



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ  
ANKARA BİL KENT ŞEHİR HASTANESİ**

**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ**

**KORONER ARTER BAYPAS CERRAHİSİNDE STERNOTOMİ  
ÖNCESİ VE SONRASI DÜZELTİLMİŞ KAROTİS AKIM  
ZAMANI ÖLÇÜMÜNÜN AKCİĞER AÇMA MANEVRASINA  
BAĞLI DEĞİŞİMİ İLE SIVI YANITLILIĞININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Rahime Güney**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA/2025**



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ  
ANKARA BİLKENT ŞEHİR HASTANESİ**

**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ**

**KORONER ARTER BAYPAS CERRAHİSİNDE STERNOTOMİ  
ÖNCESİ VE SONRASI DÜZELTİLMİŞ KAROTİS AKIM  
ZAMANI ÖLÇÜMÜNÜN AKCİĞER AÇMA MANEVRASINA  
BAĞLI DEĞİŞİMİ İLE SIVI YANITLILIĞININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Rahime Güney**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ümit Karadeniz  
Uzm. Dr. Seda Kurtbeyoğlu**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**ANKARA/2025**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca tecrübesi ve bilgi birikimi ile bana yol gösteren, çalışmalarım da kendime örnek aldığım, birlikte çalışabildiğim için kendimi çok şanslı saydığım, tez çalışmamın her aşamasında emeği olan ve ihtiyaç duyduğum her an yardımını esirgemeyen çok değerli hocam ve tez danışmanım Prof Dr. Ümit KARADENİZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecim boyunca benimle bilgi ve birikimlerini paylaşan yardımcı tez danışmanım Uz. Dr. Seda KURTBEYOĞLU'na

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşan, eğitimimiz için büyük özveri gösteren ve üzerimizde emeği olan değerli hocam, emekli eğitim sorumlumuz sayın Prof. Dr. Nermin GÖĐÜŐ'e

Uzmanlık eğitimim boyunca destek olan ve bana rehberlik eden başta Klinik ve Eğitim sorumlumuz Prof Dr. Levent ÖZTÜRK olmak üzere hepsi birbirinden değerli tüm hocalarıma ve çalışmaktan keyif duyduğum tüm değerli asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen, en zorlu zamanlarımda yanımda olan, başarılarımda emektarı sevgili annem Aynur ve babam Nuh'a, canım kardeşim Neslihan'a

Sevgisini her an hissettiğim, hayatımın zorluklarını güzelleştiren, asistanlık eğitimim sürecinde desteğini, anlayışını ve yardımını her zaman hissettiğim, beni her an motive eden çok değerli eşim Ahmet GÜNEY'e

Sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum...

**Dr. Rahime GÜNEY**

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
TABLO DİZİNİ .....	vi
ŞEKİL DİZİNİ .....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	4
2.1. SIVI TEDAVİSİ.....	4
2.1.1. Liberal Sıvı Tedavisi .....	4
2.1.2. Restriktif Sıvı Tedavisi .....	5
2.1.3. Hedefe Yönelik Sıvı Tedavisi .....	5
2.2. SIVI YANITLILIĞI.....	6
2.2.1. Sıvı Yanıtlılığının Fizyolojisi.....	7
2.3. SIVI YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....	8
2.3.1. Statik Parametreler .....	9
2.3.2. Dinamik Parametreler .....	10
2.4. PULSE CONTOUR ANALİZ YÖNTEMİ.....	12
2.4.1. ProAQT/PulsioFlex Ölçüm Yöntemi.....	13
2.5. AKCİĞER AÇMA MANEVRASI .....	15
2.5.1. Yöntem.....	15
2.5.2. Güçlü Yönleri.....	16
2.5.3. Kısıtlılıkları .....	17

2.6. DÜZELTİLMİŞ KAROTİS AKIŞ ZAMANI.....	18
2.6.1. Yöntem.....	19
2.6.2. Güçlü Yönleri.....	20
2.6.3. Kısıtlılıkları .....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	23
3.1. İSTATİKSEL ANALİZ .....	28
3.1.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması.....	28
3.2.1. İstatistiksel Yöntem.....	28
3.1.3. Power Analizi.....	29
4. BULGULAR.....	30
5. TARTIŞMA .....	40
6. SONUÇ .....	48
7. KAYNAKLAR .....	49
8. ÖZGEÇMİŞ.....	55
9. EKLER.....	56
EK-1. ETİK KURUL ONAM FORMU	
EK-2. HASTALAR İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ARDS</b>	: Akut solunum sıkıntısı sendromu
<b>ASA</b>	: American Society of Anesthesiologists
<b>AUC</b>	: Eğri altında kalan alan
<b>BIS</b>	: Bispektral indeks
<b>BMI</b>	: Vücut kitle indeksi
<b>BNP</b>	: B-tipi natriüretik peptit
<b>CABG</b>	: Koroner arter baypas greft cerrahisi
<b>CBF</b>	: Karotis kan akımı
<b>CFT</b>	: Karotis akış zamanı
<b>CFTc</b>	: Düzeltilmiş karotis akış süresi (corrected carotid flow time)
<b>CI</b>	: Kardiyak indeks
<b>CO</b>	: Kardiyak debi (output)
<b>CPB</b>	: Kardiyopulmoner baypas
<b>CVP</b>	: Santral venöz basınç
<b>DAB</b>	: Diyastolik arter basıncı
<b>DO<sub>2</sub></b>	: Oksijen sunumu
<b>dPmx</b>	: Sol ventriküler kontraktilite
<b>EEOT</b>	: Ekspiryum sonu oklüzyon testi
<b>EIT</b>	: Elektriksel empedans tomografi
<b>EKG</b>	: Elektrokardiyogram
<b>ERAS</b>	: Enhanced recovery after surgery
<b>FTc</b>	: Düzeltilmiş karotis akış zamanı
<b>GDT</b>	: Hedefe yönelik sıvı tedavisi ( goal-directed therapy )
<b>GEDVI</b>	: Global end diyastolik hacim indeksi
<b>HR</b>	: Kalp hızı
<b>KOAH</b>	: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
<b>LPV</b>	: Akciğer koruyucu ventilasyon
<b>LRM</b>	: Akciğer açma manevrası
<b>LVEDD</b>	: Sol ventrikül end-diyastolik çapı
<b>LVEF</b>	: Sol ventriküler ejeksiyon fraksiyonu
<b>LVOT VTI</b>	: Sol ventrikül çıkış yolu hız-zaman integrali

<b>OAB</b>	: Ortalama arter basıncı
<b>PAC</b>	: Pulmoner arter kateterizasyonu
<b>PAWP</b>	: Pulmoner arter wedge basıncı
<b>PCWP</b>	: Pulmoner kapiller kama basıncı
<b>PEEP</b>	: Pozitif son-ekspiratuvar basıncı
<b>PICCO</b>	: Pulse index continuous cardiac output
<b>PLR</b>	: Pasif bacak kaldırma testi
<b>PPC</b>	: Postoperatif pulmoner komplikasyonlar
<b>PPV</b>	: Nabız basıncı değişkenliği
<b>ROC</b>	: Receiver operating characteristic
<b>SAB</b>	: Sistolik arter basıncı
<b>SI</b>	: Sürekli pozitif basınç ( sustained Inflation )
<b>SV</b>	: Stroke volüm
<b>SVI</b>	: Stroke volüm indeksi
<b>SVRI</b>	: Sistemik vasküler rezistans indeksi
<b>SVV</b>	: Atım hacmi değişkenliği
<b>TV</b>	: Tidal volüm
<b>USG</b>	: Ultrasonografi
<b><math>\Delta</math>CAVTI</b>	: Karotis arter hız zaman integrali değişimi
<b><math>\Delta</math>CDPV</b>	: Karotis doppler tepe hızı değişimi
<b><math>\Delta</math>SV</b>	: Stroke volüm değişimi
<b><math>\Delta</math>SVI</b>	: Stroke volüm indeks değişimi

## TABLO DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Hastaların Demografik Özellikleri .....	31
<b>Tablo 2.</b> Hastaların Hemodinamik Parametreleri .....	33
<b>Tablo 3.</b> $\Delta FTc$ Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Perfomansı .....	37
<b>Tablo 4.</b> $\Delta SVV$ Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Perfomansı .....	38
<b>Tablo 5.</b> $\Delta PPV$ Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Perfomansı .....	38
<b>Tablo 7.</b> $\Delta OKB$ Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Perfomansı .....	39

## ŞEKİL DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> Frank- Starling Eğrisi .....	8
<b>Şekil 2.</b> ProAQT/Pulsioflex Transdüser ve Monitör .....	14
<b>Şekil 3.</b> Araştırma Tasarım Şeması .....	24
<b>Şekil 4.</b> Karotis Dopler USG Karotis Akış Zamanı Ölçümü .....	27
<b>Şekil 5.</b> $\Delta FTc$ (T1-T2 Değişim Yüzdesi) $\Delta SV$ (T1-T2 Değişim Yüzdesi) Arasındaki Korelasyon.....	35
<b>Şekil 6.</b> $\Delta FTc$ (T3-T4 değişim yüzdesi) $\Delta SV$ (T3-T4 değişim yüzdesi) arasındaki korelasyon.....	36
<b>Şekil 7.</b> Sıvı Yanıtsız ve Yanıtlı Hastalarda Sternotomi öncesi LRM ile indüklenmiş $\Delta FTc$ Değişim yüzdeleri (T1SÖLR1-T2SÖLR2).....	36
<b>Şekil 8.</b> Sıvı Yanıtsız ve Yanıtlı Hastalarda Sternotomi Sonrası LRM ile İndüklenmiş $\Delta FTc$ Değişim Yüzdeleri (T3SSLR1- T4SSLR2) .....	37
<b>Şekil 9.</b> $\Delta FTc$ Değerlerinin Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirme Performansını Gösteren ROC Eğrileri.....	39

## ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Perioperatif dönemde sıvı yönetimi, hastaların hayati organlarının perfüzyonunu sağlamak, hipovolemi, yetersiz doku perfüzyonu ve büyük miktarlarda kan ve kan ürünlerinin infüzyonundan kaynaklanan doku ödemi ve kardiyovasküler komplikasyonları önlemek için kullanılır. Optimal sıvı yönetimi postoperatif sonuçları iyileştirir. Aşırı veya yetersiz infüzyon ise morbiditeyi artırır. Geleneksel sıvı tedavi stratejileri liberal sıvı tedavisi, restriktif sıvı tedavisi ve hedefe yönelik sıvı tedavisi (GDT) olarak üç gruba ayrılır.

Sıvı yanıtıllığı, bir hastanın intravenöz sıvı yüklemesine verdiği hemodinamik cevabı ifade eder ve stroke volümde (SV) veya kardiyak debide (CO) %10 veya daha fazla artış ile tanımlanır. Sıvı yanıtıllığı değerlendirmek için çeşitli parametreler kullanılmaktadır. Statik parametreler, sıvı yanıtıllığını tahmin etmede sınırlı doğruluğa sahiptir. Dinamik Parametreler; atım hacmi değişkenliği (SVV), nabız basıncı değişkenliği (PPV), pasif bacak kaldırma testi (PLR), ekspiryum sonu oklüzyon testi (EEOT) gibi yöntemler, sıvı yanıtıllığını değerlendirmede daha güvenilir bulunmuştur.

Çalışmamızda kalp debisi ve atım hacmi ölçümü için Pulse contour analiz yöntemi (PCA) ile, arteriyel basınç dalga formunu analiz ederek kardiyak debiyi sürekli ölçen ProAQT/Pulsioflex cihazını kullandık.

Akciğer açma manevrası (LRM), mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda atelektaziyi önlemek ve oksijenasyonu artırmak amacıyla kullanılan bir tekniktir. Ayrıca, sıvı yanıtıllığının değerlendirilmesine yardımcı olabileceği gösterilmiştir. LRM yöntemleri; sürekli pozitif basınç yöntemi (SI), kademeli PEEP artışı, kademeli tidal volüm artışı, hedefe yönelik rekrutmandır (Targeted Recruitment). LRM sırasında intratorasik basıncın geçici olarak artması, stroke volüm değişimini etkileyerek sıvı yanıtıllığını değerlendirmek için kullanılabilir.

Düzeltilmiş karotis akış süresi (CFTc), karotis arterdeki sistolik ejeksiyon zamanının kalp hızı ile normalize edilerek hesaplandığı non-invaziv bir parametredir. CFTc, dopler ultrason ile ölçülerek sıvı yanıtıllığını değerlendirmek için kullanılabilir.

Özellikle pasif bacak kaldırma (PLR) veya akciğer açma manevrası (LRM) sırasında ölçülen CFTc değişiklikleri, sıvı yanıtı hastaların belirlenmesine yardımcı olabilir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, akciğer açma manevrası ile CFTc değişiminin sıvı yanıtılığını değerlendirmek için güvenilir bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda birincil amacımız elektif Koroner Arter Baypas Greft Cerrahisi yapılacak hastalarda koruyucu akciğer ventilasyonu (6 ml/kg tidal volüm) sırasında akciğer açma manevrası ile indüklenen düzeltilmiş karotis akış süresinin değişiminin, sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılabilirliğini araştırmaktır. İkincil amacımız ise sternotomi öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümlerin korelasyonunu belirlemektir. Bu sayede sıvı yanıtılığını değerlendirmek için kullanılan invaziv işlemlerin azaltılması ve ölçümler için ulaşılması zor cihazların kullanımına bir alternatif yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** T.C Sağlık Bakanlığı Ankara Bilkent Şehir Hastanesi KVC Ameliyathanesinde elektif şartlarda, genel anestezi altında koroner arter baypas greft cerrahisi geçirecek ASA II-III, 18-80 yaş arası 50 hasta çalışmaya dahil edildi. 3 hasta verilerin eksik olması ve 2 hasta hemodinamik instabilite nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Hastalar 1 Temmuz 2024 ile 1 Kasım 2024 tarihleri arasında toplandı. Çalışma tek merkezli, prospektif, gözlemsel bir çalışma olarak tasarlandı.

Hemodinamik parametreler; kalp atım hızı (HR) (atım/dakika), santral venöz basınç (CVP, mmHg), sistolik arteryel kan basıncı (SAB, mmHg), diyastolik arteryel kan basıncı (DAB, mmHg), ortalama arteryel kan basıncı (OAB, mmHg), stroke volüm indeks (SVI), kardiyak indeks (CI), PPV, SVV ve karotis arter FTc; sternotomi öncesi, sonrası ve sıvı yüklemesi öncesi ve sonrasında, toplam 6 defa değerlendirilerek kaydedildi.

**Bulgular:** Çalışmaya dahil edilen 45 hastadan, sıvı verildikten sonra SVI %10 ve üzeri artan hastalar sıvı yanıtı (30 hasta, %66,7) ve diğerleri sıvı yanıtısız (15 hasta, %33,3) olarak kabul edildi.

Sternotomi öncesi  $\Delta\text{CFTc}$  (T1-T2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası  $\leq -11,08$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %90,0; seçicilik ise %100,0 olarak hesaplanmıştır. Sternotomi sonrası  $\Delta\text{CFTc}$  (T3-T4 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası ise  $\leq -9,73$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %100,0, seçicilik de %100,0 olarak bulunmuştur.

**Sonuç:** Çalışmamızın bulguları, koroner arter baypas cerrahisi sırasında sıvı yönetiminin optimizasyonunda  $\text{CFTc}$  ölçümünün klinik pratikte kullanılabileceğini göstermektedir. Non-invaziv ve kolay uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle, yoğun bakım ve ameliyathane koşullarında hasta başı sıvı değerlendirmesi için pratik bir araç olarak düşünülebilir. Çalışmamızda, sternotomi sonrası LRM ile indüklenen  $\text{CFTc}$  değişiminin sıvı yanıtıllığı belirlemede yüksek duyarlılık ve özgüllük gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu durum,  $\text{FTc}$ 'nin dinamik sıvı değerlendirmesinde geleneksel yöntemlere kıyasla daha güvenilir bir seçenek olabileceğini düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sıvı yanıtıllığı, akciğer açma manevrası, açık toraks, karotis ultrasonu, düzeltilmiş karotis arter akış zamanı, stroke volüm indeks, ProAQT/Pulsioflex monitörizasyon

## ABSTRACT

**Introduction and Objective:** Perioperative fluid management is used to maintain the perfusion of vital organs, prevent hypovolemia, inadequate tissue perfusion, and tissue edema and cardiovascular complications caused by the infusion of large amounts of blood and blood products. Optimal fluid management improves postoperative outcomes. However, excessive or inadequate infusion increases morbidity. Traditional fluid therapy strategies are divided into three groups: liberal fluid therapy, restrictive fluid therapy, and goal-directed therapy (GDT).

Fluid responsiveness refers to a patient's hemodynamic response to intravenous fluid loading and is defined as an increase of 10% or more in stroke volume (SV) or cardiac output (CO). Various parameters are used to evaluate fluid responsiveness. Static parameters have limited accuracy in predicting fluid responsiveness. Dynamic parameters such as stroke volume variability (SVV), pulse pressure variability (PPV), passive leg raising test (PLR), and end-expiratory occlusion test (EEOT) have been found to be more reliable in assessing fluid responsiveness.

The pulse contour analysis method (PCA) continuously measures cardiac output by analyzing the arterial pressure waveform. The ProAQT/PulsioFlex system measures cardiac output by analyzing the arterial waveform without requiring calibration.

Lung recruitment maneuvers (LRM) are techniques used in mechanically ventilated patients to prevent atelectasis and improve oxygenation. Additionally, they have been shown to aid in assessing fluid responsiveness. LRM methods include sustained inflation (SI), incremental PEEP increase, incremental tidal volume increase, and targeted recruitment. The temporary increase in intrathoracic pressure during LRM can affect stroke volume variation and be used to assess fluid responsiveness.

Corrected carotid flow time (CFTc) is a non-invasive parameter calculated by normalizing the systolic ejection time in the carotid artery to heart rate. CFTc can be measured using Doppler ultrasound to assess fluid responsiveness. CFTc changes

measured during passive leg raising (PLR) or lung recruitment maneuvers (LRM) may help identify fluid-responsive patients.

Recent studies suggest that changes in CFTc during lung recruitment maneuvers may be a reliable method for assessing fluid responsiveness. CFTc may serve as an alternative to invasive fluid responsiveness tests, optimizing perioperative fluid management more safely and improving patient comfort.

The primary objective of our study is to investigate the usability of changes in corrected carotid flow time induced by lung recruitment maneuvers during protective lung ventilation (6 ml/kg tidal volume) in patients undergoing elective Coronary Artery Bypass Graft Surgery (CABG) to evaluate fluid responsiveness. The secondary objective is to determine the correlation between measurements taken before and after sternotomy. This study aims to reduce invasive procedures used for assessing fluid responsiveness and develop an alternative method to the use of hard-to-access devices for measurements.

**Materials and Methods:** The study was conducted at the Cardiovascular Surgery Operating Room of the Ministry of Health Ankara Bilkent City Hospital. Fifty patients, aged 18-80 years, classified as ASA II-III, who were scheduled for elective coronary artery bypass graft surgery under general anesthesia, were included in the study. Three patients were excluded due to missing data, and two patients were excluded due to hemodynamic instability, leaving 45 patients in total. The study was designed as a single-center, prospective, observational study and was conducted between July 1, 2024, and November 1, 2024.

Hemodynamic parameters, including heart rate (HR) (beats/min), central venous pressure (CVP, mmHg), systolic arterial blood pressure (SAB, mmHg), diastolic arterial blood pressure (DAB, mmHg), mean arterial pressure (MAP, mmHg), stroke volume index (SVI), cardiac index (CI), PPV, SVV, and carotid artery FTc, were assessed and recorded six times: before and after sternotomy and before and after fluid loading.

**Results:** Among the 45 patients included in the study, those with an increase of 10% or more in SVI after fluid administration were classified as fluid responders (30 patients, 66.7%), while the remaining patients were classified as non-responders (15 patients, 33.3%).

The optimal cutoff point for  $\Delta\text{CFTc}$  (T1-T2 percentage change) was determined as  $\leq -11.08$ , with a sensitivity of 90.0% and specificity of 100.0%. The optimal cutoff point for  $\Delta\text{CFTc}$  (T3-T4 percentage change) was determined as  $\leq -9.73$ , with a sensitivity of 100.0% and specificity of 100.0%.

**Conclusion:** The findings of our study suggest that CFTc measurement can be used in clinical practice for optimizing fluid management during coronary artery bypass surgery. As a non-invasive and easily applicable method, CFTc may serve as a practical tool for bedside fluid assessment in intensive care and operating room settings. In our study, CFTc changes induced by LRM after sternotomy demonstrated high sensitivity and specificity in determining fluid responsiveness. This finding suggests that CFTc may be a more reliable alternative to traditional methods in dynamic fluid assessment.

**Keywords:** Fluid responsiveness, lung recruitment maneuver, open chest, carotid doppler USG, corrected carotid flow time, stroke volume index, ProAQT/Pulsioflex monitoring

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Perioperatif sıvı tedavisi rutin anestezi yönetiminin bir parçasıdır. Perioperatif dönemde sıvı yönetimi, hastaların hayati organlarının perfüzyonunu sağlamak, hipovolemi, yetersiz doku perfüzyonu ve büyük miktarlarda kan ve kan ürünlerinin infüzyonundan kaynaklanan doku ödemi ve kardiyovasküler komplikasyonları önlemek için kullanılır [1]. Optimal sıvı yönetimi postoperatif sonuçları iyileştirir. Aşırı veya yetersiz infüzyon ise morbiditeyi artırır.

Perioperatif hasta yönetiminde sıvı yanıtını değerlendirebilmek büyük önem taşımaktadır. Ancak, sıvı yanıtını güvenilir ve doğru bir şekilde tespit edebilecek kesin bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle, tanımlanamayan şok durumundaki hastaların tedavisi genellikle ampirik sıvı uygulamasıyla yapılır. Amaç, sıvı verilmesinin kardiyak ön yükü artırarak kardiyak debiyi (CO) yükseltmesidir. Ancak, Frank-Starling eğrisinin düz kısmında yer alan hastalarda agresif sıvı verilmesi, kardiyak debide anlamlı bir artış sağlamaz ve komplikasyonları artırabilir. Bu nedenle, her hastanın Frank-Starling eğrisi üzerindeki konumunun belirlenebilmesi, ek sıvı uygulamasından fayda görecektir (sıvı yanıtı) ve görmeyecek (sıvı yanıtı) hastaların tespitine yardımcı olabilir [2].

Geleneksel olarak, santral venöz basınç (CVP), pulmoner kapiller kama basıncı (PCWP) ve global end diyastolik hacim indeksi (GEDVI) gibi statik göstergeler sıvı hacmi değerlendirmesi için kullanılmıştır. Ancak bu göstergeler, sıvı yanıtını tahmin etmede sınırlı bir değere sahiptir. Buna karşılık, atım hacmi değişkenliği (SVV) ve nabız basıncı değişkenliği (PPV) gibi dinamik göstergeler son zamanlarda kullanılmış ve sıvı yanıtını ayırt etmede statik göstergelere üstünlük sağlamıştır [3]. Son yıllarda ekspiryum sonu tıkanma testi, pasif bacak kaldırma testi, LRM, TV artırma gibi alternatif uygulamalar da sıvı cevaplılığında araştırılmaktadır.

Akciğer koruyucu ventilasyon, düşük tidal hacim (6-7 mL/kg), pozitif son-ekspiratuvar basıncı (PEEP) (5-10 cmH<sub>2</sub>O) ve rekrutment manevralarını içeren bir ventilasyon stratejisi olarak tanımlanır. Bu yaklaşım, postoperatif hasta sonuçlarını

iyileştirebilir. Ancak bu durumda, dinamik göstergelerin sıvı yanıtını tahmin etmedeki kullanılabilirliği sınırlı hale gelir [3].

Oksijenasyonu artırma ve postoperatif komplikasyonları azaltma gibi klinik yararları nedeniyle, koruyucu ventilasyon stratejisi içeren LRM, geniş çapta kabul görmüştür. Son yıllarda, LRM yalnızca akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) gibi mekanik ventilasyon gerektiren ciddi solunum hastalıkları olan hastalarda değil, aynı zamanda genel anestezi altındaki normal akciğer fonksiyonuna sahip hastalarda da güvenli ve etkili bir şekilde akciğer uyumunu ve perioperatif oksijenasyonu iyileştirmek için kullanılmaktadır [4]. İntratorasik basınçta geçici bir artışla LRM veya tidal hacim testi sırasında PPV veya SVV'nin dinamik değişiminin ölçülmesi, sıvı yanıtını tahmin etme doğruluğunu artırmıştır [5].

Kalp cerrahisi sırasında perioperatif süreç, kanama, düşük kardiyak debi ve vazopleji nedenleriyle hızlı hemodinamik değişikliklerle ilişkilidir. Kardiyak indeks (CI) gibi hemodinamik parametrelerin izlenmesi, sıvı resüsitasyonunu yönlendirmek ve ilaç tedavisine (örneğin, vazopressörler ve inotropikler) yanıtı optimize etmek için kullanılabilir [6]. Kardiyak debinin izlenmesinde termodilüsyon yöntemiyle pulmoner arter kateterizasyonu (PAC) altın standart haline gelmiştir, ancak bu yöntem, arterial basınç dalga formu analizi ve ekokardiyografi gibi daha az invaziv yöntemlere kıyasla kardiyovasküler komplikasyon riskini artırır. Bu nedenle, perioperatif dönemde daha az invaziv kardiyak debi izleme cihazlarının kullanımı desteklenmektedir [7]. Hemodinamik izleme, teorik olarak PAC ile doğrulanmış yöntemlere dayanır ve arterial basınç dalga formu analizi üzerine geliştirilmiş çeşitli cihazlar mevcuttur. Bu cihazlar arasında, ProAQT® sensör ve Pulsioflex® izleme platformu (Pulsion Medical Systems SE, Münih, Almanya), Pulse Index Continuous Cardiac Output (PiCCO2) cihazına benzer şekilde radial arter nabız kontur analizine olanak tanır ve daha az invaziv bir yöntemdir. Ayrıca, manuel transpulmoner termodilüsyon ihtiyacı olmadan otomatik kalibrasyon sağlar [6].

Ultrason görüntüleme, ameliyat sırasında hastaların hacim durumunu değerlendirmek için geniş çapta kullanılan, invaziv olmayan ve yüksek tekrarlanabilirliğe sahip gelişmekte olan bir tekniktir [8]. Düzeltilmiş karotis arter akış

süresi (Corrected Carotid Flow Time- CFTc), sıvı durumu için uygulanabilir ve non-invaziv bir ölçüm olarak önerilmiştir. Dopler ultrason kullanılarak karotis bifurkasyonunun 2-3 cm proksimalinden, kan akış yönüne paralel ölçülür [8]. CFTc, sistol başlangıcından dikrotik çentiğe kadar geçen sürenin milisaniye cinsinden ölçümüdür. Bu değer, sol ventrikül sistolik ejeksiyon fazının süresini yansıtır [9]. CFTc stroke volüm (SV) değişikliklerini değerlendirmek için kullanılabilir [8].

Walker ve ark. (2024) tarafından yapılan kapsamlı bir sistematik derleme ve meta-analizde, karotis ultrasonunun sıvı yanıtılığını belirleme konusundaki duyarlılığının orta seviyede (%73) ve özgüllüğünün yüksek (%82) olduğu belirlenmiştir [10]. Singla et al. (2023) tarafından yapılan sistematik derleme ve meta-analizde, karotis arter CFTc'nin sıvı yanıtılığını tahmin etmede duyarlılığı %76, özgüllüğü ise %88 olarak bulunmuştur [11]. Ancak literatürde kardiyak cerrahilerde ve açık- kapalı toraks koşullarını değerlendiren spesifik bir çalışma bulunmamaktadır. Kardiyak cerrahide kapalı ve açık toraks koşullarında, LRM gibi indükleyici bir manevra kullanılarak değerlendirilen karotis arter CFTc'nin sıvı yanıtılığını tahmin etmede daha sentitif ve spesifik sonuçlar ortaya çıkaracağını düşünmekteyiz.

Bu bulgular temel alındığında çalışmamızda birincil amacımız Koroner Arter Baypas Graft Cerrahisi yapılacak hastalarda koruyucu akciğer ventilasyonu (6 ml/kg tidal volüm) sırasında akciğer açma manevrası ile indüklenen düzeltilmiş karotis akış süresinin değişiminin, sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılabilirliğini araştırmaktır. İkincil amacımız ise sternotomi öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümlerin sıvı yanıtılığını tahmin etme gücünü belirlemektir. Bu sayede sıvı yanıtılığını değerlendirmek için kullanılan invaziv işlemlerin azaltılması ve ölçümler için ulaşılması zor cihazların kullanımına bir alternatif yöntem geliştirilmesi mümkün olacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. SIVI TEDAVİSİ

Perioperatif intravenöz sıvı tedavisi, hasta yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır [12]. Hemodinamik yönetimin amacı, yeterli hücrel metabolizmayı sürdürmek için perfüzyon basıncını ve oksijen sunumunu optimize etmektir [13].

Son yıllarda perioperatif sıvı tedavisi, bu stratejinin postoperatif sonuçları etkileyebileceğini gösteren çalışmalar nedeniyle artan bir ilgi görmüştür. Açıkça, hipovolemi küçük organ disfonksiyonundan çoklu organ yetmezliği ve hatta ölüme kadar uzanan olumsuz etkilerle ilişkili bir risk faktörü olarak tanınır. Buna karşılık, liberal sıvı uygulaması pulmoner, kardiyak ve gastrointestinal fonksiyonları bozarak postoperatif komplikasyonlara ve uzamış iyileşme sürelerine katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, normovoleminin tanımlanmış bir standardı olmadığı için, optimal sonuçları sağlamak için ne kadar sıvıya ihtiyaç duyulduğunu izlemek zor olmuştur [14]. Sıvı tedavisi liberal, restriktif ve hedefe yönelik sıvı tedavisi olarak sınıflandırılabilir.

#### 2.1.1. Liberal Sıvı Tedavisi

Liberal sıvı tedavisi, ameliyat sırasında hastanın sıvı dengesini sağlamak amacıyla yüksek hacimlerde intravenöz sıvı uygulanmasını içerir. Bu yaklaşımın amacı, hipotansiyonu önlemek, kan hacmini artırmak ve doku perfüzyonunu desteklemektir [15, 16]. Ancak, aşırı sıvı yüklenmesi, interstisyel ödem, akciğer ve kardiyovasküler komplikasyonlara yol açabilir. Özellikle gastrointestinal motiliteyi olumsuz etkileyerek yara iyileşmesini geciktirebilir [14, 17].

Birçok çalışma, liberal sıvı rejimlerinin bazen postoperatif bulantı ve halsizlik gibi belirtileri azalttığını belirtmiştir, ancak aşırı sıvı yüklenmesinin kardiyopulmoner ve yara iyileşmesi gibi süreçlerde olumsuz etkileri olabileceği de gösterilmiştir [16, 18]. Daha güncel yaklaşımlarda, sıfır-balans veya hedefe yönelik sıvı yönetimi gibi daha dengeli yöntemlerin tercih edilmesi önerilmektedir [19].

### **2.1.2. Restriktif Sıvı Tedavisi**

Restriktif sıvı tedavisi, ameliyat sonrası komplikasyonları azaltmak ve hastane kalış sürelerini kısaltmak amacıyla kullanılan önemli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Elektif intraabdominal cerrahi geçiren hastalarda, restriktif sıvı yönetimi gastrointestinal iyileşmeyi hızlandırmış ve hastane yatış sürelerini kısaltmıştır. Bu strateji ayrıca postoperatif komplikasyon oranlarını da azaltmıştır [18, 20]. Özellikle akciğer cerrahisinde, restriktif sıvı yönetimi postoperatif pulmoner ödem riskini azaltmada etkili bulunmuştur. İntraoperatif düşük CVP ile kombine edildiğinde intraoperatif kan kaybı ve transfüzyon ihtiyacını da azaltmıştır [15, 21].

Fazlasıyla restriktif bir sıvı yönetimi, yetersiz organ perfüzyonu ve böbrek fonksiyon bozukluğuna yol açarak ameliyat sonrası organ disfonksiyonu ve komplikasyonlara yol açabilir [14, 21]. Bu durum, özellikle ileri yaş ve komorbiditeleri olan hastalarda daha belirgindir [15].

### **2.1.3. Hedefe Yönelik Sıvı Tedavisi**

Hedefe yönelik sıvı tedavisi (Goal-Directed Fluid Therapy, GDT), perioperatif dönemde sıvı yönetimini optimize etmek için bireyselleştirilmiş bir yaklaşımı ifade eder. Bu yöntem, organ perfüzyonunu artırmak amacıyla yeterli sıvı tedavisi sağlanırken, aşırı sıvı yüküne bağlı komplikasyonlardan kaçınarak hastaya özel hemodinamik hedeflere ulaşmayı hedefler [15, 16].

GDT'nin temel unsurları, kalp debisi, stroke volüm ve CVP gibi hemodinamik parametreleri sürekli izlemek ve bu verilere dayanarak sıvı ve vazopressör tedavi ihtiyacını düzenlemektir [16, 20]. Özellikle büyük cerrahilerde, GDT'nin komplikasyonları azalttığı ve postoperatif sonuçları iyileştirdiği kanıtlanmıştır [22].

Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) protokolü, perioperatif süreçte hasta sonuçlarını iyileştirmek ve iyileşme süresini kısaltmak amacıyla multidisipliner

bir yaklaşımları benimseyen bir bakım standardıdır. ERAS, ameliyat sonrası komplikasyonları azaltmak, hastane yatış sürelerini kısaltmak ve yeniden yatış oranlarını düşürmek için geliştirilmiştir [14, 16].

Bu protokolda sıvı tedavisi önemli bir yer tutar. ERAS protokolleri genellikle düşük riskli hastalarda “sıfır denge” stratejisini desteklerken, büyük cerrahilerde hedefe yönelik sıvı tedavisi (Goal-Directed Fluid Therapy, GDT) gibi daha bireyselleştirilmiş yaklaşımlar önerir. GDT, sıvı dengesizliklerini minimize ederek postoperatif komplikasyonları azaltır ve daha iyi klinik sonuçlar sağlar [16, 22].

ERAS’ın sıvı yönetimine odaklanan bu yaklaşımı, yalnızca sıvı tedavisinin hacmini değil, aynı zamanda sıvıların zamanlamasını ve türünü de optimize etmeye yönelik kanıta dayalı bir rehber sunar. Bu sayede, hem hipovolemi hem de hipervolemi riskleri azaltılarak, hasta güvenliği ve iyileşme süreci desteklenir [14].

GDT’nin etkinliği, optimal sıvı miktarını belirlemede sağladığı hassasiyetten kaynaklanır. Örneğin, ERAS protokolleri ile entegre edilen GDT, sıvı dengesizliklerinden kaynaklanan komplikasyonları azaltarak hastane kalış süresini kısaltmaktadır [14, 16]. Bunun yanında, liberal veya restriktif yaklaşımlardan kaynaklanan komplikasyonların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır [21, 22].

Sonuç olarak, hedefe yönelik sıvı tedavisi, perioperatif sıvı yönetimi için kanıta dayalı bir strateji olarak kabul edilmektedir. Bu yaklaşım, her hastanın bireysel fizyolojik durumuna uygun şekilde sıvı tedavisi sağlanarak cerrahi sonuçları iyileştirmeyi amaçlamaktadır [15, 20].

## **2.2. SIVI YANITLILIĞI**

Sıvı yanıtıllığı, bir hastanın intravasküler sıvı yüklemesine verdiği hemodinamik cevabı ifade eder. Temel olarak, sıvı yanıtıllığı, uygulanan sıvı tedavisinin kardiyak debi üzerindeki etkisini değerlendirmeye odaklanır. Sıvı tedavisi, hipovolemi veya doku perfüzyonunun azalması gibi durumları yönetmek için yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Ancak her hasta sıvı yüklemesine olumlu yanıt

vermez; bu nedenle sıvı tedavisinin gerekliliğini ve etkinliğini belirlemek, komplikasyonları önlemek için kritik öneme sahiptir [23, 24].

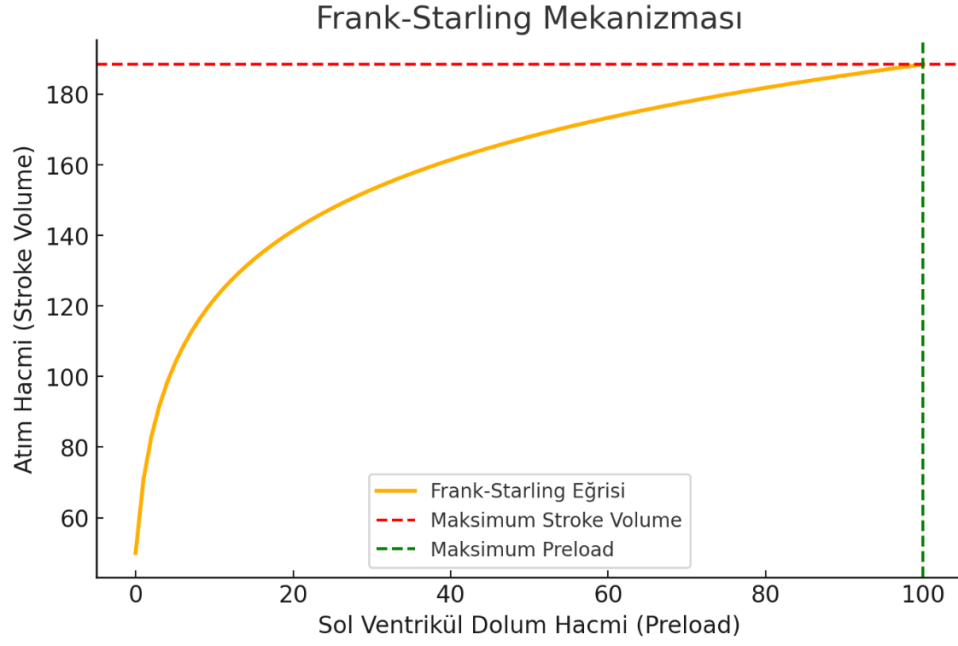
### 2.2.1. Sıvı Yanıtlılığının Fizyolojisi

Kardiyak Output (CO) = SV x HR (kalp hızı) şeklinde formülize edilir. Bu formülden anlaşılacağı üzere CO, SV ve HR bağımlıdır. SV, end-diastolik ventrikül hacmine yani preloada bağlıdır. SV ile preload arasındaki ilişki Frank-Starling eğrisi ile açıklanabilir.

Frank-Starling mekanizması, kalbin venöz dönüşü uyum sağlama yeteneğini tanımlar. Venöz dönüş arttığında, kalp kası liflerinin uzunluğu artar (preload artışı) ve bu da miyofibrillerin daha iyi örtüşmesi ile atım hacminde artışa yol açar. Ancak, bu artışın bir sınırı vardır ve bu sınır aşıldığında, fazla sıvı yüklenmesi faydadan çok zarara yol açabilir [25, 26].

Frank-Starling eğrisi, kalbin hangi noktada “sıvı yanıtı” veya “yanıtsız” olduğunu anlamada rehberlik eder. Eğrinin yükselen kısmında bir hasta sıvı yanıtlıdır ve sıvı yüklemesi, kardiyak output artışı sağlar. Ancak, plato kısmında fazladan sıvı verilmesi sadece doku ödeme ve hipoksiye neden olabilir [25, 26].

Frank-Starling mekanizmasının hücresel temelleri, kardiyak kasın uzunluğa bağlı aktivasyon yeteneğine dayanmaktadır. Bu mekanizmayı daha iyi anlamak için matematiksel modeller kullanılmaktadır. Bu modeller, hem hücresel hem de kardiyovasküler düzeydeki olayları birleştirerek sıvı tedavisinin etkilerini öngörmede yardımcı olur [26].



**Şekil 1.** Frank- Starling Eğrisi

### 2.3. SIVI YANITLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bir hastanın sıvı yanıtı olması, sıvı yüklemesi sonrası stroke volüm (SV) veya CO gibi hemodinamik parametrelerde %10 veya daha fazla bir artış olmasıdır [23, 24]. Bu artış, hastanın intravasküler volümünün ve dolayısıyla kalbin pompalama kapasitesinin arttığını gösterir. Sıvı yanıtı olmayan bir hasta, uygulanan sıvı tedavisine rağmen hemodinamik parametrelerde anlamlı bir iyileşme göstermez [22, 24].

Dolaşım şokunda, genellikle ilk tercih edilen yaklaşım sıvı tedavisidir. Bununla birlikte, sıvı tedavisinin etkinliği, ventriküllerin Frank-Starling eğrisinin yükselen kısmında çalışıp çalışmadığına bağlıdır. Bu, sıvı yüklemesinin etkili olup olmayacağını belirler. Dolaşım şokunun başlangıç fazında sıvı hacminin değerlendirilmesi genellikle kolaydır; ancak resüsitasyon sonrası hacim durumu değerlendirmesi daha karmaşık hale gelir ve klinik işaretlerin güvenilirliği azalır [27].

Hacim durumunu değerlendirmek için çeşitli statik ve dinamik parametreler kullanılmaktadır.

### **2.3.1. Statik Parametreler**

Statik parametreler, uzun yıllar sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. CVP, pulmoner arter wedge basıncı (PAWP) ve sol ventrikül diyastolik çapı gibi statik preload göstergeleri, sıvı yanıtını öngörmeye sınırlı bir doğruluğa sahiptir. Bunun temel nedeni, bu göstergelerin preload yanıtılığını güvenilir bir şekilde tahmin edememesidir. Örneğin, CVP, yalnızca preload artışını doğrulamak için kullanılabilir, ancak preload yanıtılığını öngöremez [27, 28].

#### **Santral Venöz Basınç (CVP):**

Santral venöz basınç, kardiyak preload'un dolaylı bir göstergesi olarak geçmiş yıllarda kullanılmıştır. Ancak yapılan çalışmalar, CVP'nin sıvı yanıtılığını öngörmeye güvenilir olmadığını göstermiştir. Çünkü CVP değeri, yalnızca preload'un doluluk düzeyini yansıtır, ancak stroke volümdeki artışı garanti etmez. CVP, daha çok sıvı yüklemesinin güvenli olup olmadığını belirlemek için bir güvenlik sınırı olarak kullanılabilir [27, 29].

#### **Pulmoner Arter Wedge Basıncı (PAWP)**

Pulmoner arter wedge basıncı, sol ventrikülün diyastolik dolum basıncını dolaylı olarak yansıtan bir göstergedir. PAWP, sıvı yüklemesinin etkisini değerlendirmek için kullanılan bir diğer statik parametredir. Ancak PAWP'nin sıvı yanıtılığını öngörmedeki doğruluğu, CVP'ye benzer şekilde düşüktür. PAWP, ventriküler dolum ve arteriyel basınç arasında doğrudan bir ilişki olmadığı durumlarda yanıltıcı olabilir [29]. Yapılan birçok çalışmada, PAWP'nin birçok faktörden (miyokardiyal iskemi, sepsis, diyabet, obezite, vb.) etkilendiği, kritik hastalarda sıvı yanıtılığının ve önceki yükün öngörülmesinde yetersiz olduğu ortaya konulmuştur [25].

#### **Sol Ventrikül End-diyastolik Çapı (LVEDD)**

LVEDD, kardiyak doluluğun ultrasonografik bir göstergesidir. Teorik olarak, düşük LVEDD değerleri, ventrikülün sıvıya yanıt verebileceğini gösterebilir. Ancak

pratikte, LVEDD değerleri de sıvı yanıtılığını güvenilir şekilde tahmin edemez. Bunun nedeni, ventriküler doluluğun, kontraktilite ve kalp-damar sisteminin diğer dinamik faktörlerine bağlı olmasıdır [27, 29].

### **B-Tipi Natriüretik Peptit (BNP) Konsantrasyonu**

BNP, kardiyak yüklenme ve stres durumlarında artış gösteren bir biyobelirteçtir. Sıvı yüklemesi değerlendirmesinde BNP seviyeleri kullanılmış olsa da çalışmalar BNP'nin sıvı yanıtılığını tahmin etmede sınırlı bir doğruluğa sahip olduğunu göstermiştir. BNP seviyeleri, sadece ventriküler doluluk hakkında bilgi verir, ancak preload artışının stroke volümde etkili bir artışa yol açıp açmayacağını tahmin edemez [27, 29]. Laboratuvar testi olduğu için, sıvı yanıtılığını göstermede sürekli takipte kullanımı zordur.

### **Diyastolik Parametreler**

Diyastolik işlev ölçütleri (örneğin, erken/ geç diyastolik dalga oranı), ventrikül doluluğunu ve dolayısıyla önyükü değerlendirmek için kullanılmıştır. Ancak, bu ölçütlerin de sıvı yanıtılığını tahmin etmede doğruluk oranı düşüktür. Bunun nedeni, bu parametrelerin, ventriküler dolgunluğun her zaman stroke volüm artışıyla sonuçlanmadığı durumlarda yanıltıcı olabilesidir [29]. Diyastolik parametrelerin değerlendirilmesi, arteriyel dalga formunun sistemik vasküler direnç ve nabız basıncı ile ilişkili olması nedeniyle çeşitli zorluklar içermektedir. Özellikle, aort duvarının distansibilitésinin yaşı bağlı değişkenlik göstermesi ve arteriyel nabız dalga analizine dayalı yöntemlerin kalibrasyon gerektirmesi, bu ölçümlerin doğruluğunu ve uygulanabilirliğini sınırlamaktadır [29].

### **2.3.2. Dinamik Parametreler**

Dinamik parametreler, sıvı yanıtılığını değerlendirmek için geleneksel statik parametrelerin yerini alarak daha güvenilir yöntemler sunmaktadır. Bu parametreler, ön yükteki değişikliklere verilen hemodinamik yanıtı ölçerek sıvı tedavisinin etkinliğini tahmin eder [27, 30].

Dinamik parametreler, sıvı yanıtılığını değerlendirmede statik yöntemlere göre üstünlük sağlar. Bununla birlikte, bu parametrelerin doğruluğu, tidal volüm, aritmi varlığı ve hastanın solunum durumu gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir [12, 31].

### **PPV (Nabız Basıncı Varyasyonu) ve SVV (Stroke Volüm Varyasyonu)**

PPV, özellikle mekanik ventilasyon altındaki hastalarda sıvı yanıtılığını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir parametredir. Bu yöntem, inspiratuar ve ekspiratuar basınç değişikliklerine bağlı olarak sağ ventrikülün ön yükündeki değişikliklerin stroke volüm üzerindeki etkisini ölçer. Mekanik ventilasyon altındaki hastalarda, PPV'nin %10-15 arasındaki eşik değerleri sıvı yanıtılığını tahmin etmede yüksek doğruluk sağlamaktadır [24, 27].

SVV, PPV'ye benzer şekilde çalışır ve mekanik ventilasyona bağlı olarak stroke volümdeki değişiklikleri değerlendirir. SVV, sağlıklı ventriküler fonksiyon ve uygun tidal volüm (>8 ml/kg) gibi belirli koşullar altında sıvı yanıtını tahmin etmede güvenilir bir yöntemdir [23, 24].

SVV ve PPV ölçümünde hastaların spontan solunumunun olmaması ve tidal volümün en az 8 ml/kg olması gerekliliği ve sağ ventrikül yetmezliği, artmış sol ventrikül dolum basıncı, aritmi gibi kardiyak patolojilerin varlığı bu parametrelerin kullanımını sınırlamaktadır. Ayrıca, kalp hızı/solunum sayısı oranı 3.6'ya eşit veya daha düşük olduğunda bu parametreler sıvı yanıtılığını öngörmeye yetersiz kalmaktadır [25].

### **Pasif Bacak Kaldırma Testi (PLR)**

Pasif bacak kaldırma testi, sıvı yanıtılığını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan, dinamik bir manevradır. Bu test sırasında hasta, önce yarı oturur pozisyonda dinlendirilir ve ardından bacaklar 45 derece kaldırılarak düz yatırılır. Bu hareket, alt ekstremitelerdeki venöz kanın torasik dolaşıma geçmesini sağlayarak, yaklaşık 150–300 mL'lik geçici bir oto-transfüzyon etkisi yaratır [32]. Hastanın sıvı

yanıtlı olup olmadığını değerlendirmek için, PLR sırasında kardiyak debi veya inme hacminde %10–15’lik bir artış aranır. Eğer bu artış gözlemlenirse, hastanın intravenöz sıvı yüklemesine yanıt vereceği öngörülür [33]. PLR, sıvı yanıtılığını tahmin etmek için yüksek hassasiyet ve özgüllük göstermektedir [34, 35].

### **Ekspiryum Sonu Oklüzyon Testi (EEOT)**

EEOT, mekanik ventilasyona bağlı olarak sağ ventrikül ön yükünü artıran bir yöntemdir. Test, kalp debisindeki artışa verilen yanıtı değerlendirmek için kullanılabilir. Bu testin en önemli avantajı, mekanik ventilasyon altındaki hastalarda noninvaziv olarak uygulanabilmesidir [12, 34].

Mekanik ventilasyon sırasında, inspiyumda intratorasik basınç artar ve venöz dönüş azalır. EEOT, 15 sn süreyle ekspiryum sonunda mekanik ventilasyonu durdurarak, inspiratuar nedenli venöz dönüşte azalmayı atlayarak Frank-Starling eğrisinin sağa kaymasına neden olur. EEOT, intratorasik basınçtaki değişimleri önler. Böylece, sıvı yanıtılı hastalarda venöz dönüşte, kalbin ön yükünde ve stroke volümde artışa neden olur. EEOT’de arteriyel nabız basıncında ve kalp indeksinde %5 ve üzeri artış olması sıvı yanıtılı olduğunu gösterir. Test spontan solunumu olan hastalarda da kullanılabilir [25].

### **Tidal Volüm Challenge Testi**

Tidal volüm challenge testi, düşük tidal volüm kullanılan hastalarda sıvı yanıtını değerlendirmek için uygulanır. Bu test, tidal volümde kısa süreli bir artışla hemodinamik yanıtı değerlendirerek sıvı yanıtılığını tahmin etmede güvenilir bir yöntem sunar [23, 35].

## **2.4. PULSE CONTOUR ANALİZ YÖNTEMİ**

Kardiyak output, oksijen sunumunun temel belirleyicisidir ve perioperatif dönemde ve yoğun bakımda hemodinamik yönetimin önemli bir bileşenidir. CO ölçüm yöntemleri invaziv, minimal invaziv ve non-invaziv olarak sınıflandırılabilir [36].

Geleneksel olarak, invaziv termodilüsyon yöntemleri klinik referans olarak kabul edilmekle birlikte, son yıllarda minimal invaziv ve non-invaziv yöntemler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [37].

Minimal invaziv CO ölçüm yöntemleri arasında arteriyel basınç dalga formu analizi ve özofageal Doppler yer almaktadır [38]. Arteriyel basınç dalga formu analizi, arter basınç dalgasının şekil ve özelliklerini matematiksel olarak analiz ederek CO'yu tahmin eder. Bu yöntemin temel avantajı, CO'nun sürekli ve hızlı bir şekilde izlenebilmesidir [36]. Özofageal Doppler ise inen aortadaki kan akışını tahmin ederek CO'yu ölçer ve bu ölçümlerin anestezi altında gerçek zamanlı uygulanabilirliği, hemodinamik stabilitenin sağlanmasında kritik bir rol oynar [38].

Pulse Contour analiz (PCA) yöntemleri, arteriyel basınç dalgasının sistolik bölümünün atım hacmi ile ilişkisine dayanılarak geliştirilen monitorizasyon teknolojilerini içerir. Bu, arteriyel nabız basıncının ve nabız dalga konturunun öncelikle sol ventrikül atım hacmi ve arteriyel empedans tarafından belirlendiği teorisinden türemiştir. Bu teknolojiyi kullanan monitör üreticileri, kalibrasyon ihtiyacı olmadan kardiyak debiyi tahmin etmek için arteriyel dalga formu ile atım hacmi arasında yukarıda belirtilen ilişkiyi kullanmaktadır. Dolayısıyla, bu cihazların özel arteriyel kateter veya santral venöz kanülasyon gereksinimi yoktur. Ancak bu monitörlerden doğru sonuçların elde edilebilmesi arteriyel dalga formunun iyi kalitede olmasına bağlıdır. Aritmi ve ciddi aortik kapak hastalıkları bu ölçümleri çok etkiler [25].

PCA yöntemi, kalibre edilmemiş (ör. ProAQT/PulsioFlex) ve kalibre edilmiş (ör. PiCCO) sistemler olarak ikiye ayrılır [39]. ProAQT/PulsioFlex, arter basınç dalga formu özelliklerini analiz ederek otomatik başlangıç değeri sağlar ve sürekli CO izlemesi yapar. Ancak, bu yöntem arteriyel tonus değişiklikleri gibi fizyolojik durumlara karşı duyarlıdır ve bu durumlarda doğruluk payı azalabilir [40].

#### **2.4.1. ProAQT/PulsioFlex Ölçüm Yöntemi**

ProAQT/PulsioFlex, minimal invaziv hemodinamik monitorizasyon için tasarlanmış, arteriyel basınç dalga formu analizi kullanan bir cihazdır [36]. Bu sistem,

herhangi bir eksternal kalibrasyon gerektirmeden otomatik bir algoritma kullanarak CO'yu belirler ve izler [40]. İlk değer, cihazın biyometrik veriler (yaş, boy, kilo) ve arteriyel dalga formu özelliklerini analiz etmesiyle hesaplanır [38].

ProAQT/PulsioFlex, arteriyel tonus değişikliklerinden etkilenebilen diğer benzer sistemlere kıyasla farklı bir algoritma kullanır ve bu nedenle fizyolojik değişikliklere uyum sağlama kapasitesi sınırlıdır [40].



Şekil 2. ProAQT/Pulsioflex Transdüser ve Monitör

### Güçlü Yönler:

- **Minimal İnvaziv İzleme:** ProAQT/PulsioFlex, CO ve diğer hemodinamik parametrelerin minimal invaziv bir şekilde izlenmesini sağlar. Bu, hastalar için daha az riskli bir seçenek sunar [36].
- **Sürekli ve Hızlı Ölçüm:** Cihaz, CO'yu sürekli ve hızlı bir şekilde takip ederek klinik müdahalelerin etkinliğini anlık olarak değerlendirme imkânı verir [38].
- **Otomatik Kalibrasyon:** Eksternal oto-kalibrasyon özelliği, hemodinamik izlemeyi basitleştirir ve gerektiğinde manuel kalibrasyona olanak tanır [40].
- **Sıvı ve Vazopressör Tedavi Etkinliğini İzleme:** Sıvı yüklemesi ve vazopressör uygulamaları sırasında hemodinamik değişiklikleri doğru bir şekilde takip edebilir [39].

### **Kısıtlılıklar:**

- **Arteriyel Tonus Değişikliklerine Duyarlılık:** Cihaz, arteriyel tonusun büyük ölçüde değiştiği durumlarda (ör. vazopressör uygulamaları veya hiper-dinamik durumlar) doğruluğunu kaybedebilir [40].

- **Mutlak CO Değerlerinin Belirlenmesinde Güvenilirlik:** ProAQT/PulsioFlex, mutlak CO değerlerini ölçmekte diğer referans yöntemlere kıyasla daha az güvenilir bulunmuştur [37].

- **Karmaşık Klinik Durumlarda Sınırlamalar:** Hızlı değişen hemodinamik koşullara uyum sağlamakta sınırlamalar gösterebilir ve bu nedenle özellikle yüksek riskli hastalarda dikkatli kullanılmalıdır [39].

- **Kalibrasyonun Etkinliği:** Otomatik kalibrasyon fonksiyonu her zaman ölçüm doğruluğunu artırmada etkili olmayabilir [38].

## **2.5. AKCİĞER AÇMA MANEVRASI**

Akciğer açma manevrası, mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda kollabe alveolleri yeniden açmayı ve gaz değişimini optimize etmeyi hedefleyen bir tekniktir [3]. Bu yöntem, özellikle ARDS gibi akut solunum problemlerinde kullanılırken, sıvı yanıtılığını değerlendirme gibi hemodinamik amaçlarla da kullanılabilir [5, 41]. LRM sırasında intratorasik basınç artışı geçici olarak venöz dönüşü azaltarak SV'de değişimlere neden olur ve bu, sıvı yüklemesi sonrası hemodinamik yanıtı öngörmek için kullanılabilir [4, 5, 41].

### **2.5.1. Yöntem**

- **Sürekli Pozitif Basınç (Sustained Inflation- SI) Yöntemi:** Sürekli pozitif basınç yöntemi, hava yollarına sabit bir pozitif basınç uygulanarak alveollerin açılmasını sağlar. Genellikle 30 cmH<sub>2</sub>O düzeyinde bir basınç 30 saniye boyunca uygulanır [3, 5]. Basınç, ventilatörün “Sustained Inflation” modu kullanılarak sabit tutulur. Manevra sırasında hemodinamik parametreler, özellikle arteriyel kan basıncı

ve kalp hızı dikkatle izlenmelidir. Bu yöntem, hızlı ve etkili sonuçlar sağlarken, hemodinamik yan etki riski taşır [41].

- **Kademeli PEEP Artışı:** Bu yöntem, alveollerin aşırı gerilmesini önlerken optimal PEEP seviyesini belirlemeye olanak tanır [3]. Uzun süreli uygulama gerekebilir ve ventilatör ayarlarının dikkatle yönetilmesini zorunlu kılar [42].

- **Kademeli Tidal Volüm Artışı:** Bu yöntemde, aşırı volüm kullanımı durumunda akciğer dokusunda barotravma riski vardır. Bu nedenle, uygulama sırasında akciğer kompliyansı ve hemodinamik parametreler dikkatle izlenmelidir [4].

- **Kademeli Basınç Artışı (Incremental Pressure Steps):** Bu yöntem, alveollerin etkin bir şekilde açılmasını sağlar. Hemodinamik yan etkiler ve aşırı basınca bağlı akciğer hasarı riski taşır [41, 43].

- **Hedefe Yönelik Rekrutman (Targeted Recruitment):** Bu yöntem, basınç ve volüm gereksinimlerini kişiselleştirerek gereksiz ventilatör yükünü önler [42]. Ek cihaz ve uzmanlık gerektirir, bu da uygulanabilirliği sınırlayabilir [43].

- **Periyodik Rekrutman (Intermittent Recruitment):** Bu yöntem, açılmış alveollerin yeniden kollabe olmasını önler. Sürekli izleme ve sık uygulama gerektirir [4].

### 2.5.2. Güçlü Yönleri

- **Gaz Değişimini ve Oksijenasyonu İyileştirme:** LRM, alveoller arasında gaz değişimini düzeltmekle kalmaz, aynı zamanda ventilasyon-perfüzyon oranını dengeler ve hipoksemiye düzeltir [43]. Cerrahi sırasında kullanılan koruyucu ventilasyon stratejilerinin bir parçası olarak LRM, kan oksijen seviyelerini optimize edebilir [41, 42].

- **Postoperatif Pulmoner Komplikasyonları Azaltma:** Özellikle kardiyopulmoner baypas (CPB) veya abdominal cerrahi gibi durumlarda uygulanan LRM, atelektazi oluşumunu sınırlayarak ventilatör destek süresini ve yoğun bakımda kalış süresini kısaltabilir [42].

- **Ventilatör Bağımlı Akciğer Hasarını Azaltma:** LRM, kollabe alveollerin yeniden açılmasını sağlayarak ventilatör kaynaklı akciğer hasarını önlemeye yardımcı olur [5, 43].

- **Sıvı Yanıtlılığını Öngörme:** LRM sırasında intratorasik basıncın artmasıyla SV'deki geçici düşüş, hastaların sıvı yanıtlılığını tahmin etmek için kullanılabilir. Bu yöntem, özellikle sıvı yüklemesinin etkinliği hakkında bilgi sağlayarak gereksiz sıvı yüklemesini önler ve hasta sonuçlarını iyileştirir [4, 41].

- **Akciğer Mekanizmasını İyileştirme:** Alveollerin açılması, akciğer kompliyansını artırır ve ventilasyon için gerekli basıncı azaltır. Bu da ventilatör ayarlarının optimize edilmesine olanak tanır ve ventilasyon-perfüzyon dengesini güçlendirir [42, 43].

- **Hastaların Klinik Sonuçlarını İyileştirme:** Oksijenasyonun artması ve pulmoner komplikasyonların azalması sayesinde yoğun bakımda kalış süresi kısalmış ve mortalite oranları azalabilir [3, 4]. Ayrıca, cerrahi sırasında kullanılan bu manevra, hasta iyileşme sürecini hızlandırabilir ve entübasyon süresini kısaltabilir [41, 42].

- **ARDS Hastalarında Daha Etkin Oksijenizasyon:** Yüksek basınçlı LRM, kollabe alveollerini etkin bir şekilde açarak oksijenizasyonu artırır ve akciğer dokusunun zarar görmesini önler [4, 43].

### 2.5.3. Kısıtlılıkları

- **Hemodinamik Yan Etkiler:** LRM sırasında hava yolu basıncındaki artış, intratorasik basıncı yükselterek venöz dönüşü azaltabilir ve bu da kalp debisi üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir [3, 5]. Bu durum özellikle kardiyak rezervi düşük olan hastalarda hipotansiyona neden olabilir ve hemodinamik instabiliteye yol açabilir [4, 41].

- **Akciğer Aşırı Gerilmesi ve Barotravma Riski:** LRM sırasında uygulanan yüksek hava yolu basınçları, bazı durumlarda akciğerin aşırı gerilmesine ve barotravmaya yol açabilir. Bu durum, özellikle hassas akciğer dokusuna sahip hastalarda ciddi akciğer hasarına neden olabilir [42, 43]. Özellikle, alveollerin aşırı

gerilmesi sonucunda akciğerin strese maruz kalan bölgelerinde inflamasyon ve hasar riski artar [43].

- **ARDS Olmayan Hastalarda Etkinliğin Belirsizliği:** ARDS hastalarında LRM'nin oksijenasyon ve ventilasyon iyileşmesinde etkinliği iyi belgelenmiş olsa da ARDS olmayan hastalarda faydaları sınırlı kalmaktadır [3, 5].

- **Hastaya Özgü Parametrelerin Belirlenmesindeki Zorluklar:** LRM sırasında kullanılacak optimal PEEP veya basınç düzeylerinin her hasta için farklılık göstermesi, uygulama sırasında zorluklar yaratır [41, 43].

- **Kısa Süreli ve Geçici Etkiler:** LRM'nin etkileri genellikle kısa sürelidir ve manevra sonrasında alveoller tekrar kollabe olabilir. Bu durum, ateletaziyi kalıcı olarak önlemek için LRM'nin tekrarlanması gerektirebilir, bu da hasta üzerinde ilave stres yaratabilir [4, 43].

- **Beyin ve Diğer Organlara Etkileri:** Yüksek intratorasik basınç artışı, yalnızca kardiyovasküler sistem üzerinde değil, aynı zamanda diğer organlar üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilir. Yapılan bir çalışmada LRM'nin beyin oksijenlenmesini geçici olarak azalttığı ve serebral perfüzyonun olumsuz etkilendiği gösterilmiştir [4]. Bu durum, özellikle nörolojik riski yüksek hastalarda dikkatle değerlendirilmelidir.

- **Uygulama ile İlgili Zorluklar:** LRM'nin uygulanması sırasında hasta başında deneyimli bir ekip ve gelişmiş ventilatör cihazları gereklidir. Ayrıca, LRM uygulaması sırasında hemodinamik ve pulmoner parametrelerin yakından izlenmesi zorunludur. Bu, özellikle kaynakların sınırlı olduğu merkezlerde uygulama zorluklarına yol açabilir [42].

## 2.6. DÜZELTİLMİŞ KAROTİS AKIŞ ZAMANI

Karotis ultrasonu, karotis arterlerin non-invaziv olarak incelenmesini sağlayan bir görüntüleme yöntemidir [44]. Bu teknik, özellikle hemodinamik parametrelerin değerlendirilmesinde giderek artan bir öneme sahiptir [45]. Karotis ultrasonu, Dopler yöntemi ile intravasküler kan akımını ve bu akımın özelliklerini değerlendirebilir [46]. Ayrıca, doğru uygulandığında, damar çapı, kan akım hızı ve zamanlama parametreleri

gibi önemli bilgiler sağlayabilir [47]. Dört farklı karotis ultrason ölçümü sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılabilir. Bu parametreler; karotis dopler tepe hızı değişimi ( $\Delta$ CDPV), karotis kan akımı (CBF), karotis arter hız zaman integrali değişimi ( $\Delta$ CAVTI) ve karotis akım zamanıdır (CFT) [10].

Karotis ultrasonunun klinik önemi hem tanısal hem de prognostik değerlendirmeler için çok yüksektir [9]. Damar tıkanıklıkları, kan akımının hız ve hacmindeki değişiklikler gibi durumlar tespit edilebilir [45]. Bunun yanı sıra ultrason, hemodinamik yanıtların takibinde ve volüm durumunun değerlendirilmesinde de kullanılır [8].

Karotis ultrasonografi ile sıvı yanıtılığının değerlendirilmesi giderek daha fazla ilgi görmektedir. Kolay uygulanabilirliği, düşük maliyeti, minimal eğitim gerektirmesi ve non-invaziv doğası, karotis ultrasonografisini cazip hale getirmektedir. Karotis kan akımı ve CFTc ölçümleri, kardiyak çıkışı gösteren belirteçlerdir. Akım süresi, Dopler spektrumundan türetilen, mekanik sistol süresini düzeltilmiş olarak gösteren bir parametredir ve kalp hızı ile sistol süresi arasındaki doğrudan ilişkiyi temsil eder. Böylece kardiyak çıkışın tahmin edilmesini sağlar. Karotis çapı sabit kaldığında, CFTc değeri, sistol sırasında karotisten geçen hacmin süresini gösterir. Bu değer sıvı yanıtılı hastalarda, özellikle stroke volümdeki artışa paralel olarak yükselmesi beklenir [48].

### **2.6.1. Yöntem**

Düzeltilmiş karotis akış zamanı, karotis arterdeki sistolik ejeksiyon zamanının kalp hızıyla düzeltildiği bir parametredir [46]. Bu parametre, özellikle sıvı yükleme yanıtını tahmin etmek ve dolaşım dinamiklerini değerlendirmek için yaygın şekilde kullanılmaktadır [49]. CFTc, sol ventrikül ejeksiyon zamanı ve kardiyak inotropi ile doğru, sistemik vasküler direnç ile ters orantılıdır [9].

Son yıllarda CFTc, invaziv yöntemlere alternatif olarak sıvı yanıtının tahmin edilmesinde güvenilir bir gösterge olarak öne çıkmıştır [9]. Araştırmalar, CFTc'nin pasif bacak kaldırma gibi basit hemodinamik manevralarla değerlendirilebileceğini

göstermiştir [50]. Örneğin, pasif bacak kaldırma sırasında CFTc'deki değişiklikler, kardiyak volüm artışına verilen yanıtı tahmin etmek için kullanılabilir .

Bu teknik aynı zamanda, yoğun bakım ve acil servislerde hızlı karar verme süreçlerinde kritik bir rol oynayabilir [47]. Ayrıca, CFTc, ventrikül dolum basıncı ve santral venöz basınç gibi daha invaziv ölçümlerle karşılaştırıldığında düşük maliyetli ve non-invaziv bir alternatif sunar [8].

CFTc, karotis arterde Dopler ultrason probunun yerleştirilmesiyle başlar ve arterdeki kan akışının hız-zaman eğrisi kaydedilir [9]. CFTc, genellikle kalp siklusunun sistol fazında oluşan ejeksiyon süresinin, kalp hızı ile normalize edilmesiyle hesaplanır [9]. Hesaplama, ölçülen akış zamanı (flow time) değerinin kalp hızına bağlı döngü zamanının kareköküne ( $\sqrt{\text{cycle time}}$ ) bölünmesiyle yapılır [45].

CFTc hesaplama için kullanılan yaygın formüllerden biri Bazett formülüdür:

$$\text{CFTc} = \text{Ölçülen akış zamanı} / \sqrt{\text{kalp siklus süresi}} [49].$$

Alternatif olarak, Wodey formülü gibi daha az kalp hızı bağımlı formüller de kullanılabilir ve bu formüllerin doğruluğu bazı durumlarda daha yüksek olabilir [45].

Ölçüm sırasında dopler probu, karotis arterin uzun eksenini boyunca yerleştirilir ve dopler spektrumu analiz edilerek akış hızı ve zamanı belirlenir [47]. Özellikle PLR veya sıvı yüklemesi gibi manevralar sırasında CFTc değişiklikleri, sıvı yanıtını tahmin etmek için kullanılır [50]. Bu yöntem, non-invaziv olması ve hızlı sonuçlar sağlaması nedeniyle yoğun bakım ve acil servislerde sıklıkla tercih edilir [8]. CFTc ölçümünde hata oranını azaltmak için prob yerleşimi sırasında arterin tam eksenine uygun olarak yerleştirilmesi ve dopler açısının doğru ayarlanması kritik öneme sahiptir [47].

### 2.6.2. Güçlü Yönleri

- CFTc, non-invaziv bir yöntemdir ve karotis dopler ultrasonu ile kolayca ölçülebilir [9, 46].

- Yoğun bakım ve acil servis ortamlarında hızlı sonuçlar sağlayarak hemodinamik değerlendirme için uygun bir araçtır [8, 47].
- CFTc, sıvı yanıtının değerlendirilmesinde güvenilir bir parametre olarak kabul edilir ve invaziv cihazlara ihtiyaç duymaz [9, 45].
- Kalp hızına göre normalize edilmiş olması, ölçümlerde bireysel değişkenlikleri azaltır ve daha standardize sonuçlar sağlar [49].
- Ölçüm sırasında nefes alma ya da mekanik ventilasyon gibi dış faktörlerden daha az etkilenir [2, 44].
- PLR gibi basit hemodinamik manevralarla kombine edildiğinde sıvı yanıtını tahmin etme gücü artar [50, 51].
- CFTc ölçümü, damar çapının ve kan akış hızının doğrudan değerlendirilmesine izin verir [46].
- Son derece düşük maliyetlidir ve taşınabilir cihazlarla uygulanabilir [8, 47].

### **2.6.3. Kısıtlılıkları**

- Doğru ölçüm için dopler probunun doğru yerleştirilmesi ve dopler açısının doğru ayarlanması gerekir [47].
- CFTc ölçümleri, tecrübesiz kullanıcılar tarafından gerçekleştirildiğinde sonuçların güvenilirliği düşebilir [8].
- Kalp hızı üzerinde belirgin etkisi olan aritmilerde veya sinüs ritmi dışındaki durumlarda ölçüm doğruluğu azalabilir [8, 45].
- Sistemik vasküler dirençteki ani değişiklikler CFTc değerini etkileyebilir [9].
- Yüksek vücut kitle indeksi (BMI) veya boyun anatomisi nedeniyle karotis arterin görüntülenmesinde zorluk yaşanabilir [51].

- Wodey ve Bazett formülleri arasında seçim yapılırken farklı klinik senaryolar ve hasta gruplarında belirsizlikler oluşabilir [45].
- Ölçümün sürekli kullanıcı bağımlı olması, klinik ortamlarda yüksek iş yükü altındaki durumlarda dezavantaj oluşturabilir [47].
- Mekanik ventilasyon sırasında, intratorasik basınç değişiklikleri ölçümleri etkileyebilir [44].
- Karotis arter kaynaklı parametreler, anlamlı karotis arter stenozunun (> %50) varlığı için güvenilir belirteçler olmayabilir [11].
- Baş ve boyun cerrahisinde karotis arter bölgesine erişim zor olabilir [11].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Bilkent Şehir Hastanesi 2 Nolu Tıbbi Araştırmalar Bilimsel ve Etik Değerlendirme Kurulu'ndan TABED 2-24-76 Nolu ve 29.05.2024 tarihli Etik Kurul onayı alındıktan sonra Haziran 2024 ile Ekim 2024 tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

Hastanemizde elektif şartlarda, genel anestezi altında, elektif koroner arter baypas greft cerrahisi geçirecek olan, 18-80 yaş arası, American Society of Anesthesiologists (ASA) fiziksel durum skoru II ve III olan 50 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. 3 hasta verilerin eksik olması ve 2 hasta LRM sırasında hemodinamik instabilite gelişmesi nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır. Tek merkezli, prospektif, gözlemsel bir çalışmadır. Araştırmaya alınması planlanan hastalar çalışma hakkında bilgilendirilip onayları alındıktan sonra çalışmaya dahil edilmiştir.

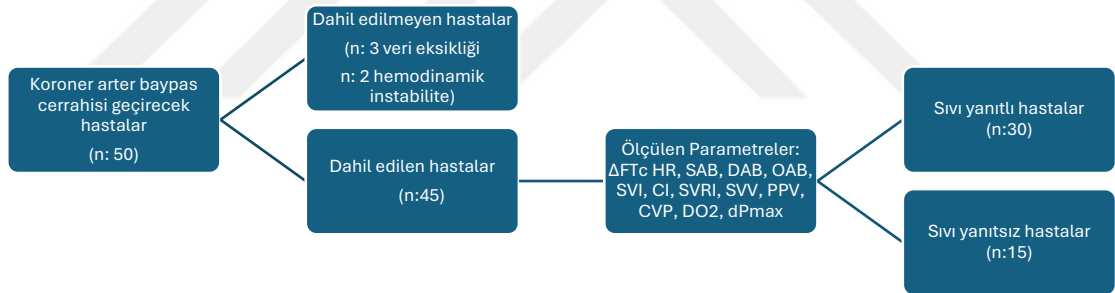
Araştırmadan dışlama kriterleri;

- 18 yaşından küçük, 80 yaşından büyük olmak
- ASA skorlaması III'ten büyük olan hastalar
- Sol ventriküler ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) %40 tan düşük olmak
- Anestezik ilaçlara kullanım kontrendikasyonu olanlar
- Vücut kitle indeksi (VKİ) 30'dan büyük olan hastalar
- Çalışmaya katılmak istemeyen hastalar
- Sağ ventrikül disfonksiyonu olanlar
- Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) olanlar
- Büllöz akciğer hastalığı olanlar

- Orta veya şiddetli Pulmoner hipertansiyonu olanlar
- Şiddetli böbrek veya karaciğer hastalığı olanlar
- Perioperatif dönemde hemodinamik instabilite gelişen hastalar
- Ciddi aritmisi olan hastalar
- Ciddi karotis arter stenozu (>%50 darlık) olan hastalar
- Gebelik

Araştırmaya son verme kriterleri;

- LRM sırasında hemodinamik olarak instabilite gelişen hastalar
- Beklenmedik intraoperatif cerrahi komplikasyon gelişen hastalar



**Şekil 3.** Araştırma Tasarım Şeması

Hastaların ağırlık, boy, yaş, cinsiyet, VKİ, ASA bilgileri, LVEF, ek hastalıkları, kullandığı ilaçlar, preoperatif laboratuvar bilgileri kayıt altına alınmıştır. Anestezi kliniğinin standart çalışma düzenine uyacak şekilde induksiyon ve anestezi yönetimi uygulanmıştır.

Hasta ameliyat masasına alındıktan sonra preoperatif yapılan Allen testi sonrası non-dominant elden lokal anestetik enjeksiyonu sonrası radial arter kateterizasyonu (Medbar Arterial Cannula) ile invaziv arterial kan basıncı monitörizasyonu uygulanmıştır. 5 kanallı EKG, pulse oksimetre ve sıcaklık ile standart monitorizasyona

ek olarak Bispektral İndex (BIS Vista monitoring system; Aspect Medical Systems, Natick, MA-BIS) ve Pulsion Flex (ProAQT Systems) kalp debi ölçüm cihazı ile ileri hemodinamik monitörizasyon yapılmıştır.

Genel anestezi indüksiyonu anestezi kliniğinin rutin uygulamasına uygun preoksijenizasyon sonrası 0,05 mg/kg midazolam, 1 mg/kg lidokain, 3 mcg/kg fentanil, 2mg/kg propofol, 0,6-0,8 mg/kg rokuronyum ile yapılmış ve hastaya uygun endotrakeal tüp ile orotrakeal entübasyon gerçekleştirilmiştir. BIS hedef değer aralığı 40-60 olarak belirlenip hemodinamik değerlere uygun şekilde volatil anestezi konsantrasyonu ve remifentanil infüzyon dozu (0,05-0,2 mcg/kg/dk) modifiye edilerek anestezi idamesi sağlanmıştır. Mekanik ventilasyon modu ve ventilasyon parametreleri (Aisys – GE.Healthcare anestezi cihazı); volüm kontrol modda, tidal volüm (ideal vücut ağırlığına göre 6ml/kg), solunum sayısı end-tidal CO<sub>2</sub> değerine göre (12-16/dakika), end-tidal CO<sub>2</sub> değerleri 30-40 mmHg aralığında, inspirasyon/ekspirasyon oranı (İ/E) 1:2, PEEP: 5 cm H<sub>2</sub>O ve FiO<sub>2</sub>: %50 olarak ayarlanmıştır.

Hastaya sağ internal juguler vene 7 Fr üç lümenli santral venöz kateter (ABLE Central Venous Catheter Kit, Malaga, Spain) yerleştirilip, CVP monitörizasyonu yapılmıştır. Bu uygulamalar kliniğimizde açık toraks cerrahisi planlanan hastalarda rutin olarak yapılmaktadır. Tercihen iki adet periferik geniş venöz yol (16G-18G) yerleştirilip sıvı replasmanı öncesi mayi verilmemiştir.

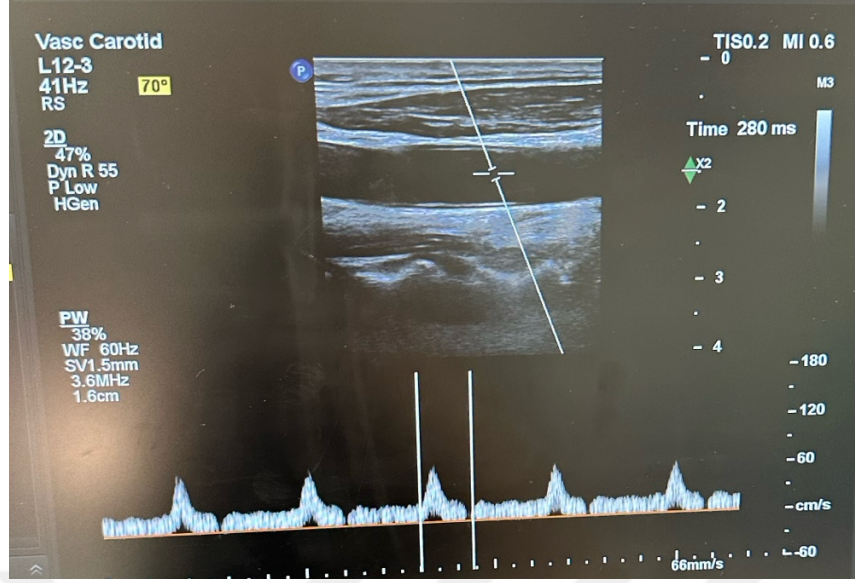
Ölçümlere hasta hazırlığı tamamlandıktan sonra, hemodinamik olarak stabil bir periyod sonrası (ortalama arteriyel basınç (OAB) değişikliğinin 5 dk içinde <%10 olduğu dönem olarak tanımlandı), supin pozisyonda ve hastanın spontan solunum çabası olmadığı ikinci bir gözlemci tarafından doğrulandığı zaman başlanmıştır. Çalışma süresince çalışmaya dahil edilen hastaların hiçbirine norepinefrin, dopamin, dobutamin infüzyonu veya efedrin bolusu yapılmamıştır.

Hemodinamik parametreler; kalp atım hızı (HR) (atım/dakika), santral venöz basınç (CVP, mmHg), sistolik arteriyel kan basıncı (SAB, mmHg), diyastolik arteriyel kan basıncı (DAB, mmHg), ortalama arteriyel kan basıncı (OAB, mmHg), stroke

volüm indeks (SVI), kardiyak indeks (CI), PPV, SVV ve düzeltilmiş karotis arter akış zamanı (CFTc) T1-6 zamanlarında toplam 6 defa değerlendirilerek kaydedildi.

- T1(SÖLR1): Sternotomi öncesindeki LRM öncesi başlangıç değeri
- T2(SÖLR2): Sternotomi öncesindeki LRM sonrası değerler
- T3(SSLR1): Sternotomi sonrasındaki LRM öncesi değerler
- T4(SSLR2): Sternotomi sonrasındaki LRM sonrası değerler
- T5(SY1): Sıvı yüklemesi öncesi değerler
- T6(SY2): Sıvı yüklemesi sonrası değerler

Düzeltilmiş karotis arter akış zamanı dopler ultrason kullanılarak ölçülmüştür. 4-12 MHz lineer prob ile ultrasonun (USG) vasküler ayarı altında; hastanın başı 30 derece sola eğik şekilde tiroid kıkırdağının alt sınırında sağ ana karotis arterin uzun eksen görünümü elde edilerek ve karotis arter bifurkasyonun 2 cm proksimalinde ölçüm bölgesi belirlenerek, USG'nin Doppler özelliği seçilerek karotis arterin en iyi renk akışına sahip olduğu alana 60 dereceden düşük bir açıyla örnekleme çerçevesi yerleştirilerek ölçüm alınmıştır. Akış süresi sistolik yukarı vuruşun başlangıcından dikrotik çentiğe kadar olan kısım olarak ölçülmüştür.



**Şekil 4.** Karotis Dopler USG Karotis Akış Zamanı Ölçümü

LRM 30 sn süreyle 30 cmH<sub>2</sub>O'da olacak şekilde mekanik ventilatörde (Aisys – GE.Healtcare anestezi cihazı) otomatik olarak ayarlanıp çalışmaya dahil edilen her hastaya standart olarak uygulanmış ve 30-60 sn sonrasında tüm hemodinamik parametreler ve düzeltilmiş karotis arter akış süresi tekrar ölçülüp T2: SÖLR2 olarak kaydedilmiştir.

Hastaya sternotomi yapıldıktan ve hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra düzeltilmiş karotis arter akış zamanı ve diğer hemodinamik parametreler toraks açıkken T3: SSLR1 olarak ölçülüp kaydedilmiştir. LRM tekrarlanarak 30-60 sn sonraki tüm hemodinamik parametreler ve düzeltilmiş karotis akış zamanı T4: SSLR2 olarak kaydedilmiştir.

Bu ölçümler sonrasında, hastanın hemodinamik olarak stabil olduğu zamanda düzeltilmiş karotis arter akış zamanı ve diğer hemodinamik parametreler 10 dk içinde periferik venöz yoldan verilen 3 ml/kg dengeli kristaloid infüzyonu öncesi ve sonrası tekrar ölçülerek T5: SY1 ve T6: SY2 olarak kaydedilmiştir.

Kayıtlı tüm hastalar hacim yüklemesine verilen yanıtı göre 'sıvı yanıtlılar' ve 'sıvı yanıtızlar' olarak ayrılmıştır. Hacim yüklemesinden sonra SVI'da %10 dan fazla

artış olan hastalar ‘sıvı yanıtlılar’ olarak tanımlanmıştır. Stroke volümdeki artış  $\Delta$ SVI şu formülle hesaplanmıştır:

$$\Delta\text{SVI} = (\text{Hacim genişlemesinden sonra SVI} - \text{hacim genişlemesinden önce SVI}) / \text{hacim genişlemesinden önce SVI} \times 100$$

Primer ölçüm parametresi  $\Delta$ CFTc olarak belirlenmiş olup ikincil ölçüm parametreleri HR, SAB, DAB, OAB, SVI, CI, SVRI, SVV, PPV, CVP, DO<sub>2</sub>, dP<sub>max</sub>'tır.

Ölçümlerin hepsi sternotomi sonrası, perikardiyektomi öncesi tamamlanmıştır. Cerrahi tamamlanandıktan sonra hastalar entübe, sedatize şekilde yoğun bakım ünitesine devredilmiştir.

### **3.1. İSTATİKSEL ANALİZ**

#### **3.1.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması**

G\*Power 3.1.9.7 (Faul et al., 2007) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen örneklem büyüklüğü hesaplamasında, Kimura ve ark.'ın (2021) “Changes in corrected carotid flow time induced by recruitment maneuver predict fluid responsiveness in patients undergoing general anesthesia” başlıklı çalışmalarındaki veriler temel alınmıştır [8]. Bu hesaplama sürecinde, belirlenen etki büyüklüğü değeri olarak  $r=0,55$  olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel güç analizi, %95 güç ( $1-\beta$  hata olasılığı) ve %5 tip 1 hata oranı ( $\alpha$ ) altında gerçekleştirilmiş ve bu parametreler ışığında, söz konusu araştırma için en az 37 katılımcıdan oluşan bir örneklem büyüklüğünün gerekliliği sonucuna varılmıştır. Çalışmadan ayrılanlar ve tamamlayamayanlar düşünüldüğünde, 42 kişi ile araştırmanın yürütülmesi planlanmıştır.

#### **3.2.1. İstatistiksel Yöntem**

Verilerin analizi SPSS version 25.0 software (IBM Corpn., Armonk, NY, USA) yazılımı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğuna Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk testleri ile Q-Q plot ve histogram grafikleri ile

bakıldı. Analiz sonucunda normal dağılan değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ile normal dağılmayanlar ortanca (25-75 persentil); minimum ve maksimum değer olarak gösterildi. Kategorik veriler frekans (yüzde) ile gösterildi. Kategorik veriler, gözlem sayısının yeterli olduğu durumda Pearson Ki-kare testi ile, gözlem sayılarının yetersiz olduğu durumda Fisher'in Kesinlik testi ile karşılaştırıldı. Normal dağılım gösteren niceliksel verilerin değerlendirilmesinde; Independet Samples t testi (bağımsız gruplarda t testi), tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasında Paired t testi (tekrarlı ölçümlü t testi) kullanılmıştır. Değişkenlerin ayırt ediciliğini belirlemek için ROC eğrisi kullanılmıştır. ROC eğrisi (Receiver Operating Characteristic curve) analizi, eğri altında kalan alanların (AUC) hesaplanması, duyarlılık, seçicilik ve uygun kesim noktalarının belirlenmesinde optimal kesim noktaları Youden indeksi değerlerine göre belirlenmiştir. Sürekli veriler arası ilişki, normal dağılanlara Pearson korelasyon testi değerlendirilmiştir. (Pearson korelasyon katsayısı 0,00-0,019: ilişki önemsenmeyecek düzeyde; 0,20-0,39: zayıf düzeyde ilişki; 0,40-0,69: orta düzeyde ilişki; 0,70-0,89: güçlü ilişki; 0,90-1,00: çok güçlü ilişki olarak değerlendirildi).  $p < 0,05$  anlamlı olarak kabul edildi.

### 3.1.3. Power Analizi

Power analizi G\*Power 3.1.9.7 (Franz Faul, Universitat Kiel, Germany) istatistik paket programı ile yapılmıştır.

T1: SÖLR1- T2: SÖLR2 sıvı yanıtı grubun CFTc(sn) (n=30) ortalama ve standart sapmalarına göre hesaplandı. Grup 1 ( $372,2 \pm 52,1$ ), grup 2 ( $307 \pm 44,3$ ) için Effect Size (d)= 2,74,  $\alpha=0,05$  olmak üzere; power = %99,2 olarak bulunmuştur.

T3: SSLR1- T4: SSLR2 sıvı yanıtı grubun CFTc(sn) (n=30) ortalama ve standart sapmalarına göre hesaplandı. Grup 1 ( $349 \pm 44,3$ ), grup 2 ( $290,6 \pm 42,5$ ) için Effect Size (d)= 2,82,  $\alpha=0,05$  olmak üzere; power = %99,4 olarak bulunmuştur.

T5: SY1- T6: SY2 sıvı yanıtı grubun CFTc(sn) (n=30) ortalama ve standart sapmalarına göre hesaplandı. Grup 1 ( $341,1 \pm 39,4$ ), grup 2 ( $396,5 \pm 48,2$ ) için Effect Size (d)= 2,86,  $\alpha=0,05$  olmak üzere; power = %99,6 olarak bulunmuştur.

## 4. BULGULAR

Çalışmamıza hastanemizde elektif şartlarda, genel anestezi altında, koroner arter baypas greft cerrahisi yapılacak 50 hasta dahil edilmiştir. 3 hasta verilerin eksik olması ve 2 hasta LRM sırasında hemodinamik instabilite gelişmesi nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır. Hastaların anestezi derinliği BIS monitörizasyonu ile takip edilmiş ve hemodinamik değişkenlerin doğruluğunu etkilememesi için uygun anestezi derinliği sağlanmıştır. Çalışma süresince hastaların hiçbirinin norepinefrin, dopamin ya da dobutamin gibi vazoaktif ilaç infüzyonu ihtiyacı olmamıştır, efedrin bolus yapılmamıştır.

Araştırmaya katılan hastaların; sternotomi öncesi akciğer açma manevrası yapılmadan önce (T1: SÖLR1), akciğer açma manevrası uygulandıktan hemen sonra (T2: SÖLR2), sternotomi sonrasında akciğer açma manevrası öncesi (T3: SSLR1), akciğer açma manevrası sonrası (T4: SSLR2), hastaya 3 ml/kg dengeli kristaloid infüzyonu yapılmadan önce (T5: SY1) ve infüzyon sonrası (T6: SY2) oluşan hemodinamik parametreler kaydedilmiştir.

Hastalar sıvı verilmeden önce (T5: SY1) ve sıvı verildikten sonrası (T6: SY2) SVI değerleri baz alınarak sıvı yanıtı hastalar ve sıvı yanıtı olmayan hastalar olarak iki gruba ayrıldı. Sıvı verildikten sonra (T6:SY2) ölçülen SVI değeri, sıvı verilmeden önceki (T5:SY1) SVI değerine göre %10 ve üzeri artış olan hastalar sıvı yanıtı olarak kabul edildi[8].

Çalışmaya katılan hastaların 15 (%33,3)'ü sıvı yanıtı olmayan, 30 (%66,7)'si sıvı yanıtı grupta yer almaktadır.

Araştırmaya katılan hastaların demografik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Hastaların Demografik Özellikleri

	Tüm Hastalar N=45	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	p değeri
<b>Cinsiyet, n (%)</b>				
Erkek	32 (71,1)	11 (73,3)	21 (70,0)	>0,999 <sup>1</sup>
Kadın	13 (28,9)	4 (26,7)	9 (30,0)	
<b>Yaş (yıl) , ort ± ss</b>	62,3 ± 7,3	64 ± 8,2	61 ± 6,8	0,2643
<b>ASA, n (%)</b>				
II	13 (28,9)	5 (33,3)	8 (26,7)	0,7321
III	32 (71,1)	10 (66,7)	22 (73,3)	
<b>Sigara</b>	14 (31,1)	6 (40,0)	8 (26,7)	0,4971
<b>Ek Hastalık, n (%)</b>				
Yok	4 (8,9)	1 (6,7)	3 (10,0)	>0,999 <sup>1</sup>
Var	41 (91,1)	14 (93,3)	27 (90,0)	
Hipertansiyon	33 (73,3)	10 (66,7)	23 (76,7)	0,4961
Diabetes Mellitus	27 (60,0)	9 (60,0)	18 (60,0)	>0,999 <sup>1</sup>
Hipotiroidi	8 (17,8)	1 (6,7)	7 (23,3)	0,2361
HL	7 (15,6)	4 (26,7)	3 (10,0)	0,1991
BPH	6 (13,3)	1 (6,7)	5 (16,7)	0,6471
KOAH	4 (8,9)	3 (20,0)	1 (3,3)	0,1011
Aritmi	1 (2,2)	-	1 (3,3)	>0,999 <sup>1</sup>
<b>Kullanılan İlaç, n (%)</b>				
Yok	3 (6,7)	-	3 (10,0)	0,5401
Var	42 (93,3)	15 (100,0)	27 (90,0)	
Antihipertansif	33 (73,3)	11 (73,3)	22 (73,3)	>0,999 <sup>1</sup>
Coraspin	31 (68,9)	9 (60,0)	22 (73,3)	0,4971
Oral Antidiyabetik	28 (62,2)	9 (60,0)	19 (63,3)	0,8282
Betablokör	21 (46,7)	7 (46,7)	14 (46,7)	>0,999 <sup>2</sup>
Statin	11 (24,4)	3 (20,0)	8 (26,7)	0,7261
Levotiron	7 (15,6)	1 (6,7)	6 (20,0)	0,3951
Antikoagulan	3 (6,7)	-	3 (10,0)	0,5401
İnsülin	2 (4,4)	1 (15,0)	1 (3,3)	>0,999 <sup>1</sup>
<b>Sol Ventrikül EF, ort ± ss</b>	54,2 ± 6,5	53 ± 7,5	55 ± 6,0	0,2923
<b>Hb (g/dL), ortalama ± ss</b>	13,5 ± 1,6	13,3 ± 1,8	13,5 ± 1,5	0,6883
<b>Kreatinin (mg/dL), ort ± ss</b>	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,7543
<b>Preop Laktat (mmol/L), ort ± ss</b>	1,3 ± 0,4	1,2 ± 0,3	1,3 ± 0,5	0,4793
<b>Postop Laktat (mmol/L), ort ± ss</b>	2,5 ± 0,8	2,6 ± 0,9	2,5 ± 0,7	0,8003
<b>Operasyon süresi (dk), ort ± ss</b>	209,8 ± 44,3	238 ± 44,6	196 ± 37,4	<b>0,0023</b>
<b>Tidal Volüm (mL), ort ± ss</b>	501,8 ± 49,2	517 ± 65,2	494 ± 38,0	0,1533
<b>PEEP (cmH<sub>2</sub>O), ort ± ss</b>	5,5 ± 0,6	6 ± 0,7	5 ± 0,6	0,2433
<b>Solunum Sayısı, ort ± ss</b>	11,8 ± 0,8	12 ± 0,9	12 ± 0,7	0,5023
<b>PaO<sub>2</sub> (mmHg), ort ± ss</b>	191,8 ± 64,9	184,8 ± 55,1	195,3 ± 69,9	0,6153
<b>FiO<sub>2</sub> (%), ort ± ss</b>	50 ± 0,0	50 ± 0,0	50 ± 0,0	-

Hastaların yaş ortalaması  $62,3 \pm 7,3$  yıl olarak tespit edilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p=0,264$ ) (Tablo 1).

ASA sınıflamasında hastaların 13 (%28,9)'ü II, 32 (%71,1)'si III sınıfında yer almıştır. Gruplar arasında ASA sınıflaması açısından fark bulunmamıştır ( $p=0,732$ ) (Tablo 1).

Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ortalaması tüm hastalarda  $54,2 \pm 6,5$  olarak ölçülmüş olup, gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p=0,292$ ) (Tablo 1).

Hastaların hemogloblin değerleri ortalama  $13,5 \pm 1,6$  g/dl olarak saptanmış olup gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,688$ ) (Tablo 1).

Kreatinin düzeyi tüm hastalarda ortalama  $0,9 \pm 0,2$  mg/dl olarak ölçülmüş olup, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,754$ ) (Tablo 1).

Hastaların tüm ventilatör ayarları değerleri yönünden sıvı yanıtı ve sıvı yanıtı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ( $p>0,05$ ) bulunmuştur (Tablo 1).

Sıvı yanıtı ve sıvı yanıtı hastaların hemodinamik parametreleri, 6 farklı zaman noktasında (T1, T2, T3, T4, T5, T6) kaydedilmiştir. Her grup kendi içinde T1:SÖLR1-T2:SÖLR2, T3:SSLR1-T4:SSLR2 ve T5:SY1-T6:SY2 zaman noktaları arasında karşılaştırılmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2. Hastaların Hemodinamik Parametreleri**

		Sternotomi Öncesi			Sternotomi Sonrası			Sıvı Yükleme		
		T1	T2	p değeri <sup>1</sup>	T3	T4	p değeri <sup>1</sup>	T5	T6	p değeri <sup>1</sup>
SKB (mmHg)	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	125,2 ± 20,6	103,3 ± 20,3	<0,001	118,1 ± 20,2	97,5 ± 20,4	<0,001	105,9 ± 13,5	112,4 ± 12,1	0,024
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	112,9 ± 12,9	91,2 ± 10,7	<0,001	105,9 ± 11,3	88,8 ± 8,0	<0,001	106,8 ± 12,3	120,1 ± 14,8	<0,001
DKB (mmHg)	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	69,0 ± 8,7	62,4 ± 8,8	<0,001	64,1 ± 10,6	59,3 ± 7,9	0,009	60,7 ± 8,5	64,1 ± 8,8	0,023
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	64,4 ± 7,9	58,7 ± 7,2	<0,001	61,3 ± 9,8	56,7 ± 7,2	<0,001	61,3 ± 10,5	65,5 ± 10,9	0,01
OKB (mmHg)	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	89,1 ± 11,5	75,7 ± 11,4	<0,001	82,9 ± 13,9	72,7 ± 11,9	<0,001	76,9 ± 9,4	80,9 ± 9,8	0,039
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	80,5 ± 9,1	69,2 ± 6,7	<0,001	76,2 ± 9,4	68,7 ± 7,9	<0,001	76,1 ± 10,5	84,2 ± 12,5	<0,001
KH(atım/dk)	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	71,1 ± 10,4	65,9 ± 12,4	<0,001	65,7 ± 13,4	63,5 ± 13,9	0,171	64,7 ± 12,5	66,1 ± 11,4	0,325
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	69,8 ± 13,7	64,8 ± 12,7	<0,001	67,3 ± 12,7	63,9 ± 12,1	0,004	66,3 ± 10,9	68,1 ± 11,9	0,197
CI	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	3,3 ± 1,0	2,5 ± 0,9	<0,001	2,9 ± 0,9	2,3 ± 0,6	<0,001	2,7 ± 0,7	2,8 ± 0,8	0,069
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	3,1 ± 1,2	2,1 ± 0,9	<0,001	3,1 ± 0,9	2,1 ± 0,7	<0,001	2,9 ± 0,9	3,5 ± 1,2	<0,001
SVRI	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	2122,5 ± 609,3	2533,3 ± 1349,8	0,139	2181,1 ± 616,8	2283,6 ± 591,8	0,108	2115,1 ± 620,9	2133,4 ± 564,0	0,727
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	2097,2 ± 617,5	2597,3 ± 946,1	<0,001	1951,5 ± 659,5	2356,6 ± 775,0	<0,001	2060,5 ± 696,5	1917 ± 586,6	0,019
SVV	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	12,9 ± 5,8	15,5 ± 5,7	0,155	11,5 ± 6,1	15,5 ± 5,6	0,009	8,7 ± 5,0	8,5 ± 5,1	0,744
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	14,4 ± 6,7	19,4 ± 5,7	<0,001	15 ± 6,1	19,4 ± 5,6	<0,001	13,4 ± 6,5	9,2 ± 5,1	<0,001
PPV	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	10,0 ± 4,2	15,1 ± 5,1	<0,001	9,5 ± 5,9	14,6 ± 6,3	<0,001	7,8 ± 4,8	6,9 ± 3,5	0,307
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	12,9 ± 6,9	17,7 ± 6,3	<0,001	13,3 ± 6,0	18,2 ± 6,0	<0,001	12,1 ± 6,8	7,3 ± 4,0	<0,001
CVP	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	11,9 ± 3,1	12,1 ± 3,2	0,486	11,8 ± 2,9	12,1 ± 3,0	0,207	11,7 ± 2,7	11,4 ± 2,7	0,217
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	10,9 ± 3,3	12,2 ± 3,3	<0,001	11,2 ± 3,3	12,4 ± 3,4	<0,001	11,1 ± 3,2	10,6 ± 3,1	0,011
SVI	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	44,1 ± 14,3	37 ± 12,6	<0,001	44,1 ± 9,3	38,9 ± 9,0	<0,001	42,3 ± 9,0	43,3 ± 9,2	0,008
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	44,1 ± 11,8	32,3 ± 10,7	<0,001	46,1 ± 15,0	34,9 ± 12,1	<0,001	43,7 ± 14,4	51,7 ± 15,9	<0,001
DO2	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	559,9 ± 213,4	407,7 ± 152,8	<0,001	506,2 ± 178,1	399,1 ± 135,0	<0,001	483,9 ± 145,9	511,9 ± 177,7	0,152
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	578,6 ± 282,3	394,2 ± 242,1	<0,001	538,9 ± 165,8	383,4 ± 137,0	<0,001	517,6 ± 168,0	619 ± 217,3	<0,001
dPmx	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	688,5 ± 297,3	559 ± 279,8	<0,001	640 ± 313,6	505,7 ± 256,9	0,02	560,4 ± 191,8	585,5 ± 195,7	0,202
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	646,7 ± 227,5	464,7 ± 151,4	<0,001	625,8 ± 196,4	442,4 ± 143,6	<0,001	641 ± 188,3	769,2 ± 223,3	<0,001
CFTc(ms)	Sıvı Yanıtsız Hastalar N=15	386,9 ± 43,4	356,2 ± 43,7	<0,001	371,3 ± 47,2	345,3 ± 44,5	<0,001	360,7 ± 41,6	380,6 ± 46,6	<0,001
	Sıvı Yanıtlı Hastalar N=30	372,2 ± 52,1	307,0 ± 44,3	<0,001	349 ± 44,3	290,6 ± 42,5	<0,001	341,1 ± 39,4	396,5 ± 48,2	<0,001

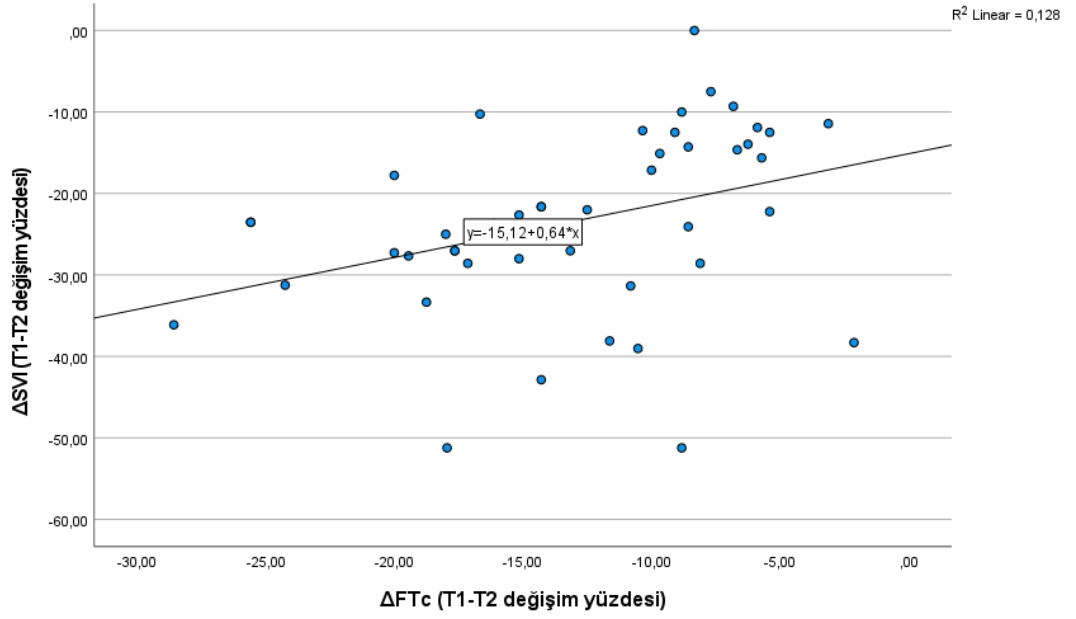
Sıvı yanıtı hastalarda, sternotomi öncesi; SKB, DKB, OKB, KH, CI, SVI, DO<sub>2</sub>, dPmx ve CFTc parametrelerinde T1: SÖLR1 ile T2: SÖLR2 arasında istatistiksel açıdan anlamlı azalma tespit edilmiştir (p<0,001). SVRI, SVV, PPV, CVP parametrelerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı artış tespit edilmiştir (p<0,001).

Sıvı yanıtı hastalarda, sternotomi sonrası; SKB, DKB, OKB, KH, CI, SVI, DO<sub>2</sub>, dPmx ve CFTc parametrelerinde T3: SSLR1 ile T4: SSLR2 arasında istatistiksel açıdan anlamlı azalma tespit edilmiştir (p<0,001). SVRI, SVV, PPV, CVP parametrelerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı artış tespit edilmiştir (p<0,001).

Sıvı yanıtı hastalarda, sıvı yükleme öncesi ve sonrası; SKB, DKB, OKB, KH, CI, SVI, DO<sub>2</sub>, dPmx ve CFTc parametrelerinde T5: SY1 ile T6: SY2 arasında istatistiksel açıdan anlamlı artış tespit edilmiştir (p<0,001). SVRI, SVV, PPV, CVP parametrelerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı azalma tespit edilmiştir (p<0,001).

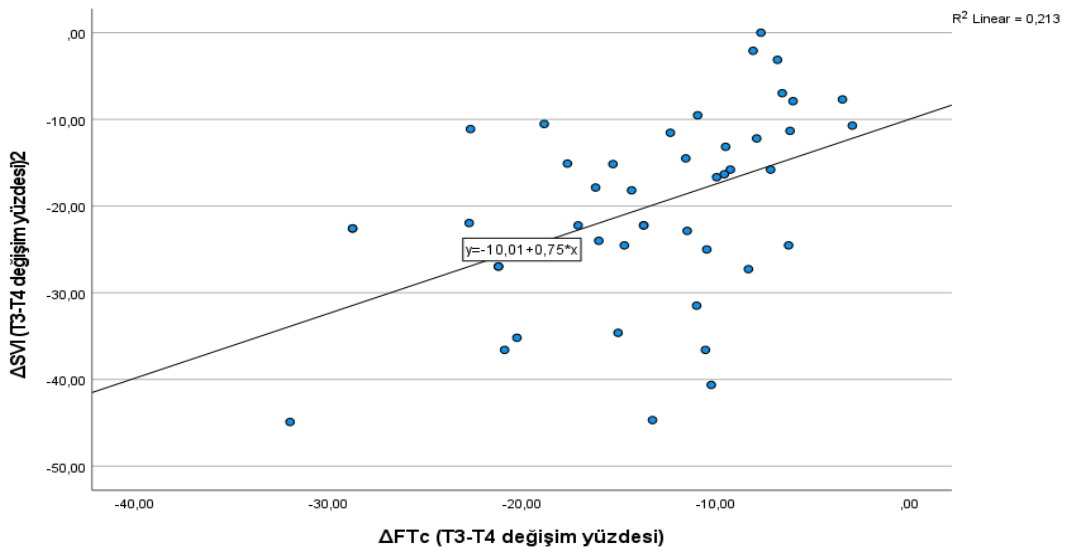
CFTc değeri, sıvı yanıtı hastalarda T1: SÖLR1 (372,2 ± 52,1) ile T2: SÖLR2 (307 ± 44,3) arasında ve T3: SSLR1 (349 ± 44,3) ile T4: SSLR2 (290,6 ± 42,5) arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde azalmıştır (p<0,001). T5: SY1 (341,1 ± 39,4) ile T6: SY2 (396,5 ± 48,2) arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı bir artış tespit edilmiştir (p<0,001) (Tablo 2).

$\Delta$ CFTc (T1:SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) ile  $\Delta$ SVI (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) arasındaki ilişki pearson korelasyon ile değerlendirilmiştir.  $\Delta$ CFTc (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) ile  $\Delta$ SVI (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) arasında zayıf düzeyde pozitif yönde ilişki tespit edilmiştir (r=0,333 p=0,025). (Pearson korelasyon katsayısı 0,00-0,019: ilişki önemsenmeyecek düzeyde; 0,20-0,39: zayıf düzeyde ilişki; 0,40-0,69: orta düzeyde ilişki; 0,70-0,89: güçlü ilişki; 0,90-1,00: çok güçlü ilişki) (Şekil 1).



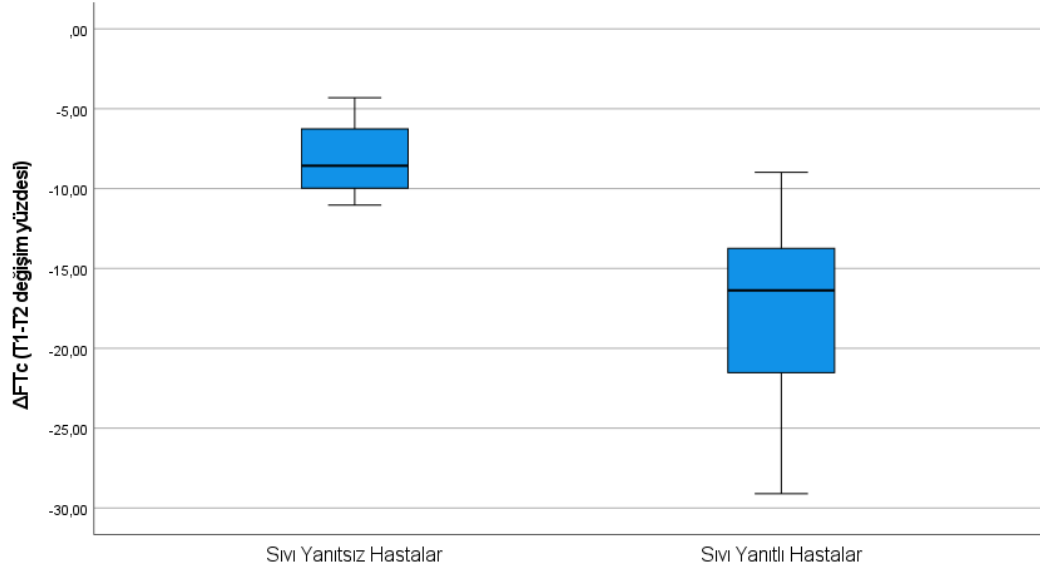
**Şekil 5.**  $\Delta F_{tC}$  (T1: SÖLR1-T2:SÖLR2 Değişim Yüzdesi)  $\Delta SVI$  (T1: SÖLR1-T2 :SÖLR2Değişim Yüzdesi) Arasındaki Korelasyon

$\Delta F_{tC}$  (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) ile  $\Delta SVI$  (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) arasındaki ilişki pearson korelasyon ile değerlendirilmiştir.  $\Delta F_{tC}$  (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) ile  $\Delta SVI$  (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) arasında orta düzeyde pozitif yönde ilişki tespit edilmiştir ( $r=0,461$   $p=0,001$ ) (Şekil2).

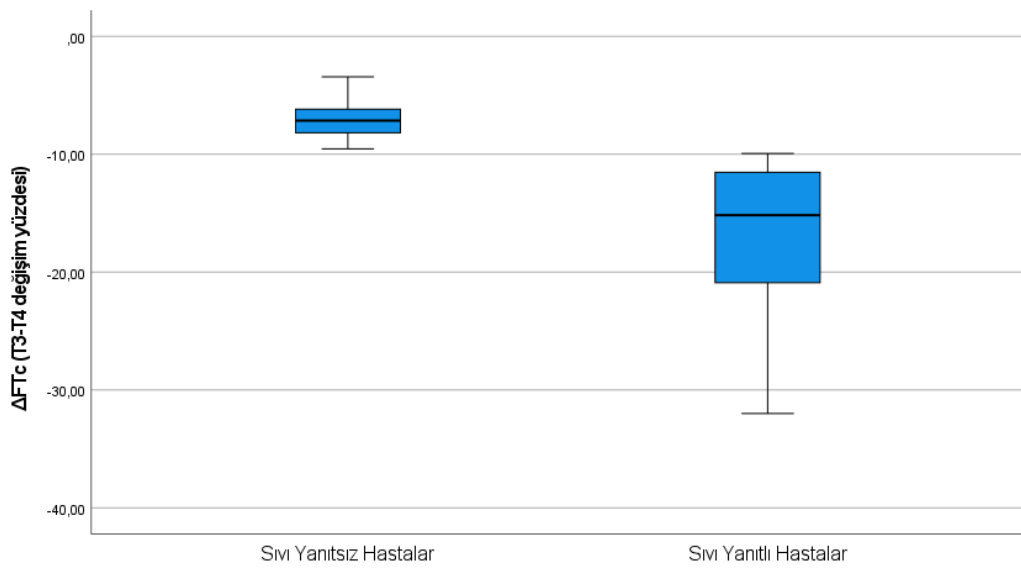


**Şekil 6.**  $\Delta$ CFTc (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi)  $\Delta$ SVI (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) arasındaki korelasyon

Şekil 7 ve 8’de sıvı yanıtız ve yanıtız hastaların  $\Delta$ CFTc (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) ve  $\Delta$ CFTc (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) karşılaştırması yapılmıştır.



**Şekil 7.** Sıvı Yanıtız ve Yanıtız Hastalarda Sternotomi öncesi LRM ile indüklenmiş  $\Delta$ CFTc Değişim yüzdeleri (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2)



**Şekil 8.** Sıvı Yanıtsız ve Yanıtlı Hastalarda Sternotomi Sonrası LRM ile İndüklenmiş  $\Delta$ CFTc Değişim Yüzdeleri (T3: SSLR1- T4: SSLR2)

$\Delta$ CFTc (T1: SÖLR1-T2:SÖLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası  $\leq -11,08$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %90,0; seçicilik ise %100,0 olarak hesaplanmıştır. AUC (Area Under Curve) değeri 0,966 (95% güven aralığı: 0,920–1,000) olup, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiştir ( $p < 0,001$ ).

$\Delta$ CFTc (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası ise  $\leq -9,73$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %100,0, seçicilik de %100,0 olarak bulunmuştur. AUC değeri ise 1,000 (95% güven aralığı: 1,000 –1,000) olup, mükemmel bir ayırt edicilik performansı sergilemektedir, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmiştir ( $p < 0,001$ ).

**Tablo 3.**  $\Delta$ CFTc Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Performansı

	Optimal Kesim Noktası	Duyarlılık	Seçicilik	AUC (%95 GA <sup>1</sup> )	p Değeri
$\Delta$ CFTc (T1-T2 değişim yüzdesi)	$\leq -11,08$	%90,0	%100,0	0,966 (0,920-1,000)	<0,001
$\Delta$ CFTc (T3-T4 değişim yüzdesi)	$\leq -9,73$	%100,0	%100,0	1,000 (1,000-1,000)	<0,001
$\Delta$ CFTc (T5-T6 değişim yüzdesi)	$\geq 8,95$	%100,0	%100,0	1,000 (1,000-1,000)	<0,001

$\Delta$ SVV (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası  $\geq 11,44$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %73,3, seçicilik ise %67,7 olarak hesaplanmıştır. AUC değeri 0,711 olup, istatistiksel olarak orta düzeyde anlamlı tespit edilmiştir ( $p: 0,022$ ).

$\Delta$ SVV (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası ise  $\geq 15,69$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %80,0, seçicilik de %46,7 olarak bulunmuştur. AUC değeri ise 0,511 olup, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. ( $p: 0,106$ )

**Tablo 4.**  $\Delta$ SVV Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Performansı

	Optimal Kesim Noktası	Duyarlılık	Seçicilik	AUC (%95 GA <sup>1</sup> )	p Değeri
$\Delta$ SVV (T1-T2 değişim yüzdesi)	$\geq 11,44$	%73,3	%67,7	0,711 (0,540-0,882)	<b>0,022</b>
$\Delta$ SVV (T3-T4 değişim yüzdesi)	$\geq 15,69$	%80,0	%46,7	0,511 (0,304-0,718)	0,106
$\Delta$ SVV (T5-T6 değişim yüzdesi)	$\leq 10,5$	%86,7	%60,0	0,784 (0,651-0,917)	<b>0,002</b>

$\Delta$ PPV (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası  $\geq 73,21$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %36,7, seçicilik ise %80 olarak hesaplanmıştır. AUC değeri 0,507 olup, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir (p= 0,942).

$\Delta$ PPV (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası ise  $\geq 30,09$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %70,0, seçicilik de %40,0 olarak bulunmuştur. AUC değeri ise 0,457 olup, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. (p= 0,639).

**Tablo 5.**  $\Delta$ PPV Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Performansı

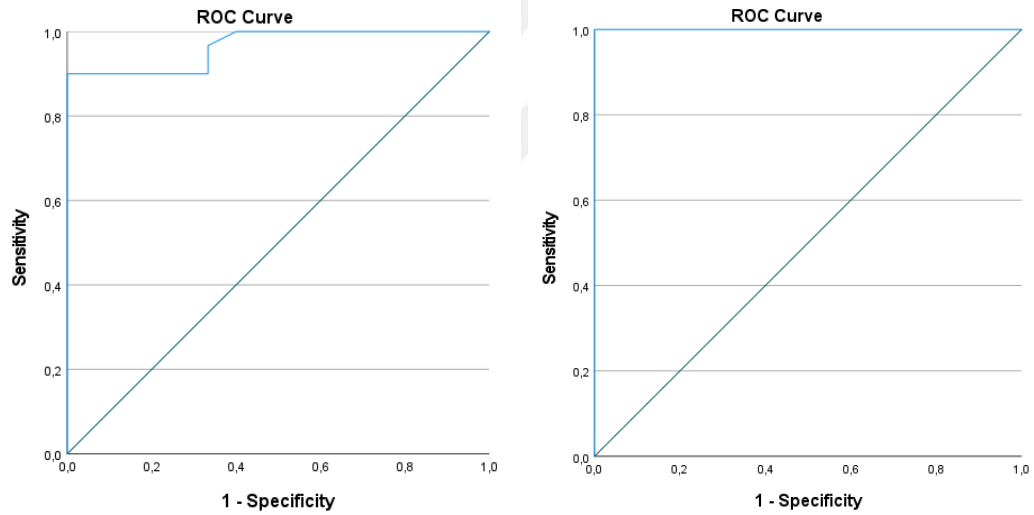
	Optimal Kesim Noktası	Duyarlılık	Seçicilik	AUC (%95 GA <sup>1</sup> )	p Değeri
$\Delta$ PPV (T1-T2 değişim yüzdesi)	$\geq 73,21$	%36,7	%80,0	0,507 (0,328-0,685)	0,942
$\Delta$ PPV (T3-T4 değişim yüzdesi)	$\geq 30,09$	%70,0	%40,0	0,457 (0,269-0,645)	0,639
$\Delta$ PPV (T5-T6 değişim yüzdesi)	$\leq 11,44$	%83,3	%60,0	0,722 (0,553-0,891)	<b>0,016</b>

$\Delta$ OKB (T1: SÖLR1-T2: SÖLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası  $\leq 9,35$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %86,7, seçicilik ise %33,3 olarak hesaplanmıştır. AUC değeri 0,441 olup, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. (p: 0,523).

$\Delta$ OKB (T3: SSLR1-T4: SSLR2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası ise  $\leq -0,61$  olarak belirlenmiştir. Bu noktada duyarlılık %96,7, seçicilik de %20,0 olarak bulunmuştur. AUC değeri ise 0,432 olup, istatistiksel olarak anlamlı tespit edilmemiştir. (p: 0,463).

**Tablo 7.**  $\Delta$ OKB Değerlerinin Seçilen Kesim Noktalarındaki Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirmede Ayırt Edicilik Performansı

	Optimal Kesim Noktası	Duyarlılık	Seçicilik	AUC (%95 GA <sup>1</sup> )	p Değeri
$\Delta$ OKB (T1-T2 değişim yüzdesi)	$\leq -9,35$	%86,7	%33,3	0,441 (0,244-0,638)	0,523
$\Delta$ OKB (T3-T4 değişim yüzdesi)	$\leq -0,61$	%96,7	%20,0	0,432 (0,223-0,641)	0,463
$\Delta$ OKB (T5-T6 değişim yüzdesi)	$\geq 12,34$	%53,3	%80,0	0,633 (0,468-0,799)	0,149



**Şekil 9.**  $\Delta$ CFTc Değerlerinin Sıvı Yanıtlılığını Değerlendirme Performansını Gösteren ROC Eğrileri

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, koroner arter baypas greft cerrahisinde sternotomi öncesi ve sonrası düzeltilmiş karotis akış zamanı ölçümünün akciğer açma manevrasına (LRM) bağlı değişimi ile sıvı yanıtılığının öngörülmesi değerlendirildi.

Çalışmamızda hem sternotomi öncesi hem de sternotomi sonrasında LRM ile indüklenen karotis arter CFTc yüksek sensitivite ve spesifite ile sıvı yanıtılığını göstermiştir.

ROC analizi sonuçlarına göre, CFTc değişim yüzdeleri sıvı yanıtılığını tahmin etmede yüksek doğruluk göstermiştir (AUC: 0,966 ve 1,000).

Sternotomi öncesi  $\Delta$ CFTc (T1-T2 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası  $\leq -11,08$  olarak belirlenmiş ve bu noktada duyarlılık %90,0, özgüllük %100,0 olarak hesaplanmıştır.

Sternotomi sonrası  $\Delta$ CFTc (T3-T4 değişim yüzdesi) için optimal kesim noktası ise  $\leq -9,73$  olup, duyarlılık ve özgüllük değerleri %100,0 olarak bulunmuştur.

Literatürde CFTc'nin sıvı yanıtılığını belirlemede kullanımıyla ilgili önceki çalışmalarla paralel olarak, çalışmamızda da CFTc değişiminin yüksek duyarlılık ve özgüllük değerleri ile sıvı yanıtılı hastaların ayırımında güçlü bir belirteç olduğu tespit edilmiştir.

Kimura ve ark. (2021) çalışmasında,  $\Delta$ CFTc'nin sıvı yanıtılı hastaları ayırt etmede güçlü bir prediktör olduğunu ve  $\Delta$ SVI ile belirgin bir korelasyon gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmada,  $\Delta$ CFTc'nin %11,7'lik bir kesim noktasının, %95 duyarlılık ve %80 özgüllükle sıvı yanıtılığını belirleyebildiği gösterilmiştir. Ayrıca,  $\Delta$ CFTc'nin,  $\Delta$ SVI'nin artış gösterdiği hastalarda daha büyük değişikliklere uğradığı ve sıvı yanıtılı hastalarda  $\Delta$ CFTc'nin daha belirgin olduğu bulunmuştur [8]. Kimura ve ark. (2021), genel anestezi altındaki hastalarda LRM sonrası CFTc'deki değişimlerin sıvı yanıtılığını tahmin etmede etkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada CFTc

değişimlerinin duyarlılığı %90'ın üzerinde bulunmuş, çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir [8].

Watanabe ve ark. (2021) prone pozisyonda yaptıkları çalışmada düşük tidal volüm ve PEEP ile uygulanan akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerinin, SVV ve PPV gibi dinamik parametrelerin doğruluğunu azalttığı durumlarda LRM ile indüklenen SV değişiminin sıvı yanıtılığını tahmin gücünü artırdığı görülmüştür [3]. Çalışmamızda CFTc'nin, bu tür ventilasyon stratejileri altında sıvı yanıtılığını belirlemede yüksek performans gösterdiği görülmüştür.

Karotis ultrasonografisi kullanılarak sıvı yanıtılığının değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmıştır. Bu kapsamda, Singla et al. (2023) tarafından yapılan sistematik derleme ve meta-analizde, toplam 438 hastanın dahil edildiği 10 çalışma incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, karotis arter CFTc'nin sıvı yanıtılığını tahmin etmede duyarlılığı %76, özgüllüğü ise %88 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde,  $\Delta V_{peak}$ 'in duyarlılığı %83 ve özgüllüğü %81 olarak rapor edilmiştir. Bu bulgular, özellikle invaziv olmayan yöntemlerin sıvı yanıtılığını tahmin etmedeki potansiyelini vurgulamaktadır. Ayrıca, CFTc ve  $\Delta V_{peak}$ 'in mekanik ventilasyon altında olmayan hastalarda bile güvenilir parametreler olduğu bildirilmiştir [11].

Sıvı yanıtılığını belirlemek için uzun yıllardır kullanılan santral venöz basınç (CVP), pulmoner arter oklüzyon basıncı (PAOP) ve statik hemodinamik göstergeler, literatürde düşük prediktif değerleri nedeniyle eleştirilmektedir. Daha yeni teknikler arasında atım hacmi değişimi (SVV) ve nabız basıncı değişimi (PPV) gibi dinamik parametreler yer alsa da bu parametrelerin de bazı sınırlamaları bulunmaktadır:

SVV ve PPV'nin doğruluğu, ventilasyon stratejileri ve hastanın solunum durumu gibi faktörlerden etkilenmektedir. SVV ve PPV, düşük tidal volümle ventile edilen hastalarda güvenilir olmayabilir. Bu parametrelerin hesaplanması için arteriyel kateterizasyon ve ileri monitörizasyon gerekmektedir.

Çalışmamız, CFTc'nin sıvı yanıtılığını belirlemede non-invaziv bir alternatif olarak yüksek doğruluk sunduğunu göstermektedir. CFTc ölçümleri, arteriyel

kanülasyona ihtiyaç duymadan ultrason ile kolaylıkla yapılabilir. SVV ve PPV gibi parametreler, mekanik ventilasyon ve intratorasik basınç değişikliklerinden etkilenirken, CFTc daha stabil bir gösterge olarak sıvı yanıtılığını değerlendirme potansiyeline sahiptir.

Çalışmamızda önemli bir bulgu, sternotomi sonrası dönemde CFTc değişimlerinin sıvı yanıtılığını öngörmeye daha belirgin bir performans göstermesidir. Sternotomi sonrası intratorasik basınç azalır, bu da venöz dönüşü artırarak kardiyak preload üzerinde etkili olur. Sternotomi sonrası açık toraks koşulları, intratorasik basınç dinamiklerini değiştirdiği için sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde kullanılan hemodinamik parametrelerin güvenilirliğini önemli ölçüde etkiler. Bu bağlamda, atım volüm varyasyonu (SVV) ve nabız basıncı varyasyonu (PPV) gibi dinamik preload göstergeleri, intratorasik basınç değişikliklerine duyarlı oldukları için sternotomi sonrası dönemde sıvı yanıtılığını öngörmeye sınırlı bir performans sergileyebilir.

De Waal ve ark. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, elektif koroner arter baypas greftleme cerrahisi geçiren hastalarda açık toraks koşullarında SVV ve PPV'nin sıvı yanıtılığını öngörme gücü değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, SVV ve PPV gibi dinamik preload göstergeleri, sternotomi sonrası açık göğüs koşullarında sıvı yanıtılığını tahmin etmede başarısız olmuştur. Buna karşılık, aynı parametreler kapalı toraks koşullarında anlamlı bir öngörü gücü göstermiştir. Kapalı toraks koşullarında PPV için AUC değeri 0.884 ( $p=0.004$ ), SVV için ise 0.911 ( $p=0.003$ ) bulunmuşken, açık toraks koşullarında bu değerler anlamlı istatistiksel güce ulaşmamıştır [52].

Bu bulgular, sternotomi sonrası dönemde dinamik preload göstergelerinin (PPV ve SVV) sıvı yanıtılığını doğru bir şekilde öngörememesinin altında yatan fizyolojik mekanizmaları da açıklamaktadır. Açık toraks koşullarında intratorasik basınç değişimlerinin kardiyovasküler yapılara tam olarak iletilmemesi, bu parametrelerin güvenilirliğini azaltmaktadır.

Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, CFTc ölçümlerinin sternotomi sonrası dönemde sıvı yanıtılığını öngörmeye daha güvenilir bir parametre olduğunu gözlemledik. CFTc'nin, PPV ve SVV gibi intratorasik basınç değişikliklerine daha az bağımlı olması, onu sternotomi sonrası dönemde sıvı yanıtılığını değerlendirmek için daha güvenilir bir gösterge haline getirmiştir. Bu durum, CFTc'nin sıvı yönetiminde kullanılabilirliğini desteklemekte ve klinik uygulamalarda invaziv olmayan, daha güvenilir bir alternatif sunmaktadır.  $\Delta$ CFTc (T3-T4) için %100 duyarlılık ve seçicilik değerlerinin elde edilmesi, sternotomi sonrası dönemde CFTc'nin sıvı yönetiminde önemli bir parametre olabileceğini göstermektedir.

Wyffels ve ark. (2010) çalışmasında, sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde PPV ve SVV'nin açık göğüs koşullarında güvenilir olmadığını göstermiştir. Kapalı göğüs koşullarında, PPV ve SVV, kalp debisi değişiklikleriyle güçlü bir korelasyon göstermiştir (PPV:  $r = 0.856$ ,  $p = 0.0020$ , SVV:  $r = 0.897$ ,  $p = 0.0012$ ). Açık göğüs koşullarında, bu korelasyon kaybolmuştur (PPV:  $r = 0.160$ ,  $p = 0.5779$ , SVV:  $r = 0$ ,  $p = 1$ ). CVP ve PAOP, hiçbir durumda anlamlı bir korelasyon göstermemiştir [53]. Bu sonuçlar, sternotomi sonrası sıvı yönetiminde alternatif prediktörlerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Chun ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, düşük tidal volümle (VT <8 ml/kg) mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, SVV ve PPV'nin sıvı yanıtılığını öngörmeye yetersiz olduğu ve güvenilir tahmin için ek yöntemlere ihtiyaç duyulduğu gösterilmiştir. Çalışmada, adım adım akciğer açma manevrası (stepwise LRM) kullanılarak PPV ve SVV'nin değerlerinin artırıldığı ve bu değişimlerin sıvı yanıtılı hastaları ayırt etmede daha etkili olduğu belirtilmiştir [54]. Ancak, bu yöntem her klinik durumda uygulanamayabilir ve bazı hastalar için hemodinamik instabilite riski taşıyabilir. Ayrıca, çalışma yalnızca belirli bir hasta grubu (PPV 4-17%) üzerinde yapıldığından, sonuçlarının tüm cerrahi popülasyona genellenmesi sınırlıdır. Bu nedenle, LPV sırasında PPV ve SVV'nin tek başına sıvı yanıtılığını belirlemede güvenilir olmadığını ve ek testlerin gerekebileceğini gösteren bu çalışma, tezimizin temel hipotezini destekler niteliktedir. Ancak, alternatif yöntemler geliştirilirken klinik pratikte uygulanabilirlik, hasta güvenliği ve fizyolojik uygunluk gibi faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir.

Çalışmamızda  $\Delta\text{CFTc}$  ile  $\Delta\text{SVI}$  (stroke volüme indeks) arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir.  $\Delta\text{CFTc}$  (T1-T2) ile  $\Delta\text{SVI}$  arasında zayıf düzeyde pozitif ilişki ( $r=0,333$ ,  $p=0,025$ ),  $\Delta\text{CFTc}$  (T3-T4) ile  $\Delta\text{SVI}$  arasında ise orta düzeyde pozitif ilişki ( $r=0,461$ ,  $p=0,001$ ) saptanmıştır. Bu bulgular,  $\text{CFTc}$ 'nin kardiyak output üzerindeki dolaylı etkisini desteklemektedir.

Bu durum,  $\text{CFTc}$ 'nin preload duyarlılığı ile kardiyak fonksiyon arasında bir köprü oluşturduğunu düşündürmektedir. Akciğer açma manevrası sonrası venöz dönüşteki değişikliklerin kardiyak output üzerindeki etkileri  $\text{CFTc}$  değişimleriyle yakından ilişkilidir. Bu ilişki,  $\text{CFTc}$ 'nin sıvı yanıtıllığı öngörmede kullanılabilirliğini destekler.

Barjaktarevic ve ark. (2018) çalışmasında, pasif bacak kaldırma (PLR) testi sırasında  $\Delta\text{CFTc}$ 'nin  $\Delta\text{SVI}$  ile yüksek korelasyon gösterdiği belirtilmiştir. Çalışmada,  $\Delta\text{CFTc}$ 'nin sıvı yanıtı hastaları %88 doğrulukla belirleyebildiği ve  $\Delta\text{SVI}$  ile istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon gösterdiği bildirilmiştir [45].

Antiperovitch ve ark. (2017) ise diyaliz hastalarında  $\Delta\text{CFTc}$  değişikliklerini incelemiş ve ultrafiltrasyon sonrası  $\text{CFTc}$  değişimlerinin,  $\Delta\text{SV}$  değişimleri ile korelasyon gösterdiğini belirtmiştir [9].

Bilgili ve ark. (2024) tarafından yapılan çalışmada, karotis arter Doppler ultrasonografisi ile düzeltilmiş akım süresinin sıvı yanıtıllığını öngörmedeki güvenilirliği incelenmiş ve özellikle geriatik hasta popülasyonunda bu parametrenin güvenilirliğinin sınırlı olduğu vurgulanmıştır [48]. Çalışmamızda,  $\text{CFTc}$  değişimlerinin sıvı yanıtı ve yanıtız hastalar arasında anlamlı farklılık gösterdiği ve yüksek tanısal doğruluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak, Bilgili ve ark. çalışmasında geriatik hastalarda endotelial değişikliklerin ve vasküler elastisite kaybının  $\text{CFTc}$ 'nin duyarlılığını olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir [48]. Bu durum, yaş faktörünün  $\text{CFTc}$ 'nin sıvı yanıtıllığını öngörme gücü üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmayı gerektirmektedir. Çalışmamızın genç ve orta yaş hasta popülasyonuna odaklanmış olması,  $\text{CFTc}$ 'nin doğruluğunun daha yüksek çıkmasını

açıklayabilir. Gelecekte, yaşa bağlı hemodinamik değişikliklerin CFTc üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı inceleyen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızın bulguları, düzeltilmiş karotis akım süresi değişiminin sıvı yanıtılığın değerlendirilmede güçlü bir gösterge olduğunu gösterirken, Kenny ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışma, CFTc'nin preload rezervini tespit etmede etkin bir parametre olduğunu desteklemektedir. Bu çalışmada, sağlıklı gönüllülerde pasif bacak kaldırma (PLR) manevrası sırasında CFTc değişimi, giyilebilir Doppler ultrasonografi (USG) cihazı kullanılarak ölçülmüş ve bu yöntemin non-invaziv, sürekli ve hızlı sıvı yanıtılığın değerlendirme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışma, giyilebilir USG cihazı ile FTc'de %7'lik bir artışın, stroke volümde %5-10'luk bir artışın öngörmede yüksek özgüllükle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur [33]. Bu sonuçlar, CFTc'nin sıvı yanıtılığın değerlendirme potansiyelini desteklemekte olup, giyilebilir USG cihazlarının klinik kullanımda önemli avantajlar sağlayabileceğini göstermektedir.

Ancak, Kenny ve ark. (2023) çalışmasının sağlıklı gönüllülerde yürütülmüş olması nedeniyle kritik hastalar, cerrahi hastalar veya hemodinamik olarak değişken bireylerde aynı doğruluğun sağlanıp sağlanamayacağı konusunda daha fazla klinik veriye ihtiyaç duyulmaktadır [33]. Bizim çalışmamız, CFTc ölçümlerinin intraoperatif dönemde sıvı yönetiminde değerli bir belirteç olabileceğini gösterirken, giyilebilir USG cihazlarının perioperatif ve yoğun bakım ortamlarında nasıl daha etkin kullanılabileceğine dair ileri araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Walker ve ark. (2024) tarafından yapılan kapsamlı bir sistematik derleme ve meta-analiz, karotis ultrasonunun kritik hastalarda sıvı yanıtılığın belirlemedeki doğruluğunu sorgulamaktadır. Bu çalışmada, farklı karotis ultrasonografi ölçümlerinin (karotis Doppler tepe hızı değişimi  $\Delta$ CDPV, karotis kan akımı CBF, karotis arter hız-zaman integrali değişimi  $\Delta$ CAVTI ve karotis akım süresi CFT) sıvı yanıtılığın tahmin etme yeteneği analiz edilmiş ve genel olarak, karotis ultrasonunun sıvı yanıtılığın belirleme konusundaki duyarlılığının orta seviyede (%73) ve özgüllüğünün yüksek (%82) olduğu belirlenmiştir. Özellikle,  $\Delta$ CDPV'nin en yüksek doğruluk oranına sahip olduğu, ancak yine de altın standart ölçümlerle (örneğin sol ventrikül çıkış yolu hız-

zaman integrali- LVOT VTI) kıyaslandığında daha düşük performans gösterdiği bildirilmiştir [10].

Çalışmamızın bazı sınırlamaları bulunmaktadır:

- Örneklem büyüklüğü (n=45) nispeten küçük olup, sonuçların genellenebilirliği açısından sınırlıdır.
- Çalışma tek merkezli olup, farklı hasta gruplarında ve çok merkezli çalışmalarda doğrulama gerekmektedir.
- Sıvı yükleme sonrası uzun dönem hasta sonuçları (postoperatif morbidite ve mortalite) değerlendirilememiştir.
- Akciğer açma manevrasının farklı uygulama protokollerinin CFTc üzerindeki etkileri araştırılmamıştır.
- CFTc değişimlerinin anestezi yönetimi ve diğer perioperatif faktörlerden nasıl etkilendiği değerlendirilmemiştir.
- Yapılan çalışmalarda karotis USG'de dört farklı parametre değerlendirilirken ( $\Delta$ CDPV, CBF,  $\Delta$ CAVTI ve CFTc) değerlendirilirken bizim çalışmamızda sadece CFTc üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Bu bulgular, karotis ultrasonunun non-invaziv ve erişilebilir bir yöntem olarak sıvı yanıtılığını değerlendirmede değerli olabileceğini, ancak klinik kullanımda bazı sınırlamaları olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda CFTc değişiminin sıvı yanıtılığını belirlemede yüksek özgüllüğe sahip olduğu gösterilmiş olsa da Walker ve ark. tarafından vurgulanan kritik hastalarda oto-regülasyon mekanizmalarının karotis arter akım ölçümlerinin doğruluğunu etkileyebileceği hipotezi, dikkatle değerlendirilmelidir. Özellikle, ciddi hipotansiyon veya septik şok durumlarında karotis arterin serebral perfüzyonu koruma amacıyla hemodinamik adaptasyon

gösterebileceği ve bunun CFTc ölçümlerinin sıvı yanıtılığını belirleme kapasitesini sınırlayabileceği belirtilmiştir [10].

Son yıllarda, giyilebilir ultrason cihazlarının geliştirilmesi ile karotis ultrasonografi ölçümlerinin operatör bağımlılığını azaltma ve sürekli izleme sağlama potansiyeli gündeme gelmiştir. Kenny ve ark. çalışmasında, mevcut literatürde giyilebilir ultrason cihazlarının sıvı yanıtılığını değerlendirmede nasıl bir rol oynayabileceğine dair yeterli veri bulunmadığı belirtilmiştir. Ancak, teknolojik gelişmelerle birlikte klinik pratiğe daha fazla entegre edilmesi durumunda, bu cihazların sıvı yönetiminde objektif ve sürekli bir değerlendirme sunarak hasta bakımını iyileştirebileceği düşünülmektedir [10].

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha geniş hasta popülasyonlarında CFTc ölçümünün sıvı yanıtılığını belirleme yeteneği doğrulanmalı ve uzun dönem sonuçlarla ilişkilendirilmelidir. Ayrıca, CFTc'nin sıvı yönetimi kararlarında diğer yöntemlerle kombine edilerek nasıl daha etkin kullanılabilceği araştırılmalıdır.

## 6. SONUÇ

Çalışmamızın bulguları, koroner arter baypas cerrahisi sırasında sıvı yönetiminin optimizasyonunda CFTc ölçümünün klinik pratikte kullanılabileceğini göstermektedir. Non-invaziv ve kolay uygulanabilir bir yöntem olması nedeniyle, yoğun bakım ve ameliyathane koşullarında hasta başı sıvı değerlendirmesi için pratik bir araç olarak düşünülebilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, perioperatif sıvı yönetiminde bireyselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Özellikle hemodinamik instabilite riskini en aza indirmek ve gereksiz sıvı yüklemesini önlemek için CFTc gibi objektif ve non-invaziv göstergelerin kullanımı, hasta sonuçlarını iyileştirebilir.

Özellikle, sternotomi sonrası hemodinamik değişiklikler göz önüne alındığında, SVV ve PPV'nin doğruluğu azalırken, CFTc'nin sıvı yanıtılığını değerlendirmede avantajlı bir parametre olabileceği öne sürülmektedir. Çalışmamızda, sternotomi sonrası LRM ile indüklenen CFTc değişiminin sıvı yanıtılığını belirlemede yüksek duyarlılık ve özgüllük gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu durum, CFTc'nin dinamik sıvı değerlendirmesinde geleneksel yöntemlere kıyasla daha güvenilir bir seçenek olabileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışma, koroner arter baypas cerrahisi sırasında akciğer açma manevrasına bağlı CFTc değişiminin, sıvı yanıtılığını değerlendirmede güvenilir bir belirteç olabileceğini göstermektedir. Çalışmamızın sonuçları, CFTc'nin sıvı yanıtılığını belirleme açısından yüksek tanısal doğruluk sunduğunu ve klinik pratiğe uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Gelecekte yapılacak daha kapsamlı araştırmalar, bu yöntemin klinik kullanımını daha da güçlendirebilir ve perioperatif sıvı yönetimini iyileştirme potansiyeline sahip olabilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Ma, Y.T., et al., *Perioperative fluid management for adult cardiac surgery: network meta-analysis pooling on twenty randomised controlled trials*. Perioper Med (Lond), 2024. **13**(1): p. 76.
2. Ma, I.W.Y., et al., *Correlation of carotid blood flow and corrected carotid flow time with invasive cardiac output measurements*. Crit Ultrasound J, 2017. **9**(1): p. 10.
3. Watanabe, R., et al., *Changes in stroke volume induced by lung recruitment maneuver can predict fluid responsiveness during intraoperative lung-protective ventilation in prone position*. BMC Anesthesiol, 2021. **21**(1): p. 303.
4. Li, L., et al., *Alveolar Recruitment Maneuver Reduces Cerebral Oxygen Saturation and Cerebral Blood Flow Velocity in Patients During Carotid Endarterectomy*. Med Sci Monit, 2021. **27**: p. e930617.
5. Morakul, S., et al., *Prediction of Fluid Responsiveness by the Effect of the Lung Recruitment Maneuver on the Perfusion Index in Mechanically Ventilated Patients During Surgery*. Front Med (Lausanne), 2022. **9**: p. 881267.
6. Ordonez-Rufat, P., et al., *Study of the accuracy of a radial arterial pressure waveform cardiac output measurement device after cardiac surgery*. J Cardiothorac Surg, 2023. **18**(1): p. 32.
7. Suehiro, K., et al., *Improved Performance of the Fourth-Generation FloTrac/Vigileo System for Tracking Cardiac Output Changes*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2015. **29**(3): p. 656-62.
8. Kimura, A., et al., *Changes in corrected carotid flow time induced by recruitment maneuver predict fluid responsiveness in patients undergoing general anesthesia*. J Clin Monit Comput, 2022. **36**(4): p. 1069-1077.
9. Antiperovitch, P., E. Iliescu, and B. Chan, *Carotid systolic flow time with passive leg raise correlates with fluid status changes in patients undergoing dialysis*. J Crit Care, 2017. **39**: p. 83-86.
10. Walker, S.C.D., et al., *Questioning the Role of Carotid Artery Ultrasound in Assessing Fluid Responsiveness in Critical Illness: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Crit Care Res Pract, 2024. **2024**: p. 9102961.
11. Singla, D., et al., *Role of carotid corrected flow time and peak velocity variation in predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis*. Korean J Anesthesiol, 2023. **76**(3): p. 183-193.
12. Perel, A., *Using Dynamic Variables to Guide Perioperative Fluid Management*. Anesthesiology, 2020. **133**(4): p. 929-935.
13. Saugel, B., J.L. Vincent, and J.Y. Wagner, *Personalized hemodynamic management*. Curr Opin Crit Care, 2017. **23**(4): p. 334-341.
14. Bundgaard-Nielsen, M., N.H. Secher, and H. Kehlet, *'Liberal' vs. 'restrictive' perioperative fluid therapy--a critical assessment of the evidence*. Acta Anaesthesiol Scand, 2009. **53**(7): p. 843-51.
15. Al-Ghamdi, A.A., *Intraoperative fluid management: Past and future, where is the evidence?* Saudi J Anaesth, 2018. **12**(2): p. 311-317.
16. Kendrick, J.B., et al., *Goal-directed fluid therapy in the perioperative setting*. J Anaesthesiol Clin Pharmacol, 2019. **35**(Suppl 1): p. S29-S34.

17. Heming, N., et al., *Perioperative fluid management for major elective surgery*. Br J Surg, 2020. **107**(2): p. e56-e62.
18. Nisanevich, V., et al., *Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery*. The Journal of the American Society of Anesthesiologists, 2005. **103**(1): p. 25-32.
19. Temel, H. and B. Karsli, *Sıvı Tedavisinde Güncel Uygulamalar: Dün ve Bugün*. Akdeniz Medical Journal, 2020.
20. Suehiro, K., *Update on the assessment of fluid responsiveness*. J Anesth, 2020. **34**(2): p. 163-166.
21. Kim, J.A., et al., *Restrictive intraoperative fluid management was associated with higher incidence of composite complications compared to less restrictive strategies in open thoracotomy: A retrospective cohort study*. Sci Rep, 2020. **10**(1): p. 8449.
22. Miller, T.E., et al., *Association between perioperative fluid management and patient outcomes: a multicentre retrospective study*. Br J Anaesth, 2021. **126**(3): p. 720-729.
23. Prutz, M., et al., *Dynamic parameters of fluid responsiveness in the operating room : An analysis of intraoperative ventilation framework conditions*. Anaesthesiologie, 2024. **73**(7): p. 462-468.
24. Messina, A., et al., *Reliability of pulse pressure and stroke volume variation in assessing fluid responsiveness in the operating room: a metanalysis and a metaregression*. Crit Care, 2023. **27**(1): p. 431.
25. Aykac, Z.Z. and M.K. Arslantas, *Fluid Therapy and Management (II) Monitoring and Prediction of Fluid Responsiveness*. Journal Of Cardio-Vascular-Thoracic Anaesthesia And Intensive Care Society, 2018.
26. Kosta, S. and P.C. Dauby, *Frank-Starling mechanism, fluid responsiveness, and length-dependent activation: Unravelling the multiscale behaviors with an in silico analysis*. PLoS Comput Biol, 2021. **17**(10): p. e1009469.
27. Guerin, L., X. Monnet, and J.L. Teboul, *Monitoring volume and fluid responsiveness: from static to dynamic indicators*. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2013. **27**(2): p. 177-85.
28. Scheeren, T.W.L. and M.A.E. Ramsay, *New Developments in Hemodynamic Monitoring*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019. **33** **Suppl 1**: p. S67-S72.
29. Kobe, J., et al., *Cardiac output monitoring: Technology and choice*. Ann Card Anaesth, 2019. **22**(1): p. 6-17.
30. Marik, P.E., et al., *Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature*. Crit Care Med, 2009. **37**(9): p. 2642-7.
31. Flick, M., et al., *What is new in hemodynamic monitoring and management?* J Clin Monit Comput, 2022. **36**(2): p. 305-313.
32. Krige, A., M. Bland, and T. Fanshawe, *Fluid responsiveness prediction using Vigileo FloTrac measured cardiac output changes during passive leg raise test*. J Intensive Care, 2016. **4**: p. 63.
33. Kenny, J.S., et al., *Carotid Artery Corrected Flow Time Measured by Wearable Doppler Ultrasound Accurately Detects Changing Stroke Volume During the Passive Leg Raise in Ambulatory Volunteers*. Front Biosci (Elite Ed), 2023. **15**(2): p. 12.

34. Monnet, X., R. Shi, and J.L. Teboul, *Prediction of fluid responsiveness. What's new?* Ann Intensive Care, 2022. **12**(1): p. 46.
35. Pinsky, M.R., et al., *Effective hemodynamic monitoring.* Crit Care, 2022. **26**(1): p. 294.
36. Saugel, B., et al., *Technological Assessment and Objective Evaluation of Minimally Invasive and Noninvasive Cardiac Output Monitoring Systems.* Anesthesiology, 2020. **133**(4): p. 921-928.
37. Romagnoli, S., et al., *FloTrac/Vigileo(TM) (third generation) and MostCare((R))/PRAM versus echocardiography for cardiac output estimation in vascular surgery.* J Cardiothorac Vasc Anesth, 2013. **27**(6): p. 1114-21.
38. Weil, G., et al., *Comparison of Proaq/Pulsioflex((R)) and oesophageal Doppler for intraoperative haemodynamic monitoring during intermediate-risk abdominal surgery.* Anaesth Crit Care Pain Med, 2019. **38**(2): p. 153-159.
39. Hendy, A. and S. Bubenek, *Pulse waveform hemodynamic monitoring devices: recent advances and the place in goal-directed therapy in cardiac surgical patients.* Rom J Anaesth Intensive Care, 2016. **23**(1): p. 55-65.
40. Monnet, X., et al., *Comparison of pulse contour analysis by Pulsioflex and Vigileo to measure and track changes of cardiac output in critically ill patients.* Br J Anaesth, 2015. **114**(2): p. 235-43.
41. De Broca, B., et al., *Stroke volume changes induced by a recruitment maneuver predict fluid responsiveness in patients with protective ventilation in the operating theater.* Medicine (Baltimore), 2016. **95**(28): p. e4259.
42. Lagier, D., et al., *A perioperative surgeon-controlled open-lung approach versus conventional protective ventilation with low positive end-expiratory pressure in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (PROVECS): study protocol for a randomized controlled trial.* Trials, 2018. **19**(1): p. 624.
43. Pierrakos, C., et al., *Assessment of the Effect of Recruitment Maneuver on Lung Aeration Through Imaging Analysis in Invasively Ventilated Patients: A Systematic Review.* Front Physiol, 2021. **12**: p. 666941.
44. Wang, J., et al., *Carotid artery corrected flow time and respiratory variations of peak blood flow velocity for prediction of hypotension after induction of general anesthesia in elderly patients.* BMC Geriatr, 2022. **22**(1): p. 882.
45. Barjaktarevic, I., et al., *Ultrasound Assessment of the Change in Carotid Corrected Flow Time in Fluid Responsiveness in Undifferentiated Shock.* Crit Care Med, 2018. **46**(11): p. e1040-e1046.
46. Blehar, D.J., S. Glazier, and R.J. Gaspari, *Correlation of corrected flow time in the carotid artery with changes in intravascular volume status.* J Crit Care, 2014. **29**(4): p. 486-8.
47. Kenny, J.S., et al., *A novel, hands-free ultrasound patch for continuous monitoring of quantitative Doppler in the carotid artery.* Sci Rep, 2021. **11**(1): p. 7780.
48. Bilgili, B., et al., *The Reliability of Carotid Artery Doppler Ultrasonography Indices in Predicting Fluid Responsiveness during Surgery for Geriatric Patients: A Prospective, Observational Study.* Healthcare (Basel), 2024. **12**(7).
49. Mohammadinejad, P. and H. Hossein-Nejad, *Calculation of corrected flow time: Wodey's formula vs. Bazett's formula.* J Crit Care, 2018. **44**: p. 154-155.

50. Chebl, R.B., et al., *Corrected carotid flow time and passive leg raise as a measure of volume status*. Am J Emerg Med, 2019. **37**(8): p. 1460-1465.
51. Yang, S.Y., et al., *Validation of pulse pressure variation and corrected flow time as predictors of fluid responsiveness in patients in the prone position*. Br J Anaesth, 2013. **110**(5): p. 713-20.
52. de Waal, E.E., et al., *Dynamic preload indicators fail to predict fluid responsiveness in open-chest conditions*. Crit Care Med, 2009. **37**(2): p. 510-5.
53. Wyffels, P.A., P. Sergeant, and P.F. Wouters, *The value of pulse pressure and stroke volume variation as predictors of fluid responsiveness during open chest surgery*. Anaesthesia, 2010. **65**(7): p. 704-9.
54. Chun, E.H., et al., *Use of stepwise lung recruitment maneuver to predict fluid responsiveness under lung protective ventilation in the operating room*. Sci Rep, 2024. **14**(1): p. 11649.



## 8. ÖZGEÇMİŞ

### I-Bireysel Bilgiler

Adı Soyadı: Rahime Güney

Doğum Yeri ve Tarihi:

Uyruğu: T.C.

Medeni Durumu: Evli

E-posta Adresi:

Telefon:

Yabancı Dil Bilgisi: İngilizce

### II- Eğitimi

- 1) Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Bilkent Şehir Hastanesi 2020-halen
- 2) Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi 2010-2016
- 3) Meram Anadolu Lisesi 2006-2010

### III- Mesleki Deneyim

- 1) Seydişehir Devlet Hastanesi (2016-2018)
- 2) Başkent Üniversitesi Konya Uygulama Hastanesi (2018-2019)
- 3) Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Bilkent Şehir Hastanesi (2020-halen)

### IV- Katıldığı Program ve Etkinlikler

- 1) TARD CEEA Modül-4 2023
- 2) TARD CEEA Modül-2 2023
- 3) TARD Hemodinami Kursu 2024
- 4) TARK 2024
- 5) GKDA Kongresi 2024

## 9. EKLER



T.C.  
SAĞLIK BAKANLIĞI  
İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ  
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi

### 2 NOLU TIBBİ ARAŞTIRMALAR BİLİMSEL VE ETİK DEĞERLENDİRME KURULU (TABED) BAŞKANLIĞI'NA

Sayı : TABED 2-24 - 76

76-no'lu çalışma

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği'nde yapılması planlanan "Koronar Arter Baypas Cerrahisinde Sternotomi Öncesi ve Sonrası Düzeltilmiş Karotis Akımı Zamanı Ölçümünün Akciğer Açma Manevrasına Bağlı Değişimi ile Sıvı Yantırlılığının Değerlendirilmesi" konulu çalışma incelenmiş olup, Etik açıdan oy birliğiyle uygun görülmüştür.

29/05/2024

2 NOLU TIBBİ ARAŞTIRMALAR BİLİMSEL VE ETİK DEĞERLENDİRME KURULU (TABED) KARAR FORMU	
ARASTIRMANIN ADI	Koronar Arter Baypas Cerrahisinde Sternotomi Öncesi ve Sonrası Düzeltilmiş Karotis Akımı Zamanı Ölçümünün Akciğer Açma Manevrasına Bağlı Değişimi ile Sıvı Yantırlılığının Değerlendirilmesi
ETİK KURULUN ADI	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi 2 Nolu Tıbbi Araştırmalar Bilimsel Ve Etik Değerlendirme Kurulu (TABED)
ADRESİ	Fişik Kurul Sektörel Ofisleri Mah. Bilkent Cad. No:1 Çankaya/Ankara
TELEFON	0312 352 66 90
FAXS	0312 352 99 82
SORUMLU ARAŞTIRMACININ ADI	Prof. Dr. Ömer KARADENİZ
SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Anesteziyoloji ve Reanimasyon
SORUMLU ARAŞTIRMACININ BİLİMSEL MERKEZİ	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
ARASTIRMANIN TİPİ	RETROSPEKTİF <input type="checkbox"/> PROSPEKTİF <input checked="" type="checkbox"/> ANKET <input type="checkbox"/> ÖZGİR <input type="checkbox"/>
ARASTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/> ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/> ULUSAL <input type="checkbox"/> ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİCİLER	Dr. Rahime GÜNEY'e ait Tarz çalışması
Karar No: TABED 2/2024	Tarih: 29.05.2024
<b>KARAR</b>	
Yukarıda bilgileri verilen başvuruya dayanan ve ilgili belgeler araştırılmış olup, amac, yöntemi ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın yapılmasına başvuruda dayandığı bilimsel verilerle uyumlu olduğu, etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına teyitlenmiş olup, kararın aynı zamanda etik kurulunun kabulüyle birlikte yürürlüğe gireceği belirtilmiştir.	

2 NOLU TIBBİ ARAŞTIRMALAR BİLİMSEL VE ETİK DEĞERLENDİRME KURULU (TABED) KARAR FORMU						
ARASTIRMANIN ADI	Koronar Arter Baypas Cerrahisinde Sternotomi Öncesi ve Sonrası Düzeltilmiş Karotis Akımı Zamanı Ölçümünün Akciğer Açma Manevrasına Bağlı Değişimi ile Sıvı Yantırlılığının Değerlendirilmesi					
<b>TIBBİ ARAŞTIRMALAR BİLİMSEL VE ETİK DEĞERLENDİRME KURULU (TABED)</b>						
BASKANIN ADI / ADI SOYADI	Prof. Dr. Harice SELÇUK					
Ünvanı/Adı/Soyadı	Ünvanlık Adı	Karar	Ünvan	Atama Tarihi	Karar	İmza
Prof. Dr. Harice SELÇUK	Kardiyoloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	K	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Prof. Dr. Erdem ÇETİNKAYA	Genel Cerrahi	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Prof. Dr. Ömer KARADENİZ	Radyaloji	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	K	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Aylin BAYDAR ARSLAN	Acil Tıp	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	K	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Ferhat KÖME	Acil Tıp	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Atakan YANACAN	Kadın Doğum	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Mevlan YIGİT	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Çiğdem DOĞU	Yolun Bulun	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Elvan Seydi SAKINER	İç Hastalıkları	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	E	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Doç. Dr. Dilek ERGİN/TKR	İç Hastalıkları	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	K	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE
Dr. Öğretim Üyesi Emel AKÇAY	Çocuk Ergen ve Rah. Sağlığı	Ankara Bilkent Şehir Hastanesi	K	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	HE

## BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizden katılımcı olmanızı istediğimiz çalışma “**Koroner arter baypas cerrahisinde sternotomi öncesi ve sonrası düzeltilmiş karotis akım zamanı ölçümünün akciğer açma manevrasına bağlı değişimi ile sıvı yanıtılığının değerlendirilmesi**” isimli bir araştırmadır. Çalışmaya 45 gönüllü hastanın katılması planlanmaktadır. Çalışmamız geçireceğiniz ameliyat planını ve ameliyat olmanız için gereken anestezi yöntemi üzerinde bir değişiklik gerektirmeyecek bir çalışmadır. Ameliyat sırasında akciğer açma manevrası uygulanacak ve sıvı ihtiyacınızın olup olmadığı tespit edilecektir. Akciğer açma manevrası, ameliyat sırasında ve sonrasında gelişebilecek akciğer komplikasyonlarının önlenmesinde faydalı bir manevradır ve her hastada uygulanmaktadır. Bu işlem size bir zarar vermemektedir ve herhangi bir tıbbi sorun görüldüğü takdirde gerekli tüm tıbbi ekipmanlarımız ve ilaçlarımız hazırda bulunmaktadır.

**Araştırmaya katılımınız isteğe bağlıdır ve istediğiniz zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeden araştırmadan çekilebilirsiniz.** Size planlanan ameliyat yine planlanan anestezi ile gerçekleştirilecektir. Bu araştırma dahilinde size herhangi bir ödeme yapılmayacak ve tarafınızdan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Araştırmacılar, Etik Kurul, Kurum ve diğer ilgili sağlık otoriteleri sizin orijinal tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişime sahip olabilirler, ancak bu bilgiler gizli tutulacaktır. Yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun imzalanmasıyla siz veya yasal temsilciniz söz konusu erişime izin vermiş olursunuz. İlgili mevzuat gereğince kimliğinizi ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacaktır. Kamuoyuna açıklanamayacak ve araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi kimliğiniz gizli kalacaktır. Araştırma konusuyla ilgili ve araştırmaya katılmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde siz veya yasal temsilcisiniz zamanında bilgilendirileceksiniz.

Araştırma hakkında, kendi haklarınız hakkında veya araştırmayla ilgili daha fazla bilgi temin edebilmeniz için temasa geçebileceğiniz kişi ve günün her saatinde erişebileceğiniz telefon numaraları aşağıdadır.

Asistan. Dr. Rahime Güney

Prof. Dr. Ümit Karadeniz

“Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı / Soyadı :

İmzası :

Tarih :

Araştırmacının Adı / Soyadı :

İmzası :

Tarih :

Tanık Adı/Soyadı:

İmzası:

Tarih: