

T.C.

İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

KALP - DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

AÇIK KALP CERRAHİSİ UYGULANAN PEDIATRİK  
OLGULARDA PERİOPERATİF VÜCUT SIVI  
DAĞILIMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN BİOİMPEDANS  
SPEKTROSKOPİ  
YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Volkan YAZICIOĞLU

UZMANLIK TEZİ



İSTANBUL, 2016

**T.C.**  
**İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**KALP - DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI**

**AÇIK KALP CERRAHİSİ UYGULANAN PEDIATRİK  
OLGULARDA PERİOPERATİF VÜCUT SIVI  
DAĞILIMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN BİOİMPEDANS  
SPEKTROSKOPİ  
YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr.Volkan YAZICIOĞLU**

**Tez Danışmanı**  
**Doç.Dr. Barış ÇAYNAK**

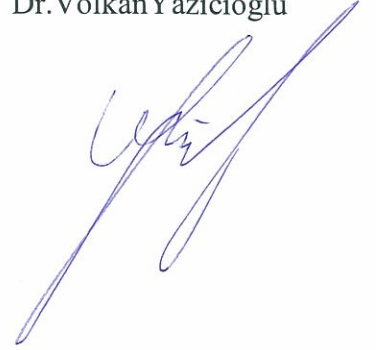
**UZMANLIK TEZİ**

**İSTANBUL, 2016**

## BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarda etik dışı hiçbir davranışımın olmadığını, tezimdaki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması sonucu elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlar için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Dr.VolkanYazıcıoğlu



# İÇİNDEKİLER

BEYAN	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGE VE KISALTMALAR	iii
TABLO , ŞEKİL VE RESİM LİSTESİ	iiii
ÖZET	1
SUMMARY	3
1.GİRİŞ VE AMAÇ	4
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Konjenital Kalp Hastalıkları ve Tarihçe	4
2.2. Kardiyopulmoner Bypass	7
2.2.1 Kalp Akciğer Makinasının Temel Elemanları	8
2.2.2 Kardiyopulmoner Bypass ve Etkileri	9
2.3. Bioimpedans Uygulamaları	9
2.3.1. Bioimpedans Analizi Genel Prensipler	9
2.3.1.1. Temel Fizik Prensipler	9
2.3.1.2. Bioimpedans Analizi	10
2.3.1.3. Bioimpedans Tekniği	11
2.3.1.4. Bioimpedans Ölçüm Teknikleri	13
2.4. Sıvı Fazlalığı	14
3.MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Hastaların Seçimi	16
3.2. Preoperatif Dönem	16

3.3. İnteroperatif Dönem	16
3.3.1. Ekokardiyografik Değerlendirme	17
3.4. Postoperatif Dönem	18
3.5. İstatiksel Analiz	19
4.BULGULAR	20
4.1. Demografik Bulgular	20
4.2. Operasyona ait Bulgular	21
4.3. Perioperatif Hemodinamik ve Biokimyasal değerler	22
4.4. Perioperatif Bioimpedans , TTE ve CVP Parametreleri	23
5.TARTIŞMA	29
6.SONUÇ	33
7.TEŞEKKÜR	35
8.KAYNAKLAR	36

## **SİMGE VE KISALTMALAR**

- KPB:** Kardiyopulmoner bypass
- BİS:** Bioimpedans spektroskopisi
- SİRS :**Sistemik inflamatuvar cevap sendromu
- BCM :** Vücut Sıvı Dağılım Monitörü
- BİA :** Bioimpedans analizi
- ASD :** Atriyal Septal Defekt
- ECMO :** Ekstrakorporal Membran Oksijenatör
- VAD :** Ventriküler Asist Device
- KKH :** Konjenital Kalp Hastalığı
- ESW:** Ekstraselüler Su
- İSS:** İntraselüler Su
- TBW:** Total Vücut Suyu
- TVS %:** Total vücut su yüzdesi
- VHK:** Vücut hücre kitlesi
- Z :** İmpedans
- R :** Rezistans
- Xc :** Reaktans
- P :** Rezistivite
- AC:** Alternatif Akım
- AKK:** Aortik Kross Klemp
- BIA :** Single frekans bioimpedans analiz
- BCM :** Vücut Sıvı Dağılımı Monitor Tekniği

**OH:** Overhidrasyon , Sıvı yükü  
**ROH :** Rölatif sıvı yükü  
**FO :** Fluid overload , Sıvı fazlalığı  
**TBW :** Total vücut sıvısı  
**ECW :** Ekstrasellüler sıvı  
**ICW :** İntrasellüler sıvı  
**E/I :** Ekstrasellüler sıvı / İntrasellüler sıvı  
**CRRT:** Renal replasman tedavisi  
**ACT :** Activated Clotting Time  
**SaO2 :** Oksijen Satürasyonu  
**EKG :** Elektrokardiyografi  
**CVP :** Santral venöz basınç  
**Htc :** Hematocrit  
**Na :** Sodyum  
**K :** Potasyum  
**TTE :** Transtorasik Ekokardiyografi  
**VCI :** Vena Cava İnfior  
**TE:** Trikuspit E akım hızı  
**TA:** Trikuspit A akım hızı  
**ME:** Mitral E akım hızı  
**MA:** Mitral A akım hızı  
**E/A :** Evel / Avel  
**Tcpc :** Total Kavapulmoner Bağlantı  
**VSD :** Ventriküler Septal Defekt  
**TOF :** Fallot Tetroljisi

## **TABLO LİSTESİ**

<b>Tablo 1.</b> KKH sıklığı	6
<b>Tablo 2.</b> Çalışmaya dahil edilen olguların karakteristik özellikleri	7
<b>Tablo 3.</b> Konjenital Kalp Hastalıklarının Cerrahi Sınıflaması	8

## **ŞEKİL LİSTESİ**

<b>Şekil 1.</b> Kardiyopulmoner Baypasda Kullanılan Kalp Akciğer Makinesinin Hastaya Bağlanması	11
<b>Şekil 2.</b> Volüm rezistans ilişkisi	16
<b>Şekil 3.</b> Vücut dokuları ve bioimpedans spektroskopisi ölçüm prensibi	20
<b>Şekil 4.</b> ECW fazlalığı ( Overhidrasyon , sıvı yükü )	28
<b>Şekil 5.</b> M-Mode TTE ile Vena kava inferior ölçümü	29

## **RESİM LİSTESİ**

<b>Resim 1.</b> Elektrotların uygulanışı	37
<b>Resim 2.</b> Vücut sıvı dağılımı monitörü cihazı	38



## ÖZET

### AÇIK KALP CERRAHİSİ UYGULANAN PEDIATRİK OLGULARDA PERİOPERATİF VÜCUT SIVI DAĞILIMINDAKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN BİOİMPEDANS SPEKTROSKOPİ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

**Giriş ve Amaç:** Pediatrik kardiyoloji ve kalp cerrahisi bölümlerine başvuran konjenital kalp hastalığına sahip olguların perioperatif vücut sıvı kompozisyonundaki değişiklikler önemli morbidite ve mortalite sebebi olabilmekte ve hastanede kalış sürelerini etkileyerek maliyetleri arttırabilmektedir. Bu amaçla günümüzde kullanılan metodlar yoğun bakım ünitesinde izlenen hastaların yönetiminde yeterli olamamaktadır. Bu çalışmada amacımız Bioimpedans spektroskopik (BİS) yöntemlere göre ölçüm yapan ve vücut kompozisyon monitörü (BCM) kullanılarak tespit edilen perioperatif volüm durumunun klinik , transtorasik ekokardiyografi , invazif monitorizasyon yöntemleri ile karşılaştırılarak pratik , ucuz , non-invazif , kolay uygulanabilir bir yöntem olan bioimpedans spektroskopinin (BİS) pediatrik kardiyoloji ve kalp cerrahisi yoğun bakım ve klinik takiplerinde kullanılabilir olup olmadığını ortaya koymaktır.

**Materyal ve Yöntem :** Çalışmaya İstanbul Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Kardiyolojisi ve Kalp-Damar Cerrahisi bölümlerinde Temmuz 2015 – Ekim 2015 tarihleri arasında konjenital kalp defekti nedeniyle açık kalp cerrahisi uygulanan 10 yaş altında 20 olgu hasta grubu olarak ve 20 sağlıklı olgu kontrol grubu olarak dahil edildi . BİS , ekokardiyografi , invazif monitorizasyon , klinik yöntemler ile değerlendirildi. BİS yöntemi ile elde edilen sonuçlar klinik , transtorasik ekokardiyografi, invazif monitorizasyon yöntemler ile karşılaştırılarak volüm durumunun BİS yöntemi ile etkinliği araştırıldı. Çalışmaya konjenital kalp hastalığı dışında sistemik diğer organ yetersizliği olanlar ve pace maker'lı hastalar dahil edilmemiştir. İstatistiksel analizler SPSS for Windows 11.5 programı ile yapıldı .

**Bulgular:** Hasta grubunun 8'i kız (%40) , 12'si erkek (%60) idi ve 20 sağlıklı çocuktan oluşan kontrol grubununun 13'ü erkek (%65) , 7'si kız (%35) idi. Çalışmaya alınan hastaların ortalama yaşı  $21,10 \pm 28,03$  ay idi . Hastaların boy ortalaması  $75,15 \pm 21,78$ cm , ağırlık ortalaması  $9,12 \pm 5,81$  kg ve vücut yüzey alanı  $0,41 \pm 0,19$ m<sup>2</sup> olarak hesaplandı , vücut kitle indeksi  $14,61 \pm 2,07$  kg/m<sup>2</sup> idi . Hasta ve olgu grubunda demografik bulgular arasında anlamlı istatistiksel fark yoktu . BİS bulgularından ECW ile transtorasik ekokardiyografi bulgularından VCIs arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. ( $p < 0,05$ ).Bioimpedans bulgularından E/I ile genel volüm dengesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p < 0,05$ ). Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı . Olgu grubunda preop ve postop Bioimpedans , TTE ve CVP değerlerinin karşılaştırıldığında TE/TA , OH , ROH ve E/I

oranının istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu saptandı ( $p<0,05$ ) ancak CVP değeri anlamlı bulunmadı. Overhidrasyonun saptanmasında BİS parametrelerinin sensitivitesi %70,58 , spesifitesi %58,8 bulundu.

**Sonuç:** Açık kalp cerrahisi ve kardiyopulmoner bypass uygulanan pediatrik olgularda perioperatif vücut sıvı kompozisyonundaki değişikliklerin klinik, transtorasik ekokardiyografi, invazif monitorizasyon yöntemleri ile karşılaştırıldığında BİS yönteminin volüm durumunu belirleme gücünün diğer yöntemler ile birlikte uygulandığında klinik değerlendirmede ameliyathane ve yoğun bakım şartlarında pratik , ucuz , non-invazif ve kolay uygulanabilir bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Konjenital kalp hastalığı, bioimpedans , vücut sıvı kompozisyonu , BIS

## ABSTRACT

### PERIOPERATIVE ASSESSMENT OF THE BODY WATER COMPOSITION VIA BIOIMPEDANCE SPECTROSCOPY IN PEDIATRIC PATIENTS WITH CONGENITAL HEART DEFECT WHO UNDERWENT OPEN HEART SURGERY

**Objective :** The assessment of alterations at body water composition in perioperative period are significant morbidity and mortality factors for pediatric patients with congenital heart defect and it is also important for costs during hospital stays . Actual methods for intensive care unit evaluation are not adequate . In this study , patients with congenital heart defect who underwent open heart surgery , the effectiveness of assessing perioperative body composition via bioimpedance spectroscopy ( BIS ) with body composition monitor ( BCM ) is reliable , cost-effective and relatively simple to perform in according to the other monitorization methods as clinically , transthoracic echocardiogram and invazive monitorization was investigated.

**Material and Methods :** Twenty patients with congenital heart defect who underwent open heart surgery were compared with twenty healthy controls , both of two groups were under ten years old , prospectively enrolled in this study from July 2015 through October 2015 in the Clinics of Cardiovascular Surgery, İstanbul Bilim University Faculty of Medicine. BIS was evaluated with transthoracic echocardiogram , clinically and invazive monitorization. The data about volume status with BIS method was compared to clinically , transthoracic echocardiogram and invazive monitorization . Patients with permanent pace maker and systemic organ dysfunction except heart defects were not included . Statistical analysis was made using SPSS for Windows 11.5

**Results :** Eight patients were female and twelve patients were male in patient group. Seven were female and thirteen were male in healthy controls . Mean age was  $21,10 \pm 28,03$  months , mean height was  $75,15 \pm 21,78$ cm , mean weight was  $9,12 \pm 5,81$  kg , mean body surface area was  $0,41 \pm 0,19$ m<sup>2</sup> , mean body mass index was  $14,61 \pm 2,07$  kg/m<sup>2</sup>. There is no statistically significant difference between the patient and control group demographic findings. There is statistically significant difference between the parameters of BIS ECW and transthoracic echocardiogram VCI ( $p < 0,05$ ). There is statistically significant difference between the parameters of BIS E/I and volume balance . There is no statistically significant correlation about the other parameters. When we compare the preoperative and postoperative findings between BIS , transthoracic echocardiogram and CVP values , there is statistically significant difference between the parameters of TE/TA , OH , ROH ve E/I ( $p < 0,05$ ) but there is no statistically significant difference between the parameters of CVP . We determine the sensitivity and specificity of BIS parameters for assessing the overhydration is %70,58 and %58,8 .

**Conclusions :** Our data suggest that BIS is reliable , cost-effective and relatively simple to determine perioperative volum status and body water composition in operation room and intensive care unit when it's used with the other monitorization methods like clinically , transthoracic echocardiogram and invazive monitorization about the pediatric patients with congenital heart defect who underwent open heart surgery

**Keywords :** congenital heart defect , bioimpedance , body water composition , BIS

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Ülkemizde 20'den fazla merkezde yılda 3000-3500 pediatrik kalp cerrahisi ameliyatı yapılmaktadır. Son 20 yılda pediatrik kardiyopulmoner bypass ( KPB ) ve miyokard korunması konusunda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Pediatrik kalp cerrahisinde mortalite %5'in altına inmiştir. Bu ilerleme cerrahi teknik , kardiyak anatomi , pediatrik kardiyoloji , görüntüleme sistemleri , anestezi ve yoğun bakım konularındaki bilgi ve tecrübenin artışı ile birlikte KPB teknolojisindeki gelişmeler sayesinde olmuştur. (1)

KPB sürecinde kanın endotel dışı yabancı yüzey ile teması sonucu vücudun savunma hücreleri ve proteinleri aktive olur. Sistemik inflamatuvar cevap sendromu (SİRS) denilen bu durum KPB'nin istenmeyen etkilerinden sorumlu mekanizmalardandır. (1) Yüzey teması sonrasında kompleman sistemi aktive olur. İnflamatuvar mediyatörler dolaşıma katılır. Bu mediyatörler damar endotel geçirgenliğini , kalp fonksiyonlarını , intestinal sıvı miktarını , kanama-pıhtılaşma sistemini ve organ fonksiyonlarını etkiler.(2) KPB sonucunda kapiller geçirgenlikte artış ve bunun sonucu vücut sıvı dağılımında değişimler olmaktadır. (3,4,5,6) . Bu değişimler toplam vücut sıvı miktarında , ekstraselüler ve intraselüler sıvıda artış şeklindedir. (7,8) . Bu artışlar KPB süresi , hemodilüsyon ve hipotermi gibi faktörlerle ilişkilidir. (9,10). Sıvı fazlalığı doku ve organların normal fonksiyonlarını yerine getirmesini engeller. (11) Toplam vücut sıvısının artması perioperatif dönemde mortalite ve morbidite üzerine olumsuz etki eder.(12) Konjenital kalp defektlerin tamirinden sonra vücut sıvı dağılımındaki değişiklikler fazla dökümente edilmemiştir. (13,14) Bioelektriksel impedans analizi (BİA) vücut sıvı dağılımını belirlemek için kullanılan güvenli , invazif olmayan , hızlı ve tekrarlanabilir bir yöntemdir. (24,39) Elektriksel akım düşük frekansda hücre membranını geçemez ( hücre kapasitör olarak davranır) . Farklı frekanslarda akım kullanılarak elde edilen impedans ile ekstraselüler sıvı hacmini belirlemek için Multi-frekans BİA geliştirilmiştir.(40) Bu metod, vücut sıvı dağılımındaki değişimi belirlemede düşük hata marjı ile diyaliz hastalarında ve önemli derecede kritik hastalarda kullanılmıştır. (41,42) Konjenital kalp defekti nedeni ile KPB'nin kullanıldığı olgularda ameliyat sonrası sıvı fazlalığının BİA ile değerlendirilmesinde fazla çalışma bulunmamaktadır.

Bu prospektif çalışmada 10 yaş altında açık kalp cerrahisi uyguladığımız pediatrik olguların cerrahi sonrası vücut sıvı fazlalığının bioimpedans spektroskopisi yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 KONJENİTAL KALP HASTALIKLARI VE TARİHÇE

Kalp cerrahisinin kısa tarihçesine bakacak olursak Ludwig Rehn 1896'da bir kalp yaralanmasında miyokardı dikerek hastayı yaşatan ilk cerrah olmuştur. ( 15 ) . Rhen ve Schmieden ilk perikardiyektomi ameliyatını 1921'de başarıyla gerçekleştirmiştir. 1938'de Robert Gross tarafından başarılı duktus ligasyonu yapılmıştır. Daha sonra 1944 yılında Helen Taussig ve Alfred Blalock kendi isimleri ile anılacak olan şant ameliyatını gerçekleştirdiler. Bunu 1948'de Bailey –Harken ve Brock tarafından yapılan kapalı mitral komissürotomi ameliyatları izledi. 1952'de Lewis inflow oklüzyon ve hipotermi ile ilk atriyal septal defekt (ASD) tamiri ameliyatını gerçekleştirmiştir . 1929'da Frosmann tarafından ilk kalp kateterizasyonunun gerçekleştirilmesi ve 1930'da Mc Lean tarafından heparinin bulunması ile ekstrakorporeal dolaşımın uygulanabilmesi mümkün olmuştur. 1953'te Gibbon ekstrakorporeal dolaşım tekniğini kullanarak ASD tamiri gerçekleştirmiştir. ( 16 ) Ekstrakorporeal dolaşım tekniklerindeki gelişmeler modern kalp cerrahisinde kullanılan Ekstrakorporel Membran Oksijenatör ( ECMO ) ve Ventriküler Asist Device ( VAD ) gibi sistemlerin kullanılmasında öncü olmuştur. Bugün modern kalp cerrahisi pek çok kompleks konjenital kalp hastalığını başarı ile tedavi etmektedir.

Konjenital kalp hastalığı (KKH) terimi kardiyovasküler sistemdeki doğumda veya daha sonra tanımlanabilen, doğuştan olan yapısal veya fonksiyonel anomalileri içerir. Kalpteki yapısal bir kusur konjenital kalp defekti, konjenital kalp anomalisi veya kardiyovasküler malformasyon olarak isimlendirilebilmektedir (17,18). KKH'ı en sık görülen major konjenital anomalilerden biri olmakla birlikte, nedenleri hakkında en az bilgi sahibi olunan hastalık grubudur. KKH sıklığı tüm canlı doğumlarda yaklaşık % 0,6 olarak bilinmektedir (19,20) ve dağılımı Tablo 1'de görülmektedir. (36)

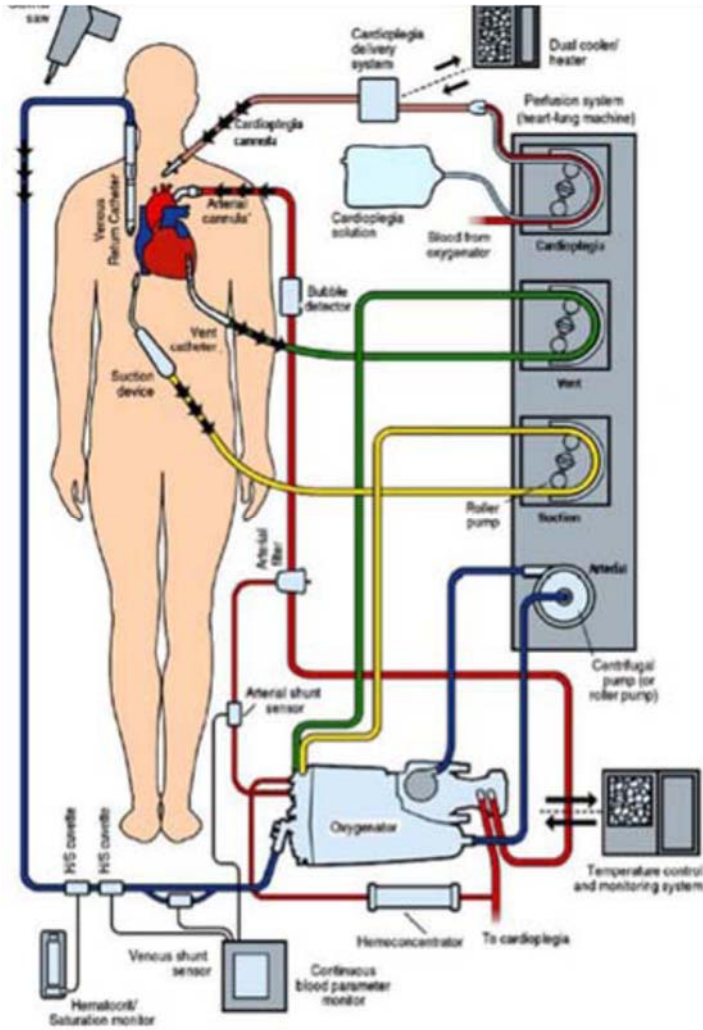
Tablo 1. KKH sıklığı

VENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT ( VSD )	%32,1
PULMONER DARLIK ( PS )	%9
ATRIYAL SEPTAL DEFEKT ( ASD )	%7,7
ATRIOVENTRİKÜLER SEPTAL DEFEKT ( AVSD )	%7,4
FALLOT TETROLOJİSİ ( TOF )	%6,8
BÜYÜK ARTERLERİN TRANSPOZİSYONU ( TGA )	%4,7
AORT KOARKTASYONU ( Ao KoA )	%4,6
HİPOPLASTİK SOL KALP SENDROMU ( HLHS )	%3,8
AORTİK DARLIK	%2,9
PATENT DUKTUS ARTERİOZUS ( PDA )	%2,4
ATRIYAL APENDİKSLERİN İZOMERİZMİ	%2,3
DOUBLE OUTLET SAĞ VENTRİKÜL ( DORV )	%2,0
BİKÜSPİT AORTİK KAPAK	%1,9
KARDİYOMİYOPATİ ( KMP )	%1,9
PULMONER ATREZİ İLE INTAKT SEPTUM ( IVS-PA )	%1,7
PERİFERAL PULMONER ARTER DARLIĞI	%1,5
TOTAL PULMONER VENÖZ DÖNÜŞ ANOMALİSİ ( TAPVD )	%1,4
TRUNKUS ARTERİOZUS	%1,2
DÜZELTİLMİŞ BÜYÜK ARTERLERİN TRANSPOZİSYONU ( cTGA )	%1,1
EBSTEİN MALFORMASYONU	%1,0
TRİKUSPİT ATREZİSİ	%0,7
İNTERRUPTED AORTİK ARK	%0,7
DOUBLE İNLET VENTRİKÜL	%0,4

## 2.2 KARDİYOPULMONER BYPASS

KBP’da kullanılan kalp akciğer makinesinde kan , yerçekimi etkisiyle veya vakum sistemi yardımıyla rezervuara direne olur. Burada yapay bir akciğer boyunca hareket eder ( bubble veya membran oksijenatör ) ve genellikle bir roller ya da sentrifugal pompa vasıtasıyla çıkan aortaya yerleştirilmiş bir kanül yoluyla arteriyel sisteme pompalanarak geri döner (Şekil 1).

Şekil 1. KPB’da Kullanılan Kalp Akciğer Makinesinin Hastaya Bağlanması





## 2.2.1 Kalp Akciğer Makinesinin Temel Elemanları

### Venöz Kanüller

Venöz kanüller , ekstrakorporal dolaşıma veya pompa oksijenatör sistemine yer çekimine bağlı veya vakum sistemi yardımıyla kanın direnajını sağlarlar. Normal veya “two stage” kullanıldığında kanül , sağ atrium apendajından sağ atriyum içine yerleştirilir. Çift kanül kullanıldığında kanüller superior ve inferior vena kava'ya konulur.

### Oksijenatörler

Akciğerlerin görevini yapan cihazlardır. Buradaki amaç; kanı geniş bir yüzeyde tutarak daha fazla hava ile temasını sağlayıp , iyi oksijenlenmesini gerçekleştirmektir. Pediyatrik kalp cerrahisinde rutin olarak hollow-fiber veya flat-sheet türü mikroporöz membran oksijenatörler kullanılmaktadır. Günümüzde buble oksijenatörler ve membran oksijenatörler olmak üzere iki tip oksijenatör kullanılmaktadır.

### Isı Değiştiriciler (Heat Exchanger)

Isı değiştiriciler KPB sisteminden geçen kanın aktif olarak ısıtılması ve soğutulması yoluyla sistemik hipotermi için kullanılan cihazlardır.

### Pompa

Ameliyat sırasında kalbin görevini üstlenen pompalar, vena kavalardan gelen ve venöz rezervuarda toplanan kanı belli bir basınçta ve akım hızında oksijenatöre, sonrasında arteriyel sisteme göndererek oksijenlenmiş kanın hastaya geri dönüşünü sağlar. Ayrıca ameliyat sahasındaki kanın aspire edilerek dolaşıma tekrar verilmesini, sol ventrikülün dekomprese edilmesini, kardiyoplejinin gönderilmesini ve koroner arterlerin perfüze edilmesini sağlar. Pompalar non pulsatil (devamlı) ve pulsatil (kesintili) akımlı olabilmektedir.

### Filtreler

Hava ve partikül (kemik, doku, yağ parçacıkları) mikroembolilerini, kan elemanlarına zarar vermeden (ve akıma yüksek direnç yaratmadan) yakalamak için kullanılmaktadır. Arteriyel hatta bağlanır.

### Arteriyel Kanül

Arteriyel kanül genellikle asendan aortaya, sağ brakiosefalik trunkusun hemen proksimaline yerleştirilir. Pediyatrik arteriyel kanülasyonda internal eksternal çap oranı yüksek olan kanül tercih edilmelidir.

## **Tubing Set**

Kalp- akciğer makinesiyle masa arasında bağlantıyı kuran hatlardır (21)

### **2.2.2 KPB ve Etkileri**

KPB sürecinde kanın endotel dışı yabancı yüzey ile teması sonucu vücudun savunma hücreleri ve proteinleri aktive olur. Sistemik inflamatuvar cevap sendromu (SIRS) denilen bu durum KPB'nin istenmeyen etkilerinden sorumlu mekanizmalardandır. (1) Yüzey teması sonrasında kompleman sistemi aktive olur. İnflamatuvar mediyatörler dolaşıma katılır. Bu mediyatörler damar endotel geçirgenliğini , kalp fonksiyonlarını , intestinal sıvı miktarını , kanama-pıhtılaşma sistemini ve organ fonksiyonlarını etkiler.(2) KPB sonucunda kapiller geçirgenlikte artış ve bunun sonucu vücut sıvı dağılımında değişimler olmaktadır. (3,4,5,6). Bu değişimler toplam vücut sıvı miktarında , ekstraselüler ve intraselüler sıvıda artış şeklindedir. (7,8) . Bu artışlar KPB süresi , hemodilüsyon ve hipotermi gibi faktörlerle ilişkilidir. (9,10) Sıvı fazlalığı, doku ve organların normal fonksiyonlarını yerine getirmesini engeller.(11) Toplam vücut sıvısının artması perioperatif dönemde mortalite ve morbidite üzerine olumsuz etki eder.(12) Konjenital kalp defektlerin tamirinden sonra vücut sıvı dağılımındaki değişiklikler fazla dökümente edilmemiştir. (13,14)

## **2.3 BİOİMPEDANS UYGULAMALARI**

Biyolojik dokuların pasif elektrik özelliklerini kullanan uygulamalardır. Tıbbi çeşitli uygulama alanları vardır. Önde gelen uygulama alanlarından birisi vücut sıvı dağılımı ve hidrasyon özelliklerinin tespit edilmesidir. İlk uygulama Thomasset (1962). 4 elektrotlu Bioimpedans analizi (BİA) tekniği Hoffer ve arkadaşları tarafından 1969 yılında ilk kez total vücut miktarını ölçmek için kullanılmıştır (23). BİS son zamanlarda hemodiyaliz hastalarında kullanılmaya başlanmıştır (24).

### **2.3.1 Bioimpedans Analizi Genel Prensipler**

#### **2.3.1.1 Temel Fizik Prensipler**

#### **İmpedans (Z):**

Elektrik akımının vücuttan geçişi sırasında akıma karşı oluşan mukavemeti ifade eder.

İki komponenti vardır

**Rezistans (R):**

Elektrik akımının vücut sıvılarından geçtiği sırada ortaya çıkan mukavemet

**Reaktans (Xc):**

Elektrik akımının hücre üzerinden geçerken hücre zarının gösterdiği mukavemeti ifade eder.

**Rezistivite ( $\rho$ ):**

Spesifik elektrik rezistans. Bir materyalin elektrik akımına hangi güçle karşı koyduğunun bir ölçüsüdür . Birimi ohm/metredir.

**Kapasitor:**

Alternatif akıma karşı geçirgenliği akımın frekansına bağlı olarak değişen yapılardır. Elektrik akımını belli bir frekansa kadar geçirmez ve üzerinde toplar. Uygun bir frekansa ulaşıldığında üzerindeki yükleri ileterek elektrik akımını iletir. Kapasitorlerin oluşturduğu direnç reaktans olarak bilinir. Hücre zarları kapasitor fonksiyonu görür.

**2.3.1.2 Bioimpedans Analizi**

BİA ile vücut sıvı dağılımı iki biyoelektriksel parametre kullanılarak (rezistans ve reaktans) indirekt olarak ölçülür. Basit şekilde insan vücuduna çok düşük düzeyde ve farklı frekanslarda elektrik akımı verilerek vücut sıvı ve kompozisyonunu saptama prensibine dayanmaktadır. Düşük frekanslı akımlarda hücre membranı kondansatör gibi davranır ve hücreden doğrudan akımın geçmesini engeller bu ekstraselüler sıvıyı ( ECW ) gösterir, yüksek frekanslı akımlarda akım hücre içi ve hücre dışı boşluklardan geçer ki bu da total vücut sıvısını ( TBW ) gösterir. (24) (Şekil 3)

İçi sıvı dolu bir silindiri düşünecek olursak; hacim (volüm) silindirin alanı ve uzunluğunun çarpımına eşittir. Fizik kanunlarına göre, bu silindirden elektrik akımı geçirdiğimizde içindeki sıvının direncini (rezistans) bilirsek volümünü hesaplayabiliriz. İnsan vücudunun da silindir şeklindeki parçalardan oluştuğu varsayılabilir. Ancak bu tam bir silindir şeklinde değildir. Yine vücut dokularının homojen bir içeriği yoktur. Buna rağmen impedans değerleri ve total vücut sıvısı arasında basit bir bağlantı olduğunu söyleyebiliriz. ( Şekil 2 )

Rezistans elektrik akımının iletilmesine karşı koyma özelliğidir. İnsan vücudunda rezistans başlıca ekstrasellüler doku tarafından oluşturulur. Rezistans dokunun sıvı ve elektrolit içeriği ile ters olarak ilişkilidir. Reaktans ise elektrik yükünü belli bir süre için depolama özelliğidir. İmpedans (Z), rezistans (R) ve reaktans (X) değerlerinin vektöriyel toplamıdır.

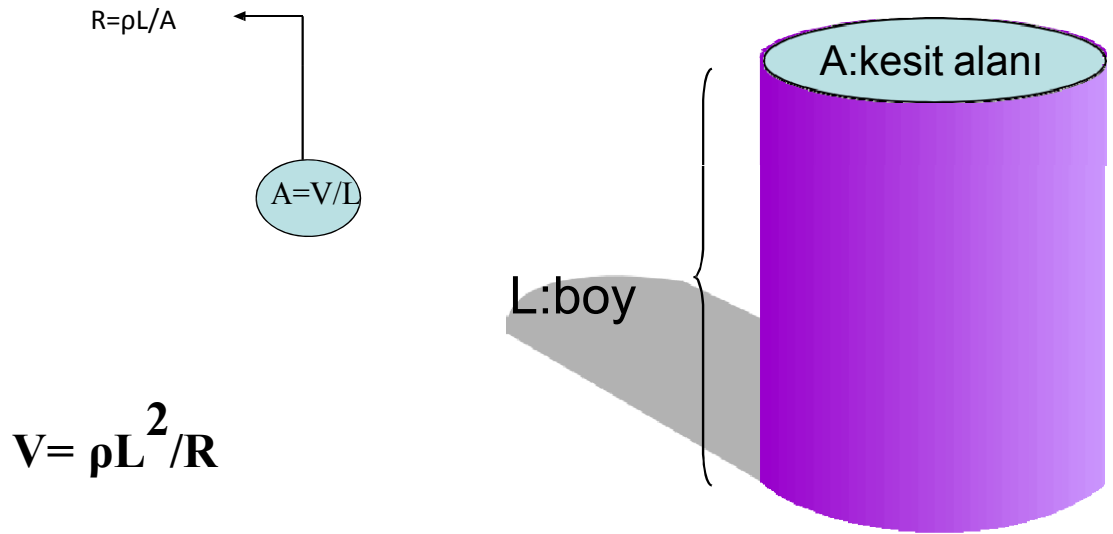
Yüksek reaktans değerleri bütünlüğü bozulmamış hücre membranı sayısı ile orantılıdır ve vücut hücre kitlesinin dolaylı bir ölçütüdür. Hücrenin bütünlüğü, dağılımı ve fonksiyonlarındaki değişiklikler reaktans ve impedans değerlerine yansıtılmaktadır. R ve X, akımın frekansı ile değişebilmektedir. Yağ mükemmel bir direnç göstericidir (rezistör). İnsan vücudunda, direncin düşük oluşu, yağsız vücut kitlesinin büyük olduğu, büyük oluşu ise yağsız vücut kitlesinin düşük yani yağ oranının yüksek oluşu anlamına gelir. Akımın geçtiği düşük dirençli dokular kan, hücre dışı sıvı veya kas vb. gibi su bakımından zengin dokulardır.

Bioimpedans analizi indeksleri ile vücut sıvılarının miktarları ve hücre bütünlüğü tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Matematiksel olarak

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

$Z^2 = R^2 + X^2$  eşitliği ile birbiri ile bağlantılıdır. Dokuların elektrik akımını yansıtma ve soğurma özellikleri farklıdır. 50–200 kHz gibi yüksek akımlar hücre membranlarını geçerek tüm vücut sıvı miktarını verirken, 5–25 kHz gibi düşük akımlar hücre membranını geçemez ve sadece ekstrasellüler sıvı miktarını verirler ( Şekil 3 ).

Şekil 2 : Volüm rezistans ilişkisi



### 2.3.1.3 Bioimpedans Tekniği

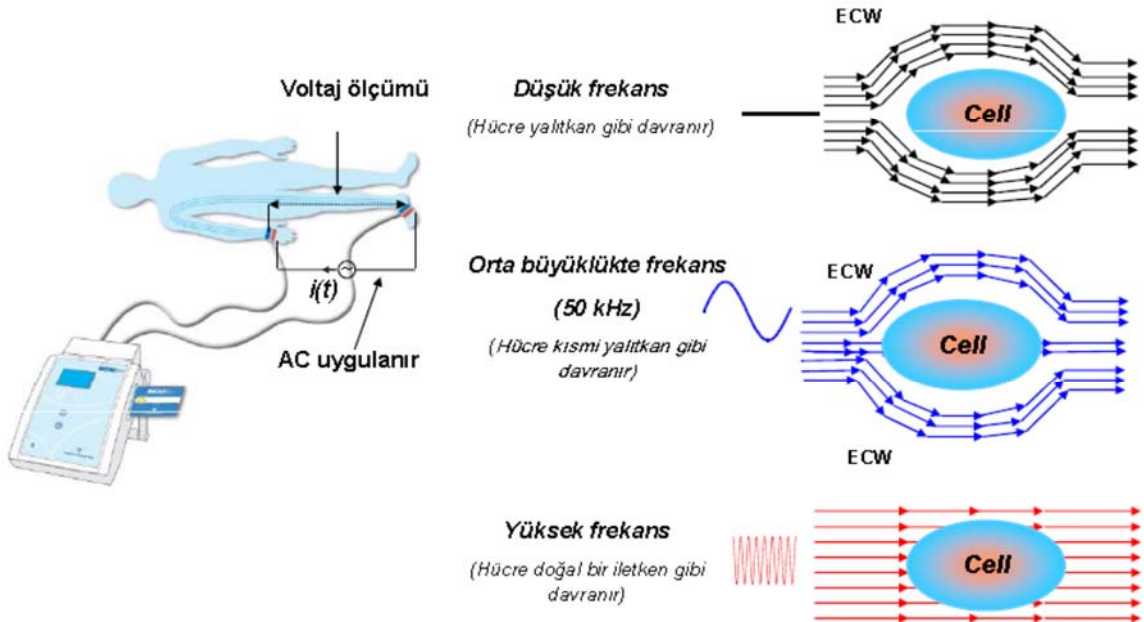
4 elektrot kullanılır ve 800 mikroamperlik alternatif akım (AC) uygulanır.

Resim 1 : Elektrotların uygulanışı



Şekil 3 : Vücut dokuları ve bioimpedans spektroskopisi ölçüm prensibi.

## Elektrik akımının vücutta seyri

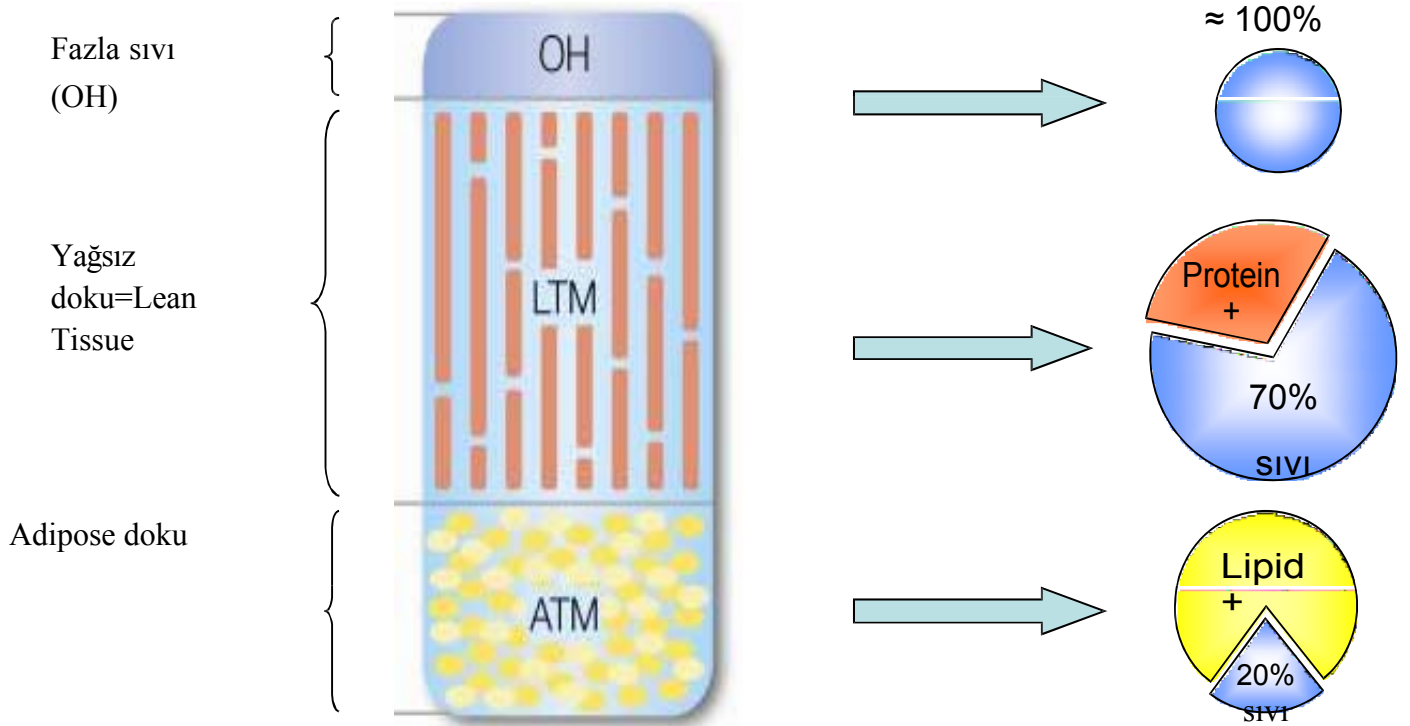


### 2.3.1.4 Bioimpedans Ölçüm Teknikleri

- 1) Single frekans bioimpedans analiz (BIA)
- 2) Multifrekans bioimpedans spektroskopi (BIS)
- 3) Segmental bioimpedans uygulamaları
- 4) Vücut Sıvı Dağılımı Monitor Tekniği (BCM)
- 5) Calf (baldır) Bioimpedans Tekniği

Şekil 4 : ECW fazlalığı ( Overhidrasyon ( OH ) , sıvı yükü )

#### Vücut Sıvı Dağılımı Monitor Tekniği



( Vücut Sıvı Dağılımı için 3-Kompartman Modeli )

Vücut sıvı dağılımı = Yağlı doku + yağsız doku + aşırı sıvı

*Resim 2 : Vücut sıvı dağılımı monitörü cihazı. Multifrekans Bioimpedans spektroskopisi ( 5-1000 kHz ) prensibine göre çalışmakta ve 3-Kompartman vücut sıvı dağılımı modelini kullanarak TBW (L) : Total vücut sıvısı , ECW (L) : Ekstrasellüler sıvı , ICW (L) : İntrasellüler sıvı , E/I : Ekstrasellüler sıvı / İntrasellüler sıvı , OH (L) : Overhidrasyon, Sıvı yükü parametrelerini ölçmektedir.*



## 2.4 SIVI FAZLALIĞI

Sıvı fazlalığı ( Fluid Overload ; FO ) sodyum ve su ekskresyonunun oligürik akut böbrek hasarına bağlı bozulmasından ötürü gözlemlenen bir komplikasyondur. ( 25 ) İlk defa pediatrik kemik iliği transplant hastalarında yapılan retrospektif bir çalışmada tarif edilmiştir. ( 26 ) Bu çalışmada diyaliz ihtiyacı olan olguların büyük bir çoğunluğunda ( %70 ) > %10 FO'ya sahip olduğu görülmüştür . Bu ilk rapordan sonra özellikle devamlı renal replasman tedavisine ( CRRT ) ihtiyaç duyulan olgularda ve diğer pediatrik popülasyonda artmış FO'ya dikkat çekilmiştir. ( 27,28 ) Bu çalışmalarda CRRT başlangı-

cındaki FO'nun artmış mortalite ile korele olduğu ve FO'nun derecesinin hastalığın ağırlığından bağımsız mortalite için prediktör olduğu tespit edilmiş. Hayatta kalanlarda da FO uzamış mekanik ventilasyon süreleri , uzamış yoğun bakım ve hastane yatış süreleri ile korele olduğu görülmüştür. ( 29 )

FO ayrıca KPB ile birlikte pediatrik kalp cerrahisi olgularının postop döneminde sık görülmektedir. Erken post-op dönemde FO'nun infant ve 6 aylıktan küçük olgularda olumsuz sonuçlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir. (30)



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 HASTA VE SAĞLIKLI OLGU GURUPLARININ SEÇİMİ

Bu çalışmada Temmuz 2015 ile Ekim 2015 tarihleri arasında İstanbul Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı bünyesinde konjenital kalp defekti nedeni ile KPB kullanılarak opere edilen 10 yaş altında 20 olgunun peroperatif vücut sıvı dağılımındaki değişiklikler bioimpedans spektroskopi ve diğer yöntemler kullanılarak prospektif olarak analiz edildi. Sağlıklı olgu gurubu 10 yaş altında fizik muayenelerinde patoloji olmayan pediatri polikliniği tarafından sağlıklı çocuk izleminde olan 20 olgu rastgele seçilerek dahil edildi ve BIS kullanılarak vücut sıvı dağılımı değerlendirildi. Lokal etik kurul izni alınarak ağırlıkları 3-30 kg aralığında değişen total sirkülatuar areste girilmeyen , elektif şartlarda opere edilen hastalar rastgele çalışmaya dahil edildi.

#### 3.2 PREOPERATİF DÖNEM

Rutin pre-operatif tetkikler yapıldı. Çalışmaya dahil edilen çocukların birinci derece yakınlarından operasyon ve araştırma ile ilgili bilgi verilerek aydınlatılmış onam alındı.

#### 3.3 İNTRA-OPERATİF DÖNEM

Çalışmaya alınan hastalar uygun premedikasyonu takiben operasyon odasına alındı . EKG ve periferik arter satürasyonları izlenmeye başlandı. Anestezi induksiyonu sonrası endotrakeal entübasyon yapıldı. BCM (Fresenius Medical Care D GmbH) cihazı ile olguların sıvı yükünü belirlemek için rölatif sıvı yükü ölçümü kullanıldı . Rölatif sıvı yükü ( ROH ) ;  $ROH = OH / ESW \%$  . Normal referans popülasyonda ROH'nun %7'ye kadar olması sıvı durumu açısından normal kabul edilip , >%7 olması FO olarak kabul edilmiştir.( 34 , 35 ). Ölçüm için hastalar sırt üstü yatar pozisyonda el ve ayak sırtına bilekler ve metakarpo-falangial ve metatarso-falangial eklemlerin 1'er cm proksimaline olmak üzere iki ele iki de ayağa olmak üzere toplam 4 elektrot yapıştırıldı. Her hasta için yaş , kilo , boy verileri girildikten sonra 1-4 dakikalık bir sürede ölçümleri tamamlandı. Radyal veya femoral arter , jugüler ven kanüle edilerek invazif arter ve ven monitorizasyonu sağlandı. İdrar kateteri , rektal ve özefageal ısı probu yerleştirildi. Anestezi induksiyonu sonrası 50mg/kg iv sefazolin uygulaması yapıldı. Heparinizasyon sonrası ACT değeri 450 saniyenin üzerine çıktığında aort kanülasyonuna başlandı.

Tüm hastalara median sternotomi ile aorto-bikaval kanülasyonu uygulandı ve sonra Sorin inspire perfüzyon cihazı ile KPB başlatıldı. Ventilasyon sonlandırıldı. KPB esnasında hafif-orta (28-32C) hipotermi uygulandı. Tüm olgularda non-pulsatil akımlı roller pompa sağlandı ve membran oksijenatör kullanıldı. Uygun kardiyak cerrahinin tamamlanmasını takiben kalp içindeki hava çıkarıldı ve aortik kros klemp ( AKK ) kaldırıldı. Ventilasyona başlandı , normotermi ile birlikte uygun hemodinamik stabilizasyon sağlandıktan sonra KPB sonlandırıldı. Protamin sonrası dekanülasyon yapıldı. Kanama kontrolü sonrası sternum kapatılarak kalp ve damar cerrahisi yoğun bakım ünitesinde takip edilmeye başlandı.

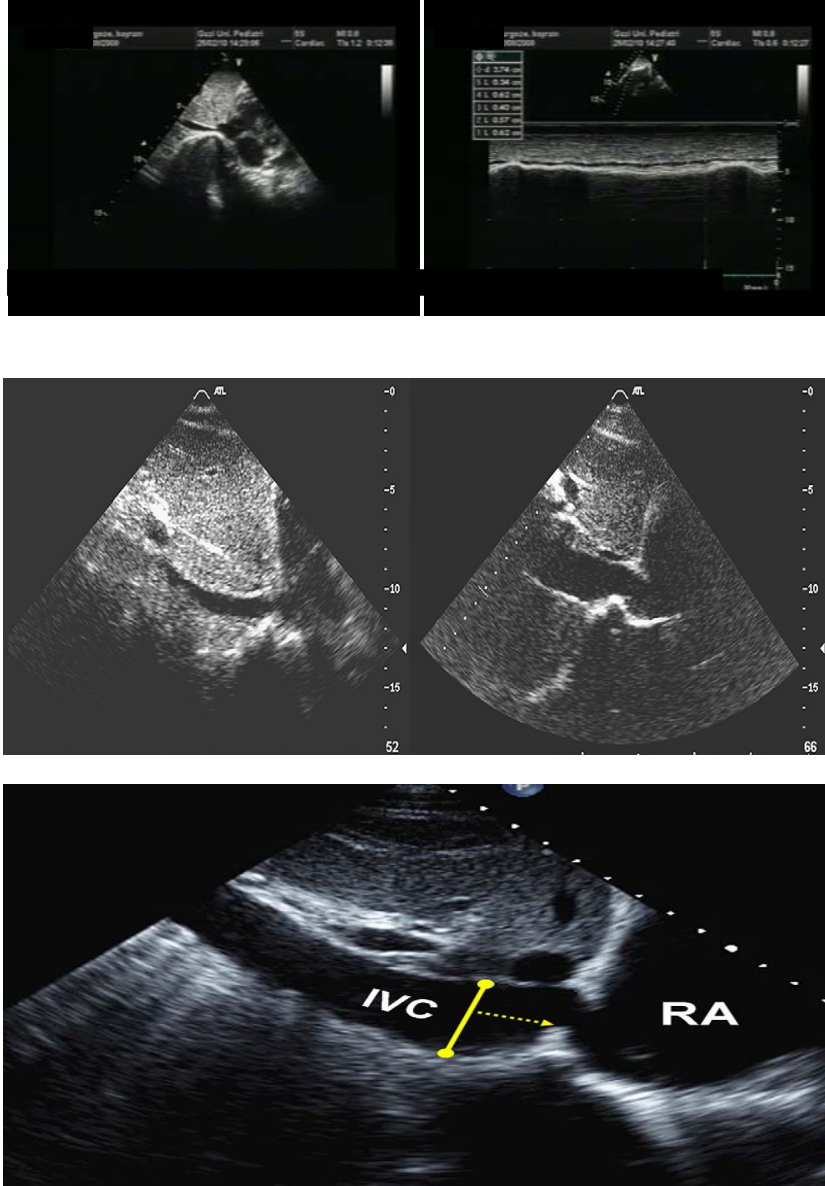
### 3.3.1. EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLENDİRME

Bioimpedans ölçümü ile eşzamanlı olarak aynı pediatrik kardiyolog tarafından GE Vingmed Vivid S5 Doppler (General Electric Medical Systems , Milwaukee,WI, USA ) 3 ve 5 MHz probe cihazı ile yapılan transtorasik ekokardiyografik (TTE) ölçümler yapıldı. Bütün incelemeler aynı araştırmacı tarafından 3'er kez tekrarlandı . Değerlendirmeler için 4 boşluk, parasternal kısa eksen , parasternal uzun eksen , suprasternal ve subkostal görüntüleme pencereleri kullanıldı. Ölçümlerde subkostal , parasternal uzun eksen , kısa eksen , apikal dört boşluk , beş boşluk ve suprasternal pozisyonlarda görüntüler alınarak M-mod, 2-boyutlu ve Doppler ekokardiyografik incelemeler ile hemodinamik fonksiyonlar değerlendirildi. Sol ve sağ ventrikül diyastolik fonksiyonları için PW Doppler ile transmitral ve transtrikuspid akım velositesinden pik erken diyastolik akım, pik geç diyastolik akım hızları, E/A oranı hesaplandı. TE/TA: Sağ ventrikül diastolik fonksiyonları için triküspit kapakta PW Doppler ile elde edilen akım profilinden hesaplandı. ME/MA: Sol ventrikül diastolik fonksiyonları için mitral kapakta PW Doppler ile elde edilen akım profilinden hesaplandı.Tüm ölçümlerde “American Society of Echocardiography” önerileri (51) referans alındı.

Sağ atriyal basınç; subkostal görüntüden inferiyor vena kavanın çapı ve venin solunum sırasındaki değişkenliğine (inspiratuvar kollapsı) göre tahmin edilir. İnferiyor vena kava çapı normalde 1,2 – 2,3 cm'dir ve inspiyumda %50' den fazla çap küçülür. Sağ atrium basıncı çoğu zaman sabit bir değer olarak beş ya da 10 mmHg esas alınsa da inferiyor vena kava genişse ya da inspiyumda kollabe olmuyorsa 10-15 mmHg, geniş ve inspiyumda hiç kollabe olmuyorsa en az 20 mmHg olarak kabul edilmelidir (52).

Sağ atrium basıncı için v.kava inferior değerlendirilir. VKİ ( Vena Kava Inferior ) çapı normal ve solunumla kollaps varsa: <10 mmHg; VKİ çapı hafif dilate görünümde solunumla kollaps yok ise 10-15 mmHg, VKİ çapı >2,5 cm ve solunumla kollaps yoksa: >15 mmHg kabul edilir.

Şekil 5: M-Mode TTE ile V.cava inf. Ölçümü



### 3.4 POST-OPERATİF DÖNEM

Yoğun bakıma alındıktan sonra sürekli oksijen saturasyonu ( SaO<sub>2</sub> ), elektrokardiografi ( EKG ), invazif arter ve ven monitorizasyonu yapılarak takip edildi. Postoperatif 1. saat BCM cihazı ve transtorasik EKO ile ilgili ölçümler yapıldı. FO'yu belirlemek için premedikasyon sonrası yapılan ölçüm ile yoğun bakımda yapılan ikinci ölçüm arasındaki sürede hastaya uygulanan sıvı yönetimi :

$$[(\text{Total alınan sıvı mL} - \text{Total çıkan sıvı mL}) / \text{Pre-operative ağırlık kg}] \times 100$$
 formülü

kullanılarak yapıldı. ( 28 , 31 ) . Pediatrik olgularda yapılmış olan FO'nun konjenital kalp cerrahisi sonrası morbidite ve mortalite üzerine etkisi ile ilgili güncel bir çalışmada FO için eşik değer %10 olarak belirlenmiştir. ( 30 ) . Çalışmamızda FO için eşik değer olarak %10'u kullandık .

### **3.5 İSTATİKSEL ANALİZ**

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanıldı. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sürekli ölçümlerse ortalama ve standart sapma (gerekli yerlerde ortanca ve minimum - maksimum) olarak özetlendi. Kategorik ölçümlerin örnekler arasında karşılaştırılmasında Ki-Kare test ve Fisher's exact test istatistikleri kullanıldı. İki grup sayısal değer karşılaştırmalarında Mann Whitney U testi normal dağılım göstermeyen örneklerde, bağımsız örneklem t-testi normal dağılım gösteren örneklerde kullanıldı. Örnekler arasında sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Spearman Korelasyon test istatistiği kullanıldı. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi  $p<0.05$  olarak alındı.

## 4.BULGULAR

### 4.1 DEMOGRAFİK BULGULAR

İstanbul Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp-Damar Cerrahisi kliniğinde konjenital kalp defekti nedeniyle KPB kullanılarak opere edilen olguların 8'i kız (%40) , 12'si erkek (%60) idi ve 20 sağlıklı çocuktan oluşan kontrol gurubunun 13'ü erkek (%65) , 7'si kız (%35) olan çocuklar üzerinde yapılmıştır. Hasta gurubu ve kontrol grubu arasında cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=0,769$ ).Hasta gurubu ve kontrol gurubu arasında yaş açısından anlamlı fark yoktu ( $p=0,141$ ) . Çalışmaya alınan hastaların ortalama yaşı  $21,10 \pm 28,03$  ay idi . Hastaların boy ortalaması  $75,15 \pm 21,78$  cm , ağırlık ortalaması  $9,12 \pm 5,81$  kg ve vücut yüzey alanı  $0,41 \pm 0,19$ m<sup>2</sup> olarak hesaplandı , vücut kitle indeksi  $14,61 \pm 2,07$  kg/m<sup>2</sup> idi . ( Tablo 2 )

**Tablo 2 :** Olgu ve Kontrol gurubu Demografik Veriler

	Olgu Gurubu (n=20) Ortalama $\pm$ Standart Sapma	Kontrol Gurubu (n=20) Ortalama $\pm$ Standart Sapma	<i>p</i>
Yaş ( ay )	21,1 $\pm$ 28,03	45,88 $\pm$ 42,19	0,141
Cinsiyet			0,769
Kız	8 ( 40% )	7 ( 35% )	
Erkek	12 ( 60% )	13 ( 65% )	
Ağırlık(kg)	9,12 $\pm$ 5,81	15,36 $\pm$ 12,35	0,232
Boy ( cm )	75,15 $\pm$ 21,78	92,68 $\pm$ 35	0,133
Vücut Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> )	0,41 $\pm$ 0,19	0,61 $\pm$ 0,37	0,110
Vücut Kitle İndeksi ( BMI) (kg/m <sup>2</sup> )	14,61 $\pm$ 2,07	15,2 $\pm$ 4,26	0,577

## 4.2 OPERASYONA AİT BULGULAR

Çalışmamızda yer alan 20 olgudan 3 olguda Arteryel Switch ( Jaten ) , 2 olguda Tcpc ( Total Kavapulmoner Bağlantı ) ( Fontan ) , 4 olguda Bidireksiyonel Kavapulmoner Shunt ( Glenn ) , 3 olguda Ventriküler Septal Defekt ( VSD ) kapatılması , 2 olguda Komplet Atrioventriküler Kanal Defekti tamiri , 2 olguda Fallot Tetrolajisi ( TOF ) tamiri , 1 olguda Mitral Plasti , 1 olguda Aortoplasti , 1 olguda Turunkus Arteriozus Tamiri ve 1 olguda Vsd + Aort Koarktasyonu tamiri ameliyatı yapıldı . ( Tablo 3 )

Tablo - 3 : Hasta Gurubu Tanısal Dağılım

Sıra	Yaş	Cinsiyet	Tanı	Operasyon	KİLO	BOY
1	5 AYLIK	KIZ	Büyük Arter Transpozisyonu	Arteryel Switch	3KG	55CM
2	10 YAŞ	ERKEK	Single ventrikül fizyoloji	Tcpc	25KG	135CM
3	1 AYLIK	ERKEK	Büyük Arter Transpozisyonu	Arteryel Switch	4,4KG	57CM
4	1 YAŞ	KIZ	Single ventrikül fizyoloji	Bidireksiyonel Kavapulmoner Shunt	7,3KG	68CM
5	3 YAŞ	KIZ	VSD	VSD Onarımı	11,3KG	84CM
6	2 YAŞ	ERKEK	Komplet AV Kanal Defekti	Komplet AV Kanal Defekti Tamiri	11,7KG	88CM
7	1 AYLIK	KIZ	Komplet AV Kanal Defekti	Komplet AV Kanal Defekti Tamiri	3,9KG	55CM
8	1 AYLIK	KIZ	VSD	VSD Onarımı	3,55KG	49CM
9	1 AYLIK	KIZ	Büyük Arter Transpozisyonu	Arteryel Switch	3,5KG	48CM
10	2 YAŞ	ERKEK	Single ventrikül fizyoloji	Bidireksiyonel Kavapulmoner Shunt	10KG	83CM
11	2 AYLIK	ERKEK	VSD+Aort Koarktasyonu	VSD Onarımı+Aort Koarktasyon Tamiri	3,25KG	49CM
12	1 YAŞ	ERKEK	TOF	TOF Tam Düzeltme	9,2KG	77CM
13	7 AYLIK	ERKEK	TOF	TOF Tam Düzeltme	8,66KG	75CM
14	1 YAŞ	KADIN	Mitral kapak patolojisi	Mitral Plasti	10,9kg	79CM
15	2 YAŞ	ERKEK	Aort kapak patolojisi	Aortoplasti	9,7KG	80CM
16	3 YAŞ	ERKEK	Single ventrikül fizyoloji	BİDİREKSİYONEL KVP	11,6KG	92CM
17	8 AYLIK	ERKEK	VSD	VSD ONARIMI	5,3KG	64CM
18	2,5 YAŞ	ERKEK	Single ventrikül fizyoloji	Bidireksiyonel Kavapulmoner Shunt	16,2KG	92CM
19	6 AYLIK	KIZ	Turunkus Arteriozus	Turunkus Arteriozus Tamiri	5,1KG	66CM
20	5 YAŞ	ERKEK	Single ventrikül fizyoloji	Tcpc	19KG	107CM

Operasyona alınan hastalarda kardiyopulmoner bypass süresi ortalama 96,00 ( 42-150) dakika , kardiyopulmoner bypass sırasında ortalama ısı 32,97C , ( 30,52- 35,42C ) , ortalama KPBT ( Kardiyopulmoner Basınç Trasesi ) 62,08 mmHg ( 49,07 – 75,09mmHg) ( Tablo 4 )

*Tablo 4 : Hasta gurubu İntrooperatif Veriler*

	Ortalama ± Standart Sapma	Minimum değer	Maksimum değer
KPB Süresi ( dak. )	96,00 ± 54,00	42,00	150,00
KPB Isı ( C )	32,97 ± 2,45	30,52	35,42
KBP Basınç Trasesi( mmHg )	62,08 ± 13,01	49,07	75,09

#### **4.3. PERİOPERATİF HEMODİNAMİK VE BİYOKİMYASAL DEĞERLER**

Operasyon öncesi santral venöz basınç (CVP) değeri ortalama 10,4 cmH<sub>2</sub>O , Hematocrit (Htc) değeri ortalama 37,29 % , Sodyum (Na) değeri ortalama 136,15miliEq/L ,Potasyum (K) değeri ortalama 3,76 miliEq/L, Kan şekeri ortalama 85,85 mg/dL iken operasyon sonrası CVP değeri ortalama 11,6 cmH<sub>2</sub>O , Htc değeri ortalama 37,88 % , Na değeri ortalama 138,75 miliEq/L , K değeri ortalama 3,61 miliEq/L , Kan şekeri ortalama 198,2 mg/dL olarak tespit edildi. ( Tablo 5 )

**Tablo 5 : Hasta ve Kontrol Gurubu Biokimyasal Ve Hemodinamik Veriler**

	Olgu Gurubu Pre-op	Olgu Gurubu Post-op	Kontrol Gurubu
	Ortalama ± Standart Sapma	Ortalama ± Standart Sapma	Ortalama ± Standart Sapma
CVP ( cmH2O )	10,4±3,56	11,6±4,84	
Htc (%)	37,29±8,86	37,88±6,54	39,46±5,23
Na (miliEq/L)	136,15±3,62	138,75±5,17	140,65±2,98
K (miliEq/L)	3,76±0,39	3,61±0,42	3,65±0,29
Kan Şekeri(mg/dL)	85,85±8,88	198,2±46,77	95,64±11,87
SAB (mmHg)	90,75±19,83	92,75±12,34	93,84±10,63
DAB (mmHg)	47,75±11,53	45,9±7,46	52,29±8,61
MAB(mmHg)	62,08±13,01	61,52±7,44	66,14±9,28

#### 4.4. PERİOPERATİF BİOİMPEDANS , TTE VE CVP PARAMETRELERİ

Bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde operasyon öncesi OH / ECW ( % ) ( ROH ) , OH ( L ) , TBW , ECW ve ICW parametreleri incelendiğinde olgu ve kontrol gurubu arasında anlamlı fark görülmedi . Ancak E / I gurubunda olgu gurubunda mean 0,6 iken kontrol gurubunda mean 0,68 idi ve istatikselsel olarak anlamlı idi ( p <0,05 ). Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon öncesi VCIs(mm) , VCId(mm) , Mitral E/A , Trikuspit E/A , RA (mm<sup>2</sup>) , LA (mm<sup>2</sup>) , RV (mm<sup>2</sup>) , LV (mm<sup>2</sup>) parametreleri incelendiğinde olgu ve kontrol gurubu arasında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmedi. Operasyon öncesi CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min:6 mmHg ,max: 18 mmHg , mean: 10,4 mmHg bulundu . ( Tablo 6 )



**Tablo 6 :**Hasta ve Kontrol gurubu ameliyat öncesi Bioimpedans , TTE bulguları ve CVP değerleri

<b>PRE-OP</b>	<b>Olgu Gurubu</b>	<b>Kontrol Gurubu</b>	<b>p</b>
<b>Bioimpedans Bulguları</b>	( Min – Max ; Mean )	( Min – Max ; Mean )	
OH ( L )	(-1,0) - 0,2 ; (-0,28 )	(-0,6) - 0,7 ; (-0,09)	0,094
OH / ECW ( % ) ( ROH )	(-0,77) -0,18 ; (-0,15)	(-0,21) - 0,19 ; (-0,04)	0,158
TBW	2,5- 15,1 ; 6,19	2,8 - 24,5 ; 9,62	0,074
ECW	0,9 - 6,3 ; 2,34	1,1 - 10,7 ; 3,99	0,056
ICW	1,4 - 8,8 ; 3,85	1,7 - 13,8 ; 5,63	0,125
E / I	0,33- 0,77 ; 0,6	0,37 - 0,77 ; 0,68	0,015
<b>TTE Bulguları</b>	( Min – Max ; Mean )	( Min – Max ; Mean)	
VCI <sub>s</sub> (mm)	0,2 - 1,1 ; 0,53	0,1 - 1,2 ; 0,47	0,390
VCI <sub>d</sub> (mm)	0,3 - 1,2 ; 0,74	0,3 - 1,8 ; 0,72	0,297
Mitral E / A	0,69 - 1,84 ; 1,33	1,06 - 2,17 ; 1,54	0,120
Trikuspit E / A	0,5 - 3,37 ; 1,67	0,79 - 2,07 ; 1,41	0,257
RA (mm <sup>2</sup> )	1,8 - 16,4 ; 5,02	1,3 - 13,7 ; 6,05	0,209
LA (mm <sup>2</sup> )	1,3 - 14,6 ; 6,54	1,3 - 15,4 ; 7,16	0,633
RV (mm <sup>2</sup> )	1,0 - 13,6; 6,17	2,1 - 18,8 ; 7,44	0,619
LV (mm <sup>2</sup> )	2,93 - 14,3 ; 7,57	3,0 - 26,0; 11,02	0,257
<b>CVP ( cmH<sub>2</sub>O )</b>	6 - 18 ; 10,4		

Bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde operasyon sonrası olgu gurubunda mean OH 0,1 L , mean OH/ECW(%) (ROH) 0,04 , mean TBW : 6,28 , mean ECW :2,66 , mean ICW:3,6 , mean E/I : 0,69 . Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon sonrası mean VCI<sub>s</sub> : 0,65mm , mean VCI<sub>d</sub> : 0,87mm , mean Mitral E/A : 1,18 , mean Trikuspit E/A : 1,03 , mean RA : 4,09mm<sup>2</sup> , mean LA : 4,68mm<sup>2</sup> , mean RV : 4,72mm<sup>2</sup> , mean LV : 6,34mm<sup>2</sup> . Operasyon sonrası CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min:5 cmH<sub>2</sub>O , max: 22 cmH<sub>2</sub>O , mean:11,6 cmH<sub>2</sub>O bulundu . ( Tablo 7 )

Tablo 7 : Hasta gurubu ameliyat sonrası Bioimpedans , TTE bulguları ve CVP değerleri

<b>POST-OP</b>	Olgu Gurubu
<b>Bioimpedans Bulguları</b>	( Min – Max ; Mean )
OH ( L )	(-0,9) - 0,6 ; 0,1
OH / ECW ( % ) ( ROH )	(-0,43) - 0,33 ; 0,04
TBW	2,6- 16,8 ; 6,28
ECW	1,1 - 7,4 ; 2,66
ICW	1,3 - 9,4 ; 3,6
E / I	0,1 - 0,88 ; 0,69
<b>TTE Bulguları</b>	( Min – Max ; Mean )
VCIs ( mm )	0,3 - 1,2 ; 0,65
VCId ( mm )	0,5 - 1,4 ; 0,87
Mitral E / A	0,29 - 2,2; 1,18
Trikuspit E / A	0,63 - 2,05; 1,03
RA( mm <sup>2</sup> )	1,3 - 8,2 ; 4,09
LA ( mm <sup>2</sup> )	1,6 - 11; 4,68
RV ( mm <sup>2</sup> )	1,1 - 7,6 ; 4,72
LV ( mm <sup>2</sup> )	1,8 - 11,3 ; 6,34
<b>CVP ( cmH<sub>2</sub>O )</b>	5 -22 ; 11,6

Olgu gurubunda preop ve postop Bioimpedans , TTE ve CVP değerlerinin karşılaştırıldığında TTE bulgularından TE/TA , Bioimpedans parametrelerinden OH , ROH ve E/I oranının istatikselsel olarak anlamlı bulunduğu saptandı .( p < 0,05 ) . Olgu grubunda preop ve postop CVP değeri karşılaştırıldığında istatikselsel olarak anlamlı fark bulunmadı. ( Tablo 8 ) .

Tablo 8 : Olgu gurubunda preop ve postop Bioimpedans , TTE ve CVP değerlerinin karşılaştırılması

	<b>PRE-OP</b>	<b>POST-OP</b>	<b>p</b>
<b>TTE Bulguları</b>	( Min – Max ; Mean )	( Min – Max ; Mean )	
VCI <sub>s</sub> (mm)	(0,2) - (1,1) ; (0,53)	(0,3) - (1,2) ; (0,65)	0,115
VCI <sub>d</sub> (mm)	(0,3) - (1,2) ; (0,74)	(0,5) - (1,4) ; (0,87)	0,091
Mitral E / A	(0,69) - (1,84) - (1,33)	(0,29) - (2,2) - (1,18)	0,277
Trikuspit E / A	(0,5) - (3,37) - (1,67)	(0,63) - (2,05) - (1,03)	<b>0,014</b>
RA (mm <sup>2</sup> )	(1,8) - (16,4) ; (5,02)	(1,3) - (8,2) ; (4,09)	0,323
LA (mm <sup>2</sup> )	(1,3) - (14,6) ; (6,54)	(1,6) - (11) ; (4,68)	0,057
RV(mm <sup>2</sup> )	(1) - (13,6) ; (6,17)	(1,1) - (7,6) ; (4,72)	0,155
LV(mm <sup>2</sup> )	(2,93) - (14,3) ; (7,57)	(1,8) - (11,3) ; (6,34)	0,199
<b>Bioimpedans Bulguları</b>	(Min-Max);Mean	(Min-Max);Mean	
OH (L)	(-1) - (0,2) ; (-0,28)	(-0,9) - (0,6) ; (0,1)	<b>0,002</b>
OH /ECW( % ) ROH	(-0,77) - (0,18) ; (-0,15)	(-0,43) - (0,33) ; (0,04)	<b>0,003</b>
TBW	(2,5) - (15,1) ; (6,19)	(2,6) - (16,8) ; (6,28)	0,946
ECW	(0,9) - (6,3) ; (2,34)	(1,1) - (7,4) ; (2,66)	0,394
ICW	(1,4) - (8,8) ; (3,85)	(1,3) - (9,4) ; (3,6)	0,588
E / I	(0,33) - (0,77) ; (0,6)	(0,1) - (0,88) ; (0,69)	<b>0,004</b>
<b>CVP (cmH<sub>2</sub>O)</b>	(6) - (18) ; (10,4)	(5) - (22) ; (11,6)	0,523

Perioperatif (preop ve postop değerler farkı ) bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde operasyon süresince olan değişiklikler olgu gurubunda mean OH : 0,38 L , mean OH/ECW(%) (ROH) : 0,19 , mean TBW : 0,09 , mean ECW : 0,32 , mean ICW : (-0,25) , mean E/I : 0,09 . Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon süresince mean VCIs : 0,12mm , mean VCId : 0,13mm , mean Mitral E/A : (-0,15) , mean Trikuspit E/A : (-0,64) , mean RA : (-0,93) mm<sup>2</sup> , mean LA : (-1,86)mm<sup>2</sup> , mean RV : (-1,46)mm<sup>2</sup> , mean LV : (-1,23)mm<sup>2</sup> . Operasyon süresince CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min:-12 cmH<sub>2</sub>O , max: 16 cmH<sub>2</sub>O , mean:1,2 cmH<sub>2</sub>O bulundu . Operasyon süresince genel volüm dengesi incelendiğinde olgu gurubunda min: (-0,05)L , max : 0,37L ; mean : 0,09L olduğu bulundu . ( Tablo 9 )

*Tablo 9 : Hasta gurubu ameliyat süresince Bioimpedans, TTE bulguları , CVP değerleri ve genel volüm dengesindeki değişiklikler*

<b>PERİOPERATİF DEĞİŞİKLİKLER</b>	<b>Olgu Gurubu</b>
<b>Bioimpedans Bulguları</b>	( Min – Max ; Mean )
OH ( L )	(-0,9) - (1,2) ; (0,38)
OH / ECW ( % )	(-0,53) - (0,89) ; (0,19)
TBW	(-1,4) - (1,7) ; (0,09)
ECW	(-0,5) - (1,1) ; (0,32)
ICW	(-1,8) - (0,9) ; (-0,25)
E / I	(-0,66) - (0,4) ; (0,09)
<b>TTE bulguları</b>	Min – Max ; Mean )
VCIs (mm)	(-0,5) - (0,7) ; (0,12)
VCId ( mm )	(-0,4) - (0,7) ; (0,13)
Mitral E / A	(-1,13) - (0,82) ; (-0,15)
Trikuspit E / A	(-1,81) - (0,63) ; (-0,64)
RA (mm <sup>2</sup> )	(-8,2) - (1,8) ; (-0,93)
LA (mm <sup>2</sup> )	(-8,7) - (0,7) ; (-1,86)
RV (mm <sup>2</sup> )	(-8,1) - (2,3) ; (-1,46)
LV (mm <sup>2</sup> )	(-5,1) - (3,3) ; (-1,23)
<b>CVP ( cmH<sub>2</sub>O )</b>	(-12) - (16) ; (1,2)
<b>Genel Volüm dengesi ( L )</b>	(-0,05) - (0,37) ; (0,09)

Operasyon süresince görülen Bioimpedans parametrelerindeki değişiklikler ile genel volüm dengesi , cvp'deki değişim ve transtorasik ekokardiyografi parametreleri ( VCI<sub>s</sub>, VCI<sub>d</sub>, VCI<sub>d</sub>/VCI<sub>s</sub> , Mitral E/A , Trikuspit E/A , RA , LA , RV ,LV ) arasında korelasyona bakıldığında biyoimpedans bulgularından OH / ECW (%ROH ) ile transtorasik eko bulgularından mitral A/E arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( p< 0,05 ) . Bioimpedans bulgularından ECW ile transtorasik ekokardiyografi bulgularından VCI<sub>s</sub> arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu . ( p<0,05 ) . Bioimpedans bulgularından E/I ile genel volüm dengesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( p < 0,05 ) . Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı . ( Tablo 10 )

*Tablo 10 : Hasta gurubu ameliyat süresince Bioimpedans ve TTE bulguları ve CVP değerlerindeki değişiklikler ve genel volüm dengesinin birbirleri ile korelasyonu*

Bioimpedans Bulguları		Genel Volüm dengesi(L)	Perop CVP değişimi	VCI <sub>s</sub>	VCI <sub>d</sub>	VCI <sub>d</sub> /VCI <sub>s</sub>	ME/MA	TE/TA	RA	LA	RV	LV
OH ( L )	p	0,542	0,551	0,833	0,676	0,351	0,067	0,474	0,159	0,845	0,411	0,941
OH / ECW (%ROH)	p	0,566	0,989	0,314	0,695	0,064	<b>0,036</b>	0,636	0,517	0,528	0,807	0,906
TBW	p	0,130	0,337	0,194	0,164	0,888	0,552	0,426	0,589	0,796	0,710	0,447
ECW	p	0,836	0,749	<b>0,046</b>	0,078	0,330	0,523	0,188	0,545	0,808	0,118	0,377
ICW	p	0,113	0,314	0,680	0,517	0,718	0,257	0,739	0,383	0,631	0,748	0,614
E / I	p	<b>0,032</b>	0,978	0,847	0,830	0,351	0,268	0,709	0,555	0,935	0,644	0,880

Operasyon süresince CVP değişim ile genel volüm dengesi arasında korelasyona bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yok idi . ( Tablo 11 )

*Tablo 11 : Hasta gurubu ameliyat süresince CVP değerlerindeki değişiklikler ve genel volüm dengesinin birbirleri ile korelasyonu*

		<b>Genel Volüm dengesi(L)</b>
<b>Perioperatif CVP değişimi</b>	p	0,815

Bioimpedans verilerinin olgu guruplarındaki sensitivite ve spesifitesi değerlendirildi. Sensitivite %70,58 , spesifite %58,8 çıktı . Bioimpedans yöntemi ile kontrol gurubundaki bir hastada ve preop olgu gurubunda bir hastada yanlış pozitif sonuç elde edildi. Bioimpedans yöntemi ile FO baz alındığında 7 hastada yanlış negatif sonuç elde edildi. (Tablo 12)

Tablo 12 : Bioimpedans verilerinin olgu guruplarındaki sensitivite ve spesifitesi

PRE-OP	POSTOP	KONTROL	PERİOPERATİF
OH / ECW (%)	OH / ECW (%)	OH / ECW (%)	FLUIDOVERLOAD (FO)
0	31	0	379,31
0	-12	-9	54,4
10,5	-42	-16	172,72
-15	18	-21	81,5
-3	8	0	111,6
-6	11	-4	111,367
-45	-23	8	2,56
-30	0	-5	32,39
-44	0	-8	17,428
-3	16	-5	104
18	33	5	304,61
-31	13	-4	92,39
-23	12	-7	31,17
-11	9	3	84,4
-4	0	18	25,77
-10	10	-11	28,87
7	-30	0	21,69
-15	11	-2	-15,43
-76	12	-5	-54,9
-16	0	0	52,63

## 5.TARTIŞMA

Pediyatrik kardiyoloji ve kalp cerrahisi bölümlerine müracaat eden konjenital kalp hastalığına sahip olguların perioperatif vücut sıvı kompozisyonundaki değişiklikler önemli morbidite ve mortalite sebebi olabilmekte ve hastanede kalış sürelerini etkileyerek maaliyetleri arttırabilmektedir. Bu amaçla kullanılan metodlar yoğun bakım ünitesinde izlenen hastaların yönetiminde yeterli olamamaktadır. BİS yöntemlerine göre ölçüm yapan BCM kullanılarak tespit edilen volüm durumunun klinik , transtorasik ekokardiyografi , invazif monitorizasyon yöntemleri ile karşılaştırılması ve bu sayede pratik , ucuz , non-invazif ve kolay uygulanabilir bir yöntem olan BİS pediyatrik kardiyoloji ve kalp cerrahisi yoğun bakım ve klinik takiplerinde kullanılabilir olup olmadığını ortaya koymaktır. Literatür verileri değerlendirildiğinde Bioimpedans spektroskopinin açık kalp cerrahisindeki yeri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır .(43-50)

Konjenital kalp defektlerinde KPB'nin kullanıldığı pediyatrik olgularda vücut sıvı dağılımı değişmektedir. Ameliyat sonrası bu değişimi doku ödemi veya FO olarak sıklıkla görülmektedir. FO'nun konjenital kalp cerrahisi sonrası mortalite ve morbiditeyi olumsuz etkilediği bildirilmiştir.(30) Ameliyat sonrası FO'yu yoğun bakım şartlarında değerlendirmek için ameliyat öncesi ve sonrası ağırlığın mukayese edilmesi basit bir yöntem olsa da sıklıkla yoğun bakım ünitesinde bunu gerçekleştirmek zordur. Hastanın direnleri , monitorizasyon için kullanılan kateterler , endotrakeal tüb vb. gibi aparatlar tartıda hata olmasına neden olmaktadır . (37) FO'yu belirlemek için (Total alınan sıvı mL – Total çıkan sıvı mL )/ Pre-operative ağırlık (kg)] x 100 formülü de kullanılabilir . (30) Sıvı durumunun değerlendirmesinde altın standart ölçüm olan radioizotopik analiz pahalı ve kolay olmayan bir yöntemdir. (38)

Çalışmamızda konjenital kalp defekti nedeniyle KPB kullanılarak opere edilen olguların 8'i kız (%40) , 12'si erkek (%60) idi ve 20 sağlıklı çocuktan oluşan kontrol gurubununun 13'ü erkek (%65) , 7'si kız (%35) olup olgu gurubu ve kontrol grubu arasında cinsiyet , yaş , boy , ağırlık , vücut yüzey alanı ve vücut kitle indeksi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yok idi. Olgu ve kontrol gurubu demografik verilerin istatistiksel olarak anlamlı olmaması çalışmamıza uygun olguların seçildiğini göstermektedir.

Çalışmamızda yer alan 20 olgudan 3 olguda Büyük Arter Transpozisyonu, 6 olguda single ventrikül fizyolojisi , 3 olguda VSD , 2 olguda Komplet AV Kanal Defekti , 2 olguda TOF , 1 olguda Mitral kapak patolojisi , 1 olguda Aort kapak patolojisi , 1 olguda Turunkus Arteriozus ve 1 olguda VSD+Aort Koarktasyonu tanısı almıştı. Literatür verileri incelendiğinde Shime N ve ark. tarafından yapılan çalışmaya 107 hasta dahil edilmiş 12 hastaya ekstrakardiyak tamir 83 hastaya intrakardiyak tamir uygulanmıştır. Kalan 12 hastaya ise tek ventrikül tamiri uygulanmıştır. 99 hasta kardiyopulmoner bypass kullanılarak onarım yapılmıştır. (50) Çalışmamızda olguların tamamı kardiyopulmoner bypass kullanılarak onarım yapılmıştır.



Perko M ve ark. tarafından yapılan çalışmada çalışma gurubunun tamamı koroner arter hastalığı tanısı alan toplam 65 hastadan oluşmaktadır.(45) Perko G. Ve ark. tarafından koroner arter hastalığı tanısı konmuş 15 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.(46) Mitchell M. ark. tarafından yapılan çalışmada ise konjenital kalp hastalığına sahip 17 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. (47) Maehara T. Ve ark. tarafından yapılan çalışmada ise konjenital kalp hastalığına sahip ve açık kalp cerrahisi uygulanmış 20 hasta dahil edilmiştir.(48) Brans YW. ve ark. tarafından yapılan çalışmada konjenital kalp hastalığına sahip 16 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.(44) Çalışmamızda çoklu patolojiye sahip geniş spekturmundaki konjenital kalp hastalarının varlığı çalışmanın kısıtlama nedenlerinden bir tanesi olmasına rağmen literatürdeki çalışmalarda benzer hasta guruplarının olduğu görülmüştür.(44-50)

Çalışmamızda operasyona alınan hastalarda kardiyopulmoner bypass süresi ortalama 96,00 ( 42-150) dakika , kardiyopulmoner bypass sırasında ortalama ısı 32,97C ( 30,52- 35,42C ) . Maehara T. Ve ark. tarafından yapılan çalışmada kardiyopulmoner bypass süresi ortalama 110 ( 50-146 ) dakika . Hafif hipotermi sayısı 4 olgu olup diğer hastalarda modarate veya derin hipotermi uygulanmıştır.(48)

Çalışmamızda operasyon öncesi bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde OH / ECW ( % ) ( ROH ) , OH ( L ) , TBW , ECW ve ICW parametreleri incelendiğinde olgu ve kontrol gurubu arasında anlamlı fark görülmedi . Ancak E / I gurubunda olgu gurubunda mean 0,6 iken kontrol gurubunda mean 0,68 idi ve istatikselsel olarak anlamlı idi ( p <0,05 ). Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon öncesi VCIs(mm) , VCId(mm) , Mitral E/A , Trikuspid E/A , RA (mm<sup>2</sup>), LA (mm<sup>2</sup>) , RV (mm<sup>2</sup>) , LV (mm<sup>2</sup>) parametreleri incelendiğinde olgu ve kontrol gurubu arasında istatikselsel olarak anlamlı fark görülmedi.Operasyon öncesi CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min:6 mmHg ,max: 18 mmHg , mean: 10,4 mmHg bulundu . Literatür verileri değerlendirildiğinde konjenital kalp hastalığı nedeni ile açık kalp cerrahisi uygulanan olgularda yapılmış çalışmalarda çalışmamızda kullandığımız bioimpedans verilerinin kullanılmadığı saptanmıştır. Bulgularımıza göre konjenital kalp hastalığı olan olgularda E/I oranı sağlıklı bireylerden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda operasyon sonrası bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde olgu gurubunda mean OH 0,1 L , mean OH/ECW(%)(ROH) 0,04 , mean TBW : 6,28 , mean ECW :2,66 , mean ICW:3,6 , mean E/I : 0,69 . Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon sonrası mean VCIs : 0,65mm , mean VCId : 0,87mm , mean Mitral E/A : 1,18 , mean Trikuspit E/A : 1,03 , mean RA : 4,09mm<sup>2</sup> , mean LA : 4,68mm<sup>2</sup> , mean RV : 4,72mm<sup>2</sup> , mean LV : 6,34mm<sup>2</sup> . Operasyon sonrası CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min:5 mmHg , max: 22 mmHg , mean:11,6 mmHg bulundu .

Çalışmamızda olgu gurubunda preop ve postop Bioimpedans , TTE ve CVP değerleri karşılaştırıldı . TTE bulgularından TE/TA ( p < 0,014 ) , Bioimpedans parametrelerinden OH ( p < 0,002 ) ROH ( p < 0,003 ) ve E/I ( p < 0,004 ) oranının istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu saptandı ( p < 0,05 ) .Wizemann V. ve ark. tarafından overhidrasyonun 269 hemodiyaliz hastasında BIS ile mortalite üzerine etkisi araştırılmıştır .(53) Bu çalışmada overhidrasyonu değerlendirmek için cut off değer %15 ve üstü kabul edilmiştir.Aynı değerlendirme Wabel ve ark. Tarafından da daha önce tanımlanmıştır.(54) Bu çalışmalarda hafif overhidrasyon için %7-15 aralığı kabul edilmiştir. Çalışmamızda %7 ve üzeri hastalar overhidrasyon gurubuna dahil edilmiştir. Wizemann ve ark. Tarafından yapılan çalışmada tedavi öncesi ve sonrası BIS ile yapılan değerlendirmelerde tüm guruplarda anlamlı farklılık saptanmıştır. Bizim çalışmamızda da hasta gurubunda operasyon öncesi ve sonrası BIS ile OH ve ROH parametreleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı. Bulgularımız literature verileri ile uyumlu bulundu ancak Hasta gurubunda pre-op ve post-op CVP değeri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Kardiyak debi ve preloadun değerlendirilmesinde geleneksel olarak kullanılmakta olan CVP ve pulmoner kapiller wedge basınç değerlendirmeleri indirekt invazif yöntemler olmakla birlikte ölçüm güvenilirlikleri akciğer kompliyansından ve intratorasik basınçtan etkilendiği daha önceki çalışmalarla belirlenmiştir. Çalışmamızdaki preop – postop CVP değerlerindeki istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamaması literatür verileri ile uyumlu olduğunu düşündürmektedir. (55,56,57,58)

Çalışmamızda perioperatif ( pre-op ve post-op değerler farkı ) bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde operasyon süresince olan değişiklikler olgu gurubunda mean OH : 0,38 L , mean OH/ECW(%)(ROH) : 0,19 , mean TBW : 0,09 , mean ECW : 0,32 , mean ICW : (-0,25) , mean E/I : 0,09 . Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon süresince mean VCIs : 0,12mm , mean VCId : 0,13mm , mean Mitral E/A : (-0,15) , mean Trikuspit E/A : (-0,64) , mean RA : (-0,93) mm<sup>2</sup> , mean LA : (-1,86)mm<sup>2</sup> , mean RV : (-1,46)mm<sup>2</sup> , mean LV : (-1,23)mm<sup>2</sup> . Operasyon süresince CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min:-12 mmHg , max: 16 mmHg , mean:1,2 mmHg bulundu . Operasyon süresince genel volüm dengesi incelendiğinde olgu gurubunda min: (-0,05)L , max : 0,37L ; mean : 0,09L olduğu bulundu .

Çalışmamızda operasyon süresince görülen Bioimpedans parametrelerindeki değişiklikler ile genel volüm dengesi , cvp'deki değişim ve transtorasik ekokardiyografi parametreleri ( VCIs, VCId, VCId/VCIs , Mitral E/A ,Trikuspit E/A , RA , LA , RV ,LV ) arasında korelasyona bakıldığında biyoimpedans bulgularından OH / ECW (%ROH ) ile transtorasik eko bulgularından mitral E/A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (  $p < 0,05$  ) . Transtorasik ekokardiyografide sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarının göstergesi olarak kullanılan mitral E/A oranı ile OH / ECW (%ROH ) korele olduğunun belirlenmesi overhidrasyon bulguları arasında mitral E/A oranının kullanılabilirliğini göstermekle birlikte destekleyici çalışmalara ihtiyaç vardır. Ekokardiyografi ile VCIs ve VCId çaplarının oranı CVP bulguları ile korele olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda bioimpedans bulgularından ECW ile transtorasik ekokardiyografi bulgularından VCIs arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu . Bioimpedans bulgularından E/I ile genel volüm dengesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu . Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı .

Çalışmamızda operasyon süresince CVP değişimi ile genel volüm dengesi arasında korelasyona bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yok idi . Bulgularımız CVP takibi ile overhidrasyon ve genel vücut sıvı dağılım değişikliğinin tanınması ve yönetilmesinde zorlukların olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle bioimpedans spektroskopik yöntem ile bakılan parametrelerin CVP ve diğer parametreler ile kombine edilmesi gerekliliğini göstermektedir.

Çalışmamızda bioimpedans verilerinin olgu guruplarındaki sensitivite ve spesifitesi değerlendirildi; sensitivitenin %70,58 , spesifitenin %58,8 bulunması tek başına bioimpedans spektroskopi yönteminin tek başına overhidrasyon açısından yeterli bir tanı metodu olmadığı ancak diğer yöntemlerle combine edildiği değerli olabileceğini göstermektedir. BIS ile kontrol gurubundaki bir hastada ve preop olgu gurubunda bir hastada yanlış pozitif sonuç elde edildi, FO baz alındığında 7 hastada yanlış negatif sonuç elde edildi. Bu bulgular postop olgu gurubunun uniform olmadığı ile ilgili olduğunu düşündürmektedir.

## 6.SONUÇ

Çalışmamızda hasta grubunda olguların 8'i kız (%40) , 12'si erkek (%60) idi ve 20 sağlıklı çocuktan oluşan kontrol gurubunun 13'ü erkek (%65) , 7'si kız (%35) idi. Hasta gurubu ve kontrol grubu arasında cinsiyet açısından istatiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p=0,769$ ).Hasta gurubu ve kontrol gurubu arasında yaş açısından anlamlı fark yoktu ( $p=0,141$ ) . Çalışmaya alınan hastaların ortalama yaşı  $21,10 \pm 28,03$  ay idi . Hastaların boy ortalaması  $75,15 \pm 21,78$  cm , ağırlık ortalaması  $9,12 \pm 5,81$  kg ve vücut yüzey alanı  $0,41 \pm 0,19$ m<sup>2</sup> olarak hesaplandı , vücut kitle indeksi  $14,61 \pm 2,07$  kg/m<sup>2</sup> idi .

Çalışmamızda yer alan 20 olgudan 3 olguda preoperatif tanı TGAVE uygulanan operasyon Arteriyel Switch, 2 olguda Single Ventrikül fizyolojisi nedeniyle Fontan operasyonu, 4 olguda Single Ventrikül fizyolojisi nedeniyle Glenn operasyonu , 3 olguda VSD tanısıyla VSD onarımı , 2 olguda Komplet Atrioventriküler Kanal Defekti tanısıyla primer onarım, 2 olguda Fallot Tetroljisi tanısıyla total düzeltme, 1 olguda Mitral kapak patolojisi tanısıyla Mitral Plasti , 1 olguda aort kapak patolojisi nedeniyle Aortoplasti , 1 olguda Trunkus Arteriozus tanısıyla Conduit ile onarım ve 1 olguda VSD+ Aort Koarktasyonutanısıyla VSD kapatılması ve Koarktasyon tamiri ameliyatı yapıldı .

Çalışmamızda operasyona alınan hastalarda kardiyopulmoner bypass süresi ortalama 96,00 ( 42-150) dakika , kardiyopulmoner bypass sırasında ortalama ısı  $32,97^{\circ}\text{C}$  , (  $30,52- 35,42^{\circ}\text{C}$  ) , ortalama KPBT ( Kardiyopulmoner Basınç Trasesi )  $62,08$  mmHg (  $49,07 - 75,09$ mmHg) bulundu.

Çalışmamızda operasyon öncesi santral venöz basınç (CVP) değeri ortalama  $10,4$  cmH<sub>2</sub>O , Hematocrit (Htc) değeri ortalama  $37,29$  % , Sodyum (Na) değeri ortalama  $136,15$ miliEq/L ,Potasyum (K) değeri ortalama  $3,76$  miliEq/L, Kan şekeri ortalama  $85,85$  mg/dL iken operasyon sonrası CVP değeri ortalama  $11,6$  cmH<sub>2</sub>O , Htc değeri ortalama  $37,88$  % , Na değeri ortalama  $138,75$  miliEq/L , K değeri ortalama  $3,61$  miliEq/L , Kan şekeri ortalama  $198,2$  mg/dL olarak tespit edildi.

Çalışmamızda bioimpedans parametreleri değerlendirildiğinde operasyon öncesi OH / ECW ( % ) ( ROH ) , OH ( L ) , TBW , ECW ve ICW parametreleri incelendiğinde olgu ve kontrol gurubu arasında anlamlı fark görülmedi . Ancak E / I gurubunda olgu gurubunda mean  $0,6$  iken kontrol gurubunda mean  $0,68$  idi ve istatiksel olarak anlamlı idi (  $p < 0,05$  ). Transtorasik ekokardiyografi parametreleri değerlendirildiğinde operasyon öncesi VCIs(mm) , VCId(mm) , Mitral E/A , Trikuspit E/A , RA (mm<sup>2</sup>) , LA (mm<sup>2</sup>) , RV (mm<sup>2</sup>) , LV (mm<sup>2</sup>) parametreleri incelendiğinde olgu ve kontrol gurubu arasında istatiksel olarak anlamlı fark görülmedi.Operasyon öncesi CVP değerleri incelendiğinde olgu gurubunda min: $6$  mmHg ,max:  $18$  mmHg , mean:  $10,4$  mmHg bulundu .

Çalışmamızda olgu gurubunda preop ve postop Bioimpedans , TTE ve CVP değerlerinin karşılaştırıldığında TTE bulgularından TE/TA , Bioimpedans parametrelerinden OH , ROH ve E/I oranının istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu saptandı .(  $p < 0,05$  ) . Hasta gurubunda preop ve postop CVP değeri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı

Çalışmamızda operasyon süresince görülen Bioimpedans parametrelerindeki değişiklikler ile genel volüm dengesi , cvp'deki değişim ve transtorasik ekokardiyografi parametreleri ( VCIs, VCId, VCId/VCIs , Mitral E/A ,Trikuspit E/A , RA , LA , RV ,LV ) arasında korelasyona bakıldığında biyoimpedans bulgularından OH / ECW (%ROH ) ile transtorasik eko bulgularından mitral A/E arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (  $p < 0,05$  ) . Bioimpedans bulgularından ECW ile transtorasik ekokardiyografi bulgularından VCIs arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu . (  $p < 0,05$  ) . Bioimpedans bulgularından E/I ile genel volüm dengesi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (  $p < 0,05$  ) . Diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı .

Çalışmamızda operasyon süresince CVP değişim ile genel volüm dengesi arasında korelasyona bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yok idi .

Çalışmamızda bioimpedans verilerinin olgu guruplarındaki sensitivite ve spesifitesi değerlendirildi. Sensitivite %70,58 , spesifite %58,8 çıktı . Bioimpedans yöntemi ile kontrol gurubundaki bir hastada ve preop olgu gurubunda bir hastada yanlış pozitif sonuç elde edildi. Bioimpedans yöntemi ile FO baz alındığında 7 hastada yanlış negatif sonuç elde edildi.

## 7.TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi , deneyim ve klinik yaklaşımlarımdan yararlandığım , bilgi ve becerilerimin gelişmesinde , cerrahi nosyonumun oluşmasında çok emeği geçen Prof. Dr. L. Ertan SAĞBAŞ , Prof. Dr. T. Belhan AKPINAR , Doç. Dr. Ali Rıza KARACI , Doç. Dr. Barış ÇAYNAK , Doç. Dr. Zehra BAYRAMOĞLU , Doç . Dr. Erman PEKTOK , Yard. Doç. Dr. Mehmet ÜNAL , Op. Dr. M. Kerem ORAL ,

Cerrahi birikimleri ile kısa zamanda çok yol sağlamamı sağlayan Prof. Dr. Rüstem OLGA , Prof. Dr. Cihat BAKAY , Prof. Dr. İlhan SANİSOĞLU , Prof. Dr. D. Süha KÜÇÜKAKSU , Prof. Dr. Ahmet ÖZKARA , Op. Dr. A. Bülent Polat'a

Eğitimimde önemli katkıları olan Doç. Dr. Z. Tuba DEMİRÖZÜ , Yard. Doç. Dr. Süleyman YAZICI , Op. Dr. Oğuz Konukoğlu , Op. Dr. Özgür YILDIRIM , Op. Dr. Halil HÜZMELİ , Op. Dr. Mehmet EZELSOY , Op. Dr. Muhammed BAYRAM , Op. Dr. Begüm ÖZÜEKREN'e

Üniversite rektörümüz Sn. Prof. Dr. Çavlan ÇİFTÇİ'ye

Rotasyonlarım boyunca bilgi ve tecrübeleriyle eğitimime katkıda bulunan Genel Cerrahi , Göğüs Cerrahisi , Kardiyoloji , Anesteziyoloji ve Reanimasyon , Radyoloji Bölüm Başkanlarına ,

Tezimin planlanması ve yürütülmesinde katkıda bulunan Prof.Dr. A.S. Yalın YALÇIN ve Doç. Dr. Ayhan ÇEVİK'e

İhtisas süresi boyunca tüm zorluklara göğüs germemde hep yanımda olan arkadaşım Dr. Yasemen DURAK'a

Birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum tüm doktor , hemşire , sağlık memuru ,personel ve diğer hastane çalışanlarına ,

Uykusuz geçen nöbetlerden zaman ayıramama rağmen , yeterli ilgi ve alaka gsteremediğim bu zorlu dönemde bile bana her zaman destek olup tüm zorlukları gğslemem için hep destek olan aileme ,

Teşekkürlerimi sunarım .

## 8.KAYNAKLAR

1. Paç M ve ark. Kalp ve Damar Cerrahisi. 1. ci baskı , Ankara: Özyurt matbaacılık , 2004.1265-1275
2. McGiffin DC, Kirklin Ki: Cardiopulmonary bypass for cardiac surgery. In Sabiston DC, Jr., Spencer FC. Surgery the Chest. 61h ed Philadelphia.WB Saunders 1995. 1256-1271
3. Blackstone EH, Kirklin JW, Stewart RW, Chenoweth DE. Damaging effects of cardiopulmonary bypass. In Wu KK, Rossi EC, eds. Prostaglandins in clinical medicine. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1982;355.
4. Cremer J, Martin M, Redl H, Bahrami S, Abraham C, Graeter T, et al. Systemic inflammatory response syndrome after cardiac operations. Ann Thorac Surg 1996;61:1714.
5. Davies MG, Hagen PO. Systemic inflammatory response syndrome. Br J Surg 1997Markewitz A, Lante W, Franke A, Marohl K, Kuhlmann WD,
6. Weinhold C. Alterations of cell-mediated immunity following cardiac operations: clinical implications and open questions. Shock 2001;16:10.;84:920.
7. Breckenridge IM, Digerness SB, Kirklin JW. Validity of concept of increased extracellular fluid after open heart surgery. Surg Forum 1969;20:169.
8. Cleland J, Pluth JR, Tauxe WN, Kirklin JW. Blood volume and body fluid compartment changes soon after closed and open intracardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 1966;52:698.
9. Farstad M, Heltne JK, Rynning SE, Lund T, Mongstad A, Eliassen F, et al. Fluid extravasation during cardiopulmonary bypass in piglets—effects of hypothermia and different cooling protocols. Acta Anaesthesiol Scand. 2003 Apr;47(4):397-406.
10. Haugen O, Farstad M, Kvalheim V, Boe O, Husby P. Elevated flow rate during cardiopulmonary bypass is associated with fluid accumulation. J Thorac Cardiovasc Surg 2007;134:587-93.
11. Boodhwani M, Hamilton A, Varennes B, Mesana T, et al: A multicenter randomized controlled trial to assess the feasibility of testing modified ultrafiltration as a blood conservation technology in cardiac surgery. J Thorac and Cardiovasc Surg 2010. 139: 701-706
12. Yokoyama K, Takabayashi S, Komada T, Onoda K, Mitani Y, Iwata H, ShimpoH: Removal of prostaglandin E2 and increased intraoperative blood pressure during modified ultrafiltration in pediatric cardiac surgery. J Thorac and Cardiovasc Surg 2009. 137:730-735



13. Barratt-Boyes, B. A., Simpson, M., and Neutze, J. M.: Intracardiac surgery in neonates and infants: deep hypothermia and limited cardio-pulmonary bypass. *Circulation (Suppl. I)*, 43-44: 25 (1971).
14. Kirklin. J. W., Lell, W. A., Baxley, J. A., and Applebaum. A.:  
Cardiopulmonary bypass for cardiac surgery. In: D. C. Sabiston. F. C. Spencer:  
15. Gibbons *Surgery of the Chest*. (W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1976).
16. Shumacker HB Jr. *The evolution of cardiac surgery*. Bloomington, IN: Indiana University Press, 1992.
17. Örer A, Oto Ö: Dünden Bugüne Kalp Cerrahisi. *GKDC Dergisi* 1999. 7: 1-6
18. Candan İ, Oral D. *Kardiyoloji*. Ankara: Antıp AŞ-Baran ofset, 2002: 1065–84.
19. Botto LD and Correa A, Decreasing the burden of congenital heart anomalies: an epidemiologic evaluation of risk factors and survival. *Prog Pediatr Cardiol* 18 (2003) ; 111–121.
20. Ferencz C, Rubin JD, McCarter RJ, et al. Congenital heart disease: prevalence at livebirth. The Baltimore- Washington Infant Study. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 31–36.
21. Flanagan MF, Yeager SB, Weindling SN. Cardiac disease. In: Avery BG, Fletcher MA, MacDonald MG (eds). *Neonatology Pathophysiology & Management of the Newborn* (5th ed). Philadelphia: Lippincott, Williams&Wilkins, 1999: 577–596.
22. 27. T.C.Milli Eğitim Bakanlığı: Biomedikal cihaz teknolojileri kalp akciğer makineleri. Ankara 2013
23. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531-4.
24. Ellis KJ, Bell SJ, Chertow GM, Chumlea WC, Knox TA, Kotler DP, Lukaski HC, Schoeller DA: Bioelectrical impedance methods in clinical research: A follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. *Nutrition* 15:874-880
25. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531-4.
26. Wizemann V, Leibinger A, Mueller K, Nilson A: Influence of hydration state on plasma volume changes during ultrafiltration. *Artif Organs* 19: 416–419, 1995
27. Lane PH, Mauer SM, Blazar BR, et al. Outcome of dialysis for acute renal failure in pediatric bone marrow transplant patients. *Bone Marrow Transplant*. 1994; 13:613–617.

28. Sutherland S, Zappitelli M, Alexander S, et al. Fluid overload and mortality in children receiving continuous renal replacement therapy: the prospective pediatric continuous renal replacement therapy registry. *Am J Kidney Dis.* 2010; 55:316–325.
29. Selewski DT, Cornell TT, Lombel RM, et al. Weight-based determination of fluid overload status and mortality in pediatric intensive care unit patients requiring continuous renal replacement therapy. *Intensive Care Med.* 2011; 37:1166–1173.
30. Hayes L, Oster R, Tofil N, et al. Outcomes of critically ill children requiring continuous renal replacement therapy. *J Crit Care.* 2009; 24:394–400.
31. Hazle MA, Gajarski RJ, Yu S, Donohue J, Blatt NB. Fluid overload in infants following congenital heart surgery. *Pediatr Crit Care Med.* 2013 Jan;14(1):44-9. doi: 10.1097/PCC.0b013e3182712799.
32. Goldstein SL, Currier H, Graf CdCC, et al. Outcome in children receiving continuous venovenous hemofiltration. *Pediatrics.* 2001; 107:1309–1312.
33. Gillespie R, Seidel K, Symons J. Effect of fluid overload and dose of replacement fluid on survival in hemofiltration. *Pediatr Nephrol.* 2004; 19:1394–1399.
34. Foland J, Fortenberry J, Warshaw B, et al. Fluid overload before continuous hemofiltration and survival in critically ill children: a retrospective analysis. *Critical Care Med.* 2004; 32:1771–1776.
35. Hung SC, Kuo KL, Peng CH, Wu CH, Lien YC, Wang YC, Tarng DC: Volume overload correlates with cardiovascular risk factors in patients with chronic kidney disease. *Kidney Int* 85: 703–709, 2014
36. Van Biesen W, Williams JD, Covic AC, Fan S, Claes K, Lichodziejewska-Niemierko M, Verger C, Steiger J, Schoder V, Wabel P, Gauly A, Himmele R; EuroBCM Study Group: Fluidstatus in peritoneal dialysis patients: The European Body Composition Monitoring (EuroBCM) study cohort. *PLoS ONE* 6:e17148, 2011
37. Ferencz C, Rubin JD, Loffredo CA, Magee CA: *Epidemiology of Congenital Heart Disease: The Baltimore–Washington Infant Study: 1981–1989, Vol 4.* Mount Kisco, NY: Futura, 1993.
38. Kööbi T, Kähönen M, Koskinen M, Kaukinen S, Turjanmaa VM. Comparison of bioimpedance and radioisotope methods in The estimation of extracellular water volume before and after coronary artery bypass grafting operation. *Clin Physiol.* 2000 Jul;20(4):283-91.
39. Ronco C, Costanzo MR, Bellomo R, Maisel AS (eds): *Fluid Overload: Diagnosis and Management.* *Contrib Nephrol.* Basel, Karger, 2010, vol 164, 128–142

40. Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Itallie TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: A comparative study. *J Appl Physiol* 1985; 58: 1565 – 1571.
41. Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med Eng Phys* 2008; 30: 1257 – 1269.
42. Jaffrin MY, Fenech M, de Fremont JF, Tolani M. Continuous monitoring of plasma, interstitial, and intracellular fluid volumes in dialyzed patients by bioimpedance and hematocrit measurements. *ASAIO J* 2002; 48: 326 – 333.
43. Patel RV, Peterson EL, Silverman N, Zarowitz BJ. Estimation of total body and extracellular water in post-coronary artery bypass graft surgical patients using single and multiple frequency bioimpedance. *Crit Care Med* 1996; 24: 1824 – 1828.
44. Brans YW, Dweck HS, Havis HB, Park GVS, Bailey PE, Kirklin JW, Cassady G (1981) Effect of open heart surgery on body composition of infants and young children. *Pediatr Res.* 1981 Jul;15(7):1024-8.
45. Perko MJ, Jarnvig IL, Højgaard-Rasmussen N, Eliassen K, Arendrup H. Electric impedance for evaluation of body fluid balance in cardiac surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2001 Feb;15(1):44-8.
46. Perko G, Perko MJ, Jansen E, Secher NH. Thoracic impedance as an index of body fluid balance during cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1991 Oct;35(7):568-71.
47. Mitchell IM, Davies PS, Pollock JC, Jamieson MP. Total body water in children with congenital heart disease, before and after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995 Sep;110(3):633-40.
48. Maehara T, Novak I, Wyse RK, Elliot MJ. *Eur J Cardiothorac Surg.* Perioperative monitoring of total body water by bio-electrical impedance in children undergoing open heartsurgery. 1991;5(5):258-64
49. Gonzalez J, Morrissey T, Byrne T, Rizzo R, Wilmore D. Bioelectric impedance detects fluid retention in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1995 Jul;110(1):111-8.
50. Shime N, Ashida H, Chihara E, Kageyama K, Katoh Y, Yamagishi M, Tanaka Y. Bioelectrical impedance analysis for assessment of severity of illness in pediatric patients after heart surgery. *Crit Care Med.* 2002 Mar;30(3):518-20.

51. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, Solomon SD, Louie EK, Schiller NB. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23 (7):685-713.
52. Özben B, Başaran Y. The clinical role of echocardiography and other imaging modalities in pulmonary arterial hypertension. *Anadolu Kardiyol Derg* 2010; 10: Suppl 1;27-35.
53. Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C, Malecka-Masalska T, Marcelli D. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2009 May;24(5):1574-9.
54. Wabel P, Moissl U, Chamney P, Jirka T, Machek P, Ponce P, Taborsky P, Tetta C, Velasco N, Vlasak J, Zaluska W, Wizemann V. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload. *Nephrol Dial Transplant*. 2008 Sep;23(9):2965-71.
55. Gődje O, Peyerl M, Seebauer T, Lamm P, Mair H, Reichart B. Central venous pressure, pulmonary capillary wedge pressure and intrathoracic blood volumes as preload indicators in cardiac surgery patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1998 May;13(5):533-9.
56. Shippy CR, Appel RL, Shoemaker WC. Reliability of clinical monitoring to assess blood volume in critically ill patients. *Crit Care Med* 1984;12:107–112.
57. Gershan JA. Effect of positive end-expiratory pressure on pulmonary capillary wedge pressure. *Heart Lung* 1983;12:143–148.
58. Zarins CK, Virgilio RW, Smith DE, Peters RM. The effect of vascular volume on positive end-expiratory pressure induced cardiac output depression and wedge-left atrial pressure discrepancy. *J Surg Res* 1977;23:348–360.

