Bottrill, F., Dyer, M., Armstrong, J., & Vuylsteke, A. (2008). A Randomized Controlled Trial of Cell Salvage in Routine Cardiac Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 107(5), 1487. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181831e54>
- Klotz, S., Heuermann, K., Hanke, T., Petersen, M., & Sievers, H.-H. (2015). Outcome with peripheral versus central cannulation in acute Type A dissection. *Interactive*

CardioVascular and Thoracic Surgery, 20(6), 749-754.
<https://doi.org/10.1093/icvts/ivv041>

- Koçyiğit, M., Güllü, A. Ü., Koçyiğit, Ö. I., Şenay, Ş., Akpek, E., & Alhan, C. (2016). Carbondioxide Insufflation and Outcomes in Cardiac Surgery. *Journal of Cardio-Vascular-Thoracic Anaesthesia and Intensive Care Society*.
<https://doi.org/10.5222/GKDAD.2016.111>
- Kwak, J. G., Lee, J., Park, M., Seo, Y.-J., & Lee, C.-H. (2017). Hemolysis During Open-Heart Surgery With Vacuum-Assisted Venous Drainage at Different Negative Pressures in Pediatric Patients Weighing Less Than 10 kilograms. *World Journal for Pediatric & Congenital Heart Surgery*, 8(2), 161-165. <https://doi.org/10.1177/2150135116681734>
- Lamelas, J., Williams, R. F., Mawad, M., & LaPietra, A. (2017). Complications Associated With Femoral Cannulation During Minimally Invasive Cardiac Surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*, 103(6), 1927-1932. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.09.098>
- Langer, N. B., & Argenziano, M. (2016). Minimally Invasive Cardiovascular Surgery: Incisions and Approaches. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, 12(1), 4-9. <https://doi.org/10.14797/mdcj-12-1-4>
- LaPietra, A., Grossi, E. A., Pua, B. B., Esposito, R. A., Galloway, A. C., Derivaux, C. C., Glassman, L. R., Culliford, A. T., Ribakove, G. H., & Colvin, S. B. (2000). Assisted venous drainage presents the risk of undetected air microembolism. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 120(5), 856-863. <https://doi.org/10.1067/mtc.2000.110183>
- Lou, S., Ji, B., Liu, J., Yu, K., & Long, C. (2011). Generation, detection and prevention of gaseous microemboli during cardiopulmonary bypass procedure. *The International Journal of Artificial Organs*, 34(11), 1039-1051. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000010>
- Mandal, K., Alwair, H., Nifong, W. L., & Chitwood, W. R. (2013). Robotically assisted minimally invasive mitral valve surgery. *Journal of Thoracic Disease*, 5(6), 694-703. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2013.11.01>
- Marasco, S. F., Tutungi, E., Vallance, S. A., Udy, A. A., Negri, J. C., Zimmet, A. D., McGiffin, D. C., Pellegrino, V. A., & Moshinsky, R. A. (2018). A Phase 1 Study of a Novel Bidirectional Perfusion Cannula in Patients Undergoing Femoral Cannulation for Cardiac

- Surgery. *Innovations* (Philadelphia, Pa.), 13(2), 97-103.
<https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000489>
- Marin Cuartas, M., Javadikasgari, H., Pfannmueller, B., Seeburger, J., Gillinov, A. M., Suri, R. M., & Borger, M. A. (2017). Mitral valve repair: Robotic and other minimally invasive approaches. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 60(3), 394-404.
<https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.11.002>
- Matsui, Y., Shimura, S., Suto, Y., Fukase, S., Tanaka, A., & Sasaki, S. (2006). A Novel Femoral Arterial Cannula to Prevent Limb Ischemia During Cardiopulmonary Support: Preliminary Report of Experimental and Clinical Experiences. *Artificial Organs*, 30(7), 557-560. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.2006.00259.x>
- Molyneux, V., & Klein, A. A. (2015). Chapter Equipment and monitoring 1 for cardiopulmonary bypass. Cambridge University Press, 10.
- Mongero, L. B., & Beck, J. R. (2008). On bypass: Advanced perfusion techniques. Humana Press.
- Mueller, X. M., Tevæarai, H. T., Horisberger, J., Augstburger, M., Burki, M., & von Segesser, L. K. (2001). Vacuum Assisted Venous Drainage Does Not Increase Trauma to Blood Cells. *ASAIO Journal*, 47(6), 651.
- Murai, N., Cho, M., Okada, S., Chiba, T., Saito, M., Shioguchi, S., Gon, S., Hata, I., Yamauchi, N., & Imazeki, T. (2005). Venous drainage method for cardiopulmonary bypass in single-access minimally invasive cardiac surgery: Siphon and vacuum-assisted drainage. *Journal of Artificial Organs: The Official Journal of the Japanese Society for Artificial Organs*, 8(2), 91-94. <https://doi.org/10.1007/s10047-005-0288-x>
- Muraki, R., Totsugawa, T., Nagata, K., Nakajima, K., Oshita, T., Arimichi, M., Yoshitaka, H., & Sakaguchi, T. (2019). Cell salvage processing of residual cardiopulmonary bypass volume in minimally invasive cardiac surgery. *Heart and Vessels*, 34(8), 1280-1286.
<https://doi.org/10.1007/s00380-019-01365-6>
- Nadolny, E. M., & Svensson, L. G. (2000). Carbon dioxide field flooding techniques for open heart surgery: Monitoring and minimizing potential adverse effects. *Perfusion*, 15(2), 151-153. <https://doi.org/10.1177/026765910001500210>

- Nakanishi, K., Shichijo, T., Shinkawa, Y., Takeuchi, S., Nakai, M., Kato, G., & Oba, O. (2001). Usefulness of vacuum-assisted cardiopulmonary bypass circuit for pediatric open-heart surgery in reducing homologous blood transfusion. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 20(2), 233-238. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(01\)00769-2](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(01)00769-2)
- O'Carroll-Kuehn, B. U., & Meeran, H. (2007). Management of coagulation during cardiopulmonary bypass. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*, 7(6), 195-198. <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkm036>
- O'Connor, B. R., Kussman, B. D., & Park, K. W. (1998). Severe Hypercarbia During Cardiopulmonary Bypass: A Complication of CO₂: Flooding of the Surgical Field. *Anesthesia & Analgesia*, 86(2), 264. <https://doi.org/10.1213/00000539-199802000-00008>
- Passaroni, A. C., Silva, M. A. de M., & Yoshida, W. B. (2015). Cardiopulmonary bypass: Development of John Gibbon's heart-lung machine. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular: órgão oficial da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 30(2), 235-245. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20150021>
- Sabzi, F., & Faraji, R. (2015). Liver Function Tests Following Open Cardiac Surgery. *Journal of Cardiovascular and Thoracic Research*, 7(2), 49-54. <https://doi.org/10.15171/jcvtr.2015.11>
- Schulze, C., Conrad, N., Schütz, A., Egi, K., Reichenspurner, H., Reichart, B., Wildhirt, S. M., Schulze, C., Conrad, N., Schütz, A., Egi, K., Reichenspurner, H., Reichart, B., & Wildhirt, S. M. (2000). Reduced Expression of Systemic Proinflammatory Cytokines after Off-Pump versus Conventional Coronary Artery Bypass Grafting. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*, 48(6), 364-369. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8352>
- Scrascia, G., Rotunno, C., Nanna, D., Rociola, R., Guida, P., Rubino, G., de Luca Tupputi Schinosa, L., & Paparella, D. (2012). Pump blood processing, salvage and re-transfusion improves hemoglobin levels after coronary artery bypass grafting, but affects coagulative and fibrinolytic systems. *Perfusion*, 27(4), 270-277. <https://doi.org/10.1177/0267659112442236>
- Senay, S., Gullu, A. U., & Alhan, C. (2017). Robotic mitral valve replacement for rheumatic mitral disease. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 6(1), 64-66. <https://doi.org/10.21037/acs.2016.08.03>

- Shaw, R. E., Johnson, C. K., Ferrari, G., Brizzio, M. E., Sayles, K., Rioux, N., Zapolanski, A., & Grau, J. B. (2014). Blood transfusion in cardiac surgery does increase the risk of 5-year mortality: Results from a contemporary series of 1714 propensity-matched patients. *Transfusion*, 54(4), 1106-1113. <https://doi.org/10.1111/trf.12364>
- Shen, S., Zhang, J., Wang, W., Zheng, J., & Xie, Y. (2016). Impact of intra-operative cell salvage on blood coagulation in high-bleeding-risk patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: A prospective randomized and controlled trial. *Journal of Translational Medicine*, 14, 228. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-0986-6>
- Solak H, & Görmüş N. (2005). Ekstrakorporeal Dolaşım. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Stammers, A. H., Tesdahl, E. A., Mongero, L. B., Stasko, A. J., & Weinstein, S. (2017a). Does the Type of Cardioplegic Technique Influence Hemodilution and Transfusion Requirements in Adult Patients Undergoing Cardiac Surgery? *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 49(4), 231-240.
- Stammers, A. H., Tesdahl, E. A., Mongero, L. B., Stasko, A. J., & Weinstein, S. (2017b). Does the Type of Cardioplegic Technique Influence Hemodilution and Transfusion Requirements in Adult Patients Undergoing Cardiac Surgery? *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 49(4), 231-240.
- Stasko, A. J., Stammers, A. H., Mongero, L. B., Tesdahl, E. A., & Weinstein, S. (2017). The Influence of Intraoperative Autotransfusion on Postoperative Hematocrit after Cardiac Surgery: A Cross-Sectional Study. *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 49(4), 241-248.
- Svenarud, P., Persson, M., & Linden, J. van der. (2003). Efficiency of a gas diffuser and influence of suction in carbon dioxide deairing of a cardiothoracic wound cavity model. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 125(5), 1043-1049. <https://doi.org/10.1067/mtc.2003.50>
- Tigchelaar, I., Gallandat Huet, R. C., Korsten, J., Boonstra, P. W., & van Oeveren, W. (1997). Hemostatic effects of three colloid plasma substitutes for priming solution in cardiopulmonary bypass. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery: Official Journal of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery*, 11(4), 626-632. [https://doi.org/10.1016/s1010-7940\(96\)01059-7](https://doi.org/10.1016/s1010-7940(96)01059-7)

- Tiwari, K. K., Murzi, M., Bevilacqua, S., & Glauber, M. (2010). Which cannulation (ascending aortic cannulation or peripheral arterial cannulation) is better for acute type A aortic dissection surgery? *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 10(5), 797-802. <https://doi.org/10.1510/icvts.2009.230409>
- Ünlü, Y., Ate, A., Tek, S., Cev, M., Bec, N., Ku, S., & Koçak, H. (1998). Ekstrakorporeal Dolaşımın ve Farklı Priming Solüsyonlarının Hemostaz Üzerine Etkileri. *GKDC Dergisi*, 6, 8.
- Viana, F. F., Shi, W. Y., Hayward, P. A., Larobina, M. E., Liskaser, F., & Matalanis, G. (2013). Custodiol versus blood cardioplegia in complex cardiac operations: An Australian experience. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 43(3), 526-531. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezs319>
- Walker, J. L., Young, H. A., Lawson, D. S., Husain, S. A., & Calhoon, J. H. (2011). Optimizing Venous Drainage Using an Ultrasonic Flow Probe on the Venous Line. *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 43(3), 157-161.
- Wan, I. Y. P., Arifi, A. A., Wan, S., Yip, J. H. Y., Sihoe, A. D. L., Thung, K. H., Wong, E. M. C., & Yim, A. P. C. (2004). Beating heart revascularization with or without cardiopulmonary bypass: Evaluation of inflammatory response in a prospective randomized study. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 127(6), 1624-1631. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2003.10.043>
- Wang, G., Bainbridge, D., Martin, J., & Cheng, D. (2009). The Efficacy of an Intraoperative Cell Saver During Cardiac Surgery: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Anesthesia & Analgesia*, 109(2), 320-330. <https://doi.org/10.1213/ane.0b013e3181aa084c>
- Wang, J.-L., Li, J.-C., Li, J.-C., Gao, C.-Q., & Zhang, T. (2009). Perfusion strategies of extracorporeal circulation for robotically assisted cardiac surgery. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*, 29(11), 2300-2301.
- Wang, S., Baer, L., Kunselman, A. R., Myers, J. L., & Ündar, A. (2008a). Delivery of Gaseous Microemboli With Vacuum-Assisted Venous Drainage During Pulsatile and Nonpulsatile Perfusion in a Simulated Neonatal Cardiopulmonary Bypass Model. *ASAIO Journal*, 54(4), 416. <https://doi.org/10.1097/MAT.0b013e3181772c7b>

- Wang, S., Baer, L., Kunselman, A. R., Myers, J. L., & Ündar, A. (2008b). Delivery of Gaseous Microemboli With Vacuum-Assisted Venous Drainage During Pulsatile and Nonpulsatile Perfusion in a Simulated Neonatal Cardiopulmonary Bypass Model. *ASAIO Journal*, 54(4), 416. <https://doi.org/10.1097/MAT.0b013e3181772c7b>
- Wang, S., & Ündar, A. (2008). Vacuum-assisted Venous Drainage and Gaseous Microemboli in Cardiopulmonary Bypass. *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 40(4), 249-256.
- Willcox, T. W. (2013). Vacuum Assist: Angel or Demon CON. *The Journal of Extra-corporeal Technology*, 45(2), 128-132.
- Willcox, T. W., Mitchell, S. J., & Gorman, D. F. (1999). Venous air in the bypass circuit: A source of arterial line emboli exacerbated by vacuum-assisted drainage. *The Annals of Thoracic Surgery*, 68(4), 1285-1289. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(99\)00721-3](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(99)00721-3)
- Williams, M. L., Hwang, B., Huang, L., Wilson-Smith, A., Brookes, J., Eranki, A., Yan, T. D., Guy, T. S., & Bonatti, J. (2022). Robotic versus conventional sternotomy mitral valve surgery: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 11(5), 490-503. <https://doi.org/10.21037/acs-2022-rmvs-21>
- Zekiye, F. (2018). Koroner Arter Baypas Greftleme Cerrahisinde Laktat Düzeyleri ile Komplikasyonlar Arasındaki İlişki. *GKDA Dergisi*, 24(2), 8.

9. BİLİMSEL FAALİYETLER



10. EKLER

Ek-2 (Veri Toplama Formu)

Demografik Özellikler

Yaş: Boy: Kilo: BSA: BMI: Cinsiyet:

Pre-Op Klinik

Reoperasyon:			
Kan Grubu:			
Euroscore:	Düşük:1	Orta:2	Yüksek:3
Pre op Ritm:	NSR:1	AF:2	PACE:3
EF%:	40-49:1	50-59:2	60↑:3
Total Debi- Flow:			
Ototranfizyon: Var/Yok		Elde edilen miktar:	

Kronik Hastalık Öyküsü:

DM: Oral Antidiyabetik: İnsülin:
KBY: KOAH: Hipertansiyon:

Preoperatif Takip Verileri:

Uygulanan Operasyon ve Tanı:

Ameliyat süresi: Bypass süresi:

Cross Klemp Süresi: Cross Klemp Sonrası Defibrilasyon:

İnotrop İhtiyacı: Pacemaker: Hemoliz:

Pompada Uygulanan Vakum Miktarı: Süresi:

Kanülasyon Yeri:

Kardiyopleji (çeşit ve miktarı):

KPB Toplam Volüm:

KPB Sonrası Kalan Volüm:

Pompa Çıkış Dengesi:

Pompa Kan Gazı Parametreleri:

Komplikasyonları: Var/Yok

Post-Op Klinik:

Ventilasyon süresi (Saat):
Ritim: NSR: PACE:
Revizyon:
İnotrop İhtiyacı:
Diyaliz:
Yoğun Bakım Kalış Süresi (Saat):
Hastane Kalış Süresi (Saat):

Postop Transfüzyon	0.gün	1.gün	2.gün	3.gün
Trombosit				
Eritrosit				
Plazma				

	Pre-op	Post-op 0	Post-op 1	Post-op 2	Post-op 3	Post-op 4	Post-op 5
Hemoglobin							
Hematokrit							
WBC							
CRP							
Trombosit							
BUN							
Kreatin							
eGFR							
AST SGOT							
ALT SGPT							
INR							