



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ**

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**POSTOPERATİF MAJÖR CERRAHİ HASTALARINDA
ERKEN DÖNEMDEKİ SIVI AÇIĞI VE İHTİYACININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Filiz Kaya

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2025



T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

POSTOPERATİF MAJÖR CERRAHİ HASTALARINDA
ERKEN DÖNEMDEKİ SIVI AÇIĞI VE İHTİYACININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Filiz Kaya

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Çetin Kaymak

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2025

TEŞEKKÜR

Tüm uzmanlık eğitim sürecinde bilgi ve deneyimlerini tüm asistanlarına olduğu gibi benimle de özveriyle paylaşarak desteklerini esirgemeyen, sadece engin tecrübe ve bilgisi ile değil; insani ve ahlaki değerlerini de örnek aldığım ve asistanı olarak çalışmaktan onur duyduğum, uzmanlık tezi sürecimde de çok kıymetli katkılarda bulunan, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği Eğitim Sorumlusu değerli hocam Prof. Dr. Hülya BAŞAR'a,

Asistanlık eğitimim boyunca başta yoğun bakım alanında, uzmanlık tezi sürecimin her aşamasında yol gösteren; kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve desteğini her zaman hissettiren çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Çetin KAYMAK'a,

Güler yüzü, hoşgörüsü ve samimi desteğiyle her zaman yanımda olduğunu hissettiren Anestezi ve Reanimasyon Kliniği İdari Sorumlusu kıymetli hocam Doç. Dr. Bülent BALTACI'ya,

Yoğun bakım eğitimimde büyük katkıları bulunan, bilgi birikimi, deneyimi ve desteğiyle yanımda olan; en ihtiyaç duyduğum, başım sıkıştığı anlarda yardım elini uzatarak yol gösteren, saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ayşe ÖZCAN'a,

Asistanlık eğitimim süresince üzerimde emeği olan bilgi ve tecrübelerinden her zaman yararlandığım tüm saygıdeğer hocalarıma; başta Prof. Dr. Türkay ÇAKAN'a, Prof. Dr. Hale YARKAN UYSAL'a, Prof. Dr. Asutay GÖKTUĞ'a, Prof. Dr. Suna AKIN TAKMAZ'a, Doç. Dr. Meltem BEKTAŞ'a ve Uzm. Dr. Solmaz ERUYAR'a olmak üzere tüm değerli uzman doktor abi/ablalarım ve örnek aldığım kıdemlilerime,

Tez sürecimin başından itibaren her aşamada desteğini hissettiren kliniğimiz Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Yandal Uzm. Dr. Bilal ŞENGÜ'ye,

Tez çalışmamın istatistik kısmında yardımlarını esirgemeyen Sayın Murat Mutlu'ya,

Tez sürecinde yardımlarını esirgemeyen ve bu süreci olabildiğince kolaylaştıran tüm asistan arkadaşlarıma; özellikle Dr. Eyyup KIYMAZ, Dr. Artoghrlul MAMMADLI, Dr. Onur ERSAN, Dr. Ceren KAÇAN, Dr. Eda Nur KEPENEK, Dr.

Kübra DURMAZ, Dr. Uğurcan YILMAZ ve tüm yoğun bakım hemşireleri ile destek personeline,

Ameliyathane ve yoğun bakımda birlikte çalıştığım anestezi teknisyenlerine, hemşirelere ve personellerimize,

Asistanlık yolculuğum boyunca birlikte eğlendiğim, öğrendiğim, iyi ve kötü günleri paylaştığım yol arkadaşlarım, eşkıdemlerim, Dr. Kardelen TÜRK'e, Dr. Fatma Nur KABASAKAL'a, Dr. Alper KEPENEK'e, Dr. Said Sencer GÜNEY'e; asistanlık eğitimimin her aşamasında verdikleri destekle yol gösteren, bana çok şey öğreten, sevgili dostlarım, canım kıdemlilerim Dr. İlayda ŞAHİNER, Dr. Eyyup KIYMAZ ve Dr. Tuğçe Merve BÜYÜKYILDIZ'a,

Kliniğimizde birlikte çalışma fırsatı bulduğum, çok fazla şey paylaştığım ve çok güzel anılar biriktirdiğim tüm asistan arkadaşlarıma, içtenlikle teşekkürlerimi sunuyorum.

En iyi dostum, seçtiğim kız kardeşim, her zaman olduğu gibi tez sürecimde de beni yalnız bırakmayan Dr. Serez İLERİ UĞURLU'ya,

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, maddi manevi desteklerini ve sevgilerini her zaman hissettiğim, tüm zorluklarımda sabırla yanımda duran, hep yanımda olan ailem; canım babam Okan BİÇER'e, en kıymetlim annem Hamide BİÇER'e, biricik kardeşim Hakkı Burak BİÇER'e,

Ve bu hayattaki en büyük şansım, her an yanımda olan, en zor zamanlarımda bana güç veren, en zor işleri bile kolaylaştıran, her zorluğu birlikte göğüslediğimiz, hayat arkadaşım, sevgili eşim Dr. Muharrem Berat KAYA'ya; sabrı, sevgisi ve anlayışı için,

Saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Filiz KAYA

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. MAJOR CERRAHİ HASTALARINDA SIVI YÖNETİMİ.....	4
2.1.1. Major Cerrahi ve Cerrahi Stres.....	4
2.1.2. Cerrahi Hastalarda Sıvı Dengesi.....	5
2.1.2.1. Fizyolojik sıvı dağılımı ve denge mekanizmaları	5
2.1.2.2. Sıvı replasmanı için kullanılan solüsyonlar.....	6
2.1.2.3. Anestezi şeklinin sıvı dengesine olan etkisi	7
2.1.3. Perioperatif Sıvı Yönetimi Yaklaşımları	9
2.1.3.1. Liberal ve restriktif sıvı tedavisi:.....	9
2.1.3.2. Hipovolemi ve hipervoleminin etkileri	11
2.1.3.3. Kişisel hedefe yönelik sıvı tedavisi	12
2.2. VOLÜM VE SIVI YANITININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE DOKU PERFÜZYON GÖSTERGELERİ.....	13
2.2.1. Statik Ölçüm Yöntemleri.....	17
2.2.2. Dinamik Ölçüm Yöntemleri	18
2.2.3. Mikrosirkülasyon Monitörizasyonu.....	20
2.2.3.1. Perfüzyon indeksi (PI).....	21
2.2.3.2. Pleth Variability Index (Pletismografi değişkenlik indeksi- PVI)	23
2.2.4. İnférieur Vena Kava Çapı ve Ultrason İle Değerlendirilmesi	24
2.2.4.1. İnférieur vena kava anatomisi ve fizyolojisi	25
2.2.4.2. Ultrason ile inferior vena kava çapı ölçümü	26
2.2.4.3. İnférieur vena kava çapının subkostal alandan ölçümü	27

2.2.4.4. İnförior vena kava çapının midaksiller alandan ölçümü	29
2.2.4.5. İnförior vena kava kollapsibilite indeksi (cIVC).....	32
2.2.4.6. İnförior vena kava distansibilite indeksi (dIVC).....	34
2.2.4.7. İnförior vena kava değişkenlik indeksi (VI).....	35
2.2.5. Doku Perfüzyon Göstergeleri	37
2.2.5.1. Kapiller dolum süresi (CRT).....	37
2.2.5.2. Laktat.....	38
2.3. YOĞUN BAKIMDA KULLANILAN SKORLAMA SİSTEMLERİ	40
2.3.1. APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation)	40
2.3.2. SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)	41
2.4. ŞOK İNDEKSİ.....	42
2.5. POSTOPERATİF SIVI TEDAVİSİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN UNSURLAR	42
2.6. GERİATRİK HASTA POPÜLASYONUNDA SIVI YÖNETİMİ	43
3. GEREÇ VE YÖNTEM	45
3.1. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	49
4. BULGULAR.....	51
5. TARTIŞMA	66
6. SONUÇ	84
7. KAYNAKLAR	85
8. ÖZGEĐMİŐ	95
9. EKLER.....	96
EK-1: ETİK KURUL ONAYI.....	96

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKI	: Akut böbrek hasarı
APACHE	: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
ARDS	: Akut solunum sıkıntısı sendromu (Acute Respiratory Distress Syndrome)
ASA	: Amerikan Anestezistler Derneği (American Society of Anesthesiologists)
ASE	: Amerikan Ekokardiyografi Derneği
AUC	: Eğrinin altında kalan alan (Area Under the Curve)
BE	: Baz açığı (Base Excess)
cIVC	: İnförior Vena Kava Kollapsibilite İndeksi
CO	: Kardiyak Debi (Cardiac Output)
CPAP	: Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı (Continuous Positive Airway Pressure)
CRT	: Kapiller Dolum Süresi (Capillary Refill Time)
CVP	: Santral Venöz Basıncı
DAB	: Diyastolik Arter Basıncı
dIVC	: İnförior Vena Kava Distansibilite İndeksi
DM	: Diyabetes Mellitus
EKG	: Elektrokardiyogram
ERAS	: Enhanced Recovery After Surgery
ESOT	: Ekspirium Sonu Oklüzyon Testi
GİS	: Gastrointestinal Sistem
GKS	: Glasgow Koma Skalası
HES	: Hidroksietil Nişasta
HT	: Hipertansiyon
IVC	: İnförior Vena Kava
IVC-max	: İnförior Vena Kava Maksimum Çapı
IVC-min	: İnförior Vena Kava Minimum Çapı
KAH	: Koroner Arter Hastalığı
KBH	: Kronik Böbrek Hastalığı
KKY	: Konjestif Kalp Yetmezliği

KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
NIV	: Noninvaziv Mekanik Ventilasyon
OAB	: Ortalama Arteriyel Basınç
PEEP	: Pozitif Ekspiryum Sonu Basıncı (Positive End Expiratory Pressure)
PH	: Power of Hydrogen
PI	: Perfüzyon İndeksi (Perfusion Index)
PLR	: Pasif Bacak Kaldırma Testi (Passive Leg Raise)
PPV	: Nabız Basıncı Değişimi (Pulse Pressure Variation)
PVI	: Pletismografi Değişkenlik İndeksi (Pleth Variability Index)
RA	: Sağ Atriyum
RAP	: Sağ Atriyum Basıncı
ROC	: Receiver Operating Characteristic
SAB	: Sistolik Arter Basıncı
SET	: Signal Extraction Technology
SO₂	: Pulse Oksimetre ile Ölçülen Periferik Oksijen Satürasyonu
SOFA	: Sequential Organ Failure Assessment
SV	: Atım Hacmi (Stroke Volume)
SVV	: Atım Hacmi Değişimi (Stroke Volume Variation)
USG	: Ultrasonografi
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
ΔpCO_2	: Venöz–Arteriyel CO ₂ Basınç Farkı

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Yaygın olarak kullanılan dinamik hemodinamik parametreler ve monitörler.....	14
Tablo 2. Yaygın olarak kullanılan dinamik hemodinamik parametrelerin denklemleri.....	16
Tablo 3. IVC ve aort karşılaştırması	32
Tablo 4. cIVC ve IVC çapının ortalama sağ atriyum basıncı ile Kıyaslanması.....	34
Tablo 5. Demografik ve klinik veriler.....	52
Tablo 6. Katılımcıların ilk ölçüm değerleri ile sıvı replasmanı sonrası parametrelerinin karşılaştırılması.....	53
Tablo 7. cIVC, PI, PVI, CRT, Laktat, BE ve OAB parametrelerindeki sıvı replasmanı sonucunda gerçekleşen değişimlerin birbiri arasındaki korelasyon analizi	54
Tablo 8. Apache II, SOFA skorları, PI, Laktat ve Baz açığındaki değişim miktarları arasındaki ilişki analizi.....	56
Tablo 9. Yaş gruplarına göre karşılaştırmalar	57
Tablo 10. Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası parametrelerin karşılaştırılması	59
Tablo 11. cIVC, PI, PVI, CRT ölçümünün sıvı yanıtılığы üzerindeki etkilerinin modeli.....	62
Tablo 12. cIVC, PI, PVI, CRT ölçümünün sıvı yanıtılığы üzerindeki lojistik regresyon analizi.....	62
Tablo 13. cIVC ölçümünün sıvı yanıtılığы tahmin edebilirliğinin ROC analizi	62
Tablo 14. PI'ın sıvı yanıtılığы tahmin edebilirliğinin ROC analizi.....	63
Tablo 15. PVI ölçümünün sıvı yanıtılığы tahmin edebilirliğinin ROC analizi	64

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Farklı kardiyak performansına sahip hastaların Frank – Starling eğrileri ...	15
Şekil 2.	Masimo nabız oksimetre ile PVI ve PI ölçümü	24
Şekil 3.	IVC çapının subkostal alandan ölçüm yeri, B-mod USG görüntüsü.....	28
Şekil 4.	IVC çapının subkostal alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü	29
Şekil 5.	IVC çapının subkostal alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü, IVC- Max - IVC-Min.....	29
Şekil 6.	İnferior vena kava'nın midaksiller alandan ölçüm yeri, B-mod USG görüntüsü	31
Şekil 7.	İnferior vena kava'nın midaksiller alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü	31
Şekil 8.	İnferior vena kava'nın midaksiller alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü, IVC-Max - IVC-Min.....	31
Şekil 9.	PI ile PVI değişim miktarı arasındaki korelasyon analizinin dağılım grafığı.....	55
Şekil 10.	PI ile cIVC değişim miktarı arasındaki korelasyon analizinin dağılım grafığı.....	56
Şekil 11.	SOFA ile APACHE II değişim miktarı arasındaki korelasyon analizinin dağılım grafığı.....	56
Şekil 12.	Çalışmaya katılan hastaların IVC'nin ultrasonografik değerlendirmesine göre sıvı açığı ve ihtiyacının sınıflandırılması	58
Şekil 13.	Çalışmaya katılan hastaların IVC'nin ultrasonografik değerlendirmesine göre hastaların sıvı yanıtıllığı.....	59
Şekil 14.	Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası cIVC ölçümünün karşılaştırılması.....	60
Şekil 15.	Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası CRT'nin karşılaştırılması	60
Şekil 16.	Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası PVI değerlerinin karşılaştırılması	61
Şekil 17.	Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası PI değerlerinin karşılaştırılması	61

Şekil 18. Yoğun bakıma yatınca ölçülen cIVC parametresinin sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC grafiği.....	63
Şekil 19. Yoğun bakıma yatınca ölçülen PI parametresinin sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC grafiği.....	64
Şekil 20. Yoğun bakıma yatınca ölçülen PVI parametresinin sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC grafiği.....	64



ÖZET

Giriş-Amaç: Majör cerrahi geçiren hastalarda postoperatif sıvı yönetimi, doku perfüzyonunun korunması ve periferik dolaşımın stabilizasyonu açısından kritik rol oynamaktadır. Bu süreçte intravasküler hacim durumunun doğru değerlendirilmesi, hedefe yönelik sıvı tedavisinin planlanabilmesi için gereklidir. Çalışmamızda, erken postoperatif dönemde volüm durumunun non-invaziv yöntemlerle; PI, PVI ve cIVC ile değerlendirmek, sıvı yanıtılığı ile ilişkileri ve bu ölçümler arasındaki korelasyonları analiz etmek amaçlanmıştır. İkincil olarak SOFA ve APACHE skorları, plazma laktat düzeyleri, BE, şok indeksi ve CRT ile ilişkilerini değerlendirmek hedeflenmiştir.

Yöntemler: Bu prospektif gözlemsel çalışmaya, majör cerrahi sonrası yoğun bakıma alınan, spontan soluyan, PI ve/veya PVI değerlerine göre sıvı yanıtılı olduğu öngörülen 90 hasta dahil edilmiştir. İlk 30 dakika içinde; PI ve PVI pulse oksimetre ile, IVC çapları midaksiller bölgeden ultrasonografi ile, CRT sabit basınçlı enjektör ile standardize edilerek ölçülmüş; laktat, BE, şok indeksi, APACHE II ve SOFA skorları kaydedilmiştir. Tüm hastalara 30 dakika içinde 4 mL/kg kristaloid sıvı replasmanı uygulanmış, tüm parametreler yeniden analiz edilmiştir.

Bulgular: Sıvı replasmanı sonrası PI, PVI, cIVC, IVC-min, laktat, BE, CRT ve SOFA skorunda istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptanmıştır. Ancak SO₂ dışında hemodinamik parametrelerde anlamlı değişim gözlenmemiştir. PI ile PVI ve cIVC arasında negatif yönlü anlamlı korelasyon gözlenmiştir. CRT, PI, PVI ve cIVC'nin birlikte sıvı yanıtılığını öngörmeye anlamlı etkisi olduğu; ayrıca cIVC'nin başlangıç değerinin bağımsız olarak sıvı yanıtılığını öngördüğü belirlenmiştir. cIVC için %54 kesme değeri, yüksek duyarlılık ve özgüllük göstermiştir.

Sonuç: Postoperatif majör cerrahi hastalarında erken dönemdeki sıvı açığının değerlendirilmesinde; PI ile PVI ve cIVC arasında korelasyon saptanmış; PI, PVI, CRT ve midaksiller hattan ölçülen cIVC'nin birlikte kullanılmasının sıvı yanıtılığını öngörmeye etkili olabileceği ve seri şekilde izlemine dayalı bir yaklaşımın hedefe yönelik sıvı tedavisinin etkinliğini değerlendirmede yararlı olabileceği belirlenmiştir. cIVC'nin sıvı yanıtılığını öngörmeye optimal kesme değeri %54 olarak bulunmuştur.

Elde edilen bulguların gerçekliği ve güvenilirliğinin artırılması için çok merkezli ve geniş örneklemliler çalışmalar yapılmasının gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıvı tedavisi, Hedefe yönelik sıvı yönetimi, Sıvı yanıtlılığı, Perfüzyon indeksi, pletismografi değişkenlik indeksi (Pleth Variability Index), İnférieur Vena Kava apı, İnférieur vena kava kollapsibilite indeksi, Kapiller dolum süresi



EVALUATION OF EARLY FLUID DEFICIT AND REQUIREMENT IN POSTOPERATIVE MAJOR SURGERY PATIENTS

ABSTRACT

Introduction-Purpose: Postoperative fluid management in patients undergoing major surgery plays a critical role in maintaining tissue perfusion and optimizing peripheral circulation. Accurate assessment of intravascular volume status is essential for guiding goal-directed fluid therapy. We aimed to evaluate volume status in the early postoperative period with non-invasive methods; PI, PVI and cIVC, and to analyze the relationship with fluid responsiveness and mutual correlations. Secondly, we aimed to evaluate the correlations with SOFA and APACHE scores, plasma lactate levels, BE, shock index and CRT.

Methods: This prospective observational study included 90 spontaneously breathing patients admitted to the ICU after major surgery, predicted to be fluid responsive based on PI and/or PVI values. Within the first 30 minutes, PI and PVI were measured by pulse oximetry, IVC diameters were measured by ultrasonography from the midaxillary region, CRT was measured by standardized pressure injector, lactate, BE, shock index, APACHE II and SOFA scores were documented. All patients received 4 mL/kg crystalloid fluid replacement within 30 minutes and all parameters were reassessed thereafter.

Results: After fluid replacement, significant changes were observed in PI, PVI, cIVC, IVC-min, lactate, BE, CRT, and SOFA scores. No significant change was noted in hemodynamic parameters except for SO_2 . PI showed a significant negative correlation with both PVI and cIVC. Logistic regression revealed that CRT, PI, PVI, and cIVC collectively predicted fluid responsiveness, with baseline cIVC independently associated. The optimal cIVC cutoff was determined as 54%, with high sensitivity and specificity.

Conclusion: PI, PVI, CRT, and mid-axillary cIVC are effective when used together to predict fluid responsiveness in early postoperative major surgery patients. Serial monitoring of these parameters may enhance the effectiveness of goal-directed

fluid therapy. Further large-scale, multicenter studies are required to validate these results and confirm their clinical impact.

Keywords: Fluid therapy, Goal-directed fluid management, Postoperative fluid management, Fluid responsiveness, Intensive care unit, Postoperative, postoperative major surgery patients, Perfusion index, Pleth Variability Index, Inferior Vena Cava diameter, Inferior vena cava collapsibility index, Capillary refill time



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Perioperatif sıvı yönetimi, cerrahi hastalarda yeterli dolaşım hacmini sağlayarak organ perfüzyonu ve doku oksijenasyonunu korumak için uygulanan stratejilerin bir parçasıdır. Postoperatif iyileşmenin hızlanması, morbiditenin azaltılması ve hastanede kalış süresinin kısaltılmasına katkı sağlayan temel bir yaklaşımdır. [1]. Major cerrahi geçiren hastaların postoperatif takibi cerrahinin tipi, anestezi yönetimi, hastaların komorbiditeleri bakımından farklılık gösterebilir. İntraoperatif sıvı kayıpları ve kanama, hipovolemiye ve organ perfüzyonunun bozulmasına yol açabilir [2]. Perioperatif dönemde aşırı sıvı yüklenmesi gastrointestinal fonksiyonların gecikmesine, yara ve anastamoz iyileşmesinin bozulmasına ve doku oksijenasyonunun azalmasına neden olabilir. Hipovolemi ve hipervolemiden kaçınmak için perioperatif dönemde hedefe yönelik sıvı tedavisi ile kalp debisinin korunması; ameliyat sonrası komplikasyonların azalmasına ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresinin kısalmasına katkı sağlayabilir [3]. Major cerrahi geçirmiş ve postoperatif yoğun bakıma alınmış kritik hasta grubunda, intravasküler hacim durumunun doğru şekilde belirlenmesi klinik değerlendirmede temel bir adımdır ve bu doğrultuda hedefe yönelik sıvı resüsitasyonu planı yapılmalıdır. Hedefe yönelik sıvı tedavisinde ideal sıvı miktarını belirlemek amacıyla sıvı durumu ve kardiyak debiyi değerlendirmek için pulmoner arter kateterizasyonu gibi invaziv yöntemler ciddi komplikasyon riski taşıdığından birçok non-invaziv alternatif yöntemlerin tercih edilmesi klinik açıdan önem arz etmektedir [4, 5].

Doku perfüzyonunun izlenmesi, akut dolaşım yetmezliğinin yönetiminde önemli bir adımdır. Periferik organ perfüzyonu, vital organlara göre daha erken bozulur ve daha geç düzelir. Doku perfüzyonu ve periferik dolaşımın değerlendirilmesi yeni non-invaziv cihazların ve klinik skorlama sistemlerinin kullanılmaya başlanmasından sonra daha kolay hale gelmiştir. Bu amaçla plazma laktat düzeyi, baz açığı (BE), şok indeksi gibi parametreler kullanılır; kapiller dolun süresi (CRT), periferik perfüzyonun değerlendirilmesinde kolay uygulanabilir, non-invaziv ve ek ekipman gerektirmeyen klinik parametre olarak öne çıkmaktadır.

Perfüzyon İndeksi (PI) gelişmiş nabız oksimetresinin pletismografik sinyalleri ile sürekli ve non-invaziv olarak ölçülebilir. Pulsatil kan akışının, pulsatil olmayan kan akışına oranını ifade eden PI, periferik vazomotor yanıtındaki değişiklikleri yansıtır ve mikrosirkülasyonun izlenmesinde kıymetlidir. Kritik hastalarda PI takibi, intravasküler hacim ve doku oksijen kullanımına ilişkin bilgi sağlayarak volüm durumunun değerlendirilmesine ve hipovolemiye hızlı müdahale edilmesine olanak tanımaktadır [6]. Pİ'in ortalama değeri 1,4 olup yoğun bakımda kritik hastalarda yapılan çalışmalarda bu değer altına düşmesi hipoperfüzyon göstergesi kabul edilmektedir [7, 8].

PI'nın solunuma bağlı varyasyonunun otomatik ölçümü olan pletismografi değişkenlik indeksi (Pleth Variability Index-PVI) yüzde (%) cinsinden ifade edilir. Düşük PVI değeri, respiratuvar sikluslarda PI'daki varyasyonun az olduğunu gösterir. PVI, sıvı durumunu ve sıvıya yanıtılığını yansıtan dinamik bir parametre olmasıyla öne çıkmaktadır. [9]. İyi bir sıvı yönetimi için PVI değerinin %10 - 13 arasında hedeflenmesi önerilmektedir [10]. Yoğun bakımda takip edilen kritik hastalarda, PVI değerinin %14'ün üzerinde olması sıvı yanıtılığını öngörmeye istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [9]. PVI, ilk geliştirildiği dönemlerde mekanik ventilasyon altındaki hastalarda sıvı yanıtılığını değerlendirmede kullanılırken; son yıllarda yapılan birçok çalışmada spontan soluyan erişkinlerde ve pediatrik hastalarda da güvenle kullanılabildiği gösterilmiştir [11-13].

İnferior vena cavanın ultrasonografik değerlendirmesi (US-IVC) yaygın erişilebilirliği, düşük maliyeti ve kullanım kolaylığı sayesinde santral venöz basınç ve sağ atriyum (RA) basıncının değerlendirilmesinde önerilen non-invaziv ve dinamik bir ölçüm yöntemidir. IVC çapı, vücudun hacim kaybına verdiği vazokonstriktör yanıtın etkilenmez. Özellikle hemodinamik olarak stabil olmayan ve intravasküler hacim ile kan basıncı ya da ekstravasküler hacim arasında uyumsuzluk gelişebilen hastalarda, IVC değerlendirmesi kritik bir öneme sahiptir. IVC, birden fazla anatomik bölgeden değerlendirilebilir [14-17]. Özellikle ön göğüs veya üst batın bölgesinde cerrahi insizyonu olan hastalarda subksifoid pencerenin kullanılmaması nedeniyle tüm major cerrahi hastalarını dahil edebilmek amacıyla midaksiller bölge tercih edilmiştir. Ölçümler hasta supin pozisyondayken sağ midaksiller hattın, genellikle kavoatriyal

bileşkenin 2–3 cm kaudalinde, diyafram seviyesinden yapılmaktadır [18-20]. Spontan soluyan hastalarda; inferior vena kava kollapsibilite indeksi (cIVC), inferior vena kavanın maksimum ve minimum çaplarının kullanıldığı matematiksel formüllerle hesaplanır.

Bu çalışmada, majör cerrahi geçirmiş hastalarda erken postoperatif dönemde volüm durumunu non-invaziv yöntemlerle; PI, PVI ve cIVC ile değerlendirmek, sıvı yanıtılığı ile ilişkileri ve bu ölçümler arasındaki korelasyonları analiz etmek amaçlanmıştır. İkincil olarak bu hastaların SOFA ve APACHE skorları, plazma laktat düzeyleri, BE, şok indeksi ve CRT'si incelenerek sıvı yanıtılığı ile ilişkilerini değerlendirmek hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. MAJOR CERRAHİ HASTALARINDA SIVI YÖNETİMİ

2.1.1. Major Cerrahi ve Cerrahi Stres

Major cerrahi, genellikle geniş kapsamlı anatomik veya fizyolojik değişikliklere yol açan, uzun süren, kompleks ve invaziv prosedürleri ifade eder. Bu tür cerrahiler, geniş doku rezeksiyonlarını veya hayati organlara müdahaleleri içerir. Özellikle mezenkimal bariyerlerin açıldığı (plevra, periton, meninks); kardiyotorasik cerrahi, abdominal büyük rezeksiyonlar, beyin cerrahisi gibi operasyonlar ve büyük ortopedik cerrahiler (ör. total kalça protezi) major cerrahi prosedürler arasında yer alır. Major cerrahinin içeriğinde hastanın önemli komorbiditesinin olması, intraoperatif dönemde yüksek doz noradrenalin gereksinimi olması, intraoperatif major hemoraji ve masif kan transfüzyonu yapılması, yüksek mortalite ve morbidite riski ve son olarak postoperatif yoğun bakım ihtiyacı gereksinimi yer alır [21].

Major cerrahiler insizyona bağlı doku travması, inflamatuvar mediatörlerin salınımı ve oluşturduğu nörohormonal stres yanıtı gibi sistemik etkilerle vücutta endokrin, metabolik ve immünolojik değişikliklere yol açarak homeostazı tehdit eden katabolik bir süreç başlatır [22]. Bu süreçte, stres hormonları ve sitokinlerin salınımı artar, insülin direnci gelişir ve protein dengesi negatif yönde etkilenir [23]. Cerrahi müdahale sırasında artan kapiller geçirgenlik ve inflamatuvar mediatörlerin etkisiyle sıvı ekstravaze olur; bu da interstisyel alanda ve üçüncü boşluklarda sıvı birikimine neden olur [24]. İntraoperatif sıvı kayıpları ve kanama da eklenince, hastada hipovolemi ve organ perfüzyonunda bozulmaya neden olabilir. Bu durum, postoperatif dönemde komplikasyon riskini artırdığı için sıvı kayıplarının karşılanması ve hemodinamik stabilitenin sağlanması önemlidir. Major cerrahiler, preoperatif hazırlıktan hastanın taburculuk sürecine kadar dikkatli bir yaklaşım gerektiren, perioperatif dönemde yüksek risk ve komplikasyon oranına sahip girişimlerdir [2].

2.1.2. Cerrahi Hastalarda Sıvı Dengesi

2.1.2.1. Fizyolojik sıvı dağılımı ve denge mekanizmaları: Vücutta sıvılar yaklaşık %60'ı intraselüler ve kalan %40'ı ekstraselüler olmak üzere iki ana kompartmanda bulunur. Ekstraselüler sıvı da kendi içinde yaklaşık %75'i interstisyel sıvı, %25'i plazma ve transsellüler sıvı (örn. intraoküler, gastrointestinal, serebrospinal sıvı) olmak üzere ayrılır. Transsellüler sıvılar; solüt ve sıvı yükü dağılımı dışında kalan kapalı anatomik alanlardır [25]. Sıvılar bu kompartman arasında plazma proteinlerinin ve elektrolitlerin konsantrasyonuna bağlı olarak değişir. Hücreler arası sıvı dengesini düzenleyen en önemli mekanizmalardan biri Starling hipotezidir. Vasküler endotelial bariyerde sıvı hareketi hidrostatik ve onkotik basınçlar arasındaki farkla belirlenir [26]. Hidrostatik basınç özellikle arterde yüksek olduğundan net sıvı hareketi doku içine doğru olur, onkotik basınç ise sıvıyı intravasküler alanda tutar; bundan dolayı intravasküler sıvının idamesi kapiller geçirgenliğe bağlıdır. Cerrahi stres bu fizyolojik dengenin bozulmasına neden olabilir. Artan katekolamin, aldosteron ve antidiüretik hormon salınımı, sıvı ve sodyum retansiyonuna yol açar [27]. Ayrıca endotelial glikokaliks yapı bozulup kapiller geçirgenliğin artmasıyla sıvı interstisyel alana geçer ve bu da doku ödemine ve hemodinamik instabiliteye neden olabilir [28]. Ödem oluşumunun temel mekanizmaları; bahsedildiği gibi kapiller geçirgenlikteki artışın yanı sıra oral veya intravenöz yolla dışarıdan alınan sodyum ve suyun böbrekler tarafından tutulmasıdır. Sıvının intravasküler boşluktan interstisyuma çok fazla geçmesi, plazma volümünü ve sonuç olarak doku perfüzyonunu azaltır. Bu değişikliklere fizyolojik yanıt veren böbrek sodyum ve suyu absorbe eder. Absorbe edilen bu sıvının bir kısmının vasküler boşlukta kalmasıyla plazma volümü normale dönebilir ancak endotelial glikokaliks yapıdaki bozukluğun devam etmesi nedeniyle böbrekler tarafından tutulan sıvının da interstisyuma geçişi devam eder ve ödem belirginleşir. Bu süreç, özellikle postoperatif dönemde hipovolemi veya hipervolemi gibi komplikasyonlara yol açabilir. Major cerrahi hastalarında sıvı yönetimi, bu fizyolojik dengenin korunmasına, intravasküler volümü korumaya, hemodinamik stabiliteyi sağlamaya ve organ perfüzyonunun optimize edilmesine odaklanır.

2.1.2.2. Sıvı replasmanı için kullanılan solüsyonlar:

Kristalloid Solüsyonlar

Kristalloidler, düşük molekül ağırlıklı, suda eriyen, glukoz içerebilen inorganik veya organik tuz içeren, damar yatağından interstisyel alana kolayca geçiş yapabilen basit solüsyonlardır. Cerrahi uygulamalarda en sık tercih edilen solüsyonlar arasında izotonik salin (%0.9 Sodyum Klorür Solüsyonu) ve Ringer laktat yer alır. 2021 Sepsisten Sağkalım Rehberi'nde (Surviving Sepsis Campaign-SSC) septik şok tanısı alan tüm hastalarda öncelikli olarak dengeli kristalloid çözeltilerin kullanılması önerilmiştir [29]. Fakat bu öneri sınırlı düzeyde kanıt sunan, tek merkezli, sepsis tanımı büyük ölçüde şüpheye dayanan SMART çalışmasına dayanmaktadır [30]. Bu solüsyonlar güvenilir, düşük maliyetli olmaları ve geniş bir kullanım alanına sahip olmaları nedeniyle tercih edilir. Ancak kristalloidlerin ekstraselüler alana da yayılması, vücut kompartmanları arasında kolayca hareket etmesi ve damar dışına hızla kaçış eğiliminde olması nedeniyle intravasküler volüm etkisi kısa sürelidir. Bu durum, daha yüksek miktarlarda sıvı verilmesini gerektirebilir, bu da doku ödemeine yol açabilir [31]. Ayrıca izotonik salin özellikle 2 litreden fazla uygulandığında metabolik asidoz, böbrek fonksiyonlarında bozulma ve postoperatif komplikasyon riskinde artışa yol açabilir [32].

Kolloid Solüsyonlar

Kolloidler genellikle 40 kDa büyüklüğünde olan bitkisel veya hayvansal polisakkaritler ile polipeptidlerden oluşan makromoleküller içerir ve plazma genişletici olarak kullanılır. Kolloidler daha büyük moleküler ağırlığa sahip olup plazmada daha uzun süre kalırlar ve onkotik basıncı artırarak sıvının intravasküler alanda tutulmasına yardımcı olurlar. Klinikte kullanılan tek doğal kolloid albümin olup %6 Hidroksietil nişasta (HES-Voluven) ve %0,4 süksine jelatin (Gelofusine) gibi solüsyonlar yarı sentetik kolloid sınıfındadır [33]. Kolloidler daha düşük miktarda sıvı ile intravasküler volümün daha etkili şekilde desteklenmesini sağlar. Ancak özellikle sentetik kolloidlerin kullanımı koagülasyon bozuklukları, anafilaksi riski, dokularda depolanmaya bağlı kaşıntı ve böbrek fonksiyonları üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle sınırlanmıştır [34]. Tüm kolloid sıvıların anafilaksi riski bulunmaktadır ve

bu durum genellikle infüzyonun başlamasından kısa bir süre sonra ortaya çıkar. Bu risk kullanılan kolloid türüne bağlı olarak değişmektedir; HES için %0,06, albümin için %0,1 ve jelatin için %0,35 olarak bildirilmiştir. Ayrıca, ciddi alerjik reaksiyonlar kolloid verilen hastaların %20'sinde meydana gelebilir [35]. Ek olarak, HES, septik hastalarda nefrotoksik etkiler oluşturma potansiyeline sahip olduğundan, bu hasta grubunda kullanılması önerilmemektedir [29]. Ayrıca dehidrate hastalarda bu hiperonkotik kolloidler sıvıyı glomerüllerde tuttuğu için prerenal yolla anüriye neden olabilirler.

Kristalloid ve Kolloid Karşılaştırması

Kristalloidler doku ödemi riskine rağmen genellikle düşük komplikasyon oranları ve erişilebilirlikleri nedeniyle ilk tercih edilen replasman sıvılarıdır. Kolloidler ise belirli klinik durumlarda, özellikle hızlı volüm genişlemesinin gerektiği durumlarda kullanılır. İntravasküler sıvı kayıplarını yerine koymada kolloidler, kristalloide oranla iki kat daha etkilidir. Kolloidlerin kalp debisinde belirgin ve doğrusal bir artış sağladığı görülmüştür. Bu bulgular, kolloidlerin hemodinamik stabilizasyon üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir [36]. Özetlemek gerekirse, kristalloidlerin temel kullanım amacı insensibl kayıplar ve idrar çıkışı yoluyla kaybedilen sıvıyı yerine koymaktır. Buna karşın kolloidler genellikle kan kaybı ve proteinden zengin sıvının interstisyel alana sızması sonucu oluşan plazma hacmi eksikliğini telafi etmek amacıyla kullanılır. Sonuç olarak, hangi resüsitasyon sıvısının seçileceği cerrahi stresin şiddeti, hastanın klinik durumu ve hedeflenen tedavi sonuçlarına olası riskler göz önünde bulundurularak belirlenir. Cerrahi süreç boyunca sıvı tedavisinde, farklı solüsyonların uygun oranlarda ve dikkatli şekilde kullanılması hasta sonuçlarını iyileştirmek için kritik öneme sahiptir.

2.1.2.3. Anestezi şeklinin sıvı dengesine olan etkisi: Anestezi şekli cerrahinin endikasyonuna, aciliyetine, hastanın mevcut sağlık durumlarına bağlı olarak değişmekte olup cerrahi hastalarda sıvı dengesini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Genel anestezinin pratik tanımlaması; amnezi ve bilinçsizlik hali, ağrı algısının engellenmesi, analjezi ve reflekslerin baskılanması gerektiğinde kasların gevşetilerek, immobilitate ve zararlı uyarana otonomik cevapta azalmadır [37]. Genel

anestezi sırasında kullanılan ajanlar, vazodilatasyon ve miyokardiyal depresyon yoluyla kardiyak debiyi ve kan basıncını azaltarak hemodinamik değişikliklere yol açabilir. Bu durum intravasküler volümde azalma ve doku perfüzyonunda bozulma riskini artırır. Genel anestezi uygulamalarında inhalasyon anesteziikleri ve intravenöz anesteziikleri kullanılabilir. Genel anestezi indüksiyonu ve idamesinde hemodinamik stabilizasyonu sağlamak için sıvı replasmanı kullanılır.

Bunun yanı sıra nöroaksiyel anestezi teknikleri (örneğin spinal, epidural veya kombine kullanımları) yeterli analjezi ve kas gevşemesi sağlamaları, uygulama kolaylığı, mental fonksiyonları etkilememeleri, kanama miktarını azaltmaları, kardiyak komplikasyon insidansını azaltmaları, hastaların daha erken mobilize olmalarına olanak tanınmaları ve derin ven trombozu insidansını düşürmeleri ve kronik akciğer hastalığı olan hastalarda solunum depresyonu ve pnömoni riskini azaltmaları gibi avantajlar sunmaktadır. Nöroaksiyel bloklarda T5-L1 arası sempatik liflerin bloke edilmesi, venöz kapasitans damarlarının vazodilatasyonuna, iç organlarda ve alt ekstremitelerde kanın göllenmesine neden olarak dolaşımdaki etkin kan volümünü azaltır ve sıklıkla kalp debisindeki azalma da buna eşlik eder. Arteriyel vazodilatasyon da sistemik vasküler direnci azaltabilir. Yüksek bir sempatik blok, T1 –T4 arasından çıkan sempatik kardiyak akselator lifleri de bloke edebilir. Derin hipotansiyon ve bradikardi meydana gelebilir [38]. Uygulanan rejyonel anestezinin dermatomal seviyesi ve oluşturduğu sempatektominin şiddeti ile doğru orantılı olarak meydana gelen sempatik blokajın sebep olduğu vazodilatasyona bağlı ortaya çıkan hipotansiyon dikkatle yönetilmesi gereken bir durumdur. Hipotansiyonun önlenmesi veya tedavisi için genellikle intravenöz sıvı replasmanı ve gerekirse vazopressör ilaçlar kullanılır [39]. Preoperatif hipovolemisi olanlarda spinal anestezi uygulaması çok ciddi hipotansiyon ve kardiyovasküler depresyona neden olabilir. Bu nedenle hipovolemik hastalarda uygulanmamalıdır.

Rejyonel anestezi genel anesteziye kıyasla pulmoner komplikasyonlar, yoğun bakım yatışları, tromboembolik olaylar ve cerrahi alan enfeksiyonlarının oranlarını azaltmaktadır. Ayrıca, yaşlı hastalarda postoperatif deliryum ve bilinç bozukluğu görülme ihtimalini düşürmektedir. Ancak rejyonel anestezinin hipotansiyon ve bradikardiye yol açarak miyokardiyal perfüzyonu olumsuz etkileyebileceği göz

önünde bulundurulmalıdır. Her iki anestezi yöntemi de sıvı dengesine farklı şekillerde etki ederken, optimal sıvı yönetimi, hasta özellikleri ve cerrahi müdahalenin türüne göre bireyselleştirilmelidir.

2.1.3. Perioperatif Sıvı Yönetimi Yaklaşımları

Perioperatif sıvı yönetimi cerrahi hastaların organ perfüzyonunu optimize etmek ve dokuya oksijen sunumunu garanti etme amacıyla yeterli dolaşım hacmini sürdürmek için uygulanan stratejilerin bir parçasıdır. Hastanın postoperatif iyileşmesi, hastanede kalış süresinin kısaltılması ve morbidite riskinin azaltılması üzerinde önemli bir rol oynar ve bu nedenle perioperatif bakımın temel unsurlarından biridir [1]. Perioperatif dönemde kan kaybı olmasa bile hastaların sıvıya ihtiyacı bulunmaktadır. Bu durumun nedenleri arasında operasyon öncesi uzun süreli açlık, cerrahi alan kaynaklı hissedilmeyen sıvı kaybı ve özellikle genel anestezi altında otonom sinir sistemi kontrolünün bozulması bulunmaktadır [40]. Son 20 yılda sıvı tedavisi cerrahi tekniklerin gelişimi yeni literatür ve popüler eğilimlerle hastaların iyileşmesinin incelendiği protokollerin geliştirilmesiyle (Enhanced Recovery After Surgery – ERAS vb.) birlikte değişim göstermiştir. Cerrahi sonrası hızlandırılmış iyileşme protokolünün de önerisi ile modern sıvı tedavisi anlayışı, sıvı dengesini sağlamak, postoperatif komplikasyonları azaltmak ve hastanede kalış süresini kısaltmaktır. Postoperatif sıvı uygulaması için hedef ameliyattan sonraki ilk 24 saat olup oral sıvı alınının başlaması ile birlikte parenteral sıvıda kısıtlamaya gidilmelidir. Mümkünse 24 saat içinde erken enteral beslenme önerilir. Pozitif veya negatif sıvı dengeleri, kritik hastalarda olumsuz sonuçlar ve organ disfonksiyonu ile tutarlı bir şekilde ilişkilendirilmiştir [41]. Geçmişte daha popüler olan liberal sıvı tedavisi yerini restriktif yaklaşıma bırakırken, son 5-10 yıldır ise daha dengeli bir sıvı yönetimi olan kişisel hedefe yönelik sıvı tedavisi öne çıkmıştır.

2.1.3.1. Liberal ve restriktif sıvı tedavisi:

Liberal veya geleneksel sıvı tedavisi genellikle Holliday-Segar formülüne dayanmaktadır. Hastanın saatlik idame sıvı ihtiyacını ve açlık kaynaklı sıvı açığını hesaplamak için kullanılır. Saatlik idame sıvı miktarı 4-2-1 kuralına göre (ilk 10 kg için 4 ml/kg/saat, ikinci 10 kg için 2 ml/kg/saat, geri kalan vücut ağırlığı için de 1

ml/kg/saat) hesaplanır. Hasta preoperatif dönemde kaç saat aç kaldıysa, saat başına verilmesi gereken idame mayisinin yarısı ilk saatte, diğer yarısı ise sonraki iki saate yayılarak uygulanır. Ayrıca cerrahi alandan üçüncü boşluklara kayıp, hissedilmeyen kayıplar ve kanama miktarı tahmini olarak dikkate alınır ve çıkan idrar miktarı da eklenir. Genel veya rejyonel anestezi sırasında ortaya çıkan hipotansiyon da liberal sıvı kullanımını tetiklemektedir. Özellikle abdominal cerrahilerde, uygulanan sıvı miktarı 7 litreye kadar ulaşabilir. Ancak bu tür rejimler 3 ila 6 kilogramlık bir kilo artışı ile sonuçlanarak aşırı sıvı yüklenmesini işaret etmektedir [42]. Liberal sıvı tedavisinin bu denli fazla olması doku ödemi, pulmoner ödem, yara iyileşmesinde gecikme, enfeksiyon sıklığında artış, gastrointestinal disfonksiyon ve kalp yetmezliği gibi advers etkilerle ilişkilendirilmiştir [34]. Cerrahi stresi ve postoperatif katabolizmayı azaltmayı amaçlayan ERAS protokolü kapsamında yapılan çalışmalarda perioperatif dönemde fazladan her bir litre intravenöz sıvı uygulamasının postoperatif komplikasyon riskini %32 oranında artırdığı gösterilmiştir [43].

Restriktif sıvı tedavisi ise hastaya verilen sıvı miktarını sınırlı tutarak gereksiz sıvı yüklemesini önlemeyi hedefler. Restriktif stratejide yalnızca operasyon sırasında kaybedilen sıvının yerine konması hedeflenir. Verilecek sıvı miktarı, operasyonun büyüklüğüne ve kaybedilen sıvının miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Genel bir yaklaşım olarak, sıvı miktarı 3 ml/kg/saat olarak hesaplanabilir [44]. Restriktif sıvı tedavisinin pulmoner fonksiyonları iyileştirdiği, postoperatif dönemde mobilizasyonu kolaylaştırdığı, stres yanıtını azalttığı, hastanede yatış süresini kısalttığı ve postoperatif bulantı ile halsizlik gibi yan etkileri azalttığı gösterilmiştir. Ancak restriktif tedavi sırasında verilen sıvı miktarı ihtiyacın altında kaldığında hipotansiyon, aritmiler, laktik asidoz, hipoperfüzyona bağlı akut böbrek hasarı ve çoklu organ yetmezliği görülebilir [23]. Örneğin 3.000 hastalık liberal sıvı ile restriktif sıvı tedavisinin karşılaştırıldığı, ‘Majör Abdominal Cerrahide Kısıtlayıcı ve Liberal Sıvı Tedavisi (RELIEF)’ çalışması, restriktif sıvı yönetiminin akut böbrek hasarı oranını artırdığını göstermiştir (%8,6’ya karşı %5,0). Fakat bir yıl içinde sakatlıksız sağkalım oranında herhangi bir fark gözlenmemiştir [42].

2.1.3.2. Hipovolemi ve hipervoleminin etkileri: Hipovolemi, çeşitli nedenlerle oluşan sıvı kayıpları sonucunda intravasküler hacmin azalması olarak tanımlanır. Cerrahi hastalarda hipovoleminin ilk akla gelen nedenleri cerrahi kanama ve perioperatif dehidrasyondur. Hipovolemi sonucunda düşük kardiyak debi ve yetersiz doku perfüzyonu meydana gelmektedir [45]. Bunun sonucunda beyin ve kalp gibi hayati organlara kan akışını sağlamak amacıyla ilk yanıt olarak splanknik yataktaki damarlarda belirgin bir vazokonstriksiyon oluşturarak, barsak mukozasının hipoperfüzyonuna sebep olur. İlerleyen dönemde hastada hipotansiyon, aritmiler, laktik asidoz, hipoperfüzyona bağlı akut böbrek hasarı ve hatta çoklu organ yetmezliği görülebilir [23].

İntravasküler sıvı hacmindeki artış, hipervolemi olarak tanımlanır. Cerrahi hastalarda intraoperatif verilen sıvıların retansiyonu ile ortaya çıkan bu durum, hastanın preoperatif ağırlığının %10 veya daha fazla artışıyla ilişkilidir. Bu artış, hastanın postoperatif yoğun bakımda kalış süresinin uzaması, mortalite ve morbidite riskinin artmasıyla bağlantılıdır [46]. Ayrıca hipervolemi kalpten atriyal natriüretik peptid salınımında artışa yol açabilir. Bunun sonucunda vasküler geçirgenlik bariyerinin hayati bir parçası olan endotelial glikokaliksin bozulmasını artırır. Bu da vasküler bariyer kaybına ve interstisyel ödemde artışa yol açar [4]. Bağırsakta hücre dışı sıvı artışı, gastrointestinal ödeme, azalmış gastrointestinal motiliteye ve sonuç olarak ileusa yol açabilir [47]. Pıhtılaşma faktörlerinin dilüsyonel azalması koagülasyon bozukluklarına neden olurken, doku ödemi yara iyileşmesini olumsuz etkiler ve enfeksiyon sıklığında artışa sebebiyet verir. Aşırı sıvı uygulamasının septik şok sırasında mortalite artışı ve akut solunum sıkıntısı sendromuna (ARDS) sebep olarak hastalarda uzun süreli mekanik ventilasyon gereksinimi oluşturabileceği iyi bilinmektedir. Ek olarak pulmoner ödem ve kalp yetmezliği de meydana gelebilir. Bu nedenle hastaya sıvı yüklemesi kararını vermeden önce hastanın sıvı yanıtılığının değerlendirilmesi gerekmektedir [4]. Sıvı yönetimi stratejileri “liberal” veya “kısıtlayıcı” değil, hasta merkezli ve bireyselleştirilmiş olmalıdır.

Cerrahi girişimlerde sıvı tedavisi; cerrahinin türü, ameliyat sırasında hemodinamik monitörizasyon verileri, intraoperatif sıvı kayıpları göz önünde

bulundurularak hasta merkezli olmalı ve bireysel gereksinimlerine göre dinamik bir şekilde düzenlenmelidir [23, 48].

2.1.3.3. Kişisel hedefe yönelik sıvı tedavisi: Hedefe yönelik sıvı yönetimi, hastalarda hemodinamik parametrelerin bireysel olarak değerlendirilmesi ve sıvı tedavisinin bu parametrelere göre düzenlenmesi prensibine dayanan kişiselleştirilmiş bir yaklaşımdır. Genellikle majör cerrahi geçiren hastalarda önerilir ve ERAS protokollerinin temel bir bileşenidir. Kristalloid, kolloid, kan ürünleri veya inotropik ajanların, hedeflenen fizyolojik parametrelere ulaşmak amacıyla dinamik süreç doğrultusunda uygun şekilde ayarlandığı bu sıvı yönetimi stratejisi, hastaların kalp debisini optimize ederek özellikle hayati organlara doku oksijen sunumunu en üst düzeye çıkarmayı hedefler [4]. Hedefe yönelik sıvı tedavisinde, doku perfüzyonunu optimize etmek amacıyla genellikle kardiyak debi temel alınır. Sıvı bolusu sonrasında seçilen yöntemle ölçülen kardiyak debide %10 veya daha fazla bir artış gözlenmesi, hastanın hipovolemik olduğunu ve ek sıvı uygulamasının doku perfüzyonunu iyileştirebileceğini işaret eder [25]. Sıvı yüklemesiyle hastanın Frank–Starling yasası doğrultusunda eğrinin yükselen fazında bulunduğunu ve böylece kardiyak performansının sıvı desteğiyle artırılabilir varsayılır. Ancak sol ventrikül hacmi eğrinin plato kısmına ulaştığında, uygulanan sıvının atım hacmi üzerinde anlamlı bir artış sağlaması beklenmez; aksine, bu durum yalnızca doku ödeme ve perfüzyon bozukluğuna yol açabilir. Bu nedenle tüm kritik hastalarda resüsitasyon fazı boyunca hastanın sıvıya yanıt verip vermediğini belirlemek büyük önem taşır. Yetersiz sıvı replasmanı; aritmi, böbrek perfüzyonunda bozulma ve yara iyileşmesinde gecikme gibi çeşitli istenmeyen klinik sonuçlara yol açabilir. Aşırı sıvı yüklemesi ise başta akciğerler olmak üzere birçok organ sistemini olumsuz etkileyebilir. Hedefe yönelik tedavinin terapötik etkisini açıklayan mekanizmalar henüz tam olarak aydınlatılmamış olsa da, küresel oksijen sunumundaki artışın doku parsiyel oksijen basıncını (PO₂) yükselterek yara iyileşmesini desteklediği ve enfeksiyon oranlarını azalttığı ileri sürülmektedir [49].

Yapılan çalışmalar yüksek riskli majör cerrahi geçiren hastalarda erken dönemde uygulanan hedefe yönelik sıvı tedavisinin, doku ve organ perfüzyonunu optimize etmede, komplikasyon oranlarını ve mortalite riskini azaltmada önemli bir

rol oynadığını göstermektedir [50]. FEDORA çalışması, geleneksel ilkelere göre veya hedefe yönelik sıvı tedavisi uygulanan hastalarda akut böbrek hasarı, pulmoner ödem ve solunum sıkıntısı sendromu gibi orta ila ciddi komplikasyonların daha az görüldüğünü (%16,6'ya karşı %8,6) ve hastanede yatış süresinin daha kısa olduğunu ortaya koymuştur. Ancak mortalite oranlarında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir [51]. Yakın zamanda, Fischer ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada hedefe yönelik sıvı tedavisi, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında hastanede kalış süresi, akut böbrek yetmezliği ve kardiyak komplikasyonlar üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir [52]. Özetleyecek olursak cerrahi hastada perioperatif dönemde hedefe yönelik sıvı tedavisi ile kalp debisinin yeterli düzeyde sürdürülmesi, ameliyat sonrası komplikasyonların azalmasına ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresinin kısalmasına katkıda bulunabilir [3] Son on yıl içinde hedefe yönelik sıvı tedavisi daha yaygın hale gelmiş olsa da bu sıvı rejiminin adaptasyonu hala yavaş ilerlemektedir. Birçok çalışma postoperatif dönemde önemli faydalar sağladığını ve maliyet etkin bir yöntem olduğunu bildirmiş olmasına rağmen uygulamaya geçiş hızı beklentilerin altında kalmaktadır. Hedefe yönelik sıvı tedavisinde hangi parametrenin kullanılacağına ilişkin net bir klinik kılavuz bulunmamaktadır.

2.2. VOLÜM VE SIVI YANITININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE DOKU PERFÜZYON GÖSTERGELERİ

Hedefe yönelik sıvı tedavisinin hangi dinamik hemodinamik parametreler kullanılarak yönlendirilmesi gerektiği konusunda henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır. Günlük klinik pratikte geleneksel non-invaziv parametreler olan yaşamsal bulgular ve idrar çıkışı, gerçek zamanlı ve hızlı bir şekilde yeterli bilgi sağlayamamaktadır. İdeal sıvı miktarını vererek hipotansiyonu ve aşırı sıvı yüklenmesini önlemek için kardiyak outputun doğru ve değişikliklerin tespit edilmesi için devamlı olarak ölçülmesi gerekmektedir. Kardiyak output ölçümünün altın standardı, pulmoner arter kateteri ile aralıklı termodilüsyon yöntemidir. Ancak pulmoner arter kateteri takmak invaziv, zor ve pratik değildir. Bu nedenle bu yöntem artık geçmişte kalmak üzeredir. Teknolojinin de gelişmesi ile bir hastanın sıvı durumu ve atım hacmini değerlendirmek için perioperatif dönemde yaygın olarak kullanılan

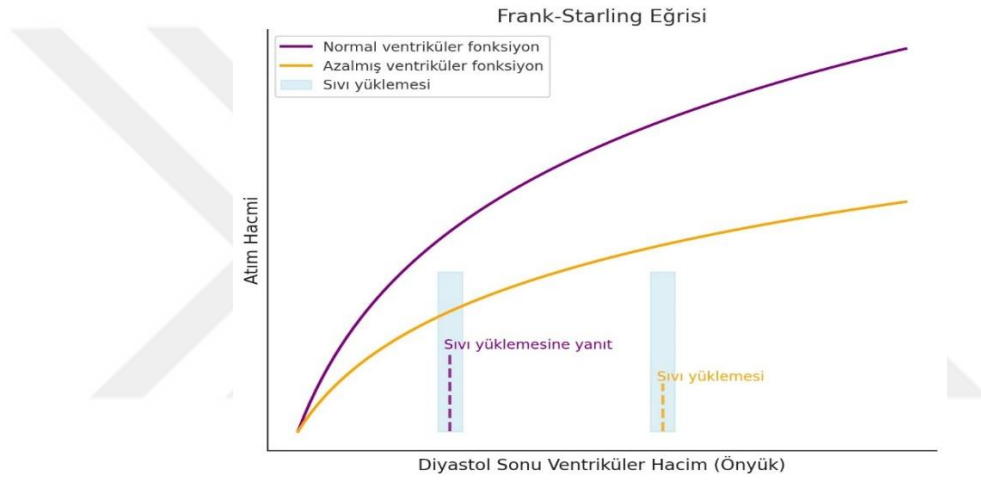
birçok alternatif ve daha az invaziv cihaz geliştirilmiştir. Tüm bu statik ve dinamik parametrelere ek olarak hemodinamik monitör sistemleri ayrıntılı olarak aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Tablo 1) [4].

Tablo 1. Yaygın olarak kullanılan dinamik hemodinamik parametreler ve monitörler [4]

Statik Hemodinamik Parametreler	Dinamik Hemodinamik Parametreler	Hemodinamik Monitörler
Santral Venöz Basınç (CVP)	Nabız Basıncı Değişkenliği (PPV)	FloTrac™
Ortalama Arteriyel Basınç (OAB)	Atım Hacmi Değişkenliği (SVV)	LidCO™
Kardiyak Debi (CO)	Pletismografi Değişkenlik İndeksi (PVI)	Masimo Radical 7 Pulse CO-Oksimetresi™
Pulmoner Kapiller Kama Basıncı	Aortik Kan Akış Zirve Hızı Değişkenliği (ΔV_{peak})	ClearSight™
Sağ Ventrikül Diyastol Sonu Hacmi	İnferior Vena Kava Kollapsibilite İndeksi (cIVC)	PiCCO™
	Ekspirium Sonu Oklüzyon Testi (ESOT)	Özofageal Doppler
		Transtorasik ve Transözofageal Ekokardiyografi

Kalp debisi ve dokuya oksijen sunumunu iyileştirmek amacıyla kullanılan monitörizasyon sistemleri, hedefe yönelik sıvı tedavisinin temelini oluşturmaktadır. Sıvı yanıtılılığı tahmin edebilmek için sıvı yüklemesi yapıldığında amaç, atım hacmini veya kardiyak debiyi en az %10-15 oranında artırmak olup, bu değerlendirme sıvı yönetimine yanıtın belirlenmesinde "altın standart" olarak kabul edilmektedir [53]. Sıvı yüklemesi Frank–Starling Yasası doğrultusunda kardiyak debiyi ve dolayısıyla oksijen sunumunu arttırmaktır. Başka bir deyişle tüm bu dinamik parametreler, Frank-Starling Yasasına dayanmaktadır. Frank-Starling Eğrisi ön yükün sistolik fonksiyon üzerindeki etkisini tanımlar. Ön yük, genellikle sol ventrikül diyastol sonu hacmi veya sol ventrikül diyastol sonu basıncı ile değerlendirilir. Sol ventrikül diyastol sonu hacmindeki artış yani ön yük, ventriküler kasılmadaki artışı tetiklemesiyle, kalbin sol ventrikülde artan kan hacminde kullanarak kalp debisini artıracığını ifade eder [54]. Frank Starling Eğrisinde ön yük ile atım hacmi arasında pozitif bir ilişki bulunduğu ve

bu ilişkinin eğrisel bir formda olduğu düşünüldüğünde, eğrinin dik yükselen kısmında ön yükteki belirli bir artış, atım hacminde daha büyük bir artışa yol açar. (Şekil 1) Bu bölge, ön yükteki artışa yani sıvı yüklemesine yanıtı alan olarak tanımlanabilir. Eğrinin plato kısmı hacim genişlemesinin atım hacmi üzerinde önemli bir değişiklik yaratmadığı, ön yükten bağımsız bir alan olarak tanımlanabilir. Frank-Starling eğrisinin plato bölgesine yakın bir noktada, sol ventrikül fonksiyonu maksimum düzeye ulaşır. Bu noktadan sonra uygulanan sıvı yüklemesi kalp debisi yani atım hacmi üzerinde minimal bir etki sağlar ve bunun yerine doku ödemi ve doku hipoksisinin artmasına yol açar.



Şekil 1. Farklı kardiyak performansına sahip hastaların Frank – Starling eğrileri [55]

Atım hacmi, ön yük ile iyi bir korelasyon gösterse de kardiyak fonksiyon ile de etkileşim halindedir [56]. Kardiyak fonksiyonu iyi olan hastalarda ön yükteki artışın atım hacminde daha belirgin bir artışa neden olması beklenirken, kardiyak fonksiyonu zayıf olan hastalarda bu artış daha sınırlı olabilir [31]. Şekil 1’de farklı kardiyak fonksiyonlara sahip iki hastanın ön yük artışına verdikleri atım hacmi yanıtı gösterilmektedir [55].

Ayrıca atım hacmi intratorasik basınç değişikliklerine bağlı olarak etkilenir. Artan intratorasik basınç sağ ventrikül üzerine baskı yaparak sağ ventrikülün ön yükünü azaltır. Eğer bir hastanın volüm durumu Frank-Starling eğrisinin plato kısmında yer alıyorsa, solunum basıncı sağ ventrikül ön yükü üzerinde minimal bir etki yapacaktır. Bu durumda solunum varyasyonlarının minimal etkisi olacak ve sol

ventrikül atım hacmi üzerinde herhangi bir etkisi olmayacaktır [57]. Sol ventrikül atım hacmi ve arteriyel kompliyans arteriyel basınçla ilişkili olduğundan, nabız basıncı gibi arteriyel basınç parametreleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle arteriyel basınç değişiklikleri, dinamik parametrelerin değerlendirilmesinde önemli bir gösterge olarak kullanılabilir. Dinamik parametrelerin denklemleri Tablo 2’de şu şekilde özetlenmiştir [4].

Tablo 2. Yaygın olarak kullanılan dinamik hemodinamik parametrelerin denklemleri [4]

Parametre	Denklem
Kardiyak Output (CO)	Kalp Hızı × Atım Hacmi
Nabız Basıncı (PP)	Sistolik Kan Basıncı – Diyastolik Kan Basıncı
Nabız Basıncı Değişkenliği (PPV %)	$PPV (\%) = [(PP_{max} - PP_{min}) / ((PP_{max} + PP_{min}) / 2)] \times 100$
Perfüzyon İndeksi (PI %)	$(Arteriyel\ Pulsasyon\ Absorpsiyonu / Pulsatil\ Olmayan\ Kan\ Absorpsiyonu) \times \%100$
Pletismografik Değişkenlik İndeksi (PVI %)	$[(Perfüzyon\ İndeksi\ Maks - Perfüzyon\ İndeksi\ Min) / Perfüzyon\ İndeksi\ Maks] \times \%100$
Atım Hacmi Değişkenliği (SVV %)	$[(Atım\ Hacmi\ Maks - Atım\ Hacmi\ Min) / Ortalama\ Atım\ Hacmi] \times \%100$
İnferior Vena Kava Kollapsibilite İndeksi (cIVC) %	$[(İnferior\ Vena\ Kava\ Ekspiratuar\ Çapı\ (IVC-max) - Inferior\ Vena\ Kava\ İspiratuar\ Çapı\ (IVC-min)) / Inferior\ Vena\ Kava\ Ekspiratuar\ Çapı\ (IVC-max)] \times \%100$

Literatürde yer alan çok sayıda vaka raporu, invaziv görüntüleme yöntemlerinin neden olduğu komplikasyon sorunun ciddiyetini ortaya koymaktadır. Yoğun bakımlarda sıvı yönetiminde önemli bir yerde olan transpulmoner termodilüsyon yöntemine dayalı PiCCO™ hemodinamik monitorizasyonun komplikasyonları; kateter yerleştirme ve çıkarma sonrasında kanama, hematoma, giriş yerinde inflamasyon, katetere bağlı enfeksiyon, iskemi, kateterizasyonun yapıldığı arterde tromboz gelişimidir [58]. Ayrıca santral venöz basınçla (CVP) ve pulmoner arter kateteri (Swan–Ganz kateteri) ile intermitan termodilüsyon tekniği kullanarak kardiyak output ölçümü için kateterizasyon sırasında en sık karşılaşılan ve ciddi komplikasyon vasküler (vena kava- pulmoner arter perforasyonu) yaralanmalardır [59]. Tüm bu komplikasyonlara ek olarak invaziv ölçüm yöntemlerinin, hastanede kalış süresinin uzaması, sağlık harcamalarının artması ve yaşam kalitesinin düşmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Son 20 yıl içinde, pulmoner arter kateteri ile termodilüsyon yöntemi kullanımı gibi invaziv yöntemlere alternatif olarak, perioperatif sıvı durumunun non-invaziv yöntemlerle tespit edilmesine yönelik önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Sıvı tedavisine yanıt veren ve hacim genişlemesinden fayda sağlamayan hastaları yani sıvı yanıtı olmayanları tespit etmek amacıyla da geliştirilen bu yöntemler farklı fizyolojik prensiplere, cihazlara ve monitörlere dayanır bu farklılıklar çeşitli avantajlar ile dezavantajlar sunar.

2.2.1. Statik Ölçüm Yöntemleri

Kardiyak ön yükün statik ölçüm yöntemleri uzun yıllardır kullanılmaktadır. İntravasküler hacim durumunu değerlendirmek ve sıvı tedavisini yönlendirmek amacıyla kalp hızı, arteriyel kan basıncı, periferik oksijen saturasyonu ve idrar çıkışı gibi verilerin takibi rutin olarak yapılmaktadır. Bu parametreler perioperatif dönemde sıkça karşılaşılan subklinik hipovolemi veya hipervolemi durumlarını tespit etmekte genellikle yetersiz kalmaktadır. Statik ölçümler CVP, pulmoner kapiller kama basıncı, sağ ventrikül diyastol sonu hacmi, termodilüsyon yöntemiyle ölçülen global diyastol sonu hacmi ve sol ventrikül diyastol sonu alanının ekokardiyografik değerlendirilmesini içerir.

CVP vena kavadaki basıncı ölçerek ön yük ve sağ atriyal basıncın tahmini amacıyla kullanılan bir parametredir. CVP internal juguler ven yoluyla ilerletilen ve superior vena kavanın sağ atriyum yakınındaki kısmına yerleştirilen bir santral venöz kateter aracılığıyla ölçülmektedir. Özellikle yoğun bakım ünitelerinde hemodinamik durumun değerlendirilmesinde sıkça başvurulan bir yöntemken yapılan araştırmalar ve sistematik incelemeler, CVP ile intravasküler hacim arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur. CVP'nin sol ve sağ ventriküler ön yükün güvenilir bir göstergesi olmadığı ve sıvı yanıtını öngörmede yetersiz kaldığı gösterilmiştir [60]. Ayrıca CVP için yapılan santral venöz kateterizasyon işlemi %15 oranında erken ve geç dönem komplikasyon oluşturabilir [61].

Pulmoner kapiller kama basıncı balon uçlu, çok lümenli bir kateter (Swan-Ganz kateteri) aracılığıyla sol ventrikül dolumunu değerlendirmek, sol atriyal basıncı

izlemek ve mitral kapak fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla kullanılır. Ancak birçok araştırma pulmoner kapiller kama basıncının tıpkı CVP gibi miyokardiyal iskemiden, sepsisten, diyabetten, obeziteden ve diğer faktörlerden etkilendiğini göstermiştir. Ayrıca kritik hastalarda sıvı yanıtılığını ve ön yükü öngörmeye yetersiz olduğu ortaya konulmuştur [62].

Yapılan çok sayıda çalışma, ne basınç ne de hacim belirteçlerinin kardiyak ön yük temelinde sıvı yanıtını güvenilir bir şekilde öngöremediğini açıkça ortaya koymuştur. Dinamik yöntemlerin geliştirilme sebebinin temeli de buraya dayanmaktadır.

2.2.2. Dinamik Ölçüm Yöntemleri

Nabız Dalgası Analiz Yöntemleri

Nabız dalgasının analizi, arteriyel basınç dalga formunun sistolik fazı altındaki alanın atım hacmi (SV) ile orantılı olduğu ilkesine dayanır. Bu yöntemle, arteriyel dalga formunun eğri altındaki alanı, diyastol sonrası ejeksiyon fazının sonuna kadar ölçülür ve atım hacmini hesaplamak için aort empedansı ile bölünür. Ek olarak, sıvı yanıtını tahmin etmede yararlı olan atım hacmi değişimi (SVV) ve nabız basıncı değişimi (PVV) gibi parametreler de ölçülebilir.

PPV pozitif basınçlı ventilasyonun neden olduğu atım hacmindeki değişikliklerin gözlemlenmesi ile geliştirilmiştir. Mekanik ventilasyon sırasında kalp-akciğer etkileşimleri, hemodinamik sinyallerin solunumla değişkenliği kavramını ortaya çikarmış ve bu yaklaşım son yıllarda büyük bir popülerlik kazanmıştır [63]. Arteriyel nabız basıncı (pulse pressure-PP), sistolik arter basıncı (SAB) ile diyastolik arter basıncı (DAB) arasındaki farktır.

$$\text{Nabız Basıncı (PP)} = \text{SAB} - \text{DAB}$$

Mekanik ventilasyon sırasında arteriyel nabız basıncında meydana gelen solunumsal değişikliklerin ölçülmesini sağlayan PPV, sıvı yanıtılığını öngörebilen dinamik parametrelerden biridir [64]. İnspirasyon ve ekspirasyon arasında değişen

intratorasik basınçlar, nabız basıncında dalgalanmalara yol açar. Bu dalgalanmaların oranı, maksimum nabız basıncı (PPmax) ile minimum nabız basıncı (PPmin) arasındaki farkın, ortalama nabız basıncına bölünmesiyle elde edilir. Verilerin elde edilmesi için arteriyel kateter varlığı gereklidir. Günümüzde çoğu hemodinamik monitör PPV değerini otomatik olarak sürekli şekilde hesaplamakta ve gerçek zamanlı olarak göstermektedir [65].

$$PPV (\%) = [(PP_{max} - PP_{min}) / ((PP_{max} + PP_{min}) / 2)] \times 100$$

PPV yalnızca hastanın spontan solunumu yoksa ve sinüs ritminde ise sıvı yanıtılığını öngörmek amacıyla kullanılmalıdır [64]. PPV %13'ün üzerinde olması hastanın sıvı yanıtılı olabileceğini ve intravasküler volümünün düşük olabileceğini gösterir. PPV'nin %9–%13 aralığında bulunması durumunda bu bölge gri alan olarak tanımlanmış ve tidal volüm (Vt) testi yapılması önerilmektedir. Bu testte sınırlılığını aşmak amacıyla, Vt'nin geçici olarak 8'den 12 mL/kg'a çıkarılmasıyla PPV'nin yeniden değerlendirilmesi önerilmiştir [66]. Buna karşılık %9'un altında ise düşük PPV sıvı yanıtılılığının düşük olduğunu gösterebilir, tidal volüm ve akciğer kompliansı (Crs) ile değerlendirilmelidir. $PPV < 9\%$ olduğunda $Vt \geq 8$ mL/kg ve $Crs > 30$ mL/cmH₂O ise sıvı yanıtılılığı olasılığı düşük kabul edilmelidir. Ancak $Vt < 8$ mL/kg veya $Crs \leq 30$ mL/cmH₂O ise, sıvı yanıtılığını değerlendirmek amacıyla tidal volüm testi yapılması önerilmektedir. Bu parametre, özellikle mekanik ventilasyon altında olan cerrahi hastalarda sıvı yönetiminin bireyselleştirilmesinde önemli bir rehberdir, Spontan solunumu olan ya da kardiyak aritmi bulunan hastalarda PPV dikkate alınmamalı, sıvı yanıtılığını değerlendirmek için diğer testler düşünülmelidir [64].

Perioperatif dönemde yapılan bir çalışma PPV'nin kalp debisindeki değişiklikleri saptama yeteneğinin, arter basıncındaki değişikliklere kıyasla daha üstün olduğunu ortaya koymuş ve yalnızca sıvı yanıtını tahmin etmek için değil, aynı zamanda sıvı tedavisine verilen hemodinamik yanıtı izlemek için de faydalı bir araç olabileceğini göstermiştir [67]. Ancak yoğun bakım pratiğinde sık karşılaşılan; spontan solunum, kardiyak aritmiler veya düşük tidal volüm kullanımı gibi durumlarda PPV'nin güvenilirliğinde azalma gözlenmekte bu da söz konusu parametrenin yorumlanabilirliğini sınırlamaktadır [64].

Atım hacmi değişimi (SVV), FloTrac/Vigileo, PiCCO, LIDCO, Mostcare gibi s¼rekli kardiyak output izleme cihazları veya ¼zofagus Doppler y¼ntemiyle ¼l¼¼lmektedir. SVV, maksimum atım hacmi (SVmax) ile minimum atım hacmi (SVmin) arasındaki farkın, 30 saniyelik bir zaman diliminde elde edilen ortalamalarına [(SVmax + SVmin)/2] b¼l¼nmesiyle hesaplanır.

$$SVV (\%) = [(SV_{max} - SV_{min}) / SV_{mean}] \times 100$$

Atım hacmi değişiminin beyin cerrahisi, genel cerrahi, kardiyak cerrahi ge¼iren ve septik şok hastalarında sıvı yanıtılığını ¼ng¼rmede etkili bir g¼sterge olduğu bildirilmiştir [68]. Mekanik ventilasyon altındaki hastalarda kesme değeri %14 olarak belirtilmiştir [69]. SVV'nin doğruluğu PPV'ye g¼re anlamlı derecede daha d¼ř¼k bulunmuştur [70].

Nabız dalga analiz y¼ntemlerinin kullanımında en ¼nemli sınırlama, spontan solunum aktivitesinin varlığıdır. Spontan solunum, d¼zenli aralıklarla ve eşit hacimlerde ventilasyonun sağlanmasını engeller ve intratorasik basınç değişimlerini d¼zensiz hale getirir. Bu durum, atım hacmindeki değişikliklerin ¼n y¼k bağımlılığını azaltır. Bu y¼zden sadece mekanik ventilasyon altındaki hastalarda uygulanabilmektedirler. Ayrıca kardiyak aritmi, d¼ř¼k akciğer kompliyansı, y¼ksek frekanslı veya d¼ř¼k tidal hacimle ventilasyon sağlanması da PPV'nin sıvı yanıtını ¼ng¼rme kabiliyetini olumsuz etkileyebilir. Sonu¼ olarak, bu indeksler ameliyathane koşullarında mekanik ventilasyon altında spontan solunum baskılanmış halde genellikle daha doğru sonu¼lar verirken, yoğun bakım ortamında sınırlamalar nedeniyle sıvı yanıtını tahmin etmek i¼in alternatif y¼ntemlere ihtiya¼ duyulmaktadır [63].

2.2.3. Mikrosirk¼lasyon Monit¼rizasyonu

Hemodinamik monit¼rizasyon ve sıvı tedavisinin takibi, mikrosirk¼lasyonun izlenmesine kadar ilerlemiştir [71]. Mikrosirk¼lasyonun izlenmesinde kullanılan cihazlar arasında Doppler flovmetri, dilaltı kapnometri, intravital mikroskopı, near-infrared spektroskopı ve refleksiyon spektrofotometresi yer almaktadır. Pulse oksimetreler, basit kullanımları, ekonomik olmaları ve g¼venilir sonu¼lar sağlamaları

nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Pulse oksimetreler, arteriyel kanın oluşturduğu pulsatil sinyal ve oksihemoglobin ile indirgenmiş hemoglobinin farklı ışık absorpsiyon spektrumlarına sahip olması prensiplerine dayanarak çalışır. Bu nedenle, pulse oksimetrelerde 660 nm (kırmızı) ve 940 nm (kızılötesi) dalga boylarında ışık yayan iki diyot kullanılmaktadır. Kırmızı ışık spektrumunda (660 nm), indirgenmiş hemoglobin ışığı absorbe ederken, kızılötesi spektrumda ise oksihemoglobin ışığı absorbe etmektedir. Bu mekanizma, arteriyel oksijen saturasyonunun (SO₂) non-invaziv bir şekilde ölçülmesini sağlar [72] [73]. Geleneksel pulse oksimetrelerde, ışık yayan ve algılayan bölümler probun karşılıklı kısımlarına yerleştirilmiştir. Bu sensörler, genellikle el parmağı, ayak parmağı veya kulak memesi gibi bölgelerde kullanım için uygundur [74]. Pulse oksimetrelerin ölçüm değerlerini olumsuz yönde etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Sensörün uygun yerleştirilmemesi, düşük doku perfüzyonu(düşük kalp debisi veya yüksek sistemik vasküler rezistans), yüksek inotrop kullanımı, cilt pigmentasyonu sorunları, anemi, oje veya boyalar, hareket artefaktı ve çevresel ışık gibi faktörler ve hipotermi pulse oksimetre ölçümlerinde hatalara yol açabilir [72]. Bu hataları azaltmak amacıyla çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan geliştirilmiş Masimo Sinyal Temizleme Teknolojisi (Signal Extraction Technology – SET®) sayesinde hipoperfüzyon, hipoksi ve hareket gibi ölçüm doğruluğunu olumsuz etkileyebilecek faktörlerden daha az etkilenir ve daha güvenilir sonuçlar sunar [75].

2.2.3.1. Perfüzyon indeksi (PI): Perfüzyon İndeksinin (PI) tanımı pulsatil kan akışının, pulsatil olmayan kan akışına oranıdır. PI, gelişmiş nabız oksimetresinin pletismografik sinyalleri aracılığı ile sürekli ve non-invaziv olarak ölçülebilir. Arteriyel akımını yansıtan asıl parametre pulsatil bileşen olduğundan vazokonstriksiyon ve vazodilatasyondan etkilenen tek kısımdır. Hipoperfüzyon durumlarında, pulsatil olmayan bileşen sabit kalırken pulsatil bileşenin azalması nedeniyle PI değerinde düşüş gözlenir [8]. Sonuç olarak, PI periferik vazomotor yanıtındaki değişiklikleri yansıtır, periferik dokudaki kan akımı ve vasküler tonusa bağlıdır. Nabız basıncındaki değişimlere paralel olarak artar veya azalır [76]. Vazokonstriksiyon PI'da azalmaya, vazodilatasyon ise PI'da artışa neden olur [77]. PI'nin en önemli belirleyicileri kardiyak debi ve sempatik-parasempatik sinir sistemi

arasındaki dengedir [78]. Sempatik sistemin baskın olduğu durumlarda veya kardiyak debi düştüğünde PI değerinde azalma gözlenir. Daha invaziv ya da karmaşık yöntemlerle kardiyak debi monitörizasyonuna gerek kalmaksızın yalnızca PI takibi ile hastanın volüm durumu değerlendirilebilmekte ve hipovolemi durumunda hızlı müdahalede bulunulmasına olanak sağlanmaktadır [6]. PI özellikle kritik durumdaki hastaların intravasküler hacmi, vasküler direnci, oksijen iletimi ve doku oksijen kullanımı hakkında bilgi sağlayarak sistemik ve pulmoner kan akışı hakkında fikir verebilir. Periferik perfüzyonun non-invaziv olarak değerlendirilmesi dolaşım sıkıntısının erken bir göstergesi olabilir.

Ölçümü ve yorumlanması kolay olup, kızılötesi pulsatil sinyal (AC), pulsatil olmayan (DC) pletismografik sinyale bölünür ve yüzde olarak hesaplanır.

$$PI = [(AC/DC)] \times 100$$

Masimo SET® radical-7 rainbow markalı cihaza göre PI değer aralığı %0,2 ile %20 arasında değişiklik gösterebilir. Değer arttıkça pulsatil akım güçlenir [79]. PI'in normaldeki ortalaması 1,4 tür [7]. Yoğun bakımda kritik hastalarda yapılan çalışmalarda, PI değeri 1.4'ün altına düşmesi hipoperfüzyona işaret eder [8]. $PI < 1,4$ olan hastanın genel durumun bozulduğunu, morbidite ve mortalitenin yüksek seyrettiğini ve aynı hastalarda venöz oksijen saturasyonunda düşme, laktat seviyesinde artma ve venöz-arteriyel CO2 basınç farkında artma görüldüğü bulunmuştur [80, 81]. PI değerinin 0,6'dan düşük olması, 30 günlük mortalite açısından bağımsız bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. PI değerinin $\leq 0,3$ olması vazopresör gereksinimini öngörebilir [81]. Ancak değerler kişiden kişiye oldukça farklılık gösterebileceğinden, hastanın önceki verileriyle karşılaştırılarak takip edilmesi önerilir [6]. Perfüzyon indeksinin trend şeklinde izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Böylece statik ölçümlerle fark edilemeyen perfüzyondaki hassas değişikliklerin tespit edilmesini sağlar. Perfüzyon indeksinin değerlendirilmesinde vücut pozisyonunun dikkate alınması gerekmektedir. Ölçüm sırasında PI'ın en düşük değeri oturur pozisyonda, en yüksek değeri ise trendelenburg pozisyonunda saptanmıştır. Trend takibi yapılırken pozisyon değişikliğinden kaçınmak önemlidir [82]. PI ölçümleri en güvenilir şekilde minimal vazopresör desteği ($< 10 \mu\text{g/dk}$ noradrenalin) olan hastalarda yapılır, çünkü

daha yüksek dozlar periferik vazokonstriksiyona neden olabilir ve PI ölçümlerini etkileyebilir [83].

Özetle PI potansiyel olarak kalp debisinin değerlendirilerek sıvı tedavisinde ve perfüzyonu iyileştirmeye yönelik yapılacak klinik müdahalelere rehberlik etmek için kullanılabilir. Ayrıca, vazomotor tonusla olan ilişkisi nedeniyle nöroaksiyel ve periferik sinir bloklarının erken başarı göstergelerini belirlemek, spinal anestezi sonrası hipotansiyon insidansını belirlemek ve koopere olmayan hastalarda ağrı takibinde de faydalıdır [84] [6].

2.2.3.2. Pleth Variability Index (Pletismografi değişkenlik indeksi-PVI):

PI'nin en az bir solunum siklusunu içeren zaman dilimindeki solunum varyasyonunun otomatik ölçümü olan pletismografi değişkenlik indeksi (Pleth Variability Index-PVI), nabız oksimetresi kullanılarak sürekli ölçülen dinamik bir parametredir. PVI yüzde (%) olarak gösterilir. Masimo SET® radical-7 rainbow markalı cihazlarda yazılım olarak geliştirilen PVI, nabız oksimetre ile sıvı yanıtını gösteren, güvenilir ve non-invaziv bir yöntemdir. (Şekil 2) Özellikle invaziv yöntemlerin uygulanamadığı veya gerekli görülmediği düşük ve orta riskli hastalarda kullanımı kolay ve maliyeti düşük olması nedeniyle oldukça uygundur [85]. Yapılan çalışmalar, PVI'nin sıvı durumunu ve sıvıya yanıtılılığı, atım hacmi değişkenliği ve nabız basıncı değişkenliği kadar etkili bir şekilde tahmin edebildiğini göstermiştir [86]. PVI'nin, sıvı yanıtılılığını değerlendirmede SVV ile benzer doğrulukta olduğu gösterilmiştir. PVI, nabız hacminin solunuma bağlı değişkenliğini yansıtarak ön yük değişikliklerine karşı oldukça duyarlıdır [14].

PVI solunum döngüsü sırasında PI'daki değişimin yüzdesi olarak hesaplanır.

$$PVI = (PI_{max} - PI_{min}) / PI_{max} \times 100$$

PVI değerinin düşük olması demek respiratuvar siklulardaki PI'da daha az variabilite olduğu anlamına gelmektedir. Yüksek bir PVI değeri, sıvı yanıtının yüksek olduğunu işaret eder. İyi bir sıvı yönetimi için PVI değerinin %10 ile %13 arasında hedeflenmesi önerilmektedir. PVI'nin optimal seviyelerde takip edilmesi, gereğinden fazla sıvı verilmesinden kaynaklanan riskleri önleyerek kardiyak debinin optimize

edilmesine yardımcı olabilir [10]. PVI monitörizasyonu sayesinde intraoperatif hipotansiyon, sıvı ihtiyacının önceden tahmin edilebildiği ve sıvı yanıtını öngörmeye makul bir yeteneğe sahip olduğu gösterilmiştir [7, 87]. Yoğun bakımda yatak başında kolayca uygulanabilen non-invaziv bir yöntem olan PVI $>14\%$ eşik değerinde sıvı yanıtını öngörmeye istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [9]. PVI ilk geliştirildiği dönemlerde genellikle mekanik ventilasyon altında bulunan hastalarda sıvı yanıtılığını değerlendirmede güvenilir bir parametre olarak kabul edilmiştir. Bunun temel nedeni her spontan solunumda standart tidal volüm sağlanamayacağı için, solunum döngüsüne bağlı hemodinamik değişikliklerin kontrollü solunumla daha tutarlı değerlendirilebilmesidir. Spontan soluyan hastalarda volüm durumu ve volüm değişikliklerini öngörmedeki rolüne dair sınırlı sayıda çalışma mevcut olup literatürde son yıllarda yapılan çalışmalar spontan soluyan erişkinlerde ve pediatrik hastalarda da PVI kullanılmıştır. [11-13]. Ancak kardiyak aritmisi, sol veya sağ ventrikül fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, toraksın açıldığı cerrahilerde, laparoskopik ameliyatlarda, vazopressör kullanımının vasküler tonusu etkilediği durumlarda ve ölçüm sırasında hareketlilik sonucu oluşan artefaktlar sebebiyle PVI ölçümleri hatalı olabileceğini unutmamak gerekir [88].



Şekil 2. Masimo nabız oksimetre ile PVI ve PI ölçümü (Masimo, Türkiye, Ankara, 2025)

2.2.4. İnförior Vena Kava Çapı ve Ultrason İle Değerlendirilmesi

Ultrason (USG) güvenli, radyasyon içermeyen ve taşınabilir bir görüntüleme yöntemidir. Anestezi pratiğinde dolaşım ve hava yolu değerlendirilmesi, ağrı yönetimi ve kanama lokalizasyonunun saptanması gibi birçok perioperatif parametrenin kapsamlı değerlendirilmesine olanak tanır. Dolaşım fonksiyonunun US değerlendirmeleri arasında en sık kullanılan yöntemlerden biri; sıvı yanıtılığının ve

hacim yükü durumunu değerlendirmek için IVC çapının ve solunum değişkenliğinin izlenmesidir.

2.2.4.1. İ inferior vena kava anatomisi ve fizyolojisi: İ inferior vena kava (IVC) vücudun en büyük ve en düşük basınçlı venöz yapılarından biri olup, temelde kanı alt ekstremitelerden, abdomenin büyük bir kısmından ve pelvis organlarından sağ atriyuma taşır. IVC, beşinci lomber vertebra (L5) seviyesinde sağ ve sol common iliak venlerin birleşmesiyle oluşur. IVC'nin majör dalları arasında hepatic venler, inferior frenik venler, lomber venler, sağ sürrenal ven, renal venler ve sağ gonadal ven bulunur. Sol gonadal ve sol sürrenal venler ilk olarak sol renal vene, ardından IVC'ye drene olur. Retroperitoneal bölgede, abdominal aortanın sağında seyrederek ve sekizinci torasik vertebra (T8) seviyesinde diyaframdan (IVC forameninden) geçerek toraks boşluğuna girer ve T9 vertebra seviyesinde sağ atriyuma dökülür. IVC genellikle renal ven seviyesinin altında transpozisyon ve duplikasyon anomalileri gösterebilir [89]. IVC'nin üst batın segmenti ultrason ile kolaylıkla görüntülenebilir. Ancak alt batın segmenti bağırsak gazlarının varlığı nedeniyle zaman zaman net olarak değerlendirilemeyebilir. Toplam plazma hacminin %85'i venöz dolaşımda olduğundan, IVC önemli bir kan rezervuarıdır ve dolaşım hacmindeki değişiklikler IVC kalibre varyasyonlarına neden olur. IVC'nin ince duvarlı bir kapasitans damarı olması nedeniyle basınç değişikliklerine duyarlıdır ve bu değişimlere dinamik yanıt verir, intravasküler hacim fazlalığını da gösterebilir. Bu nedenle, IVC çapı, hipovolemi ve hipervolemi değerlendirilmesinde önemli bir tanı aracı olarak kabul edilmektedir [90].

IVC çapı solunum hareketleri ve kardiyak siklus ile birlikte dalgalanma gösterir. Spontan solunum yapan hastalarda inspirasyon sırasında azalan intratorasik basınç (negatif intratorasik basınç) sonucu venöz kan hızla sağ atriyuma yönelir ve IVC'nin çapında azalma meydana gelir. Ekspirasyon sırasında ise tam tersi bir mekanizma gerçekleşir, ekspirasyon sonunda intratorasik basıncın pozitif hale gelmesi ile venöz dönüş azalır ve IVC çapının maksimuma ulaşmasına neden olur. Maksimum IVC çapı, ekspirasyon sonu evresinde elde edilir. Minimum IVC çapının elde edilmesindeki temel sınırlılık, özellikle hastadan derin inspirasyon ya da "sniff"(koklama) manevrası istendiğinde, ölçümlerin hasta eforuna doğrudan bağlı

olmasıdır [5]. Övolemik hastada solunum döngüsü sırasında IVC'de yaklaşık %50'ye varan bir kollaps olur. Ayrıca, sıvı yükü fazlalığı ve sağ ventrikül yetmezliği, triküspit kapak hastalıkları, konstriktif perikardit gibi sağ kalp dolumunu etkileyen patolojilerde VCI çapında belirgin bir artış gözlenir [91]. IVC çapı, vücudun hacim kaybına karşı geliştirdiği telafi edici vazokonstriktör yanıt tarafından etkilenmez. Bu nedenle, IVC çapı, bireyin hacim durumu hakkında güvenilir bir göstergedir. [77].

2.2.4.2. Ultrason ile inferior vena kava çapı ölçümü: Tajik ve arkadaşları tarafından 1978 yılında tanımlanan IVC çapının ultrasonografi ile ölçümü, günümüzde giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmakta olup, volüm değerlendirmesi ve sıvı resüsitasyonu için önemli bir yöntem haline gelmiştir [92]. İntravasküler hacim durumu ve sıvı yönetimi, IVC çapındaki solunumsal değişkenliğin ultrason ile ölçülmesi sayesinde dinamik ve non-invaziv bir şekilde yatak başında değerlendirilebilir. Birçok çalışma, USG ile IVC kollapsibilite indeksi değerlendirmesi ile CVP ve sağ kalp kateterizasyonu kullanılarak yapılan invaziv kardiyak basınç ölçümü arasında korelasyon olduğunu göstermiştir [93]. IVC ultrasonografisinin en önemli klinik avantajlarından biri, hastalarda aşırı intravasküler hipervolemi veya hipovolemi riskini azaltma potansiyeline sahip olmasıdır. IVC çapındaki değişiklikler, sıvı yanıtı hastalarda, sıvı yanıtı olmayan hastalara kıyasla daha fazladır. Bu yöntem, özellikle hemodinamik olarak stabil olmayan ve intravasküler hacim ile kan basıncı ya da intravasküler ve ekstravasküler hacim arasında uyumsuzluk gelişebilen hastanede yatan hastalar için kritik bir öneme sahiptir. Fizik muayene ile tespit edilemeyen bu dengesizliklerin belirlenmesi, hasta yönetiminde daha bilinçli kararlar alınmasını sağlayabilir [20]. Ancak elde edilen verilerin tek başına değil, hastanın genel klinik durumu ve diğer hemodinamik parametreler ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir IVC yüksek uyum yeteneği ve hipovolemide vazokonstriksiyona uğramaması nedeniyle ideal bir noninvaziv volüm göstergesi olsa da pozisyon değişiklikleri, ölçüm tekniği ve anatomik varyasyonlar gibi faktörlere duyarlılığı nedeniyle ölçüm standardizasyonu büyük önem taşımaktadır [5]. Bu parametreye 30 yılı aşkın süredir ilgi duyulmasına rağmen, yapılan araştırmalar arasında standardizasyon eksikliği mevcuttur. IVC ölçümlerinin yerleri de çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. İki temel ölçüm noktası,

subkostal alan ve sağ midaksiller çizgi (transhepatik alan) olarak tanımlanmaktadır. Ultrason ölçümünde Faz dizilimli (phased-array, kardiyak, 2-8 MHz) veya kavisli (konveks, abdominal, 2-8 MHz) prob kullanılabilir [20].

2.2.4.3. İinferior vena kava çapının subkostal alandan ölçümü: IVC'nin çapı geleneksel yöntemle, hasta supin pozisyonda iken sagittal düzlemde subkostal bölgeden inferior vena kavayı tanımlamak için B-modu ile ölçülür. Literatürlerde ölçüm yönteminin yerini adlandırırken subksifoid ve subkostal her ikisi de eş anlamlı kullanılmıştır. IVC kesitsel görünümde görüntülenir ve daha sonra longitudinal düzlem elde etmek için prob dikey olarak döndürüldüğünde oryantasyon işareti kranial yöne getirilir. Bu düzlemde kranial açılanma ile kalp lokalize edilmeye çalışılır ve daha sonra açılanma azaltılarak hepatic venlerin inferior vena kavaya boşaldığı nokta bulunur. Diğer bir deyişle prob hastanın orta hattından sağa doğru 1-2 cm kaydırılır ama sağ atriyum (RA) mutlaka görüntüleme alanında tutulur ve eş zamanlı IVC uzun eksende görüntülenmiş olur. Tüm hastalarda prob hafifçe yana eğilerek (fan hareketi), orta hattın solunda yer alan aort mutlaka görüntülenmelidir. Böylece aortun yanlışlıkla IVC olarak değerlendirilmesi önlenmiş olur. Nadiren aort görüntülediği halde IVC görülemez bu durumda IVC tamamen kollabe olmuş olabilir [20]. IVC'nin subksifoid bölgeden ölçümü Şekil 3'de gösterilmiştir. Literatürde, inferior vena kava (IVC) çapının değerlendirilmesi için farklı ölçüm noktaları tanımlanmıştır. Birçok çalışmayı referans alarak ölçümleri standardize ve optimize etmek için sağ atriyum sınırının ortalama 2 cm distalinde IVC'nin minimum ve maksimum antero-posterior iç çapları IVC uzun eksenine dik şekilde ölçülebilir. [14-17, 94-99]. Şekil 3'de IVC'nin B-modda ölçüldüğü nokta gösterilmiştir.



Şekil 3. IVC çapının subkostal alandan ölçüm yeri, B-mod USG görüntüsü (Çalışmaya dahil edilen bir hasta ve ultrasonografik görüntüsü)

Ölçüm noktası belirlendikten sonra B-moddan M-mod görünümüne geçilir. Bu sayede belirlenen ölçüm noktasında solunumsal değişikliklerin dinamik olarak izlenmesiyle IVC'nin maksimum ve minimum çaplarının ölçülmesi mümkün olabilir. Eş zamanlı olarak hastadan hafif bir koklama veya sessiz inspirasyon yapması istenir. Ölçümler hem inspirasyon hem de ekspirasyon fazlarının sonunda alınmış ve en az üç solunum döngüsünü içerecek şekilde solunum hızına bağlı olarak tarama hızı 25 ila 50 mm/s olarak ayarlanarak uygulanır. İnfior vena kavanın inspirasyon çapının değerlendirilmesinde en etkili ve uygun yöntemin M-mod olduğu belirlenmiştir [100]. Fakat M-mod görüntülemeye birkaç endişe mevcuttur; ışın IVC'nin merkezi ekseninin dışındaysa en geniş çap görüntülenmeyebilir. Ayrıca, inspirasyon sırasında IVC'nin lateral olarak yer değiştirmesi, ultrason tarama düzlemi ile yanlış hizalanmaya neden olarak inspiratuar kollapsın hatalı bir şekilde yorumlanmasına yol açabilir. Bu tür teknik hatalar, deneyimli uygulayıcıları bile yanıltabilecek yaygın yanılgılar arasında yer almaktadır [101]. Subkostal alandan IVC M-mod ölçüm yöntemi Şekil 4-5'de gösterilmiştir. Büyük bir prospektif çalışmada, subkostal pencereden uzun eksende yapılan görüntülemenin, gözlemciler arası en yüksek güvenilirliğe sahip yöntem olduğu gösterilmiştir. Subkostal pencere, özellikle morbid obezite veya iri vücut yapısına sahip hastalarda avantajlıdır, çünkü orta aksiller hattan yapılan ölçümlerde gereken derinlik daha fazla olabilirken, subkostal yaklaşım daha yüzeysel bir değerlendirme imkânı sunmaktadır.



Şekil 4. IVC çapının subkostal alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü (Çalışmaya dahil edilen bir hastanın ultrasonografik görüntüsü)



Şekil 5. IVC çapının subkostal alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü, IVC-Max-IVC-Min (Çalışmaya dahil edilen bir hastanın ultrasonografik görüntüsü)

2.2.4.4. İinferior vena kava çapının midaksiller alandan ölçümü:

IVC kollapsibilite indeksi, hasta supin pozisyondayken koronal düzlemde sağ midaksiller çizgiden lateral transhepatik görüntüleme yoluyla da ölçülebilir, kurtarma görünümü olarak da bilinir. Sağ koronal yaklaşım olarak da ifade edilen bu yöntemde probu oryantasyon işareti kranial yönü gösterecek şekilde tutup, karaciğer bölgesinde midaksiller çizgi boyunca yerleştirilerek inferior vena kava ve paralel olarak hemen altında abdominal aortun koronal düzlemde görüntülenmesi sağlanır. Şekil 6'da IVC'nin midaksiller hattın ölçüm yeri ve B-mod USG görüntüsü mevcuttur. Genellikle 6. ve 8. interkostal aralıklar arasında prob yukarı ve aşağı hareket ettirilerek, IVC'nin anterior ve posterior duvarlarının net bir şekilde görüntülenmesi sağlanmaya çalışılır. Alt kostalar boyunca ilerleyip probun alt kısmı kısmı sağa ve aşağıya doğru (yatağa doğru) eğilerek görüntüleme açısının anteriora yönlendirilmesi faydalı olabilir.

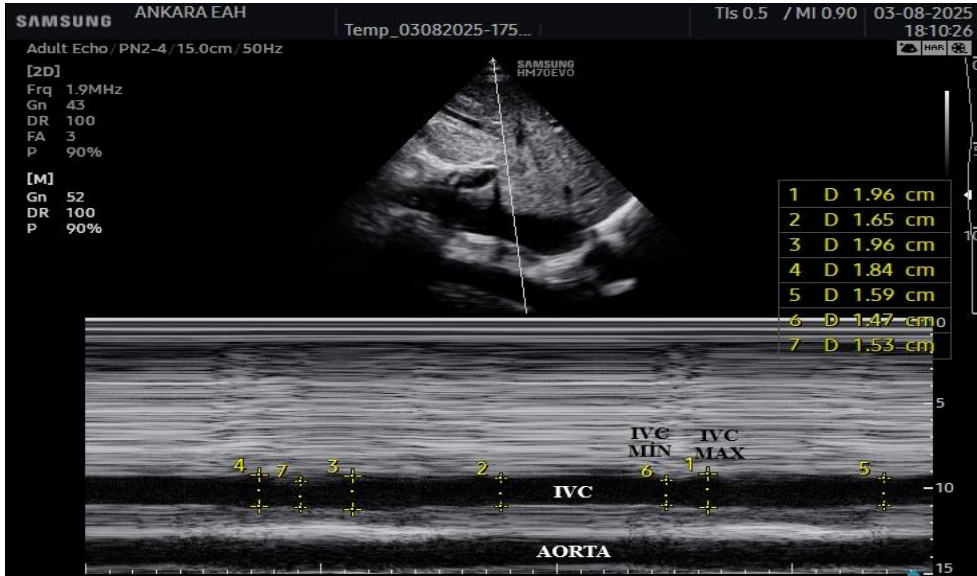
IVC, diyaframı kalbin hemen inferiorunda çaprazlayarak karaciğerin içinden geçer. Aort ise abdomen boyunca ilerleyerek IVC'ye paralel bir yol izler ve probdan daha uzak bir konumda yer alır [20]. Maksimum ve minimum IVC çapları, M-mod ultrasonografi yöntemi kullanılarak ortalama üç solunum döngüsü sırasında, kavoatriyal bileşkenin 2 ila 3 cm kaudalinde, diyafram seviyesinde ölçülmektedir [18-20]. Midaksiller alandan IVC M-mod ölçüm yöntemi Şekil 7-8'de gösterilmiştir. Yorumlama hatalarından kaçınmak için IVC'nin aortadan ayırt edilmesi büyük önem taşımaktadır. IVC'nin takibi her zaman superior yönde yapılmalı ve sağ atriyuma katılımı doğrulanmalıdır. Ayrıca, mümkün olduğunda hepatic ven ve IVC birleşim noktasının görüntülenmesi, doğru tanımlama yapılmasını destekleyerek değerlendirme hatalarını en aza indirebilir [102]. Arada kalınan durumlarda, dalga (spektral) Doppler kullanılarak ayırt edilebilir. Tablo 3'te ultrasonografik olarak IVC ve aortu ayırırken dikkat edeceğimiz noktalar özetlenmiştir. Transhepatik olarak midaksiller hattın görünüm, çoğu hastada uygulanabilir olmasına rağmen, subksifoid görünüme kıyasla daha iyi bir ekojenite sağlamamaktadır. Midaksiller hattın görünümü, subksifoid görünümü ile iyi bir korelasyon gösterse de, geniş uyum sınırları nedeniyle IVC ölçümlerinin dikkatle yorumlanması gerekmektedir. Özellikle IVC'nin elipsoidal bir şekil aldığı durumlarda, midaksiller hattın elde edilen ölçümlerin klinik karar verme sürecinde bazı sınırlamalara sahip olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır [103]. Bu yöntemin diğer sınırlılığı, transhepatik görüntüleme sırasında M-mod imlecinin diyaframın aşağı yönlü hareketi nedeniyle, değerlendirilen IVC segmentinin subksifoid görünümdeki segmentle aynı pozisyonda olmayabilmesidir [104]. Bu durum, ölçümler arasında farklılıkların ortaya çıkmasına neden olabilir ve değerlendirme sürecinde dikkate alınması gereken bir faktördür. Fakat midaksiller alandan IVC görüntülenmesi, özellikle ön göğüs veya üst batin bölgesinde geniş cerrahi insizyonu bulunan, anterior abdominal ağrı veya distansiyon şikâyeti olan ya da subksifoid pencerenin kullanımının sınırlı olduğu tüm hastalarda faydalıdır. Ayrıca, bu yaklaşımın gözlemciler arası güvenilirliği makul kabul edilebilir bir düzeydedir. [20]. Sağ midaksiller çizgiden transhepatik olarak alt vena kavanın görüntülenmesi, sıkça kullanılan femoral kateterizasyon işleminde, katater ucunun lokalizasyonunun belirlenmesi açısından da tercih edilebilir [105].



Şekil 6. İnförior vena kava'nın midaksiller alandan ölçüm yeri, B-mod USG görüntüsü (Çalışmaya dahil edilen bir hasta ve ultrasonografik görüntüsü)



Şekil 7. İnförior vena kava'nın midaksiller alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü (Çalışmaya dahil edilen bir hastanın ultrasonografik görüntüsü)



Şekil 8. İnförior vena kava'nın midaksiller alandan M-mod ölçüm USG görüntüsü, IVC-Max - IVC-Min (Çalışmaya dahil edilen bir hastanın ultrasonografik görüntüsü)

Tablo 3. IVC ve aort karşılaştırması [102].

IVC	Aort
Batın içinde sağ tarafta bulunur	Sol/orta konumda yer alır
Entübe edilmemiş hastalarda genellikle sıkıştırılabilir (komprese edilebilir)	Sıkıştırılmaz (non-kompresibl)
İnce duvarlı	Kalın duvarlı
Ön dalları yok	Ön dalları vardır
Solunumla değişkenlik gösterir	Solunumla değişkenlik göstermez
Karaciğere yakındır (karaciğerin içinden geçer)	Karaciğere göre daha uzakta, vertebral kolonun hemen önünde yer alır (aortun arkasında belirgin vertebral gölgeye bakın)
Sağ atriyauma açılır	Sağ atriyauma açılmaz (torasik aorta ile devam eder)
Pulsatilite, IVC ile aortayı ayırt etmek için iyi bir yol değildir, çünkü IVC sıklıkla iletilen pulsasyonlar gösterir. Ayrıca, ciddi triküspit yetersizliği gibi kapak bozukluklarında, IVC aortayı taklit ederek çok pulsatil olabilir.	

2.2.4.5. İinferior vena kava kollapsibilite indeksi (cIVC): IVC görüntülenmesi sırasında tek bir çap ölçümü yapmak yanıltıcı olduğu için yukarıda anlatıldığı gibi M-Mod yardımı ile belirlenen ölçüm noktasından üç solunum siklusu boyunca görüntüleme alınır, IVC'nin maksimum ve minimum çapı belirlenir. Solunuma bağlı inferior vena kava çapındaki dinamik değişiklikleri yansıtmak amacıyla IVC kollapsibilite indeksi (cIVC) hesaplanır. cIVC inspirasyon ve ekspirasyon sırasında ölçülen minimal ve maksimal çaplar arasındaki farkın bir oranı olarak tanımlanmakta olup intravasküler hacim durumunun güvenilir bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Başka bir deyişle cIVC spontan solunum yapan hastalarda sağ atriyal basıncın tahmin edilmesi için kullanılan non-invaziv ve pratik bir ölçüm yöntemidir [106]. Bu yöntem, özellikle yoğun bakım ve acil servis gibi hızlı değerlendirme gerektiren klinik ortamlarda, intravasküler hacim durumunun doğru ve hızlı bir şekilde belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

$cIVC = [(IVC-Max - IVC-Min) / IVC-Max] \times 100$ formülü ile hesaplanmaktadır.

Kollapsibilite indeksiyle birlikte IVC çapının eş zamanlı değerlendirilmesi daha doğru ve kapsamlı bir öngörü sağlayabilir [5]. Sıvı yönetiminin dengeli bir şekilde yapılmasını sağlamak için ; mevcut Amerikan Ekokardiyografi Derneği (ASE)

tarafından yayımlanmış ve Avrupa Kardiyoloji Derneği'ne bağlı Avrupa Ekokardiyografi Derneği ile Kanada Ekokardiyografi Derneği tarafından onaylanan kılavuzda belirtildiği üzere, koklama testi (*sniffing test*) ile %50'den fazla kollabe olan ve çapı 2,1 cm'den küçük olan IVC, normal sağ atriyal (RA) basıncı 3 mmHg (0-5 mmHg) gösterir. Buna karşılık, %50'nin altında kollabe olan ve çapı 2,1 cm'den büyük olan IVC'nin varlığı, yüksek sağ atriyal basınca 15 mmHg (10-20 mmHg) işaret etmektedir [107]. Aşağıda Tablo 4'te gösterilmiştir.

IVC çapı ve kollapsibilitesinin beklenen klinik değerlere uymadığı durumlarda, sağ atriyal basıncın tahmini için 8 mmHg'lik bir ara değer (5-10 mmHg aralığında) kullanılabilir. Bu durumda sağ atriyal basıncın daha doğru bir şekilde değerlendirilmesi için ek göstergelerin entegre edilmesi önerilmektedir [53, 107]. Bu ek göstergeler sağ atriyal basıncın daha doğru tahmin edilmesine yardımcı olabilecek daha profesyonel eko bilgisine sahip kalifiye kişilerin yapabileceği; Restriktif sağ ventrikül diyastolik dolun paterni, triküspit E/E' oranının 6'dan büyük olması ve hepatik venlerde diyastolik akımın baskın olduğu durumlar (sistolik dolun fraksiyonu <%55) gibi parametrelerdir. Eğer bu ek parametrelerin gözlenmesi mümkün değil ya da ölçüm alınamazsa, sağ atriyal basınç 3 mmHg'ye düşürülebilir, yani hasta hipovolemik kabul edilip sıvı verilebilir. IVC maksimum çapı küçük (<2.1) ama sniff manevrası sırasında minimal IVC kollapsı (<%35) gözlenmesi ve ek parametrelerin yükselmiş sağ atriyal basınç ile uyumlu olması durumunda, sağ atriyal basınç 15 mmHg varsayıp hasta hipervolemik kabul edilebilir. Belirsizlik devam ediyorsa, sağ atriyal basınç 8 mmHg olarak kabul edilebilir. Sniff manevrasını gerçekleştiremeyen hastalarda ise, sessiz inspirasyon sırasında IVC kollapsının <%20 olması, yükselmiş sağ atriyal basıncı düşündürmektedir, hasta hipervolemiktir [53]. IVC değerlendirmesinde volüm durumunun doğru yorumlanabilmesi için solunumsal değişkenliğin, IVC'nin mutlak çapı ile birlikte analiz edilmesi gerekmektedir [101].

Tablo 4. cIVC ve IVC çapının ortalama sağ atriyum basıncı (RAP) ile Kıyaslanması [107]

Ortalama RAP (mm Hg)	IVC Çapı (cm)	cIVC (%)
0-5	<2.1	>50
5-10	≤2.1	≥50
10-15	>2.1	<50
>15	>>2.5	<50

Sonuç olarak cIVC'nin en önemli klinik değeri, hastada aşırı intravasküler hipervolemi veya hipovolemi olasılığını dışlamaya yardımcı olmasıdır. Eş zamanlı IVC'nin maksimum çapı küçük ve IVC kollapsibilite indeksi büyük ise böyle bir durumda hasta övolemik olabilir, ancak yüksek kardiyak dolum basınçlarına sahip olması olası değildir, hipervolemi dışlanır. Tam tersi şekilde hastada büyük IVC maksimum çapı ve küçük IVC kollapsibilite indeksi mevcutsa düşük kardiyak dolum basınçlarına sahip olması olası değildir, hipovolemik değildir, hasta övolemik olabilir [20, 53, 107, 108]. Normal genç sporcularda, sağ atriyal basınç normal seviyelerde olsa bile IVC'nin genişleyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Diyafragmatik solunumun inferior vena kava kollapsibilite indeksini anlamlı düzeyde etkilediği gösterilmiş; spontan solunum yapan hastalarda cIVC yorumlanırken solunum paterni gibi fizyolojik değişkenlerin mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir [109].

2.2.4.6. İ inferior vena kava distansibilite indeksi (dIVC): Mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda IVC genellikle dilate olup kollabe olmayabilir. Bu nedenle, mekanik ventilasyon altındaki hastalarda IVC kollapsibilitesine dayanan ölçümlerin sağ atriyal basıncı tahmin etmek için doğrudan kullanılmaması gerekir, uygun bir yöntem değildir [53]. Mekanik ventilasyon, spontan solunumdan farklı olarak, solunum sırasında venöz dönüşün hemodinamik dengesini tersine çevirmektedir. Pozitif basınçlı ventilasyon sırasında pozitif intratorasik basınç olup bu basınç artışı, inferior vena kavadan sağ atriya venöz dönüşü kısıtlar ve IVC çapı artar; ekspirasyon sonunda ise intratorasik basınç azalarak sifıra yaklaşır, dolayısıyla venöz dönüşte artış olup IVC çapında azalma gözlenmektedir. Sağ atriyal basıncın normal olduğu hastalarda bu düzenli venöz dönüş, solunum döngüsü boyunca inferior vena kava çapında yalnızca minimal değişikliklere neden olmaktadır (92). Bu sebeple

mekanik ventilasyon altındaki hastalarda çap değişimini gözlemek için IVC distansibilite indeksi (dIVC) kullanılmaktadır.

$dIVC = [(IVC-Max - IVC-Min) / IVC-Min] \times 100$ formülü ile hesaplanmaktadır.

dIVC 'nin sıvı yanıtılığını belirlemedeki kesme değeri literatürde farklılık arz etmektedir. Örneğin bir çalışmada, %18 eşik değeri temel alınarak hastalar sıvı yanıtı veren ve yanıt vermeyen olarak sınıflandırılmıştır [110].

2.2.4.7. İ inferior vena kava değişkenlik indeksi (VI): Hastaların volüm durumunu belirlemek sıvı yanıtını tahmin etmek için, IVC çapını; spontan soluyan hastalarda cIVC, mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda ise dIVC kullanılarak ölçeriz ve değerlendiririz. Ancak bu farklı yöntemlerin kullanılması, iki hasta grubunun doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir [20]. Bazı araştırmacılar, ölçümleri normalize etmek amacıyla ortalama IVC çapını temel alan alternatif bir yöntem geliştirmiş ve bu yöntemi "Değişkenlik İndeksi (VI)" olarak tanımlamışlardır. Bu indeks, IVC'nin maksimum ve minimum çap farkının ortalama IVC çapına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Ayrıca, kollapsibilite indeksinin (CI) hesaplanması için VI değerinden türetilen bir formül kullanılmaktadır.

$$VI = (IVC-Max - IVC-Min) / IVC \text{ ortalama çap}$$

$$CI = 2 \times VI / (2 + VI)$$

Tutarlılık ve pratik uygulama kolaylığı sağlamak amacıyla, hem mekanik ventilasyon uygulanan hem de spontan solunum yapan hastalarda CI hesaplanmaktadır. IVC çap ölçümleri, hastanın solunum durumu gözetilerek, spontan solunum yapan hastalarda veya mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda birden fazla solunum döngüsü boyunca kaydedilmektedir [20].

Hasta pozisyonu juguler venöz distansiyon veya periferik venlerin ölçümü sırasında değişikliklere sebep olabilir. Buna karşın cIVC ölçümleri, hasta semisupin pozisyonda olduğunda (baş-yatak açısı 0° ile 45° arasında) benzer değerler

göstermektedir. Bu nedenle, cIVC değerlendirmesi yapılırken zaman alıcı hasta pozisyon değişikliklerine genellikle gerek yoktur [20].

IVC ultrasonunun çap ve kollapsibilitiyi etkileyen çeşitli faktörler, klinik yorumlamadaki zorluklar ve optimal görüntüleme koşullarının sağlanamaması gibi bazı sınırlamaları vardır. IVC ölçümlerinin tek başına değil, hastanın genel hemodinamik durumu ile birlikte değerlendirilmesi önemlidir. Hastanın kalp yetmezliğinin olması vb gibi genel kardiyovasküler durumu göz önünde bulundurularak intravasküler hacim ölçümlerin klinik bağlamda dikkatlice yorumlanması gerekmektedir. Özellikle şiddetli kapak darlığı, şiddetli triküspit yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, masif pulmoner emboli ve kardiyak tamponad gibi durumlar cIVC'yi azaltırken, IVC-max çapında artışa neden olabilmektedir. Astım veya KOAH alevlenmeleri ve pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulanan hastalar gibi durumlarda, IVC ölçümleri hacim durumunu güvenilir bir şekilde yansıtamayabilir [101]. Mekanik Ventilatör ayarları (yüksek PEEP, düşük tidal volümler) hastaların inspiratuar çabası (NIV/CPAP/kontrolsüz mod) da IVC bulgularını etkiler. Hasta valsalva manevrası yaparsa veya intra-abdominal basıncın yüksek olduğu durumlarda intravasküler hacim olduğundan az tahmin edilir. Bu gibi durumlarda, genişlemiş bir IVC genellikle intravasküler hipervolemi ile ilişkilidir. cIVC'de ve IVC-Max çapında azalmaya neden olabilir. Eğer hastanın inspiratuar çabası artmış, burundan derin nefes alıyorsa IVC-Max çapı değişmemesine rağmen cIVC artarken aynı durumda büyük IVC çapı ve IVC'de çökme olmaması hipovolemi olmadığını gösterir. Görselleştirmeyi sınırlayan faktörler arasında morbid obezite, karın ağrısı veya distansiyonu, bağırsak gazı, cerrahi sonrası pansumanlar, açık göğüs veya karın ameliyatları ve cilt altı amfizemi yer almaktadır. Optimal görüntüleme koşullarının sağlanmasını engelleyen bu faktörlerin üstesinden gelmek için, alternatif ultrason pencereleri ve tekniklerinin kullanımı değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, ultrason görüntülemenin etkinliğini artırarak değerlendirme sürecinin daha güvenilir olmasına katkı sağlayabilir. Bu sınırlamaların farkında olunması ve klinik bağlamda dikkatli bir şekilde yorumlanması, IVC ultrasonunun daha güvenilir ve doğru bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır [20].

2.2.5. Doku Perfüzyon Göstergeleri

Periferik doku hipoperfüzyonuna ilişkin klinik belirtiler yalnızca hemodinamik instabilitenin erken göstergesi olmakla kalmayıp aynı zamanda ilerleyen dönemde gelişebilecek komplikasyonların sepsis, kardiyojenik şok, major cerrahi geçiren kritik hasralar gibi ciddi klinik durumlarda kötü prognozun önemli bir göstergesi ve mortalitenin güçlü bir öngörücüsü olarak kabul edilmektedir [111]. Uluslararası kılavuzlar şok hastalarının erken tespitinde periferik doku perfüzyonunun değerlendirilmesinin büyük önem taşıdığını belirtmektedir [112]. Periferik doku perfüzyonu yatak başında uygulanabilen ve öğrenilmesi kolay çeşitli yöntemlerle değerlendirilebilir. Bu yöntemler arasında mottling skoru gibi yarı-kantitatif ölçümler ile deri sıcaklığı, laktat ve CRT gibi kantitatif parametreler yer almaktadır.

2.2.5.1. Kapiller dolum süresi (CRT): Kapiller dolum süresi (capillary refill time-CRT) periferik perfüzyonun değerlendirilmesinde kolay uygulanabilen, ek kaynak gerektirmeyen evrensel ve çok kullanışlı bir yöntem olarak kabul edilmektedir. İlk olarak 1947 yılında şokun şiddetini derecelendirebilmek amacıyla tanımlanmıştır [113]. CRT'nin resüsitasyon sürecine hızlı yanıt verdiği ve hemodinamik durumun izlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılabileceği gösterilmiştir [114]. CRT akut hastalıkların hem erken hem de geç dönemlerinde hastalık şiddetinin belirlenmesi açısından önemli bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır. Son yayınlanan sepsis kılavuzunda da septik şok geçiren erişkin hastalarda diğer perfüzyon göstergelerine ek olarak, sıvı resüsitasyonuna rehberlik etmesi amacıyla CRT'nin kullanılması önerilir. CRT'nin bozulmuş mikrosirkülasyon ve artmış mortalite ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu gösterilmiştir [115]. CRT yumuşak dokuya (genellikle parmak ucu) basınç uygulanmasının ardından cildin başlangıçtaki rengine dönmesi için geçen süreyi ölçen bir parametredir. CRT ölçümünde eğitimsiz hekimler arasında gözlemciler arası değişkenlik yüksek olsa da, standart protokollerin uygulandığı merkezlerde yapılan değerlendirmelerde daha güçlü bir uyum sağlandığı gösterilmiştir [112]. CRT'nin sıvı tedavi ve resüsitasyon sürecini yönlendirmek için kullanılabilir. CRT makrohemodinamik parametreleri doğrudan yansıtmasa da doku perfüzyonunun değerlendirilmesinde önemli bir klinik göstergedir [114].

CRT klinik uygulamalarda kullanımı bazı zorluklar içerebilir. CRT ölçümü; bireyin yaşı, cinsiyeti, vücut ve ortam sıcaklığı, ışık düzeyi, basıncın süresi, şiddeti, uygulama bölgesi ve şekli gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir, bu da ölçüm sonuçlarında değişkenliklere neden olabilir [111]. CRT değerlendirilmesinde standart bir teknik kullanılması çok önemlidir. Gözlemciler arası güvenilirlik konusu ise hala tartışmalıdır. Bu yöntem konusunda tek bir uygulayıcı olmayacaksa tüm uygulayıcılara eğitim verilmesi gerekmektedir. Eğitim almış yoğun bakım hekimleri veya hemşireleri tarafından kronometre kullanılarak yapılan CRT ölçümlerinin, yüksek düzeyde gözlemci uyumu sağladığı belirlenmiştir. Buna karşılık, CRT'nin subjektif olarak değerlendirilmesi güvenilir sonuçlar vermeyebilir. CRT ölçümünde önemli olan standardizasyon haline getirilmiş bir ölçüm yöntemi ile deri soluklaşana kadar basınç uygulamak ve bu basıncı sabit tutmaktır [114]. Literatürde farklı standardizasyon yöntemi mevcuttur. Ardından, normal cilt renginin geri dönmesi için geçen süre kronometre veya video analizi ile kaydedilir. Uzamış CRT zamanı için farklı kesme değerleri mevcuttur. Literatürlerde 2,4 ila 4.5 saniye arasında değişen değerler uzamış CRT olarak tanımlamıştır [116-118]. Sıvı yüklemesini takiben CRT'de 0.2 saniyeden fazla azalma [112] ya da %25 azalma olup olmamasına göre sıvı ve tedavi yanıtılığı belirlenmiş [119]. Bu nedenle, CRT ölçümleri, tedavi yaklaşımlarının bireyselleştirilmesine katkı sağlayarak sıvı yönetimi ve diğer hemodinamik müdahalelerin optimize edilmesine yardımcı olabilir.

2.2.5.2. Laktat: Laktat yüksekliği tarih boyunca kritik hastalardaki olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. Geçmişten günümüze yapılan geniş kapsamlı bir meta-analizlerle, laktat konsantrasyonlarının kritik hastalarda risk sınıflandırması için önemli bir belirteç olduğunu ve resüsitasyon sürecinde olası bir hedef olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur. Laktat anaerobik metabolizmanın bir ürünü olduğu için yaygın olarak doku hipoksisinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Hiperlaktatemi artan oksijen ihtiyacına karşılık azalmış oksijen sunumu (doku hipoksisi), arteriyel hipoksemi, düşük hemoglobin seviyeleri, obstrüktif şok ve septik şok gibi bölgesel mikrosirkülasyon bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkabilir. Hiperlaktatemi, laktat kinetiği ve mortalite arasındaki güçlü ilişki göz önünde bulundurulduğunda, sepsis ve septik şok yönetimine yönelik kanıta dayalı rehberler

sunan küresel bir girişim olan Sepsiste Sağkalım Rehberi (Surviving Sepsis Campaign-SSC), hemodinamik resüsitasyonun belirli aralıklarla tekrarlanan kan laktat ölçümleri ile yönlendirilmesini önermektedir. Bu doğrultuda, ilk saatte uygulanması gereken bakım paketinin temel bir unsuru olan laktat düzeylerinin 2 ila 4 saat aralıklarla izlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır [120]. Kan laktat düzeyindeki artış, çeşitli klinik etiyojilere bağlı olarak gelişen metabolik bozuklukların bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Yeterli doku oksijenizasyonu mevcudiyetinde de laktat düzeyleri artabilir; hiperlaktatemi yalnızca hipoksiye bağlı olarak ortaya çıkmaz; adrenerjik durumlar ve β 2-agonistlerin kullanımı gibi hipoksiden bağımsız birçok mekanizma da kan laktat seviyelerinin yükselmesine neden olabilir [121]. Ayrıca, hiperlaktateminin yanlış yorumlanması durumunda gereğinden fazla sıvı yüklemesine neden olabileceği bilinmektedir [122]. Ayrıca, laktat düzeylerinin kinetiği nispeten yavaş seyredebilir ve bu durum klinik karar verme sürecini zorlaştırabilir. Ek olarak, laktat ölçümlerinin her sağlık merkezinde erişilebilir olmaması, bu yöntemin kullanımını sınırlayan bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Aslında laktat seviyesinin ölçümü günümüzde hızlı, ekonomik ve pratik bir yöntem haline gelmiştir. Laktat düzeyi arteriyel, kapiller veya venöz kan örneklerinden değerlendirilebilir. Normal fizyolojik koşullarda, laktat üretimi ve geri alımı arasındaki denge doğrultusunda kan laktat seviyesi 0,5-1,5 mmol/L arasında değişmektedir. Laktat seviyesi 2 mmol/L'nin altında olan hastaların çoğunun sağkalımı yüksek bulunurken, laktat seviyesi arttığında mortalite oranının belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir [121]. Tedavi hedefi laktat düzeylerinin normal sınırlarına ulaşmasını sağlamak veya her iki saatte bir en az %20 oranında düşüş göstermesini sağlamak olarak belirlenmiştir [114].

Kan gazı analizinde sıvı yanıtılığını değerlendirirken Baz Açığı (Base Excess, BE) da günlük pratiğimizde önemli bir veridir. Kanın tamponlama kapasitesinin bir göstergesi olup, metabolik asit-baz dengesizliklerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Tanım olarak bir kan örneğini standart koşullarda (PCO₂ 40 mmHg, 37°C) pH 7.40'a ulaştırmak için eklenmesi gereken asit veya baz miktarıdır. Normal BE değeri genellikle -2 ile +2 mmol/L arasında olup, bu aralığın dışına çıkılması metabolik asit-baz bozukluklarına işaret eder. Negatif BE değeri (örneğin, <-2 mmol/L) metabolik asidozu, pozitif BE değeri (örneğin, >+2 mmol/L) ise metabolik alkalozu gösterir. BE,

bikarbonat (HCO_3^-) seviyeleri ve hemoglobin konsantrasyonu gibi parametreler kullanılarak çeşitli formüllerle hesaplanır. Ancak BE değeri altta yatan patolojik mekanizmalar hakkında doğrudan bilgi vermez; bu nedenle, klinik değerlendirmede diğer laboratuvar sonuçları ve hasta bulguları ile birlikte yorumlanmalıdır[123]

2.3. YOĞUN BAKIMDA KULLANILAN SKORLAMA SİSTEMLERİ

Yoğun bakım hastalarında prognostik skorlama sistemleri klinik seyri öngörmek ve mortalite riskini değerlendirmek amacıyla 1974 yılından itibaren kullanılmaktadır. Bu sistemler hastanın fizyolojik parametreleri, laboratuvar bulguları ve organ yetmezliği derecesini dikkate alarak yoğun bakım ünitesindeki sonuçları tahmin etmeye yardımcı olmaktadır.

2.3.1. APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation)

Yoğun bakım hastalarında hastalık şiddetini değerlendiren ilk skorlama sistemi Knaus ve arkadaşları tarafından 1981 yılında geliştirilmiş ve APACHE olarak adlandırılmıştır. Daha sonra klinik uygulamada daha pratik ve kolay kullanılabilir hale getirilmesi amacıyla Knaus ve ekibi tarafından revize edilerek APACHE II skorlama sistemi oluşturulmuştur. İlk yayınlanmasından yıllar geçmesine rağmen, klinik uygulamalarda günümüzde en yaygın kullanılan skorlama sistemi APACHE II olup yoğun bakım hastalarının prognozunu belirlemede, yoğun bakım ünitelerinin hasta sonuçlarını değerlendirmede ve farklı tedavi yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırmada önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. [124] APACHE II skoru üç temel bileşenden oluşmaktadır: akut fizyolojik değişkenler, yaş puanı ve kronik organ yetmezliği olup olmasına göre sağlık puanıdır. Akut fizyoloji parametreleri arasında vücut ısısı, solunum hızı, kalp hızı, ortalama arter basıncı, arter kan gazı yoksa serum bikarbonat düzeyi, oksijen alım yüzdesine göre; arteriyel oksijen basıncı veya alveolar-arteriyel oksijen gradiyenti, hematokrit, beyaz küre sayısı, serum potasyum düzeyi, serum kreatinin seviyesi, Glasgow Koma Skalası (GKS) ile bilinç düzeyi ve arteriyel pH yer almaktadır. Bu skorlama sistemi, hastanın yoğun bakıma kabulünün ilk 24 saati içinde ölçülen en kötü bulgu ve test sonuçlarını değerlendirerek hesaplanır. Her değişken, 0 ile 4 arasında bir değer alır, burada 0 en iyi, 4 en kötü durumu temsil eder. APACHE II skorlama sisteminde alınabilecek teorik olarak en yüksek puan 71

olup, puanın artması hastalık şiddetinin ve mortalite riskinin yükseldiğini göstermektedir [125]. APACHE II skoru hastane içi mortaliteyi öngörmeye tek başına anlamlı bir belirleyicidir ve 16.5 ve üzeri değerlerde mortalite riski artmaktadır [126].

2.3.2. SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)

SOFA skoru 1994 yılında gerçekleştirilen bir konsensus toplantısının ardından geliştirilmiş olup, amacı organ disfonksiyonu/yetmezliğinin zaman içindeki derecesini mümkün olduğunca nicel ve objektif bir şekilde tanımlamak olarak belirlenmiştir. Bu skor, kritik hastalıklara bağlı komplikasyonları tanımlamak için tasarlanmıştır. Başlangıçta sepsisle ilişkili organ yetmezliği değerlendirmesi olarak tanımlanan bu skor, kısa sürede farklı kritik hastalıklarda akut morbiditenin değerlendirilmesinde de faydalı olduğu anlaşılmış ve yoğun bakım pratiğinde giderek daha fazla entegre olmuş yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda kullanım alanı önemli ölçüde genişlemiştir, hastanın klinik durumunu ve uygulanan tedavilere verdiği yanıtı değerlendirmede giderek daha önemli bir araç haline gelmiştir. SOFA skoru, altı farklı sistemin her biri için ayrı ayrı hesaplanan ve 0 ile 4 arasında değişen bir puanlamaya dayanmaktadır. Solunum sistemi değerlendirilmesi PaO₂/ FiO₂ (mmHg) ile kardiyovasküler sistem ortalama arter basıncı (OAB) veya vazopresör gerekliliği olup olmamasıyla, hepatik sistem bilirubin (mg/dl) ile koagülasyon durumu platelet değeri ile renal sistem kreatinin (mg/dl) ve idrar çıkışıyla son olarak nörolojik sistem değerlendirmesi GKS ile yapılır. Artan puan, kötüleşen organ disfonksiyonunu yansıtmaktadır. Literatürdeki çalışmalar artan SOFA skoru ile mortalite arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Skor, yoğun bakım ünitesinden taburculuk sırasında hayatta kalma durumunu ayırt etmede başarılı bir belirteç olarak değerlendirilmiştir. Maksimum SOFA skoruna ek olarak, giriş SOFA skoru ile maksimum SOFA skoru arasındaki fark (delta SOFA) da yoğun bakım mortalitesi ile güçlü bir ilişki gösterir. Günümüzde SOFA skoru, gözlemsel çalışmaların raporlanmasında yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme aracı haline gelmiştir [127].

2.4. ŞOK İNDEKSİ

Şok indeksi hastanın hemodinamik durumunu değerlendirmek için kullanılan basit ancak etkili bir parametredir. Kalp hızının, sistolik kan basıncına bölünmesiyle hesaplanır ve normal değer aralığı genellikle 0,5 ile 0,7 arasında kabul edilir. Kalp hızı ve sistolik kan basıncı tek başına hipovolemik şokun varlığını belirleme hususunda güvenilir değilken, bu iki parametrenin oranı olarak hesaplanan şok indeksi hemodinamik instabilitenin değerlendirilmesinde ve hastaların transfüzyon gereksinimi ile klinik sonuçlarına göre risk sınıflandırmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Özellikle, kalp hızı ve sistolik kan basıncı normal aralıkta olan hastalarda akut hipovolemiyi saptamada klinik bir gösterge olarak önerilmektedir. Özetle şok indeksinde artış, özellikle hipovolemi, hipovolemik şok, kanama, sepsis ve kardiyojenik şok gibi durumlarda kardiyak debinin düştüğünü ve hemodinamik instabilitenin geliştiğini gösterebilir. Ayrıca transfüzyon gereksinimi için de klinik bir gösterge olarak kullanılabilir ve laboratuvar testlerinin hızlı erişilebilir olmadığı durumlarda değerlendirme için pratik bir alternatiftir [128]. Klinik çalışmalar, Şok indeksinin 0,9'un üzerinde olduğunda yoğun bakım ihtiyacının arttığını ve kötü prognoz ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur [129]. Özellikle travma hastalarında, şok indeksinin erken dönemde değerlendirilmesi, gizli hipovoleminin saptanmasına ve resüsitasyon sırasında ve sonrasında yol gösterici olabilir. Sol ventrikül fonksiyonlarının bozulduğu durumlarda da şok indeksi yüksek seyrederek ve hemodinamik durumu izlemekte önemli bir gösterge olarak kullanılabilir. Bu nedenle, acil servis ve yoğun bakım pratiğinde şok indeksi, hızlı karar verme süreçlerinde etkili bir belirteç olarak değerlendirilir [128].

2.5. POSTOPERATİF SIVI TEDAVİSİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN UNSURLAR

Perioperatif dönemde uygulanan her 1 litre sıvı infüzyonunun postoperatif risk oranını %16, komplikasyon oranını ise %32 artırdığı belirlenmiştir. Cerrahi sonrası iyileşmeyi hızlandırmak ve postoperatif komplikasyonları azaltmak amacıyla geliştirilen multidisipliner bir yaklaşım olan ERAS protokolüne göre postoperatif dönemde erken mümkünse 24 saat içinde oral alımın teşvik edilmesi, oral alım başlar başlamaz intravenöz sıvı tedavisi sonlandırılmalı ve yalnızca klinik olarak gerekli

olduğu durumlarda yeniden başlanmalıdır. Böylece enfeksiyon gelişimi riski ve hastanede kalış süresi anlamlı şekilde azalır ayrıca anastomoz bölgesine bağlı komplikasyon oranlarının artırmadığı gösterilmiştir. İntravenöz sıvı tedavisi gerektiğinde, genelde postoperatif hastalarda sodyum ve sıvı dengesi pozitif olduğu için aşırı sodyum yüklenmesinden kaçınılmalıdır. Bu nedenle intravenöz sıvı tedavisi gereken hastalarda düşük sodyum içeren ve düşük hacimli sıvılar tercih edilerek perioperatif dönemde sıvı dengesinin normale dönmesi hedeflenmelidir. Perioperatif dönemde sık karşılaşılan bir durum olan oligüriye, çoğu zaman sıvı yüklemesi ile müdahale edilse de, çalışmalar bu hastalarda böbrek yetmezliği gelişme oranlarının düşük olduğunu göstermektedir. Ek bir klinik endişe olmadığında, permisif oligüri kabul edilebilir bir durum olarak değerlendirilmektedir [130]. Yoğun bakımda takip edilen tüm yüksek riskli hastalarda, hedefe yönelik sıvı tedavisinin postoperatif dönemde devam ettirilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Torasik epidurali olan ve normovolemik olan hipotansif hastalar için aşırı sıvı yüklemesi faydalı değildir; bu hastalar, epidural infüzyonun azaltılması veya kesilmesi ya da vazopressör tedavisi ile yönetilmelidir. Postoperatif rehabilitasyonda hedefe yönelik sıvı resüsitasyon tedavisinin yanında hastalara hipotermi kontrolü, bulantı kusma varlığında tedavisi ve antibiyotik profilaksisi yapılır. Multimodal analjezi protokolleri uygulanı ve genel anestezi sonrası rezidüel kürarizasyona ihtimaline de dikkat edilir.

2.6. GERİATRİK HASTA POPÜLASYONUNDA SIVI YÖNETİMİ

Yaşlılık bireyin yaşam sürecinde erişkinlikten ölüme kadar geçen dönemde meydana gelen değişim ve dönüşümleri ifade eden kronolojik bir kavramdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), yaşlılığı bireyin çevresine uyum yeteneğinin azalması olarak tanımlamaktadır. Yaşlılığın başlangıcı konusunda kesin bir görüş birliği bulunmamakla birlikte, uluslararası alanda ve geriatri ünitelerinde genellikle 65 yaş referans alınmaktadır. Yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte insan ömrü uzamakta ve bu durum yaşlı nüfus oranının giderek artmasına yol açmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre, 2030 yılına kadar dünya genelinde her altı kişiden birinin 60 yaş ve üzeri olacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca 2050 yılına kadar 60 yaş ve üzeri nüfusun iki katına çıkarak 2,1 milyara, 80 yaş ve üzeri nüfusun ise üç katına ulaşarak 426 milyona çıkacağı öngörülmektedir [131]. Yaşlanma süreciyle birlikte

metabolizma hızı azalır ve vücudun detoksifikasyon kapasitesi düşer. Bu durum, serbest radikallerin artmasına, hücre yenilenme hızının yavaşlamasına ve hücre ölümlerinin artmasına yol açar.

Geriatrik cerrahi hastaları genellikle birden fazla kronik hastalığa sahip olduklarından, fonksiyonel kayıp ve bağımsızlıklarını yitirme riski nedeniyle daha yüksek düzeyde perioperatif bakıma ihtiyaç duymaktadır. Postoperatif süreçte ise analjezi yönetimi deliryum ve bilişsel fonksiyon bozuklukları ile diğer olası komplikasyonlar ele alınmalıdır. Geriatrik popülasyon için kardiyak ve pulmoner komplikasyonların en sık görülen sorunlardır [132]. Uygun anestezi yönetiminin yanı sıra cerrahi sonrası bakımın ameliyat sonrası erken dönemde başlatılması ve taburculuğa kadar sürdürülmesi büyük önem taşımaktadır [133]. Yaşa bağlı olarak organ rezervlerinde meydana gelen azalma, hemodinamik instabilitenin artmasına ve elektrolit dengesizliklerine karşı daha hassas bir durum oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum yaşlı hastalarda optimal perioperatif sıvı yönetimini zorlaştıran önemli bir faktördür [134]. Fizyolojik değişimlerin yaşandığı bu hasta grubunda hipovolemi, ciddi hipotansiyona neden olabilir. Tam tersi aşırı sıvı yüklenmesi kalp yetmezliği, pulmoner ödem ve doku ödemi gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Sonuç olarak geriatrik popülasyonun perioperatif sıvı yönetimi dikkatli bir şekilde planlanmalı, sıvı tedavisi hastanın klinik durumu ve hemodinamik parametreleri doğrultusunda hedefe yönelik bireyselleştirilmelidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif, gözlemsel çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10.05.2024 tarihli toplantısında, E24-108 numaralı etik kurul kararı ile izin alındıktan sonra Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde tek merkezli olarak, Helsinki Deklarasyonu'nun son versiyonuna ve iyi klinik uygulamalar yönergesine uygun olarak gerçekleştirildi. Çalışmaya dahil edilen tüm hasta ve/veya hasta yakınları yatış sırasında çalışma ile ilgili bilgilendirilerek aydınlatılmış gönüllü onam formuna imzaları alındı.

Çalışmaya Haziran 2024- Şubat 2025 tarihlerinde 18 yaş üstü, ASA (American Society of Anesthesiologist) sınıflaması I-II-III olan, major cerrahi geçirdikten sonra postoperatif yoğun bakıma alınan 90 hasta dahil edildi.

Dahil edilme kriterleri

- 18 yaş ve üstü
- ASA sınıflandırması I-II-III
- Çalışmaya katılmayı kabul eden
- Postoperatif yoğun bakıma alınan majör cerrahi geçirmiş hastalar

Dışlama kriterleri

- ASA >III olanlar
- 18 yaş altı olanlar
- Gebe hastalar
- Travma hastaları
- Dekompanse Konjestif kalp yetmezliği tanısı olanlar
- Ciddi kalp kapak hastalığı olanlar
- İntrakraniyal hipertansiyon
- Periferik arter hastalığı tanısı olanlar
- Vücut kitle indeksi (VKİ) >40 veya <20 olanlar

- OAB <65 mmHg olan ve steradin kullanan hastalar
- Bakım noktasında USG incelemesini engelleyen toraks ve batında pansumanı, dreni olanlar
- Sırt üstü yatamayan hastalar
- Pulse oksimetre probunun yerleştirileceği parmakta deformite veya yaralanma olan hastalar
- Çalışmaya katılmayı kabul etmeyenler

SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım'a alınan postoperatif majör cerrahi hastaları yattıkları andan başlayarak parmak ucundan non-invaziv nabız oksimetresi kullanılarak perfüzyon indeksi (PI <1,4) ve/veya pletismografi değişkenlik indeksi (PVI >%14) değerine bakıldı ve sadece sıvı tedavisine yanıt vereceği düşünülen spontan soluyan 90 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastalar çalışma ile ilgili bilgilendirildi. Sözlü ve yazılı onamları alındı. Yazılı onamlar 65 yaşın üzerinde olan ve okuma yazma bilmeyen hastalar için birinci derece yakınlarından alındı. Hasta supin pozisyonda yatırıldı, demografik verilerinden; yaşı, cinsiyeti, boyu, kilosu, VKİ, ASA sınıflaması, geçmiş tıbbi öyküsünden başlanarak, geçirdiği cerrahi operasyon, uygulanan anestezi yöntemi (genel/rejyonel), ameliyat süresi, anestezi süresi, hastaya verilen total sıvı volümü (kristaloid-kolloid-kan ürünü olarak ayrı ayrı), intraoperatif dönemde vazopressör kullanımı hikayesi ve kanama miktarı da kayıt altına alındı.

Tüm hastaların rutin yoğun bakım izlemi doğrultusunda elektrokardiyogram (EKG), periferik oksijen saturasyonu (SO₂), non-invaziv sistolik arter basıncı (SAB)-ortalama arter basıncı(OAB) ve kalp hızına (nabız) bakıldı. Şok durumunu değerlendirmek için şok indeksi (Nabız/SAB) hesaplandı. Hasta yatışında alınan kan değerleri ve diğer ölçümler ilk ölçüm (0. dk) olarak kabul edildi. Alınan kan gazı analizinden laktat ve baz açığı (BE) değerleri kaydedildi.

CRT ölçüm standardizasyonu şu şekilde oluşturuldu ve her hastaya aynı şekilde; sağ elinin üçüncü parmağının distal falanksında tırnak yatağına, hava dolu bir enjektör ile sabit basınç uygulandı. 10 ml hava içeren 10 ml'lik enjektörün

(Setecoject™, İstanbul, TR) iğne kısmını çıkarıp ucunu el yardımıyla tamamen kapatıp enjektörün arka kısmı distal falanksta tırnak yatağına yerleştirildi. Enjektör pistonu 7 ml'ye sıkıştırarak kuvvette basınç 7 sn boyunca cilde uygulandı. Basınç kaldırıldıktan sonra doğrudan gözlem altında, normal cilt renginin geri dönmesine kadar geçen süre kronometre kullanılarak kaydedildi. Yoğun bakımımızdaki odaların ışık düzeyi standarttı ve ölçüm oldukça aydınlık ortamda gerçekleştirildi. CRT ölçümleri, aynı enjektör ve aynı kronometreyi kullanarak tek uygulayıcı tarafından yapıldı.

PI ve PVI değerleri, Masimo SET® radical-7 rainbow markalı cihaz yardımı ile infüzyonların olası etkisini önlemek için intravenöz kateterin olmadığı ve kan akımının aralıklı etkilenmemesi için tansiyon manşonunun bulunmadığı taraftaki elin dördüncü parmağına non-invaziv nabız oksimetresinin parmak probu bağlayarak ölçüldü. Monitör üstündeki değerin doğruyu göstermesi için netleşmesi beklendi. Bu süre yaklaşık PI için 20 saniye, PVI için 1 dakika kadar sürdü. Tüm ölçümler cihazın stabilizasyonu için 1 dakika beklendikten sonra kaydedildi. Hastanın ölçüm boyunca hareket etmemesi istendi. Yoğun bakımda ortam sıcaklığı (24-28°C) tüm hastalar için benzer olup, aynı timpanik dijital termometre (ThermoScan® Ear Thermometer PRO 6000; BRAUN, MEXİCO) ile hastaların santral vücut sıcaklığı aynı doktor tarafından ölçülüp kaydedildi.

IVC'nin ultrasonografik değerlendirilmesi (US-IVC) için midaksiller bölgeden IVC maximum çapı ve minimum çapı ölçüldü, kollapsibilite indeksi hesaplandı. Major cerrahi geçiren hasta grubuna abdomen cerrahisi geçiren hastalar da dahil olduğu için tüm hastaları dahil edebilmek ve standardize etmek amacıyla ölçüm için midaksiller bölge kullanılmıştır. Çalışmaya katılan hastalar spontan solunum paterninde olduğu için IVC kollapsibilite indeksi hesaplandı. IVC ölçümü için tüm hastalarda Samsung HM70 Evo ultrason cihazı ve öncelikli tüm hastalarda faz dizilimli (phased-array, kardiyak, 2-8 MHz) prob kullanıldı. VKİ yüksek olan birkaç hastada kavisli (konveks, abdominal, 2-8 MHz) prob kullanıldı. Tüm incelemeler aynı araştırmacı tarafından hastanın sağ tarafında konumlanarak yapıldı. Supin pozisyonda yatmakta olan hastanın sağ lateral taraf midaksiller bölgesine prob yerleştirildi. Probun oryantasyon işareti kranial yönü gösterecek şekilde midaksiller çizgi boyunca transhepatik görüntüleme yoluyla IVC, B-modu ile kesitsel görünümde görüntülendi. IVC'ye

paralel olarak hemen altında abdominal aortun koronal düzlemde görüntülenmesi sağlandı. Genellikle 6. ve 8. interkostal aralıklar arasında prob yukarı ve aşağı hareket ettirilerek, IVC'nin anterior ve posterior duvarlarının net bir şekilde görüntülenmesi sağlanmaya çalışıldı. Bu düzlemde kranial açılma ile kalp lokalize edilmeye çalışıldı. İdeal görüntüyü elde etmek için alt kostalar boyunca ilerleyip probun arka kısmını sağa ve aşağıya doğru (yatağa doğru) eğerek, görüntüleme açısının anteriora yönlendirilmesi bazı hastalarda fayda sağladı. IVC ve aortun ayrımı oldukça önemlidir. IVC diyaframı kalbin hemen inferiorunda çaprazlayarak karaciğerin içinden geçerken süperiorda görüntülendi, hepatic venin IVC'ye açılımı veya IVC'nin sağ atriyuma katılımı doğrulandı. Aortun ise IVC'ye paralel bir yol izleyip probdan daha uzak bir konumda yer aldığı görüldü. Arada kalınan durumlarda, dalga (spektral) Doppler kullanılarak ayırım sağlandı. Kavoatriyal bileşkenin 2 ila 3 cm kaudalinde diyafram seviyesinde ölçüm noktası belirlendi. Maksimum ve minimum IVC çaplarının ölçümü için IVC uzun eksenine dik şekilde ölçüm noktası belirlendikten sonra B-moddan M-mod görünümüne geçildi. Belirlenen ölçüm noktasında en az üç solunum döngüsünü içerecek şekilde solunum hızına bağlı olarak tarama hızı 25 ila 50 mm/s olarak ayarlanarak solunuma bağlı değişiklikler dinamik olarak izlendi. Eş zamanlı olarak hastadan hafif bir koklama veya sessiz inspirasyon yapması istendi. Ölçümler hem inspirasyon hem de ekspirasyon fazlarının sonuna denk gelecek şekilde IVC'nin minimum ve maksimum antero-posterior iç çapları ölçüldü ve kaydedildi. Hastaların tamamı ekstübe ve spontan solunum yapmakta olduğu için solunuma bağlı dinamik değişiklikleri yansıtmak amacıyla IVC kollapsibilite indeksi ($cIVC = [(IVC \text{ maksimum çapı} - IVC \text{ minimum çapı}) / IVC \text{ maksimum çapı}] \times 100$ formülü ile) hesaplandı.

Hastaların yatış değerleri ve kanlarından Akut Fizyoloji ve Kronik Sağlık Değerlendirme II puanı (APACHE II) ve Sıralı Organ Yetmezliği Değerlendirmesi (SOFA) skoru hesaplandı. Hastaların bu ilk değerlendirme yatışının ilk yarım saati içinde tamamlandı.

Bu hastalara elektrolit düzeylerine uygun olarak belirlenen kristaloid solüsyonu 4 ml/kg intravenöz olarak uygulandı. Kristaloid infüzyonunun hızı, infüzyon 30 dk içinde tamamlanacak şekilde ayarlandı. Sıvı replasmanının

bitmesinden bir dakika sonra tüm ölçüm parametreleri tekrarlandı ve hastadan tekrar kan alınarak tüm veriler sıvı replasmanı sonrası (30. dk) olarak kaydedildi.

PI <1,4 ve/veya PVI >%14 değerini sağlayan sıvı tedavisine yanıt vereceği düşünülen spontan soluyan toplam 90 hastaya IVC ultrasonografisi yapılarak sıvı açığı ve ihtiyacı tekrar değerlendirildi. Mevcut Amerikan Ekokardiyografi Derneği (ASE) tarafından yayımlanmış ve Avrupa Kardiyoloji Derneği'ne bağlı Avrupa Ekokardiyografi Derneği ile Kanada Ekokardiyografi Derneği tarafından onaylanan kılavuzda belirtildiği üzere koklama testi (sniffing test) ile IVC çapı < 2.1 cm ve cIVC > %50 olan hastalar (RAP 0–5 mm Hg, ort 3 mmHg) sıvı yanıtı olarak kabul edildi. Buna karşılık IVC çapı > 2.1 cm olup cIVC < %50 olan hastalar (RAP 10-20 mmHg, ort 15 mmHg) hipervolemik kabul edildi [107]. IVC çapı < 2.1 cm olup cIVC < %50 ve IVC çapı > 2.1 cm olup cIVC > %50 olduğunda, bu durum orta derecede sağ atriyum basıncına (5–10 mmHg, ort 8 mmHg) karşılık gelir. Bu durumda ek göstergelerden; IVC-max <2.1 olsa da sniff manevrası sırasında cIVC <%35 olması durumunda, RAP 15 mmHg varsayıp hasta hipervolemik kabul edildi. Belirsizlik devam ediyorsa sağ atriyal basıncı 8 mmHg hastalar övolemik olarak kabul edildi. Sıvı yanıtlılığı olacağı düşünülen gruptaki 63 hastaya uygun sıvı replasman planı uygulanıp kontrollü bir şekilde tedaviye devam edildi. Sıvı replasmanına yanıt alınamayacağı düşünülen hastalarda sıvı tedavisi durduruldu. Bu hastalar bir saat sonra tekrar değerlendirildi.

3.1. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmanın istatistiksel analizinde IBM SPSS 26.0 paket programı kullanıldı. Çalışmaya katılan ameliyat olan hastaların demografik verilerinin, tüm klinik değerlerinin ve sıvı replasmanı öncesi/sonrası ölçümlerinin betimsel istatistikleri (Frekans, yüzde, medyan, min-maks değerler, ortalama, standart sapma) hesaplandı. Sıvı replasmanı öncesi ve sonrası ölçümlerin karşılaştırılmasında normal dağılan parametreler için paired samples t test, normal dağılmayan parametreler için ise Wilcoxon signed ranks test kullanıldı. Bağımsız grupların karşılaştırılmasında ise normal dağılan parametreler için independent samples t test, normal dağılmayan parametreler için de Mann Whitney U test kullanıldı. İlişki analizlerinde normal dağılan parametreler için Pearson, normal dağılmayan parametreler için ise Spearman

korelasyon analizleri kullanıldı. Parametrelerin normal dağılıp dağılmadığı Shapiro Wilk test ile belirlendi. Bağımsız değişkenlerin sıvı replasmanına cevap verip vermeme durumuna etkisini ölçmek için ise Lojistik Regresyon Analizi kullanıldı, kesme değerleri (cutoff) bulmak için ROC eğrileri çizildi. Tüm istatistiksel analizler %95 güven aralığında, anlamlılık ise $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.



4. BULGULAR

Çalışmamıza Haziran 2024 - Şubat 2025 tarihleri arasında major cerrahi geçirdikten sonra postoperatif yoğun bakıma alınan toplam 90 hasta dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen hastaların 50'si kadın (%55,6) ve 40'ı erkek (%44,4) idi. Hastaların yaş ortalaması $67,12 \pm 14,2$ olup en genci 22, en yaşlısı 93 yaşındadır. Hastaların boy ortalaması $1,65 \pm 0,1$ m olup, en kısası 1,47 m, en uzununu 1,87 m boyundadır. Hastaların vücut ağırlığı ortalaması $74,73 \pm 13,8$ kg olup en zayıfı 47 kg, en kilolu 110 kg ağırlığındadır. Hastaların vücut kitle indeksi ortalaması $27,44 \pm 4,9$ kg/m^2 'dir. Ameliyat süre ortalaması $193,17 \pm 90,5$ dk; anestezi süre ortalaması $216,78 \pm 87,8$ dk'dir. Hastalara verilen toplam sıvı volümü ortalaması $2555,06 \pm 1579,5$ mL; kanama miktarı ortalaması ise $412,89 \pm 622,4$ mL'tür. Majör cerrahi hastaların 73'ü (%81,1) genel, 17'si (%18,9) rejonel anestezi altında opere olmuştur. Hastaların ASA skoru dağılımı %24,4'ü ASA II (n:22) ve %75,6'si ASA III (n:68) idi. Hastaların 34'ü (%37,8) diabetes mellitus (DM), 54'ü (%60) hipertansiyon (HT), 5'i (%5,6) konjestif kalp yetmezliği (KKY), 14'ü (%15,6) ritm bozukluğu, 33'ü (%36,7) koroner arter hastalığı (KAH), 9'u (%10) kronik böbrek hastalığı (KBH) ve 16'sı da (%17,8) KOAH/Astım hastasıdır. Hastaların 31'inde (%34,4) intraoperatif dönemde vazopressör kullanımı mevcuttur. Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri Tablo 5 de görülmektedir.

Tablo 5. Demografik ve Klinik Veriler

Demografik veriler n=90	Ort.±SS (Min-Maks) veya n (%)
Yaş	67,12±14,2 (22-93)
Boy	1,65±0,1 (1,47-1,87)
Vücut ağırlığı	74,73±13,8 (47-110)
VKİ	27,44±4,9 (20,7-39)
Ameliyat süresi (Dk.)	193,17±90,5 (40-450)
Anestezi süresi	216,78±87,8 (55-490)
Introoperatif verilen toplam sıvı	2555,06±1579,5 (450-7700)
Kanama miktarı	412,89±622,4 (0-3000)
Cinsiyet	
Kadın	50 (55,6)
Erkek	40 (44,4)
ASA	
ASA 2	22 (24,4)
ASA 3	68 (75,6)
Anestezi şekli	
Genel	73 (81,1)
Rejyonel	17 (18,9)
Ek hastalık	
DM	34 (37,8)
HT	54 (60)
KKY	5 (5,6)
Ritm bozukluğu	14 (15,6)
KAH	33 (36,7)
KBH	9 (10)
KOAH/Astım	16 (17,8)
Intraoperatif vazopressör kullanımı	
Yok	59 (65,6)
Var	31 (34,4)

Postoperatif majör cerrahi hastalarının erken dönemdeki sıvı açığı ve ihtiyacının değerlendirilmesi için yoğun bakıma yattıkları anda yapılan tüm test ve kan değerleri, ilk ölçüm değer (0. Dk) olarak kabul edildi. Bu hastalara 30 dakika içinde uygulanan sıvı replasmanının bitmesinden bir dakika sonra tüm ölçüm parametreleri ve alınan kanlar tekrarlandı ve tüm veriler sıvı replasmanı sonrası (30. Dk) olarak kaydedildi. Tüm ölçüm parametrelerinin ilk ölçüm değerleri ile sıvı replasmanı sonrası değerleri karşılaştırıldı. (Tablo 6)

Tablo 6. Katılımcıların ilk ölçüm değerleri ile sıvı replasmanı sonrası parametrelerinin karşılaştırılması

	İlk ölçüm değer(0.dk)			Sıvı replasmanı sonrası(30.dk)			t veya z	P
	Medyan	Min-Maks	Ort.±SS	Medyan	Min-Maks	Ort.±SS		
SO ₂	97	78-100	95,97±3,9	98	90-100	97,24±2,7	Z:-3,8	0,0001**2
Kalp hızı	82,5	50-130	83,78±17,6	81	55-141	83,1±16,6		0,317 ²
SAB	131	77-194	129,48±23,3	128,5	85-183	129,31±21		0,937 ¹
OAB	91	65-139	90,97±18,8	91	65-147	93,44±18,1		0,225 ²
Şok indeksi	0,625	0,31-1,26	0,66±0,2	0,62	0,35-1,42	0,66±0,2		0,356 ²
APACHE II Skoru	9,5	0-23	10±4,7	9,5	1-22	9,64±4,7		0,329 ²
SOFA Skoru	2	0-8	2,67±2,3	2	0-9	2,38±2,2	Z:-2,269	0,023* ²
Laktat	1,9	-4,4-8,1	2,31±1,6	1,7	0,5-8	2±1,3	Z:-4,045	0,0001**2
BE	-3,25	-18-10	-3,14±4,3	-1,9	-11,5-11	-1,57±3,9	Z:-5,651	0,0001**2
CRT	3	1,09-5,9	3,16±1,1	2,655	1-4,64	2,74±0,9	t:5,758	0,0001**1
PI	1	0,19-6,4	1,56±1,5	1,4	0,26-11	2,04±1,8	Z:-5,838	0,0001**2
PVI	18	5-55	20,21±10,3	14	5-41	16,66±8,4	Z:-4,717	0,0001**2
Vücut sıcaklığı	35,9	33-37,4	35,81±0,6	36,3	35-37,5	36,29±0,4	Z:-7,4	0,0001**2
IVC-Max çapı	1,35	0,59-2,45	1,43±0,5	1,4	0,51-2,67	1,49±0,5		0,068 ²
IVC-Min çapı	0,55	0-1,96	0,63±0,4	0,73	0,15-1,87	0,79±0,4	Z:-5,503	0,0001**2
cIVC	0,61	0,19-1	0,58±0,2	0,5	0,2-0,83	0,48±0,1	t:9,005	0,0001**1

¹: Paired samples t test, t değeri; ²: Wilcoxon signed ranks test, z değeri; *: p<0,05; **: p<0,01

Çalışmaya katılanların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası SO₂, PI, vücut sıcaklığı, IVC Minimum çapı (IVC Min çapı) değerleri istatistiksel olarak *anlamlı bir artış* göstermiştir.

Çalışmaya katılanların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası SOFA skoru, Laktat değerleri, BE değerleri, CRT, PVI, cIVC değerleri istatistiksel olarak *anlamlı olarak azalmıştır*.

Çalışmaya katılanların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası kalp hızı, OAB, SAB, şok indeksi, APACHE II skoru ve IVC Maksimum çapı (IVC-Max çapı) değerleri arasında istatistiksel olarak *anlamlı bir fark yoktur*.

Hastaların APACHE, SOFA gibi skorlama sistemlerinden aldıkları puanlar ile doku perfüzyon göstergeleri olan plazma laktat düzeyi, PI ve PVI değeri, şok indeksi, BE, CRT, OAB ve IVC ölçüm değerlerinin arasındaki korelasyon Tablo 7 ve 8 de gösterilmektedir. Parametreler değerlendirilirken ilk ölçüm ya da sıvı replasmanı

sonrası değerlerini değil, her bir parametrenin sıvı yüklemesine verdiği yanıt üzerinden hesaplanan değişim değerleri esas alınıp ve bu değişimler arasındaki korelasyon analizi yapıldı.

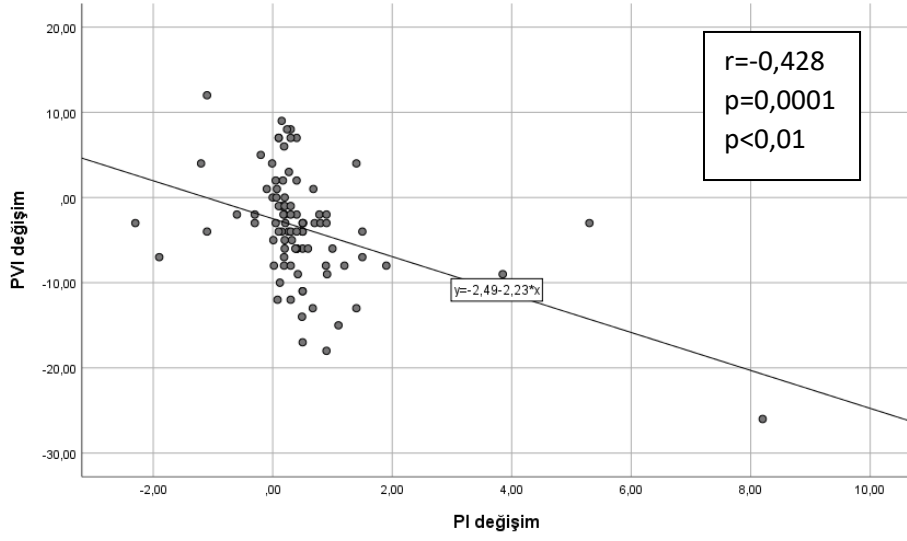
Tablo 7. cIVC, PI, PVI, CRT, Laktat, BE ve OAB parametrelerindeki sıvı replasmanı sonucunda gerçekleşen değişimlerin birbiri arasındaki korelasyon analizi

		cIVC değişim	PI değişim	PVI değişim	CRT değişim	Laktat değişim	BE değişim	OAB değişim
cIVC değişim	r	1	-,220*	0,082	0,171	0,017	-0,123	0,067
	p		0,037	0,443	0,106	0,877	0,249	0,533
	N	90	90	90	90	90	90	90
PI değişim	r		1	-,428**	-0,009	-0,103	0,102	-0,099
	p			0,0001	0,932	0,332	0,336	0,353
	N		90	90	90	90	90	90
PVI değişim	r			1	-0,007	0,187	-0,097	-0,029
	p				0,948	0,077	0,361	0,789
	N			90	90	90	90	90
CRT değişim	r				1	0,073	-0,109	-0,004
	p					0,495	0,308	0,970
	N				90	90	90	90
Laktat değişim	r					1	-0,059	-0,099
	p						0,581	0,352
	N					90	90	90
BE değişim	r						1	0,134
	p							0,209
	N						90	90
OAB değişim	r							1
	p							
	N							90

** : p<0,01

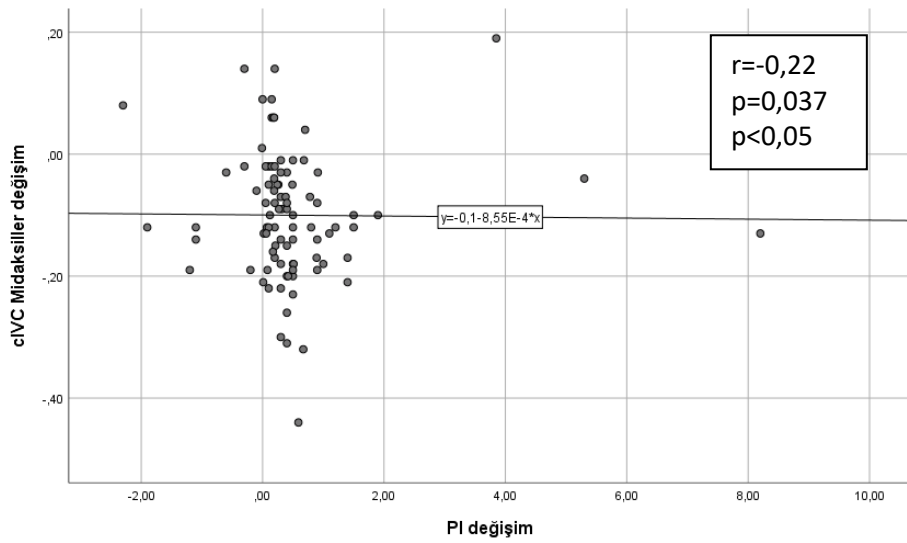
Sıvı replasmanı sonrası cIVC-Midaksiller değişim ile PI değişim miktarı ve PI değişim miktarı ile PVI değişim miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki vardır.

Buna karşın, cIVC-Midaksiller değişimi ile PVI ve diğer parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p > 0,05).



Şekil 9. PI ile PVI değişim miktarı arasındaki korelasyon analizinin dağılım grafiği

Sıvı replasmanı sonrası PI değişim miktarı ile PVI değişim miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı, negatif yönlü ve orta düzeyde bir ilişki vardır. Hipoperfüzyon ve hipovolemi durumlarında, PI değeri pulsatil bileşenin azalması nedeniyle düşerken; respiratuvar siklulardaki PI değişkenliğini yansıtan PVI değeri ise artar. Dolayısıyla PI'da gözlenen artış ile PVI'daki azalma klinik olarak benzer şekilde, periferik perfüzyonun ve sıvı yanıtılığının iyileştiğini gösterir. Bu iki parametre arasında ters yönlü bir ilişki olmasına rağmen, bu ilişki klinik açıdan pozitif bir tabloya işaret eder.

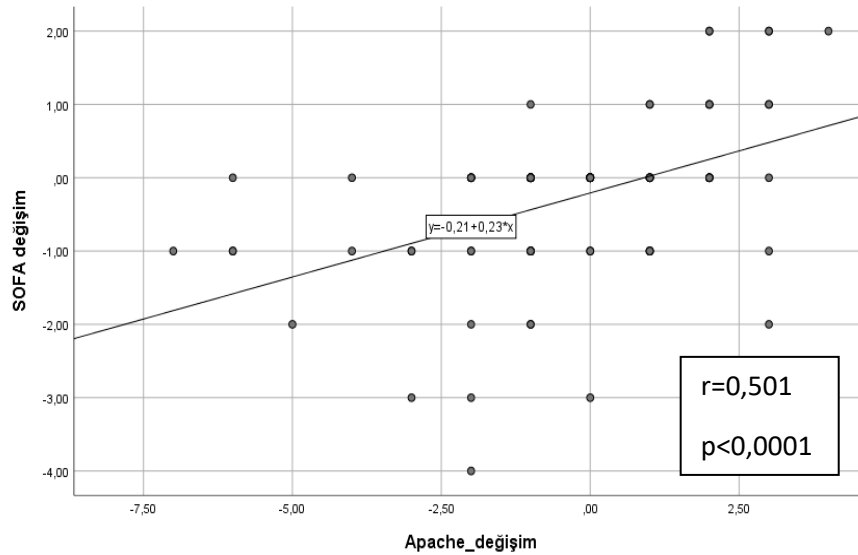


Şekil 10. PI ile cIVC değişim miktarı arasındaki korelasyon analizinin dağılım grafiği

Sıvı replasmanı sonrası cIVC değişim ile PI değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı, negatif yönlü ve düşük düzeyde bir ilişki vardır.

Tablo 8. Apache II, SOFA skorları, PI, Laktat ve Baz açığındaki değişim miktarları arasındaki ilişki analizi

		PI değişim	Laktat değişim	Baz açığı değişim	Apache değişim	SOFA değişim
PI değişim	r	1	-0,103	0,102	0,080	0,159
	p		0,332	0,336	0,456	0,135
	N	90	90	90	90	90
Laktat değişim	r		1	-0,059	-0,029	-0,110
	p			0,581	0,784	0,302
	N		90	90	90	90
Baz açığı değişim	r			1	-0,026	0,167
	p				0,810	0,116
	N			90	90	90
Apache değişim	r				1	,501**
	p					0,0001
	N				90	90
SOFA değişim	r					1
	p					
	N					90



Şekil 11. SOFA ile APACHE II değişim miktarı arasındaki korelasyon analizinin dağılım grafiği

Sıvı replasmanı sonrası SOFA değişim miktarı ile Apache II değişim miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönlü, orta düzeyde bir ilişki vardır.

Elde edilen veriler ışığında çalışmaya katılan hastaların büyük çoğunluğu geriatrik popülasyona dahil olduğu için, 65 yaş ve üzeri major cerrahi geçirmiş hastalarda; sıvı dengesi ve sıvı cevabının incelenmesi amacıyla çalışmaya katılanlar iki gruba ayrılmıştır. 65 yaş altı grup 32 hastadan ve 65 yaş üzeri grup 58 hastadan oluşmaktadır. Yaşa göre gruplandırılmış hastaların karşılaştırılması Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Yaş gruplarına göre karşılaştırmalar

Yaş grupları	< 65 yaş (n=32)			≥ 65 yaş (n=58)			p
	Medyan	Min-Maks	Ort.±SS	Medyan	Min-Maks	Ort.±SS	
CRT ilk ölçüm	2,435	1,09-5,3	2,69±1,1	3,275	1,2-5,9	3,42±1,1	0,003** ¹
CRT sıvı rep. sonrası	2,24	1-4	2,4±0,9	2,845	1,15-4,64	2,92±0,9	0,012* ²
CRT Değişim	-0,17	-1,31-1	-0,29±0,6	-0,3	-2,3-0,94	-0,49±0,7	0,18 ²
PI ilk ölçüm	1,2	0,19-6,4	1,87±1,8	0,94	0,19-5,7	1,39±1,3	0,234 ²
PI sıvı rep. sonrası	1,45	0,26-8,4	2,46±2,1	1,4	0,4-11	1,81±1,5	0,481 ²
PI Değişim	0,265	-0,3-8,2	0,6±1,4	0,35	-2,3-5,3	0,42±1,1	0,546 ²
PVI ilk ölçüm	16	6-34	16,5±5,9	19	5-55	22,26±11,6	0,018* ²
PVI sıvı rep. sonrası	14	5-30	13,81±5,5	15	6-41	18,22±9,3	0,035* ²
PVI Değişim	-2,5	-26-9	-2,69±7,2	-3,5	-18-12	-4,03±5,9	0,342 ¹
cIVC ilk ölçüm	0,56	0,24-0,72	0,53±0,1	0,63	0,19-1	0,61±0,2	0,012* ²
cIVC sıvı rep. sonrası	0,47	0,2-0,68	0,46±0,1	0,5	0,2-0,83	0,5±0,1	0,223 ¹
cIVC Değişim	-0,08	-0,3-0,14	-0,07±0,1	-0,12	-0,44-0,19	-0,12±0,1	0,022* ¹

¹: Independent samples t test; ²: Mann Whitney U test; *: p<0,05; **: p<0,01

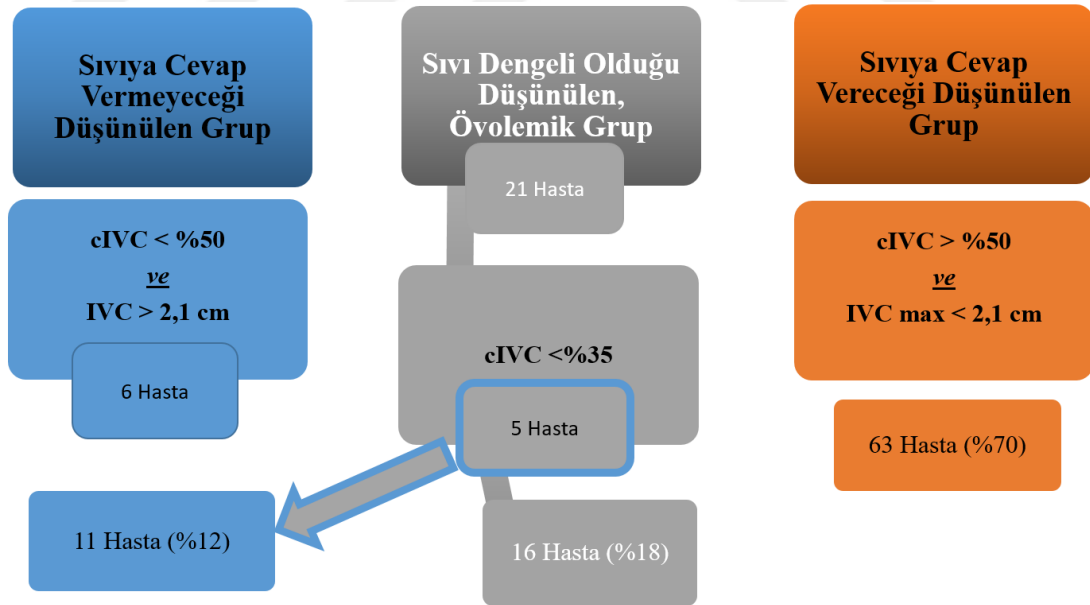
Çalışmaya katılanlardan <65 yaşındakiler ile ≥65 yaşındakiler arasında ilk ölçüm CRT, PVI ve cIVC parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Çalışmaya katılanlardan <65 yaşındakiler ile ≥65 yaşındakiler arasında sıvı replasman sonrası CRT ve PVI parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

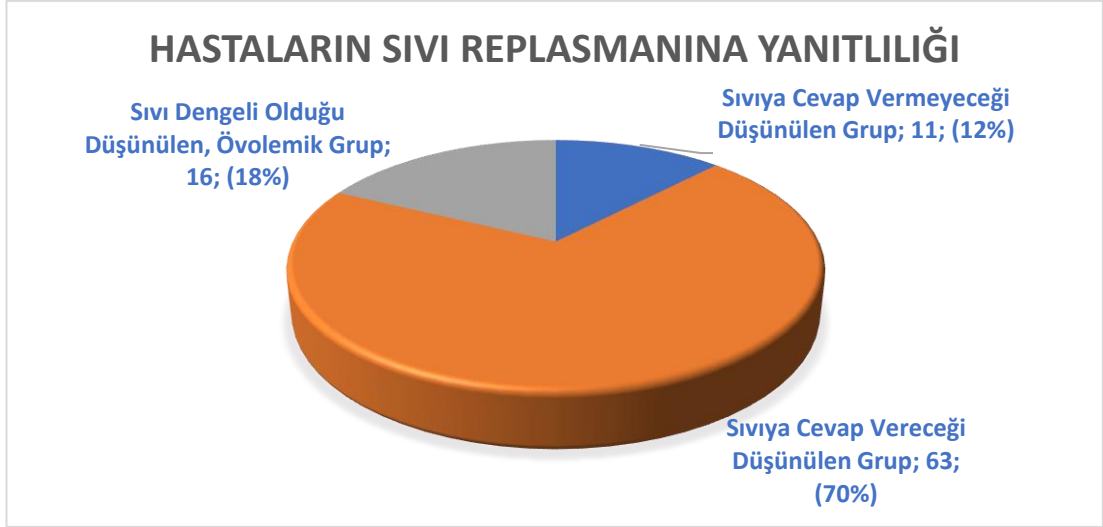
Çalışmaya katılanlardan <65 yaşındakiler ile ≥65 yaşındakiler arasında parametrelerin değişim miktarları bakımından bakıldığında cIVC ölçümün değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. CRT ve PVI parametrelerindeki değişim miktarları bakımından yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Yaş grupları arasında sadece PI parametresinin ilk ölçüm, sıvı replasmanı sonrası ölçüm ve değişim miktarı arasında istatistiksel olarak *anlamlı bir fark yoktur*.

Çalışmamızdaki tüm hastaların ilk ölçüm PI <1,4 ve/veya PVI >%14 idi. Bu hastaların IVC'nin ultrasonografik değerlendirmesine göre sıvı açığı ve ihtiyacı tekrar değerlendirildi. Hastaların ilk ölçüm değerleri; sıvıya yanıt verebileceği düşünülen, hipovolemik grupta cIVC > %50 ve IVC-max < 2,1 cm olup toplamda 63 hasta olarak bulundu. Sıvıya yanıt vermeyeceği düşünülen hipervolemik grubun cIVC < %50'nin altında ve IVC-max > 2,1 cm olup 6 hasta olarak bulundu. Bu iki gruba dahil olmayan ara grupta cIVC < %35 olan 5 hasta da sıvıya yanıt vermeyeceği düşünülen gruba dahil edildi. Bu grubun geri kalan 16 hastası, tüm populasyonun %18'i sıvı dengeli, övolemik olarak kabul edildi. IVC kollapsibilite indeksine ve IVC maksimum çapına göre sınıflamanın diyagrama dökülmüş hali şekil 9'da gösterilmiştir. Sonuç olarak sıvı replasmanına, hastaların 11'inin (%12) cevap vermeyeceği, 63'ünün (%70) cevap vereceği kabul edildi. Şekil 10 daki pasta grafiğinde hastaların sıvı yanıtlılığı şematize edilmiştir.



Şekil 12. Çalışmaya katılan hastaların IVC'nin ultrasonografik değerlendirmesine göre sıvı açığı ve ihtiyacının sınıflandırılması



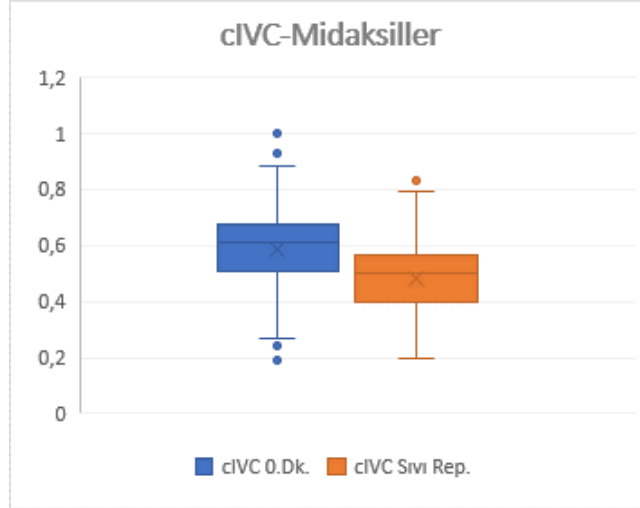
Şekil 13. Çalışmaya katılan hastaların IVC'nin ultrasonografik değerlendirmesine göre sıvı yanıtlılığı

Tablo 10. Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası parametrelerin karşılaştırılması

Sıvı replasmanına cevap verenler (n=63)	İlk ölçüm değeri (0.dk)			Sıvı replasmanı sonrası (30.dk)			P
	Medyan	Min-Maks	Ort.±SS	Medyan	Min-Maks	Ort.±SS	
CRT	3,25	1,09-5,9	3,27±1,2	2,8	1-4,64	2,82±1	0,0001** ¹
PI	0,98	0,19-5,2	1,22±1	1,4	0,26-8,4	1,73±1,4	0,0001** ²
PVI	18	5-49	19,73±9,7	14	5-41	15,98±7,4	0,0001** ²
cIVC	0,64	0,51-1	0,66±0,1	0,53	0,33-0,83	0,53±0,1	0,0001** ²

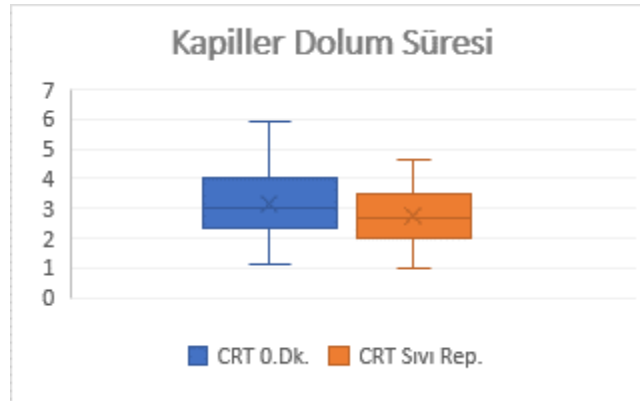
¹: Paired samples t test; ²: Wilcoxon signed ranks test; **: p<0,01

Sıvı replasmanı sonrası sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların CRT, PVI) ve cIVC istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bir azalma göstermiştir. PI ise sıvı replasmanı ile istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bir artış göstermiştir.



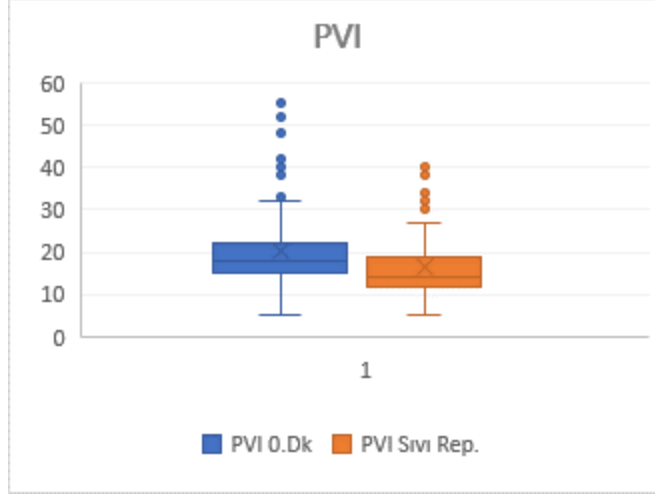
Şekil 14. Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası cIVC ölçümünün karşılaştırılması

Sıvı replasmanına cevap verenlerin, ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası cIVC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Tablodaki değerleri ondalık gösterilmiş olup yüzde olarak belirtilir. İlk ölçüm cIVC değerlerinin ortalaması %66 olup sıvı replasmanı sonrası ortalama değer %53 olmuştur, cIVC değerlerindeki azalış istatistiksel olarak anlamlıdır. (p=0,0001<0,01)



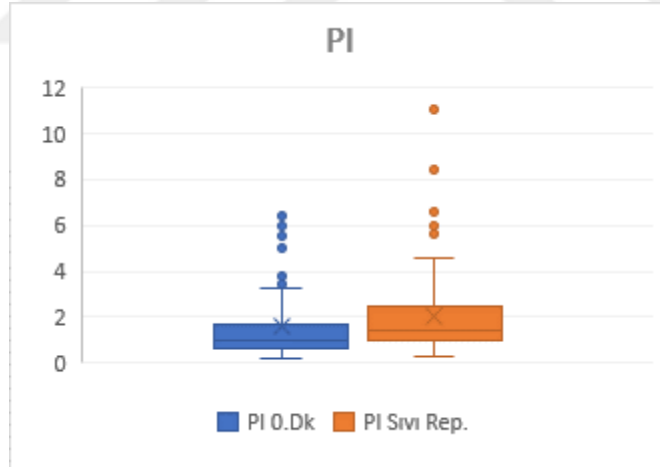
Şekil 15. Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası CRT ölçümünün karşılaştırılması

Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların, ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası CRT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Sıvı replasmanı sonrası CRT'nin ortalama değeri 3,27 saniyeden 2,82 saniyeye düşmüştür. Bu da anlamlı bir azalmadır. (p=0,0001<0,01)



Şekil 16. Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası PVI değerlerinin karşılaştırılması

Sıvı replasmanına cevap verenlerin, ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası PVI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Sıvı replasmanı sonrası PVI'nın ortalama değeri %19,73'den %15,98'e düşmüştür. Bu da anlamlı bir azalmadır. ($p=0,0001<0,01$)



Şekil 17. Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası PI değerlerinin karşılaştırılması

Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastaların, ilk ölçüm ile sıvı replasmanı sonrası PI değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Sıvı replasmanı sonrası PI'in ortalama değeri 1,22 saniyeden 1,73 saniyeye çıkmıştır. Bu da anlamlı bir artmadır. ($p=0,0001<0,01$)

Tablo 11. cIVC, PI, PVI, CRT ölçümünün sıvı yanıtlılığı üzerindeki etkilerinin modeli

Sıvı Replasmana cevap veren/Sıvı replasmanına cevap vermeyen	χ^2	p (Model)	-2 Log likelihood	R ²
cIVC, PI, PVI, CRT	78,566	0,0001**	31,389	0,826

** : p<0,01

Postoperatif major cerrahi hastalarında *cIVC, PI, PVI, CRT* ölçümünün *aynı anda sıvıya cevap verme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı* bir etkisi vardır. (Lojistik Regresyon Analizi; p=0,0001<0,01)

Tablo 12. cIVC, PI, PVI, CRT ölçümünün sıvı yanıtlılığı üzerindeki Lojistik Regresyon Analizi

Sıvı Replasmana cevap veren/Sıvı replasmanına cevap vermeyen	B	Standart Hata	Wald	sd	p	Exp(B)
CRT ilk ölçüm	-0,233	0,522	0,199	1	0,656	0,792 (0,285-2,203)
PI ilk ölçüm	-0,911	0,465	3,844	1	0,050	0,402 (0,162-1)
PVI ilk ölçüm	-0,119	0,056	4,495	1	0,034*	0,888 (0,795-0,991)
cIVC ilk ölçüm	36,432	10,343	12,406	1	0,0004**	6,640E+15 (10421273,2-4,230E+24)
Sabit	-14,346	4,772	9,039	1	0,003**	0,0

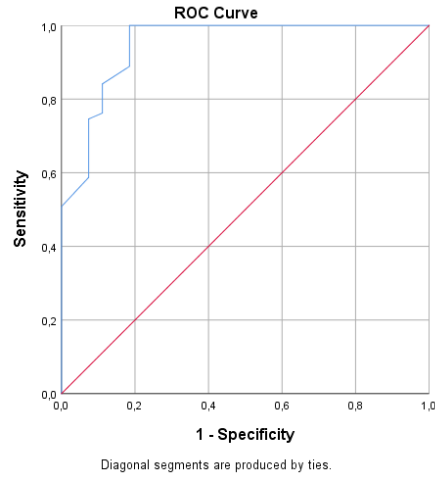
PVI'nın ilk ölçüm değerinin sıvı replasmanına cevap verme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır. (p=0,034 <0,05) *PVI'daki bir birimlik artış sıvı replasmanına cevap vermeyi 0,888 kat artırmaktadır.*

cIVC'nin ilk ölçüm değerinin sıvı replasmanına cevap verme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır. (p=0,0004 <0,01) *cIVC'deki bir birimlik artış sıvı replasmanına cevap vermeyi 6,640E+15 (6,640 × 10¹⁵) kat artırmaktadır.*

Tablo 13. cIVC ölçümünün sıvı yanıtlılığını tahmin edebilirliğinin ROC analizi

Sıvı replasmanına cevap	AUC (%)	Cutoff	p	Sensitivity (%)	Specificity (%)
cIVC ilk ölçüm	0,947 (0,896-0,998)	0,545	0,0001**	84,1%	88,9%

** : p<0,01



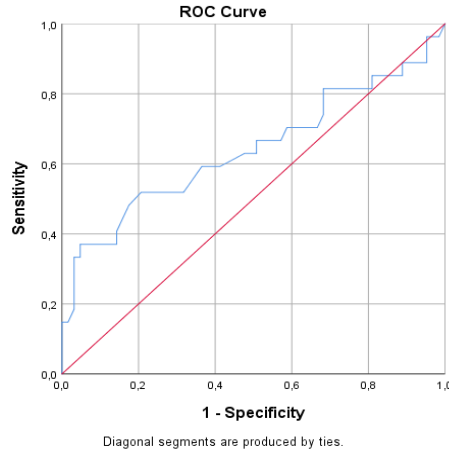
Şekil 18. Yoğun bakıma yatınca ölçülen cIVC parametresinin sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC grafiği

Çalışmamıza katılan tüm hastalarda yoğun bakıma yattığında ölçülen ilk ölçüm cIVC ölçümünün ortalaması %58 idi (Tablo 6). Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen 63 hastada cIVC ölçümünün ortalaması %66 idi (Tablo 10). Yapılan ROC analizinde hastanın yoğun bakıma yattığında ölçülen ilk ölçüm *cIVC ölçümünün sıvı replasmanına cevap vereceğini tahmin edebilirliğinin kesme değeri %54 olarak belirlenmiştir*. Değerler tabloda ondalık biçimde belirtilmiştir. *Duyarlılığı ve özgüllüğü yüksek istatistiksel olarak anlamlıdır*. (AUC: 0,947, $p=0,0001<0,01$, Tablo 14, Şekil 18)

Tablo 14. PI'ın sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC analizi

Sıvı replasmanına cevap	AUC (%)	Cutoff	p	Sensitivity (%)	Specificity (%)
PI ilk ölçüm	0,641 (0,5-0,781)	1,05	0,035*	59,3%	58,7%

*: $p<0,05$

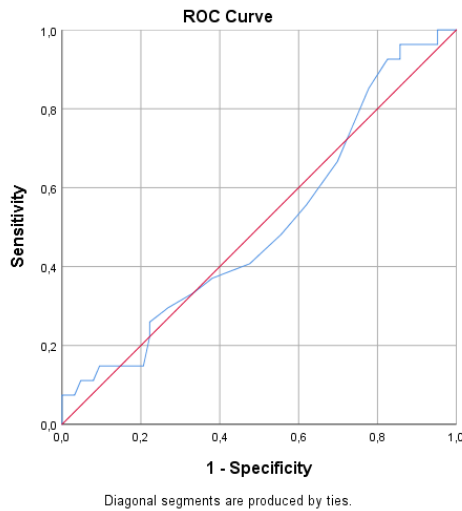


Şekil 19. Yoğun bakıma yatınca ölçülen PI parametresinin sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC grafiği

Çalışmamıza katılan tüm hastalarda yoğun bakıma yattığında ölçülen ilk ölçüm PI değerlerinin ortalaması 1,56 idi (Tablo 6). Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastalarda PI değerinin ortalaması 1,22 idi (Tablo 10). Yapılan ROC analizinde hastanın yoğun bakıma yattığında ölçülen ilk ölçüm PI değerinin sıvı replasmanına cevap vereceğini tahmin edebilirliğinin kesme değeri 1,05 olarak belirlenmiştir. (AUC:0,641, $p=0,035<0,05$, Tablo 13, Şekil 19)

Tablo 15. PVI ölçümünün sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC analizi

Sıvı replasmanına cevap	AUC (%)	Cutoff	p	Sensitivity (%)	Specificity (%)
PVI 0.dk	0,504 (0,374-0,634)	17,5	0,954	48,1%	44,4%



Şekil 20. Yoğun bakıma yatınca ölçülen PVI parametresinin sıvı yanıtılığını tahmin edebilirliğinin ROC grafiği

Çalışmamıza katılan tüm hastalarda yoğun bakıma yattığında ölçülen ilk ölçüm PVI ölçümünün ortalaması %20 idi (Tablo 6). Sıvı replasmanına cevap vereceği düşünülen hastalarda cIVC ölçümünün ortalaması %19,73 idi (Tablo 10). Ancak yapılan ROC analizinde hastanın yoğun bakıma yattığında ölçülen ilk ölçüm PVI'nın sıvı yanıtılığını öngörmedeki kesme değeri %48 duyarlılık ve %44 özgüllük göstermiştir. Bu nedenle *PVI için güvenilir bir eşik değer belirlenememiştir.* (AUC: 0,504, $p=0,954 >0,05$, Tablo 14, Şekil 20)



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada; yoğun bakıma alınan postoperatif majör cerrahi hastalarında, hedefe yönelik sıvı resüsitasyon tedavisinin planlanmasında kullanılan non-invaziv yöntemlerden PI, PVI, CRT ve cIVC'nin, sıvı yüklemesi sonrası istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler göstermiştir. Ayrıca bu non-invaziv yöntemlerin birlikte kullanımının klinik pratikte sıvı yanıtılığını göstermede yararlı ve kullanılabilir parametreler olduğu belirlenmiştir.

Hedefe yönelik sıvı resüsitasyonu planlamasında, karar verme sürecini destekleyecek non-invaziv ve güvenilir değerlendirme yöntemleri kritik öneme sahiptir [53]. Pearse ve ark. yaptıkları çalışmada postoperatif dönemde yoğun bakımda takip edilen majör cerrahi geçiren hastalarda uygulanan hedefe yönelik sıvı tedavisi yaklaşımının, komplikasyon oranlarını ve hastanede kalış süresini anlamlı düzeyde azalttığını bildirmiştir [49]. Giglio ve ark. hedefe yönelik sıvı tedavisi ile ilgili literatürdeki randomize kontrollü çalışmalarını incelemiş ve majör cerrahi geçiren hastalarda hedefe yönelik sıvı tedavisinin sistemik oksijenizasyonu yeterli düzeyde sürdürerek perioperatif organ perfüzyonunu koruduğunu ve özellikle gastrointestinal komplikasyonların insidansını azaltmada etkili olduğunu bildirmişlerdir [135]. Bu nedenle biz de benzer gerekçelerle majör cerrahi geçirmiş kritik hasta grubunu postoperatif yoğun bakıma aldığımızda erken dönemde sıvı açığını ve sıvı yanıtılığını belirleyerek sıvı tedavisinin hedefe yönelik, kontrollü ve doğru şekilde planlanmasını amaçladık.

Michard ve ark. kritik hastalarda sıvı yanıtılığını öngörmeye yönelik yaptıkları çalışmada, son 35 yılda yapılan klinik çalışmaları veri tabanı üzerinden taramışlar ve yoğun bakım hastalarında sıvı yanıtılığını öngörmeye statik parametrelerin yerine dinamik parametrelerin kullanılmasını kuvvetle savunmuşlardır [136]. Literatürdeki çok sayıda vaka raporu invaziv görüntüleme yöntemlerinin yol açtığı komplikasyonların ciddiyetini açıkça ortaya koymakta ve bu durumun klinik uygulamalarda dikkate alınması gerektiğini göstermektedir [58, 59, 61]. Dinamik ölçümlerden atım hacmi değişkenliği (stroke volume variation, SVV) ve nabız basıncı değişkenliği (pulse pressure variation, PPV) invaziv işlem gerektirdikleri ve sadece

mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda tercih edildikleri için klinik pratikte sınırlı bir kullanım alanına sahiptir. Nabız dalga analiz yöntemlerinin kullanımında düzenli intratorasik basınç değişiklikleri gerekmekte olduğu için spontan solunum gösteren hastalarda uygulanabilirliği sınırlıdır [63]. Tüm bu komplikasyonlara ek olarak hedefe yönelik sıvı tedavisinde invaziv ölçüm yöntemlerinin, uzamış hastane yatışı, sağlık harcamalarının artması ve azalan yaşam kalitesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Günümüzde sağ atriyum basıncının non-invaziv olarak tahmin edilmesinde tek başına ideal bir parametre bulunmamaktadır [53]. Wetterslev ve ark. kardiyak output ölçümünde mevcut kanıtları inceleyerek ekokardiyografi ve termodilüsyon yöntemlerinin kardiyak output ölçümünde birbirinin yerine kullanılıp kullanılmayacağını araştırmış; bu iki yöntemin birbirinin yerine geçemeyeceği sonucuna ulaşmışlardır [137]. Ekokardiyografi ile kardiyak debi ölçümü operatör deneyimine bağlı değişkenlik göstermesi ve küçük ölçüm hatalarının hesaplamalarda belirgin sapmalara yol açabilmesine bağlı olarak sınırlamalara sahiptir. Çalışmamızda invaziv yöntemlerin yüksek komplikasyon riski taşıması ve kabul görmüş bir non-invaziv altın standart yöntem bulunmaması nedeniyle postoperatif dönemde sıvı yönetimini hızlı ve güvenilir şekilde yönlendirebilmek amacıyla non-invaziv ve klinik pratikte kolaylıkla uygulanabilir yöntemlerinin kullanım potansiyelini ve aralarındaki korelasyonu değerlendirmeyi amaçladık.

Literatürde yapılan çalışmalarda sıvı açığı ve ihtiyacının değerlendirilmesi amacıyla uygulanan sıvı yükleme testlerinde, ön yükü etkili biçimde arttırmak için verilmesi gereken minimal etkili hacmin 4 mL/kg olduğu gösterilmiştir [138, 139]. Attou ve ark. kritik hasta grubu üzerinde yaptığı çalışmada hekim tercihinine göre bir gruba ortalama 16 ml/kg, diğerine ortalama 4 mL/kg vermiş ve kardiyak indeks (CI) artışı iki grup arasında anlamlı bir farklılık göstermemiş; ayrıca CI veya dokuya oksijen sunumunda (DO₂) %15'in üzerinde artış sağlanma olasılığı bakımından iki grup arasında fark saptamadıklarını bildirmişlerdir [139]. Fujimoto ve ark. sağlıklı gönüllülerden oluşan bir grupta ortalama 150 mL/dk hızla, 5–10 dakika içinde, 10–15 mL/kg yaklaşık 1 L izotonik salin uygulamasının CI ve dolum basınçlarını anlamlı düzeyde arttırdığını, hemodinamik değerlendirme açısından daha belirgin yanıtlar elde edilmesini sağladığını bildirilmişlerdir [140]. Aya ve ark. kardiyak cerrahi geçirmiş

postoperatif 80 hastaya 5 dakika içinde 1, 2, 3 veya 4 mL/kg kristalloid sıvı infüzyonu uygulamış ve sıvı yanıtı veren hasta oranı 1 mL/kg alan grupta %20 iken, 4 mL/kg alan grupta %65'e yükselmiş ve etkili bir sıvı yükleme için öngörülen minimum sıvı hacminin 321–509 mL arasında olduğunu bulmuşlardır. 4 mL/kg sıvı yüklenen hastalarda, hem sistemik dolum basıncı anlamlı düzeyde artmış, hem de sıvıya yanıt veren ve yanıt vermeyen hastalar güvenilir biçimde ayırt edilmiş olup diğer gruplarda anlamlı farklılık saptanmamıştır [141]. Messina ve ark. yaptığı çalışmada intraoperatif dönemde uygulanan 4 mL/kg sıvı yüklemesinde sıvıya yanıt veren hasta sayısının değiştiği, 10 dakikalık infüzyon sonrasında sıvı yanıtı oranının 20 dakikalık infüzyona kıyasla daha yüksek olduğu gösterilmiştir [138]. Sıvı yüklemesinin uygulama süresi literatürde yapılan çalışmalarda 5 ila 30 dakika arasında bulunmuş ve bu yükleme süresinin kardiyak debideki yanıtın büyüklüğünü ve dolayısıyla sıvı yanıtı olarak tanımlanan hasta sayısını etkileyebileceği öngörülmektedir [136]. Glassford ve ark. elektronik veri tabanı taramasıyla üç yıl içerisinde yapılan 33 çalışmayı incelemiş ve medyan sıvı bolusu hacmi 500 mL (100–1.000 mL), uygulama süresini ortalama 30 dakika (10–60 dakika) olarak bulduklarını bildirmişlerdir [142]. Çalışmamızda Aya, Glassford ve Messina'nın çalışmalarına benzer şekilde 4 mL/kg'lık sabit dozda 30 dakikada uygulanan sıvı yükleme protokolü ile anlamlı değişiklikler elde edilmiştir. Verilen sıvı hacmi 188–440 mL arasında değişmiş olup, sıvı replasmanı sonrasında PI, PVI, CRT ve cIVC gibi temel non-invaziv parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. Ancak SO₂ dışındaki hemodinamik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu yönüyle çalışmamız, Attou, Fujimoto ve Aya'nın çalışmalarından ayrılmaktadır. Hemodinamik değişikliklerin gözlenmemesi; çalışmaya yalnızca PI ve PVI değerlerine göre sıvıya yanıt vermesi öngörülen hastaların dahil edilmesi, hasta grubunun demografik özellikleri, yüksek hacimli sıvıların kısa sürede uygulanmamış olması ve ölçümlerin yalnızca iki kez, 30 dakikalık bir aralıkla yapılması gibi metodolojik sınırlılıklara bağlı olabilir.

Gui J. ve ark. sağlıklı gönüllülerde yaptıkları çalışmada pasif bacak kaldırma testi (passive leg raise-PLR) öncesinde ve iki dakika sonrasında yapılan ölçümlerde, PLR sonrası ortalama IVC-max ve IVC-min değerlerinde anlamlı artış, cIVC

değerinde ise azalma saptamışlardır. PLR öncesi ve sonrası kalp hızı ile ortalama arter basıncı değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptamamışlardır. Ultrasonografi ile ölçülen cIVC'nin, intravasküler volüm değişimini erken dönemde iki dakikalık sürede belirlemede faydalı olabileceğini bildirmişlerdir [143]. Aya ve ark. kardiyak debideki maksimum değişikliğin sıvı yüklemesinin bitiminden bir dakika sonra gerçekleştiğini ve hemodinamik etkinin 10 dakika içinde kaybolduğunu bildirmişlerdir [144]. Taniguchi ve ark. sağ atriyal basınç tahmininde kullanılan IVC-max'ın optimal eşik değerinin vücut yüzey alanına göre değişiklik gösterdiğini buna karşın cIVC'nin vücut yüzey alanından bağımsız olduğunu göstermişlerdir [145]. Çalışmamızda Gui J. ve ark çalışmasına paralel şekilde sıvı yüklemesi sonrası IVC kollapsibilite indeksinde azalma ve minimum çapta anlamlı artış saptanması, sıvı replasmanının intravasküler volüm durumunu artırdığını göstermektedir. Ancak IVC maksimum çapında istatistiksel olarak anlamlı artış gösterilememiştir. Bu durumun, Taniguchi ve ark. çalışmasında da belirtildiği üzere maksimum IVC çapının hastaların vücut yüzey alanından etkilenmesine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmamızda yer alan hastaların %19'unun abdominal cerrahi geçirmiş olması nedeniyle artmış intraabdominal basıncın IVC çapı ölçümleri üzerinde etkili olmuş olabileceği kanaatindeyiz. Bu bulguların daha net anlaşılabilmesi için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Doku perfüzyon göstergelerinden laktat, BE ve CRT sıvı yüklemesi sonrası azalmış, bu değişimler doku perfüzyonunun olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Oksijen satürasyonu (SO₂) sıvı replasmanı sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir. Ancak Gui J. ve ark çalışmasına benzer şekilde kalp hızı ve ortalama arter basıncı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Ek olarak sistolik arter basıncı ve şok indeksi gibi diğer hemodinamik parametrelerde de anlamlı değişim olmadığı gösterilmiştir. Bu bulguların temel nedeni çalışmamızın şok tablosunda olmayan ve inotrop desteği almayan hasta grubunda yürütülmüş olması olabilir. Ayrıca Aya ve ark. bildirdiği gibi hemodinamik yanıtta değişim yarım saatlik sürede kaybolmuş olabilir ya da bu değişikliğin meydana gelmesi için yarım saatten daha fazla süreye ihtiyaç olabilir. Bu durum hemodinamik yanıtı değişmeyen, stabil hastalarda volüm yanıtlılığını değerlendirmek amacıyla PI, PVI gibi periferik perfüzyon göstergelerinin ve IVC kollapsibilite indeksinin intravasküler volüm tayininde anlamlı değişim gösterdiği göz önünde bulundurarak,

bu yöntemlere klinik pratikte daha fazla yer verilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Ayrıca Gui ve ark.'nın çalışmasından farklı olarak çalışmamızda PLR testi tercih edilmemesinin sebebi; postoperatif major cerrahi hastalarında uygulanabilirliğinin her zaman mümkün olmamasıdır. Nitekim çalışmamıza katılan hastaların %30'u ortopedik major cerrahi geçirmiş olup bazı hastalarda atel veya eksternal fiksator uygulaması yapılmış ya da postoperatif dönemde ekstremitenin cerrah tarafından önerilen belirli bir pozisyonda tutulması gerekmiştir.

Lima ve ark.'nın 108 sağlıklı gönüllü ve 37 kritik hastayı kapsayan prospektif çalışmasında, PI'nın normal popülasyonda asimetric dağılım gösterdiği ve medyan değerinin 1,4 olduğu bildirilmiştir. Kritik hastalarda PI değerinin 1,4'ün altında olmasının hipoperfüzyonun bir göstergesi olduğu ve seri PI ölçümlerinin sıvı tedavisine yanıtın izlenmesinde yararlı olduğu gösterilmiştir [80]. Rauch ve ark. spontan soluyan postoperatif hastalarda yaptıkları çalışmada, PLR testi sonrası PI'daki artışın sıvı yanıtılığını öngörmeye anlamlı olabileceğini göstermişlerdir. PI'daki %23 ve üzeri bir artışın sıvı yanıtılı hastaları %70 duyarlılık ve %75 özgüllükle tahmin edebildiği bildirilmiştir [146]. Narayanan ve ark.'ı ise spontan soluyan 47 kritik hastada PLR testi ile PI'daki %39'luk bir artışın sıvı yanıtılığını öngörmeye eşik değer olarak tanımlandığını ancak alt grup analizinde postoperatif hastalarda bu artışın yalnızca %6 ile sınırlı kaldığını bildirmiştir. Bu sınırlı artışın nedenini hastaların ameliyathane ortamında uzun süre düşük sıcaklığa maruz kalması sonucu vücut ısısında meydana gelen düşüşün, PI'nın ölçüldüğü periferik bölgelerdeki sıcaklığı azaltarak parametreyi etkilemesiyle açıklamışlardır. Çalışmanın sonucunda PI'nın sıvı yanıtılığını öngörmeye potansiyel faydasına dikkat çekilmiş; sıvı yönetiminde diğer hemodinamik belirteçlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır [83]. Pyakurel ve ark. yoğun bakımda 80 kritik hastada yaptıkları prospektif çalışmada sıvı bolusu öncesi ilk ölçüm PI değerinin kesme değerini 2.43 olarak belirlemiş; sıvı yanıtılığını öngörmeye %57 duyarlılık ve %48 özgüllükle daha düşük ayırt edici güce sahip olduğunu belirtmişlerdir [147]. Çalışmamıza postoperatif major cerrahi hastalarında yapılan ROC analizine göre, PI değerinin sıvı replasmanına yanıtı öngörmedeki kesme değeri 1,05 olarak saptanmış olup bu değerin %59,3 duyarlılık ve %58,7 özgüllük ile prediktif gücü sınırlı bulunmuştur. Pyakurel ve ark. destekler

nitelikte, statik bir ölçüm yöntemi olan PI'nın sıvı yanıtılığını öngörmede sınırlı bir ayırt edici güce sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu açıdan Narayanan ve ark.'nın postoperatif hastalarda PI'da sınırlı artış gözlemlendiğini bildiren sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Lima ve Pyakurel'in çalışmalarından daha düşük bir kesme değeri elde etmemizde çalışmamıza dahil edilen postoperatif hastaların %34,4'ünün intraoperatif dönemde vazopressör tedavisi almış olmaları ve ameliyathane ortamında uzun süre düşük sıcaklığa maruz kalmalarının etkisi olabileceği düşünülmektedir. Ancak çalışmamızda Rauch ve ark.'nın bulgularına benzer şekilde sıvı replasmanı sonrası PI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiş olup, bu artış Lima ve Narayanan'nın çalışmalarıyla da uyumludur ve PI'nın seri ölçümlerinin sıvı tedavisinin etkinliğini izleme açısından klinik pratikte yararlı olabileceğini düşündürmektedir.

Son yıllarda solunuma bağlı değişiklikleri otomatik ve sürekli olarak hesaplayabilen bir indeks olan PVI; non-invaziv olması, hızla uygulanabilirliği, tekrarlanabilirliği ve kullanıcı bağımsızlığı gibi avantajları sayesinde, kullanım ve yorumlama kolaylığı sunarak dinamik bir ölçüm yöntemi olarak öne çıkmıştır. Zimmermann ve ark. genel anestezi altında major cerrahi geçiren hastalarda, intraoperatif dönemde PVI takibinin sıvı replasmanına verilen yanıtı öngörmede SVV ve PPV kadar güvenilir olduğunu bildirmişlerdir [148]. Keller ve ark. spontan soluyan gönüllülerde PLR manevrası ile oluşturulan preload değişikliklerini değerlendirmek amacıyla PVI ile transtorasik ekokardiyografiyi karşılaştırmış; PLR sırasında ortalama PVI değerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. PVI'nın, PLR ile oluşan hemodinamik değişiklikleri saptayabildiği ancak spontan soluyan hastalarda sıvı yanıtını öngörme kapasitesinin zayıf olduğu ve kardiyak output artışını tahmin etmede yetersiz kaldığını bildirilmişlerdir [12]. Rauch ve ark. spontan soluyan postoperatif hastalarda yaptıkları çalışmada, PLR testi sonrası PVI'daki yüzdesel değişimin, sıvı yanıtılı ve yanıtısız hastalar arasında anlamlı bir fark göstermediğini bildirmişlerdir [146]. Dağar ve ark. ise kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda, hemodiyaliz öncesi ve sonrası PVI seviyelerindeki değişiklikleri, ultrafiltrasyonla uzaklaştırılan sıvı miktarına göre karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında; hemodiyaliz yoluyla uzaklaştırılan sıvı miktarının PVI seviyesinde artışa neden olduğunu saptamışlardır. PVI'nın yatak başı

izlenmesinin, spontan soluyan kritik hastalarda volüm durumunun takibinde klinisyenlere faydalı bilgiler sağlayabileceğini bildirmişlerdir [11]. Pişkin ve ark. yoğun bakımda PLR testi ile PVI'nın sıvı yanıtlılığını yüksek doğrulukla öngörebildiğini göstermişlerdir. PVI değeri %14'ün üzerinde olan hastalarda sıvı yanıtlılığını öngörmede %95 duyarlılık ve %81,2 özgüllük elde edilmiş; eğri altı alan (AUC) değeri ise 0,939 olarak saptanmıştır [9]. Biz de çalışmamızda postoperatif dönemde takip edilen kritik hasta grubunda, kolay uygulanabilirliği ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle sıvı replasmanı başlatma kararını verirken PI ve PVI parametresini kullandık. Literatürde PVI'nın özellikle ilk geliştirildiği dönemlerde mekanik ventilasyon altındaki hastalarda sıvı yanıtlılığını değerlendirmede güvenilir bir parametre olarak kabul edilmesi nedeniyle yapılan çalışmaların çoğu bu hasta grubuna odaklanmıştır. Buna karşın çalışmamızın spontan soluyan erişkin hasta grubunda yürütülmüş olması, bu alandaki sınırlı sayıdaki çalışma göz önünde bulundurulduğunda, literatüre anlamlı bir katkı sağlayabileceği kanaatindeyiz. Keller ve Dağar'ın sonuçlarına benzer şekilde çalışmamızın sonucunda sıvı replasmanı sonrasında PVI değerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını gözlemledik. Ek olarak çalışmamızda lojistik regresyon analiziyle, PVI'daki her bir birimlik artışın sıvı replasmanına yanıt verme olasılığını 0,888 kat artırdığı saptanmıştır. Ancak Pişkin ve ark.'dan farklı, Rauch ve ark.'na benzer olarak yaptığımız ROC analizinde, PVI'nın belirlenen kesme değerinin, sıvı yanıtlılığını öngörmedeki duyarlılık ve özgüllüğünün sırasıyla %48 ve %44 olarak bulunması, AUC 0,504 olarak saptanması bu parametre için istatistiksel olarak güvenilir bir eşik değerin belirlenemediğini göstermektedir. Bu bulgu, PVI'nın tek başına kullanıldığında sıvı yanıtlılığını tahmin etmede sınırlı bir prediktif güce sahip olabileceğini düşündürmektedir. Sonuçlar PVI'nın seri ölçümlerinin sıvı tedavisinin etkinliğini izleme açısından klinik pratiğimizde yararlı olabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak konuyla ilgili daha geniş örneklemleri ileri çalışmaların yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

Çalışmamıza benzer şekilde Pyakurel ve ark. yoğun bakımda kritik hastalarda sıvı yanıtını öngörmede cIVC ve PI arasındaki korelasyonu değerlendirdikleri çalışmalarında sıvı bolusu öncesi ilk ölçüm değerlerini baz alarak yaptıkları korelasyon analizinde çok zayıf düzeyde pozitif bir ilişki saptamış ve bu sonucun

istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Bu durumu her iki parametrenin sıvı yanıtılığının farklı yönlerini yansıttığını söyleyerek açıklamışlar ve cIVC'nin PI'ye kıyasla daha yüksek duyarlılık ve özgülük ile sıvı yanıtılığını öngörmeye kritik hastalar da daha üstün bir performans sergilediğini bildirmişlerdir [147]. Broch ve ark. elektif koroner arter cerrahisi geçiren hastalarda yaptıkları çalışmada PVI'nın ancak PI değerinin yüksek olduğu hastalarda prediktif değerinin arttığını; PI değeri yaklaşık %4 ve üzeri olan hastalarda PVI'nın istatistiksel anlamlılık kazandığını bildirmişlerdir [149]. Putowski ve ark. septik şoktaki hastalarda CRT ile OAB arasındaki ilişkiyi inceledikleri meta-analiz temelli çalışmalarında; OAB'nin 65 mmHg'nın üzerinde olmasının CRT'nin normale dönmesi için yeterli olmadığını ve bu iki parametre arasında zayıf fakat anlamlı negatif korelasyon bulunduğunu bildirmişlerdir. Yalnızca makrohodinamik hedeflerin sağlanmasının, doku perfüzyonunun yeterliliğini göstermede yetersiz olabileceğini ve CRT gibi periferik perfüzyon göstergelerinin resüsitasyon sürecinde tamamlayıcı araçlar olarak kullanılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır [150]. Arslan ve ark. spontan solunumu bulunan asiste invaziv mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda yaptıkları çalışmada CVP, cIVC, ΔpCO_2 , PLR testi pozitifliği ve laktat parametreleri arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. cIVC; CVP ile orta derecede negatif korelasyon, PLR testi ile orta derecede pozitif korelasyon ve laktat ile zayıf derecede pozitif korelasyon göstermiştir. Bu bulgular doğrultusunda cIVC'nin intravasküler volüm değerlendirmesinde yararlı olacağı bildirilmiştir [151]. İlyas ve ark. yoğun bakımdaki kritik hastalarda volüm durumunu değerlendirmek amacıyla IVC çapları, cIVC ve CVP arasında korelasyon analizi yapmış; cIVC ile CVP arasında güçlü bir negatif korelasyon saptamış ve cIVC ölçümlerinin kritik hastalarda volüm durumunun değerlendirilmesinde faydalı olabileceğini bildirmişlerdir [152]. Citilcioglu ve ark. cIVC ile CVP ölçümü arasında spontan soluyan hastalarda korelasyon olduğunu göstermiştir. Ancak mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda bu korelasyonun daha zayıf olduğunu bildirmişlerdir [93]. Zhang ve ark. spinal anestezi altında sezaryen uygulanacak ikiz gebeliği olan kadınlarda spinal anestezi öncesi ve sonrası yapılan PVI ve cIVC ölçümleri arasında güçlü bir korelasyon saptamış ve PVI'nın spinal anestezi altında uygulanan sezaryen operasyonlarında sıvı durumu tahmini için klinik açıdan değerli bir öngörü aracı olduğunu bildirmişlerdir [14]. Akıllı ve ark. hemorajik şok tablosunda olan hastalarda

IVC çapı ve şokun diğer parametrelerini karşılaştırmış; IVC çapı ile laktat düzeyi arasında korelasyon olduğunu saptamışlardır. Ayrıca hemorajik şokta ultrason eşliğinde ölçülen IVC çapının kan basıncı, nabız, laktat düzeyi ve baz açığı gibi diğer non-invaziv parametrelere kıyasla kan kaybını öngörmeye daha etkili bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir [153]. Klangthamneam ve ark. yaptıkları güncel bir çalışmada invaziv yöntemlerle ölçülen sağ atriyum basıncı (RAP) ile non-invaziv ultrasonografik değerlendirme yöntemleri olan IVC-max ve cIVC başta olmak üzere VExUS (Venöz Aşırı Yüklenme Ultrasonu), Ujvp (juguler venöz basıncın ultrason ile ölçümü) arasında anlamlı ve güçlü bir korelasyon saptamışlardır. Bu çalışmada IVC değerlendirmesi Amerikan Ekokardiyografi Derneği'nin önerilerine uygun şekilde yapılmış; venöz konjesyonun değerlendirilmesinde ve hastaların risk sınıflandırılmasında non-invaziv yöntemlerin potansiyel klinik kullanımına dikkat çekilmiştir [154]. Narayanaswamy V ve ark. spontan solunum yapan yenidoğanlarda yoğun bakım ünitesinde yürüttükleri çalışmada, PVI ile cIVC arasında güçlü pozitif bir korelasyon saptamışlardır. Bu bulgu, PVI'nin hemodinamik izlem amacıyla pratik ve non-invaziv bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir [155]. Koc Güdük N. ve ark. hipovolemiye bağlı prerenal akut böbrek yetmezliği tanısı alan hastalarda, PI ile cIVC arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde bir korelasyon saptamış; bu iki parametrenin birlikte ve seri olarak izlenmesinin, sıvı tedavisine verilen yanıtın değerlendirilmesinde yararlı olabileceğini belirtmişlerdir [77].

Bizim çalışmamızda da yalnızca non-invaziv parametreler arasındaki korelasyon incelenmiştir. Sıvı yanıtılığını daha iyi değerlendirebilmek amacıyla çeşitli parametrelerin sıvı replasmanı sonrası değişim miktarları karşılaştırılmış; Koc Güdük ve ark.'larına benzer cIVC ile PI arasında ve Broch ve ark.'ları gibi PI ile PVI arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki saptanmıştır. Bu bulgular, PVI'nin hemodinamik değişiklikleri öngörme kapasitesinin, periferik perfüzyon düzeyinden etkilendiğini ve PVI'nin klinik değerlendirmede PI ile birlikte yorumlanmasının önemini göstermektedir. Çalışmamız ile Pyakurel ve ark.'larının çalışmasının farklı olmasının temel sebebi, bizim PI ve cIVC gibi farklı non-invaziv yöntemleri kıyaslarken sıvı replasmanı ile meydana gelen değişim miktarını incelememiz olabilir. Putowski ve ark.'dan farklı olarak bizim çalışmamızda, IVC çap

ölçümleri ile CRT, laktat, baz açığı ve OAB gibi parametrelerin sıvı yüklemesine verdikleri yanıtla göre hesaplanan değişim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bu bulguların literatürdeki çalışmalardan farklı olarak hasta grubumuzun şok tablosunda olmayan ve inotrop desteği almayan, major cerrahi sonrası ve postoperatif yoğun bakımda takip edilen bireylerden oluşmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik ve klinik özellikleri dikkate alındığında; geriatric popülasyonun ağırlıkta olması, %75,6'sının ASA III sınıflamasında yer alması ve kronik hastalık öykülerinin bulunması, %34,4'ünün intraoperatif dönemde vazopressör tedavi almış olması gibi faktörler bu korelasyonların ortaya çıkmasında etkili olmuş olabilir. Özellikle yaş faktörünün, çalışmada kullanılan farklı non-invaziv parametreler arasındaki korelasyon üzerinde belirleyici bir etkisi olabileceği öne sürülmektedir. Nitekim yaş grupları arasında CRT, PVI ve cIVC parametreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır; yalnızca PI parametresi yaşla birlikte anlamlı bir değişim göstermemiştir. Çalışmamızda PVI ile cIVC ölçümleri arasında sıvı replasmanına bağlı değişim düzeyleri açısından anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Ancak Narayanaswamy V ve ark. çalışmasına benzer şekilde bu iki parametrenin sıvı yüklemesi öncesi (ilk ölçüm-0. dk) ölçüm değerlerine bakıldığında aralarında anlamlı bir korelasyon mevcuttur. Ayrıca çalışmamızda yapılan lojistik regresyon analizi sonucunda, PVI ve cIVC'nin ilk ölçüm değerlerinin sıvı yanıtılığını öngörmeye istatistiksel olarak anlamlı olduğu gösterilmiştir.

En güncel Amerikan Ekokardiyografi Derneği (ASE) kriterlerine göre IVC parametreleri temel alınarak sağ atriyum basıncının sınıflandırılması öncelikli yaklaşım olarak kabul edilmektedir [53, 107]. Çalışmamız da bu doğrultuda tasarlanmıştır. Natori ve arkadaşlarının 1979 yılında IVC çapında ventilasyonla meydana gelen sonografik değişiklikleri ilk kez tanımlamalarından bu yana, literatürde IVC çapı ve cIVC ile RAP arasındaki ilişkiyi inceleyen yapılmış çok sayıda çalışmadan ancak elde edilen sonuçlar, kullanılan yöntemler ve hasta grubuna göre farklılık göstermektedir [156]. Gui J. ve arkadaşlarının 145 sağlıklı gönüllüde yaptığı çalışmada PLR sonrasında cIVC değerinde erken dönemde anlamlı azalma saptanmış ve cIVC'nin intravasküler volüm değişimlerini öngörmeye kullanılabileceği

bildirilmiştir. Geniş örneklemlili bu çalışma, tek başına cIVC'nin intravasküler volüm durumu değerlendirmesinde kullanılmasına yönelik literatürdeki temel kaynaklardan biri olarak kabul edilmektedir [143]. Ferrada P. ve ark. acil serviste hipotansif 101 hastada yaptıkları çalışmada IVC çapı <2 cm olan hastalarda hipovolemi ile anlamlı ilişki saptamış; bu bulgunun yoğun bakım yatışı, transfüzyon gereksinimi, cerrahi müdahale ve mortalite gibi olumsuz klinik sonuçları öngörebileceğini belirtmişlerdir [98]. Aslaner ve ark. da acil serviste akut böbrek hasarı olan hastaların etyoloji araştırmasında IVC-max çapının ≤ 1.79 cm olduğu ve bu değerin %81,2 duyarlılık ve %56,5 özgüllükle hipovolemiyi öngörebildiğini bildirilmişlerdir [157]. Abbasi ve ark. akut böbrek hasarı (AKI) tanılı 67 entübe hasta üzerinde yürüttükleri çalışmada, cIVC'nin sıvı yanıtılığını öngörmeye kullanılan eşik değerlerinin %20 ile %57 arasında değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca cIVC'nin yaygın olarak kullanılan laboratuvar parametreleri ile anlamlı bir ilişki göstermediğini belirtmiş ve bu nedenle tek başına hipovolemi tanısında sınırlı kullanıma sahip olabileceğini ifade etmişlerdir [15]. Brennan ve ark. 102 hastada yaptığı çalışmada ise artmış sağ atriyum basıncını öngörmeye; IVC çapı >2.0 cm ve sniff manevrası sırasında ölçülen cIVC >%40 değerlerinin %73 duyarlılık ve %84 özgüllükle en uygun eşik değerler olduğunu belirtmişlerdir [94]. Airapetian, N. ve ark. spontan solunum yapan ve yoğun bakımda izlenen 59 şüpheli hipovolemik hastada PLR ve sıvı yüklemesi sonrası cIVC >%42 olmasının ROC analizine göre AUC değeri 0.62, %97 özgüllük ve %90 pozitif prediktif değerle sıvı yanıtılığını öngördüğünü bildirmişlerdir [91]. Kaptein ve ark. spontan soluyan akut veya kronik böbrek hastalığı olan ve karmaşık komorbiditeler nedeniyle yoğun bakımda izlenen 214 hastayı içeren prospektif çalışmalarında; 181 hastalık bir meta-analizle birleştirdiği toplam 395 hastalık veri setinde, cIVC'nin sıvı yanıtını öngörmeye %71 duyarlılık ve %81 özgüllüğe sahip olduğunu göstermişlerdir. cIVC'nin <%20 olması genellikle sağ atriyal basınç artışına ve hipovolemiyle uyumsuz bir tabloya işaret ederken; maksimum IVC çapının 2.1 cm'den küçük olması ve cIVC'nin >%50 olması, sağ atriyum basıncının 0–5 mmHg arasında olduğunu ve intravasküler volüm fazlalığı ile uyumlu olmadığını bildirmişlerdir [20]. Muller ve ark. akut dolaşım yetmezliği olan spontan soluyan 40 hastada yaptıkları prospektif çalışmada, cIVC için %40'lık eşik değerin ROC analizine göre AUC değeri 0.77, %70 duyarlılık ve %80 özgüllük ile sıvı yanıtılığını öngörmeye en uygun sınır olduğunu

belirlemişlerdir [97]. Preau ve ark. sepsise bağlı akut dolaşım yetmezliği gelişen spontan soluyan 90 hasta üzerinde geliştirdikleri çalışmada cIVC \geq %48 olduğunda sıvı yanıtını ROC analizinde AUC değeri 0.89 ve %84 duyarlılık ve %90 özgüllükle öngördüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca spontan soluyan hastalarda ölçüm alınırken uygulanan standartlaştırılmış derin inspirasyon manevrasını, cIVC'nin sıvı yanıtılığını belirlemedeki duyarlılığını artırdığını; ancak özgüllüğü etkilemediğini belirtmişlerdir [95]. Pyakurel ve ark. yoğun bakımda 80 kritik hastada yaptıkları prospektif çalışmada sıvı bolusu öncesi ölçülen cIVC değerinin lojistik regresyon analizinde sıvı yanıtılığını öngörmeye tek başına anlamlı bir bağımsız değişken olduğunu belirtmişler. ROC analizine göre %28,52'lik eşik değerin AUC 0.69, %74 duyarlılık ve %72 özgüllük ile orta düzeyde bir prediktif güce sahip olduğunu bildirilmişlerdir [147].

Çalışmamızın sonuçlarına göre sıvı yüklemesi sonrasında cIVC değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Literatürdeki çalışmalardan farkı, sıvı yanıtını öngörmek için yapılan ROC analizine göre midaksiller bölgeden yapılan ölçümlerde cIVC için en uygun kesme değeri %54 olarak belirlenmiş olup, AUC değeri 0,947 ve %84,1 duyarlılık ve %88,9 özgüllükle anlamlı bulunmuştur ($p < 0,01$). Spontan solunum yapan hastalarda cIVC'nin sıvı yanıtılığını öngörmeye etkili ve non-invaziv bir yatak başı parametre olduğunu ortaya koyan ilk çalışmalardan biri olan Preau ve ark'ın çalışması ile Brennan, Muller, Kaptein'nin bulguları karşılaştırıldığında, bizim çalışmamızda elde edilen kesme değerinin sıvı yanıtılığını ayırt etmedeki diagnostik performansının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, cIVC değeri %54'ün üzerinde olan hastaların hipovolemik olduğu ve sıvı yüklemesine yanıt verebileceği öngörülmektedir. Farklı hastalar arasında solunum paternleri önemli ölçüde değişkenlik gösterebilmekte ve bu durum cIVC ölçümleri üzerinde belirgin etkilere yol açabilmektedir. Preau ve ark.'nın metodolojisine benzer şekilde çalışmamızda ölçümler koklama manevrasıyla; manevrayı tam gerçekleştiremeyen hastalarda ise sessiz derin inspirasyon eşliğinde; standartlaştırılmış ölçüm yöntemi ile alınmıştır. Elde edilen kesme değerinin farklı olup yüksek duyarlılık göstermesinin, bu ölçüm yaklaşımı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bu manevranın doğurduğu yoğun inspiratuar eforun intratorasik

basıncı artırarak, IVC kollapsını abartılı şekilde yansıtmış olabileceği dikkate alınmalıdır. Öte yandan Airapetian ve ark.'nın çalışmasında koklama manevrası uygulanmamasına rağmen elde edilen kesme değerinin daha yüksek prediktif güce sahip olması çalışmaya dahil edilen hasta popülasyonunun hipovolemi şüphesi taşıyan bireylerden oluşmasıyla ilişkili olabilir. Abbasi ve ark.'larının çalışmasında mekanik ventilatöre bağımlı hasta popülasyonu mevcut olduğu için, bizim çalışmamızdaki cIVC değerleri ile farklılık göstermiş olabileceği kanaatindeyiz. Pyakurel ve ark.'larının çalışmasında ise hastaların solunum paterni hakkında bilgi verilmemiş olması, belirlenen düşük eşik değer sebebiyle entübe hastaların da dahil olduğunu düşündürmektedir. Literatürde, mekanik ventilasyon altındaki hastalarda distansibilite indeksinin hipovolemiyi değerlendirmede daha doğru bir parametre olduğu belirtilmektedir [53, 106]. Sıvı yanıtılığının değerlendirilmesinde Ferrada ve Aslaner gibi IVC maksimum çapını temel alan çalışmalar bulunmaktadır. Ancak çalışmamızda, sıvı yüklemesi sonrası IVC maksimum çapında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu bulgu, IVC çapının tek başına sıvı yanıtını öngörmeye yetersiz kalabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, cIVC'nin sıvı replasmanına yanıtı daha duyarlı şekilde yansıttığı göz önünde bulundurulduğunda, bu iki parametrenin birlikte değerlendirilmesi daha güvenilir bir yaklaşım olabilir. Bu nedenle IVC maksimum çapının klinik karar süreçlerinde cIVC ile birlikte ele alınması önerilmektedir. cIVC'nin sıvı yanıtılığını öngörmek için belirlenen eşik değerindeki farklılıklar; hasta popülasyonundaki çeşitlilik, yaş, VKİ, ventilasyon durumu, hasta pozisyonu ve sepsis varlığı gibi bireysel hasta özelliklerinden, kullanılan sıvı yükleme şekli, solüsyon farklılığından, ölçüm bölgesinden ve son olarak sıvı yanıtılığının tanım kriterlerinden kaynaklanabilir. cIVC intravasküler volüm değişikliklerini ve sıvı yüklemesine verilen erken dönem yanıtı öngörmeye etkili bir parametre olduğu için sağ atriyum basıncını tahmin etmede kullanılabilir ancak klinik uygulamalarda bu parametrenin yorumlanmasında, hasta popülasyonuna özgü özellikler ve yöntemsel farklılıklar mutlaka dikkate alınmalıdır.

Beigel ve ark.'nın mevcut kılavuzları destekleyen verileri incelediği derlemede, hemodinamik olarak dengesiz ve kritik hastaların yalnızca %50'sinin sıvı yüklemesi sonrasında anlamlı bir atım hacmi veya kardiyak debi artışı gösterdiği

bildirilmiştir [53]. ANDROMEDA-Shock çalışmasında ise başlangıçta hastaların %50'sinden fazlasının sıvı yanıtı olduğu tespit edilmiş, ancak bu oranın müdahale süreci boyunca belirgin şekilde azaldığı bildirilmiştir [25, 26]. Bizim çalışmamızda ise dahil ettiğimiz major cerrahi geçirmiş hastalar, IVC'nin ultrasonografik değerlendirmesi ile sıvı açığı ve yanıtlılığına göre sınıflandırıldığında %70'inin sıvıya cevap vereceği öngörülmüştür. Ancak ANDROMEDA-Shock çalışmasından farklı olarak bizim çalışmamızda değerlendirme süresinin sıvı replasman sonrasında, 30 dakikayla sınırlı olması nedeniyle uzun dönem hemodinamik değişimlere ilişkin veri içermemektedir. Ayrıca, çalışmaya yalnızca PI ve/veya PVI değerlerine göre sıvı yanıtlılığı beklenen hastaların dahil edilmesi, bu yüksek yüzdeler oranının temel nedenlerinden biri olabilir.

Çok merkezli ANDROMEDA-SHOCK çalışması CRT'nin tedavi ve resüsitasyon sürecini yönlendirmek için kullanılabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmuştur. Bu çalışmada CRT'ye dayalı bir tedavi stratejisinin, laktat klirensine dayalı yaklaşıma kıyasla organ yetmezliğinde daha belirgin iyileşme sağladığı ve sağkalım oranlarını artırdığı gösterilmiştir [114]. Bizim çalışmamızda da sıvı yüklemesi sonrasında CRT ve laktat düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Çalışmamızın temel amacı prognoz ya da sağkalım takibi olmadığından uzun dönem klinik sonuçlara ilişkin değerlendirme yapılmamıştır. Laktat düzeyindeki düşüşün iyi prognozla ilişkili olması ve geçerli bir tedavi hedefi olarak kabul edilmesi nedeniyle, postoperatif hasta grubunda bu parametrelerin uzun dönem klinik sonuçlarla ilişkisinin araştırıldığı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır [158]. Uzamış CRT için farklı çalışmalarda çeşitli eşik değerler kullanılmıştır. ANDROMEDA-SHOCK çalışmasında 3 saniyeden uzun süren CRT değeri anormal olarak kabul edilmiştir [114]. Schriger ve ark. CRT'nin 4.5 saniyenin üzerinde olmasını uzamış CRT olarak tanımlamıştır [116]. Raia L. ve ark. uzamış CRT eşik değeri 2.5 saniye olarak belirlemiştir ve yarım saatlik sıvı yüklemesini takiben CRT'de 0,2 saniyeden fazla azalmayı tedaviye yanıt göstergesi olarak değerlendirmiştir [112]. Jacquet-Lagrèze M. ve ark. CRT'de %25'lik bir azalmayı sıvıya yanıt kriteri olarak kullanmıştır [119]. Bizim çalışmamızda sıvı yüklemesi sonrası CRT'deki değişim izlenmiş; bir eşik değer saptanmasına yönelik analiz yapılmamıştır. Hastaların

ortalama CRT değeri sıvı yüklemesi öncesi $3,16 \pm 1,1$ saniye iken, sonrasında $2,74 \pm 0,9$ saniyeye düşmüştür. Literatürde bildirilen en uzun eşik değer olan 4,5 saniye, Schriger ve ark.'nın soğuk suya maruz kalan bireyler üzerinde yaptığı çalışmaya dayandığı için bizim postoperatif hasta popülasyonumuzla doğrudan karşılaştırılması sınırlı olabilir. Ancak ortalama CRT'nin yaklaşık 3 saniye olarak kabul edildiği göz önünde bulundurulduğunda, sıvı yüklemesini takiben ilk 30 dakikada CRT'de gözlenen anlamlı düşüş; hedefe yönelik sıvı resüsitasyon tedavisinin postoperatif hastalarda izlemde kullanılabilirliğini desteklemekte ve periferik perfüzyonun iyileştiğini düşündürmektedir.

CRT ölçüm koşulları tartışmaya açık olup uygulanan basıncın şiddeti ve süresi literatürde farklı şekillerde tanımlanmıştır. ANDROMEDA-SHOCK çalışmasında ölçüm hastanın işaret parmağının distal falanksına cam bir mikroskop lamı ile 5 saniye boyunca kuvvetli basınç uygulanarak gerçekleştirilmiştir [114]. Raia L. ve ark. işaret parmağının distal falanksına 15 saniye süresince, tırnak altındaki kan akışını tamamen durduracak şekilde (tırnak yatağında soluk beyaz alan oluşuncaya dek) basınç uygulanmasını önermiştir [112]. Jacquet-Lagrèze M. ve ark. ise uygulanan basıncın standardizasyonu amacıyla, 10 mL hava ile doldurulmuş ve tıpa ile kapatılmış bir şırınganın pistonu cilt yüzeyine bastırılarak hava hacmi 7 mL'ye kadar sıkıştırılmış ve böylece yaklaşık $2,5 \text{ cm}^2$ 'lik bir alanda 176 mmHg'lik sabit bir basınç oluşturulmuştur [119]. Bizim çalışmamızda da Jacquet ve ark. yöntemine benzer şekilde şırınga yardımı ile kontrollü bir basınç uygulanarak ölçüm yapılmıştır. Bu yöntemle göz kararı ya da uygulayıcıya bağlı değişkenlik gösteren manuel basınç uygulamalarından kaynaklanabilecek ölçüm hatalarının en aza indirilmesi, daha objektif ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda hastalık ciddiyetini değerlendiren APACHE II ve SOFA skorları ile sıvı yönetiminde kullanılan non-invaziv PI, PVI, cIVC, laktat, şok indeksi, baz açığı ve CRT gibi parametreler arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bu bulgu sıvı yanıtılığı ile genel hastalık şiddeti skorlamalarının her zaman doğrudan ilişkili olmayabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan sıvı yüklemesiyle, SOFA ve APACHE II skorlarındaki değişimler arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Sıvı replasmanı

sonrası yalnızca SOFA skorunda azalma gözlenmesi, bu skora sisteminin organ fonksiyonlarındaki akut değişimleri daha duyarlı şekilde yansıtıyor olabileceğini düşündürmektedir. 30 dakikalık sıvı replasmanı sürecinde postoperatif hastalarda genel klinik durum, hastalık şiddeti veya organ disfonksiyonu açısından belirgin bir değişim olmayacağından, APACHE II skorunda anlamlı bir farklılık saptanmamış olması metodolojik açıdan tutarlı bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Bu durumun hasta grubunun postoperatif majör cerrahi hastalarından oluşması ve çalışmanın uzun dönem klinik sonuçlara (morbidite, mortalite) yönelik bir değerlendirme içermemesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Literatürde Soylu ve ark. cIVC ile malnütrisyon değerlendirmesinde kullanılan skorlama sistemleri (Beslenme Risk İndeksi (NRI), Prognostik Beslenme İndeksi (PNI), Geriatrik Beslenme Risk İndeksi (GNRI) ve Nutritional Durum Kontrol Skoru (CONUT)) arasındaki korelasyonu araştırmayı amaçlamış; sıvı volümünün değerlendirilmesinde kullanılan cIVC ile malnütrisyon arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir [159].

Postoperatif majör cerrahi hastalarında yapılan lojistik regresyon analizine göre; PI, PVI, CRT ve cIVC'nin aynı anda birlikte değerlendirilmesinin sıvıya yanıt öngörüsünde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu gösterilmiştir ($p=0,0001<0,01$). Bu bulgu farklı non-invaziv parametrelerin birlikte değerlendirilmesinin sıvı yanıtılığını öngörmeye değerli bir yaklaşım olabileceğini göstermektedir. Bu yöntemlerin eş zamanlı kullanımı, sıvı tedavisinin yönlendirilmesinde daha güvenilir bir yol sunabilir ve klinisyenlerin daha isabetli kararlar almasına katkıda bulunabilir. Bildiğimiz kadarıyla mevcut literatürde, postoperatif majör cerrahi hastalarında PI, PVI, CRT ve cIVC parametrelerinin birlikte değerlendirilerek sıvı yanıtılığının öngörülmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu yönüyle çalışmamız, bu alanda yapılan ilk araştırmalardan biri olma niteliğindedir ve literatüre katkı sağlayabilir.

Çalışmamızın literatürdeki benzer çalışmalardan temel farkı dahil edilen hasta grubunun özellikleridir. Bizim çalışmamız, majör cerrahi geçirmiş ve postoperatif dönemde yoğun bakıma alınan hastaları kapsamaktadır. Oysa literatürde yer alan birçok çalışmada, sağlıklı gönüllüler, hemodiyaliz hastaları, septik veya hemorajik şokta olan hastalar, kardiyak cerrahi sırasında izlenen olgular veya kritik hastalık

nedeniyle yoğun bakımda takip edilen oldukça heterojen hasta grupları değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmamızda tüm hastalarda aynı monitörizasyon sistemleri kullanılmış ve tüm ölçümler tek bir deneyimli uygulayıcı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle çalışmamız ölçüm yöntemlerindeki değişkenliği en aza indirerek verilerin tutarlılığını artırmayı hedeflemiştir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak araştırma tek merkezli olarak yürütülmüş ve nispeten sınırlı sayıda hastayı içeren bir örnekleme gerçekleştirilmiştir. Postoperatif hastaların yatış sıklığı ve saatleri değişken olmaktadır. Tek hekim tarafından uygun bir hasta mevcut olduğunda veriler toplanmış, hastalar ardışık olarak çalışmaya dahil edilememiştir ve tüm parametreler birbirinden ayrı değerlendirilip körleme yapılamamıştır. Bu durum potansiyel yanlılık riskini arttırabilir. Mekanik ventilasyon altındaki hastalar çalışmaya dahil edilmediğinden ve tüm major cerrahi geçirmiş hastalar postoperatif dönemde yoğun bakıma alınmadığı için seçim yanlılığı oluşmuş olabilir; bu durum bulgularımızın genellenebilirliğini kısıtlayabilir. Gruplar arasında özellikle cinsiyet, yaş ve anestezi şekli parametrelerinde tam homojenlik sağlanamamıştır. IVC ölçümleri sırasında solunum kaynaklı değişkenlikler, damar hareketleri ve operatöre bağlı ölçüm farklılıkları gibi faktörler pulsatiliteyi etkileyebilmektedir. Bunun yanı sıra, IVC ultrasonografisinin kullanımındaki sınırlılıklar büyük ölçüde pulmoner hiperinflasyon, barsak gazı varlığı ve obezite gibi anatomik-fizyolojik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu durumlar, uygun sonografik pencerenin elde edilmesini zorlaştırarak görüntü kalitesini düşürebilir ve sonuçların yorumlanmasında hatalara neden olabilir. Özellikle intraabdominal hipertansiyon, astım, KOAH ve pozitif basınçlı mekanik ventilasyon gibi durumlar, IVC çapının mutlak ölçümlerinin intravasküler volüm veya sıvı yanıtılığını öngörmedeki güvenilirliğini azaltabilmektedir. Bu hastalarda yüksek dolum basıncına rağmen IVC çapı normal sınırlarda kalabilir ya da genişlemiş IVC çapına rağmen sıvı yanıtılılığı potansiyeli devam edebilir. Bu durum, IVC çapı ile intravasküler volüm durumu arasında her zaman doğrudan ve tutarlı bir ilişki kurulamayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle bu tür klinik senaryolarda IVC ölçümlerinin dikkatli bir şekilde yorumlanması ve mümkünse diğer hemodinamik değerlendirme yöntemleriyle desteklenmesi önerilmektedir. Benzer şekilde PI ve PVI

pulmoner ve doku oksijenasyonu, ortam ve cilt sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Gelecekte yapılacak çok merkezli ve daha geniş örneklemlili çalışmalarda bu faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Daha uzun takip süreli çalışmalar, parametrelerdeki değişim ve korelasyon açısından farklı sonuçlar sağlayarak sıvı yanıtılığı hakkında daha net bir bilgi verebilir.



6. SONUÇ

Postoperatif majör cerrahi hastalarında erken dönemdeki sıvı açığı ve ihtiyacının değerlendirilmesinde, uygulanacak hedefe yönelik sıvı tedavisinin planlanmasında, non-invaziv, yatak başında uygulanabilir, hızlı ve kolaylıkla tekrarlanabilir yöntemlerin; PI, PVI, CRT ile midaksiller bölgeden ölçülen cIVC'nin birlikte değerlendirilmesinin sıvı replasman tedavisinin etkinliğini izleme açısından klinisyenlere önemli katkılar sağlayabileceği gösterilmiştir. Hemodinamik yanıt değişmeyen, stabil hastalarda volüm yanıtılığını değerlendirmek amacıyla PI, PVI gibi periferik perfüzyon göstergelerinin ve cIVC'nin intravasküler volüm tayininde anlamlı değişim gösterdiği göz önünde bulundurularak, bu yöntemlere klinik pratikte daha fazla yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Her ne kadar yalnızca cIVC ile PI ve PI ile PVI arasında istatistiksel olarak anlamlı, negatif yönlü korelasyon saptanmış olsa da; cIVC, PI, PVI ve CRT'nin birlikte değerlendirilmesi, sıvı yanıtılığını öngörmede anlamlı katkı sağlamakta ve bu parametrelerin seri izlemine dayalı yaklaşımın sıvı tedavisine verilen yanıtın takibinde etkili bir yöntem olabileceği gösterilmiştir. Ayrıca postoperatif yoğun bakım hastalarında midaksiller bölgeden ölçülen vena kava inferior kollapsibilite indeksi %54'ün üzerinde olan hastaların hipovolemik olduğu ve sıvı yüklemesine yanıt verebileceği kanaatindeyiz. Bununla birlikte elde edilen bulguların daha geniş hasta gruplarında geçerli ve güvenilir olabilmesi için çok merkezli, yüksek örneklemlili çalışmalara ihtiyaç olduğu kanaatindeyiz.

7. KAYNAKLAR

1. Varadhan, K.K. and D.N. Lobo, *A meta-analysis of randomised controlled trials of intravenous fluid therapy in major elective open abdominal surgery: getting the balance right*. Proc Nutr Soc, 2010. **69**(4): p. 488-98.
2. Copeland, G.P., *The POSSUM system of surgical audit*. Arch Surg, 2002. **137**(1): p. 15-9.
3. Marik, P.E., X. Monnet, and J.L. Teboul, *Hemodynamic parameters to guide fluid therapy*. Ann Intensive Care, 2011. **1**(1): p. 1.
4. Kan, C.F.K. and J.D. Skaggs, *Current Commonly Used Dynamic Parameters and Monitoring Systems for Perioperative Goal-Directed Fluid Therapy: A Review*. Yale J Biol Med, 2023. **96**(1): p. 107-123.
5. Ruge, M. and G.D. Marhefka, *IVC measurement for the noninvasive evaluation of central venous pressure*. J Echocardiogr, 2022. **20**(3): p. 133-143.
6. Elshal, M.M., et al., *Plethysmographic Peripheral Perfusion Index: Could It Be a New Vital Sign?* Front Med (Lausanne), 2021. **8**: p. 651909.
7. Çelik, E. and G. Ölmez Kavak, *Brakial Pleksus Bloğunun Pletismografik Variabilite İndeksi ve Perfüzyon İndeksi ile Değerlendirilmesi*. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2021. **18**(2): p. 170-175.
8. Hasanin, A., A. Mukhtar, and H. Nassar, *Perfusion indices revisited*. Journal of Intensive Care, 2017. **5**(1): p. 24.
9. Pişkin, Ö. and İ. Öz, *Accuracy of pleth variability index compared with inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients*. Medicine (Baltimore), 2017. **96**(47): p. e8889.
10. Forget, P., et al., *Pleth variability index and fluid management practices: a multicenter service evaluation*. BMC Res Notes, 2021. **14**(1): p. 293.
11. Dağar, S. and H. Uzunosmanoğlu, *Assessment of pleth variability index in volume changes during ultrafiltration process*. Turk J Emerg Med, 2021. **21**(3): p. 111-116.
12. Keller, G., et al., *Ability of pleth variability index to detect hemodynamic changes induced by passive leg raising in spontaneously breathing volunteers*. Crit Care, 2008. **12**(2): p. R37.
13. Weber, F., et al., *The predictive value of the Pleth Variability Index on fluid responsiveness in spontaneously breathing anaesthetized children-A prospective observational study*. Paediatr Anaesth, 2020. **30**(10): p. 1124-1131.
14. Zhang, H., et al., *Correlation between pleth variability index and ultrasonic inferior vena cava-collapsibility index in parturients with twin pregnancies undergoing cesarean section under spinal anesthesia*. European Journal of Medical Research, 2022. **27**(1): p. 139.
15. Abbasi, S., et al., *The Value of Inferior Vena Cava Ultrasonography Administration for Hypovolemia Detection in Patients with Acute Kidney Injury Hospitalized in Intensive Care Unit*. Adv Biomed Res, 2023. **12**: p. 38.

16. Brennan, J.M., et al., *A comparison by medicine residents of physical examination versus hand-carried ultrasound for estimation of right atrial pressure*. Am J Cardiol, 2007. **99**(11): p. 1614-6.
17. Minutiello, L., *[Non-invasive evaluation of central venous pressure derived from respiratory variations in the diameter of the inferior vena cava]*. Minerva Cardioangiol, 1993. **41**(10): p. 433-7.
18. Shah, R., et al., *Relationship Between the Subcostal and Right Lateral Ultrasound Views of Inferior Vena Cava Collapse: Implications for Clinical Use of Ultrasonography*. Chest, 2018. **153**(4): p. 939-945.
19. Yao, B., et al., *The Value of the Inferior Vena Cava Area Distensibility Index and its Diameter Ratio for Predicting Fluid Responsiveness in Mechanically Ventilated Patients*. Shock, 2019. **52**(1).
20. Kaptein, M.J. and E.M. Kaptein, *Inferior Vena Cava Collapsibility Index: Clinical Validation and Application for Assessment of Relative Intravascular Volume*. Advances in Chronic Kidney Disease, 2021. **28**(3): p. 218-226.
21. Martin, D., et al., *Defining Major Surgery: A Delphi Consensus Among European Surgical Association (ESA) Members*. World J Surg, 2020. **44**(7): p. 2211-2219.
22. Simsek, T., H.U. Simsek, and N.Z. Canturk, *Response to trauma and metabolic changes: posttraumatic metabolism*. Ulus Cerrahi Derg, 2014. **30**(3): p. 153-9.
23. Temel H, K.B., *Sıvı tedavisinde güncel uygulamalar: Dün ve bugün*. Akd Tıp D, 2020(3): p. 334-40.
24. Şimşek, P. and D. ÇİLİNGİR, *Ameliyat Sürecinde Uygulanan Sıvı Tedavisi Yöntemleri*. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi, 2017. **4**.
25. Doherty, M. and D.J. Buggy, *Intraoperative fluids: how much is too much?* Br J Anaesth, 2012. **109**(1): p. 69-79.
26. Starling, E.H., *On the Absorption of Fluids from the Connective Tissue Spaces*. J Physiol, 1896. **19**(4): p. 312-26.
27. Marik, P. and R. Bellomo, *A rational approach to fluid therapy in sepsis*. Br J Anaesth, 2016. **116**(3): p. 339-49.
28. Kundra, P. and S. Goswami, *Endothelial glycocalyx: Role in body fluid homeostasis and fluid management*. Indian J Anaesth, 2019. **63**(1): p. 6-14.
29. Evans, L., et al., *Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021*. Intensive Care Med, 2021. **47**(11): p. 1181-1247.
30. Brown, R.M., et al., *Balanced Crystalloids versus Saline in Sepsis. A Secondary Analysis of the SMART Clinical Trial*. Am J Respir Crit Care Med, 2019. **200**(12): p. 1487-1495.
31. Finfer, S., et al., *Resuscitation fluid use in critically ill adults: an international cross-sectional study in 391 intensive care units*. Crit Care, 2010. **14**(5): p. R185.
32. Wilkes, N.J., et al., *The effects of balanced versus saline-based hetastarch and crystalloid solutions on acid-base and electrolyte status and gastric mucosal perfusion in elderly surgical patients*. Anesth Analg, 2001. **93**(4): p. 811-6.

33. Lobo, D.N., et al., *Effect of volume loading with 1 liter intravenous infusions of 0.9% saline, 4% succinylated gelatine (Gelofusine) and 6% hydroxyethyl starch (Voluven) on blood volume and endocrine responses: a randomized, three-way crossover study in healthy volunteers*. Crit Care Med, 2010. **38**(2): p. 464-70.
34. Myburgh, J.A. and M.G. Mythen, *Resuscitation fluids*. N Engl J Med, 2013. **369**(13): p. 1243-51.
35. Laxenaire, M.C., C. Charpentier, and L. Feldman, *[Anaphylactoid reactions to colloid plasma substitutes: incidence, risk factors, mechanisms. A French multicenter prospective study]*. Ann Fr Anesth Reanim, 1994. **13**(3): p. 301-10.
36. Hartog, C.S., M. Kohl, and K. Reinhart, *A systematic review of third-generation hydroxyethyl starch (HES 130/0.4) in resuscitation: safety not adequately addressed*. Anesth Analg, 2011. **112**(3): p. 635-45.
37. C. Michael Crowder, B.J.P., Alex S. Evers, *Anestezinin Mekanizması ve Bilinç*. KLİNİK ANESTEZİ 8. BASKI, ed. B.F.C. Paul G. Barash, Robert K. Stoelting, Michael K. Cahalan, M. Christine Stock, Rafael Ortega, Sam R. Sharar, Natalie F. Holt. Güneş Tıp Kitabevleri, 2020. 219-220.
38. Butterworth JF, M.D., Wasnick JD. , *Spinal, Epidural ve Kaudal Bloklar*. MORGAN & MIKHAIL KLİNİK ANESTEZİYOLOJİ - 7. BASKI, ed. D.C.M. John F. Butterworth, John D. Wasnick. Güneş Tıp Kitabevleri, 2024. 965-974.
39. Horlocker, T.T., *Complications of spinal and epidural anesthesia*. Anesthesiol Clin North Am, 2000. **18**(2): p. 461-85.
40. Hahn, R.G., *Adverse effects of crystalloid and colloid fluids*. Anaesthesiol Intensive Ther, 2017. **49**(4): p. 303-308.
41. Miller, T.E. and P.S. Myles, *Perioperative Fluid Therapy for Major Surgery*. Anesthesiology, 2019. **130**(5): p. 825-832.
42. Myles, P.S., et al., *Restrictive versus Liberal Fluid Therapy for Major Abdominal Surgery*. N Engl J Med, 2018. **378**(24): p. 2263-2274.
43. Gustafsson, U.O., et al., *Adherence to the enhanced recovery after surgery protocol and outcomes after colorectal cancer surgery*. Arch Surg, 2011. **146**(5): p. 571-7.
44. Mladinov, D., et al., *Perioperative Fluid Management*. Anesthesiol Clin, 2023. **41**(3): p. 613-629.
45. Chappell, D., et al., *A rational approach to perioperative fluid management*. Anesthesiology, 2008. **109**(4): p. 723-40.
46. Lowell, J.A., et al., *Postoperative fluid overload: not a benign problem*. Crit Care Med, 1990. **18**(7): p. 728-33.
47. Nisanevich, V., et al., *Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery*. Anesthesiology, 2005. **103**(1): p. 25-32.
48. Pfortmueller, C.A., et al., *Fluid accumulation syndrome in sepsis and septic shock: pathophysiology, relevance and treatment-a comprehensive review*. Ann Intensive Care, 2024. **14**(1): p. 115.

49. Pearse, R., et al., *Early goal-directed therapy after major surgery reduces complications and duration of hospital stay. A randomised, controlled trial [ISRCTN38797445]*. Crit Care, 2005. **9**(6): p. R687-93.
50. Cecconi, M., et al., *Clinical review: Goal-directed therapy-what is the evidence in surgical patients? The effect on different risk groups*. Crit Care, 2013. **17**(2): p. 209.
51. Calvo-Vecino, J.M., et al., *Effect of goal-directed haemodynamic therapy on postoperative complications in low-moderate risk surgical patients: a multicentre randomised controlled trial (FEDORA trial)*. Br J Anaesth, 2018. **120**(4): p. 734-744.
52. Fischer, M.O., et al., *Individualized Fluid Management Using the Pleth Variability Index: A Randomized Clinical Trial*. Anesthesiology, 2020. **133**(1): p. 31-40.
53. Beigel, R., et al., *Noninvasive evaluation of right atrial pressure*. J Am Soc Echocardiogr, 2013. **26**(9): p. 1033-42.
54. LaCombe, P., et al., *Physiology, Starling Relationships*, in *StatPearls*. 2025, StatPearls Publishing Copyright © 2025, StatPearls Publishing LLC.: Treasure Island (FL).
55. Bentzer, P., et al., *Will This Hemodynamically Unstable Patient Respond to a Bolus of Intravenous Fluids?* Jama, 2016. **316**(12): p. 1298-309.
56. Benes, J., et al., *Fluid Therapy: Double-Edged Sword during Critical Care?* Biomed Res Int, 2015. **2015**: p. 729075.
57. Sundaram, S.C., et al., *Intra-Operative Fluid Management in Adult Neurosurgical Patients Undergoing Intracranial Tumour Surgery: Randomised Control Trial Comparing Pulse Pressure Variance (PPV) and Central Venous Pressure (CVP)*. J Clin Diagn Res, 2016. **10**(5): p. Uc01-5.
58. Belda, F.J., et al., *Complications related to less-invasive haemodynamic monitoring*. British Journal of Anaesthesia, 2011. **106**(4): p. 482-486.
59. Bowdle, T.A., *Complications of invasive monitoring*. Anesthesiol Clin North Am, 2002. **20**(3): p. 571-588.
60. Marik, P.E., M. Baram, and B. Vahid, *Does Central Venous Pressure Predict Fluid Responsiveness?*: A Systematic Review of the Literature and the Tale of Seven Mares*. Chest, 2008. **134**(1): p. 172-178.
61. Pittman, J.A., J.S. Ping, and J.B. Mark, *Arterial and central venous pressure monitoring*. Int Anesthesiol Clin, 2004. **42**(1): p. 13-30.
62. Osman, D., et al., *Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge*. Crit Care Med, 2007. **35**(1): p. 64-8.
63. 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.
64. Teboul, J.L., et al., *Arterial Pulse Pressure Variation with Mechanical Ventilation*. Am J Respir Crit Care Med, 2019. **199**(1): p. 22-31.
65. Auler, J.O., Jr., et al., *Online monitoring of pulse pressure variation to guide fluid therapy after cardiac surgery*. Anesth Analg, 2008. **106**(4): p. 1201-6, table of contents.

66. Min, J.J., et al., *Predictor of fluid responsiveness in the 'grey zone': augmented pulse pressure variation through a temporary increase in tidal volume*. Br J Anaesth, 2017. **119**(1): p. 50-56.
67. Le Manach, Y., et al., *Can changes in arterial pressure be used to detect changes in cardiac output during volume expansion in the perioperative period?* Anesthesiology, 2012. **117**(6): p. 1165-74.
68. Hasanin, A., *Fluid responsiveness in acute circulatory failure*. J Intensive Care, 2015. **3**: p. 50.
69. Guinot, P.G., et al., *Ability of stroke volume variation measured by oesophageal Doppler monitoring to predict fluid responsiveness during surgery*. Br J Anaesth, 2013. **110**(1): p. 28-33.
70. Magder, S. and B. Guerard, *Heart-lung interactions and pulmonary buffering: lessons from a computational modeling study*. Respir Physiol Neurobiol, 2012. **182**(2-3): p. 60-70.
71. Knotzer, H. and W.R. Hasibeder, *Microcirculatory function monitoring at the bedside--a view from the intensive care*. Physiol Meas, 2007. **28**(9): p. R65-86.
72. Jubran, A., *Pulse oximetry*. Intensive Care Med, 2004. **30**(11): p. 2017-20.
73. Wukitsch, M.W., et al., *Pulse oximetry: analysis of theory, technology, and practice*. J Clin Monit, 1988. **4**(4): p. 290-301.
74. Clayton, D.G., et al., *Pulse oximeter probes. A comparison between finger, nose, ear and forehead probes under conditions of poor perfusion*. Anaesthesia, 1991. **46**(4): p. 260-5.
75. Barker, S.J., *"Motion-resistant" pulse oximetry: a comparison of new and old models*. Anesth Analg, 2002. **95**(4): p. 967-72, table of contents.
76. Desgranges, F.P., et al., *Does the plethysmographic variability index predict fluid responsiveness in mechanically ventilated children? A meta-analysis*. Br J Anaesth, 2016. **117**(3): p. 409-10.
77. Koc Gdk, N. and T. Sahin, *Follow-up of perfusion index and inferior vena cava collapsibility index in fluid therapy in prerenal acute renal failure*. Heliyon, 2023. **9**(8): p. e18715.
78. Savastano, S., et al., *Post-ROSC peripheral perfusion index discriminates 30-day survival after out-of-hospital cardiac arrest*. Intern Emerg Med, 2021. **16**(2): p. 455-462.
79. Goldman, J.M., et al., *Masimo signal extraction pulse oximetry*. J Clin Monit Comput, 2000. **16**(7): p. 475-83.
80. Lima, A.P., P. Beelen, and J. Bakker, *Use of a peripheral perfusion index derived from the pulse oximetry signal as a noninvasive indicator of perfusion*. Crit Care Med, 2002. **30**(6): p. 1210-3.
81. He, H., et al., *Clinical classification of tissue perfusion based on the central venous oxygen saturation and the peripheral perfusion index*. Crit Care, 2015. **19**(1): p. 330.
82. Tapar, H., et al., *The effect of patient positions on perfusion index*. BMC Anesthesiol, 2018. **18**(1): p. 111.
83. Narayanan, B.J., S.V. Rao, and S. Kandasamy, *Peripheral Perfusion Index for Prediction of Fluid Responsiveness in Spontaneously Breathing Critically Ill Patients: A Prospective Observational Study*. Indian J Crit Care Med, 2025. **29**(2): p. 151-154.
84. Abdelnasser, A., et al., *Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index*. Br J Anaesth, 2017. **119**(2): p. 276-280.

85. Vincent, J.L., et al., *Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12*. Crit Care, 2015. **19**(1): p. 224.
86. Cannesson, M., et al., *Respiratory variations in pulse oximetry plethysmographic waveform amplitude to predict fluid responsiveness in the operating room*. Anesthesiology, 2007. **106**(6): p. 1105-11.
87. Chu, H., et al., *Accuracy of pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review and meta-analysis*. J Clin Monit Comput, 2016. **30**(3): p. 265-74.
88. Haas, S., et al., *Prediction of volume responsiveness using pleth variability index in patients undergoing cardiac surgery after cardiopulmonary bypass*. J Anesth, 2012. **26**(5): p. 696-701.
89. Moore, K., Dalley, A, & Agur, A. Clinically Oriented Anatomy 7th ed Philadelphia. 2014. 380-383.
90. Zengin, S., et al., *Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia*. Am J Emerg Med, 2013. **31**(5): p. 763-7.
91. Airapetian, N., et al., *Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients?* Crit Care, 2015. **19**: p. 400.
92. Tajik, A.J., et al., *Two-dimensional real-time ultrasonic imaging of the heart and great vessels. Technique, image orientation, structure identification, and validation*. Mayo Clin Proc, 1978. **53**(5): p. 271-303.
93. Citilcioglu, S., et al., *The relationship between inferior vena cava diameter measured by bedside ultrasonography and central venous pressure value*. Pak J Med Sci, 2014. **30**(2): p. 310-5.
94. Brennan, J.M., et al., *Reappraisal of the use of inferior vena cava for estimating right atrial pressure*. J Am Soc Echocardiogr, 2007. **20**(7): p. 857-61.
95. Preau, S., et al., *Diagnostic Accuracy of the Inferior Vena Cava Collapsibility to Predict Fluid Responsiveness in Spontaneously Breathing Patients With Sepsis and Acute Circulatory Failure*. Crit Care Med, 2017. **45**(3): p. e290-e297.
96. Wallace, D.J., M. Allison, and M.B. Stone, *Inferior vena cava percentage collapse during respiration is affected by the sampling location: an ultrasound study in healthy volunteers*. Acad Emerg Med, 2010. **17**(1): p. 96-9.
97. Muller, L., et al., *Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use*. Crit Care, 2012. **16**(5): p. R188.
98. Ferrada, P., et al., *Flat inferior vena cava: indicator of poor prognosis in trauma and acute care surgery patients*. Am Surg, 2012. **78**(12): p. 1396-8.
99. Brennan, J.M., et al., *Handcarried ultrasound measurement of the inferior vena cava for assessment of intravascular volume status in the outpatient hemodialysis clinic*. Clin J Am Soc Nephrol, 2006. **1**(4): p. 749-53.

100. Goldflam, K., et al., *Patient perceptions of ultrasound educational scans in the emergency department*. J Emerg Med, 2014. **46**(6): p. 833-8.
101. Blanco, P. and G. Volpicelli, *Common pitfalls in point-of-care ultrasound: a practical guide for emergency and critical care physicians*. Crit Ultrasound J, 2016. **8**(1): p. 15.
102. <https://www.renalfellow.org/2020/03/20/inferior-vena-cava-pocus-the-basics-of-image-acquisition/> Acces date:03/2025.
103. Valette, X., et al., *Subcostal versus transhepatic view to assess the inferior vena cava in critically ill patients*. Echocardiography, 2020. **37**(8): p. 1171-1176.
104. Carmona-Levario, P. and D. Manzur-Sandoval, *Man with dyspnea, dry cough and fever*. J Am Coll Emerg Physicians Open, 2021. **2**(1): p. e12376.
105. Annetta, M., *Ultrasound based tip location of femorally inserted central catheters into the inferior vena cava: A comparison between the transhepatic and the subcostal view*. 2023.
106. Yildirimturk, O., et al., *Assessment of right atrial pressure using echocardiography and correlation with catheterization*. J Clin Ultrasound, 2011. **39**(6): p. 337-43.
107. Rudski, L.G., et al., *Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography*. J Am Soc Echocardiogr, 2010. **23**(7): p. 685-713; quiz 786-8.
108. Kaptein, M.J. and E.M. Kaptein, *Inferior Vena Cava Collapsibility Index: Clinical Validation and Application for Assessment of Relative Intravascular Volume*. Adv Chronic Kidney Dis, 2021. **28**(3): p. 218-226.
109. Kimura, B., et al., *The effect of breathing manner on inferior vena caval diameter*. European journal of echocardiography : the journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology, 2010. **12**: p. 120-3.
110. Barbier, C., et al., *Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients*. Intensive Care Med, 2004. **30**(9): p. 1740-6.
111. Espinoza, E.D., S. Welsh, and A. Dubin, *Lack of agreement between different observers and methods in the measurement of capillary refill time in healthy volunteers: an observational study*. Rev Bras Ter Intensiva, 2014. **26**(3): p. 269-76.
112. Raia, L., et al., *Kinetics of capillary refill time after fluid challenge*. Annals of Intensive Care, 2022. **12**(1): p. 74.
113. Singh, S., et al., *Determinants of Capillary Refill Time in Healthy Neonates*. J Clin Diagn Res, 2015. **9**(9): p. Sc01-3.
114. Hernández, G., et al., *Effect of a Resuscitation Strategy Targeting Peripheral Perfusion Status vs Serum Lactate Levels on 28-Day Mortality Among Patients With Septic Shock: The ANDROMEDA-SHOCK Randomized Clinical Trial*. Jama, 2019. **321**(7): p. 654-664.
115. Huang, W., et al., *Association of Sublingual Microcirculation Parameters and Capillary Refill Time in the Early Phase of ICU Admission*. Crit Care Med, 2023. **51**(7): p. 913-923.

116. Schriger, D.L. and L.J. Baraff, *Capillary refill--is it a useful predictor of hypovolemic states?* Ann Emerg Med, 1991. **20**(6): p. 601-5.
117. Ait-Oufella, H., et al., *Capillary refill time exploration during septic shock.* Intensive Care Med, 2014. **40**(7): p. 958-64.
118. Hariri, G., et al., *Narrative review: clinical assessment of peripheral tissue perfusion in septic shock.* Ann Intensive Care, 2019. **9**(1): p. 37.
119. Jacquet-Lagrèze, M., et al., *Capillary refill time variation induced by passive leg raising predicts capillary refill time response to volume expansion.* Crit Care, 2019. **23**(1): p. 281.
120. Levy, M.M., L.E. Evans, and A. Rhodes, *The Surviving Sepsis Campaign Bundle: 2018 update.* Intensive Care Med, 2018. **44**(6): p. 925-928.
121. Pino, R.M. and J. Singh, *Appropriate Clinical Use of Lactate Measurements.* Anesthesiology, 2021. **134**(4).
122. Lara, B., et al., *Capillary refill time during fluid resuscitation in patients with sepsis-related hyperlactatemia at the emergency department is related to mortality.* PLoS One, 2017. **12**(11): p. e0188548.
123. Langer, T., S. Brusatori, and L. Gattinoni, *Understanding base excess (BE): merits and pitfalls.* Intensive Care Med, 2022. **48**(8): p. 1080-1083.
124. Wagner, D., E. Draper, and W. Knaus, *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Development of APACHE III.* Crit Care Med, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S199-203.
125. Kaur, H., et al., *The significance of APACHE II as a predictor of mortality in paraquat poisoning: A systematic review and meta-analysis.* Journal of Forensic and Legal Medicine, 2023. **97**: p. 102548.
126. Kahraman, F., et al., *APACHE II score predicts in-hospital mortality more accurately than inflammatory indices in patients with acute coronary syndrome.* Kardiologija, 2022. **62**(9): p. 54-59.
127. Lambden, S., et al., *The SOFA score-development, utility and challenges of accurate assessment in clinical trials.* Crit Care, 2019. **23**(1): p. 374.
128. Mutschler, M., et al., *The Shock Index revisited - a fast guide to transfusion requirement? A retrospective analysis on 21,853 patients derived from the TraumaRegister DGU.* Crit Care, 2013. **17**(4): p. R172.
129. Vang, M., et al., *Shock index as a predictor for mortality in trauma patients: a systematic review and meta-analysis.* European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2022. **48**.
130. Miller, T.E., A.M. Roche, and M. Mythen, *Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to Enhanced Recovery After Surgery (ERAS).* Can J Anaesth, 2015. **62**(2): p. 158-68.
131. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Turkiye-Saglik-Arastirmasi-2022-49747> Acces date: 03.2025
132. Carpintero, P., et al., *Complications of hip fractures: A review.* World J Orthop, 2014. **5**(4): p. 402-11.

133. Lim, B.G. and I.O. Lee, *Anesthetic management of geriatric patients*. Korean J Anesthesiol, 2020. **73**(1): p. 8-29.
134. Mladinov, D., et al., *Perioperative Fluid Management*. Clinics in Geriatric Medicine, 2025. **41**(1): p. 83-99.
135. Giglio, M.T., et al., *Goal-directed haemodynamic therapy and gastrointestinal complications in major surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials*. Br J Anaesth, 2009. **103**(5): p. 637-46.
136. Michard, F. and J.L. Teboul, *Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence*. Chest, 2002. **121**(6): p. 2000-8.
137. Wetterslev, M., et al., *Systematic review of cardiac output measurements by echocardiography vs. thermodilution: the techniques are not interchangeable*. Intensive Care Med, 2016. **42**(8): p. 1223-33.
138. Messina, A., et al., *Pharmacodynamic analysis of a fluid challenge with 4 ml kg⁻¹ over 10 or 20 min: a multicenter cross-over randomized clinical trial*. J Clin Monit Comput, 2022. **36**(4): p. 1193-1203.
139. Attou, R., et al., *Evaluating the efficacy of a standardized 4 mL/kg fluid bolus technique in critically ill patients with elevated P(va)CO₂: secondary analysis of two prospective studies*. Front Med (Lausanne), 2024. **11**: p. 1348747.
140. Fujimoto, N., et al., *Hemodynamic responses to rapid saline loading: the impact of age, sex, and heart failure*. Circulation, 2013. **127**(1): p. 55-62.
141. Aya, H.D., et al., *Hemodynamic Effect of Different Doses of Fluids for a Fluid Challenge: A Quasi-Randomized Controlled Study*. Crit Care Med, 2017. **45**(2): p. e161-e168.
142. Glassford, N.J., G.M. Eastwood, and R. Bellomo, *Physiological changes after fluid bolus therapy in sepsis: a systematic review of contemporary data*. Crit Care, 2014. **18**(6): p. 696.
143. Gui, J., et al., *Is the Collapsibility Index of the Inferior Vena Cava an Accurate Predictor for the Early Detection of Intravascular Volume Change?* Shock, 2018. **49**(1): p. 29-32.
144. Aya, H.D., et al., *Pharmacodynamic Analysis of a Fluid Challenge*. Crit Care Med, 2016. **44**(5): p. 880-91.
145. Taniguchi, T., et al., *Impact of Body Size on Inferior Vena Cava Parameters for Estimating Right Atrial Pressure: A Need for Standardization?* J Am Soc Echocardiogr, 2015. **28**(12): p. 1420-7.
146. Rauch, S., et al., *Detection of fluid responsiveness by changes of perfusion index and pleth-variability index during passive leg raising in spontaneously breathing post-surgical patients: a prospective interventional study*. Journal of Clinical Monitoring and Computing, 2025.
147. Pyakurel, K., et al., *Correlation Study of Inferior Venacava Collapsibility Index And Perfusion Index as Predictors of Fluid Responsiveness in Critically ill Patients*. Birat Journal of Health Sciences, 2024. **8**: p. 2167-2173.
148. Zimmermann, M., et al., *Accuracy of stroke volume variation compared with pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing major surgery*. Eur J Anaesthesiol, 2010. **27**(6): p. 555-61.

149. Broch, O., et al., *Accuracy of the pleth variability index to predict fluid responsiveness depends on the perfusion index*. Acta Anaesthesiol Scand, 2011. **55**(6): p. 686-93.
150. Putowski, Z., et al., *Correlation Between Mean Arterial Pressure and Capillary Refill Time in Patients with Septic Shock: A Systematic Review and Meta-analysis*. J Intensive Care Med, 2023. **38**(9): p. 838-846.
151. Yektaş, A., et al., *İnferior vena kava kollapsibilite indeksi (İVCCI), pasif bacak kaldırma testi (PBKT), santral venöz basınç (CVP), laktat ve veno-arterial karbondioksit farkının (ΔpCO₂) kritik yoğun bakım hastalarında korelasyonunun araştırılması*. Ege Tıp Dergisi, 2019. **58**(1): p. 13-20.
152. Ilyas, A., et al., *Correlation of IVC Diameter and Collapsibility Index With Central Venous Pressure in the Assessment of Intravascular Volume in Critically Ill Patients*. Cureus, 2017. **9**(2): p. e1025.
153. Akıllı, B., et al., *Inferior vena cava diameter as a marker of early hemorrhagic shock: a comparative study*. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2010. **16**(2): p. 113-118.
154. Klangthamneam, S., et al., *Correlation between right atrial pressure measured via right heart catheterization and venous excess ultrasound, inferior vena cava diameter, and ultrasound-measured jugular venous pressure: a prospective observational study*. The Ultrasound Journal, 2024. **16**(1): p. 50.
155. Narayanaswamy, V., et al., *Correlation of Plethysmograph Variability Index with Inferior Vena Cava Index in Spontaneously Breathing Neonates - A Cross Sectional Study*. Indian J Pediatr, 2024. **91**(1): p. 81-83.
156. Natori, H., S. Tamaki, and S. Kira, *Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration*. Am Rev Respir Dis, 1979. **120**(2): p. 421-7.
157. Aslaner, M.A., et al., *Accuracy of Multi-organ Point-of-Care Ultrasound for Acute Kidney Injury Etiologies*. Ultrasound Med Biol, 2022. **48**(10): p. 2009-2018.
158. Jones, A.E., *Lactate clearance for assessing response to resuscitation in severe sepsis*. Acad Emerg Med, 2013. **20**(8): p. 844-7.
159. Soylu, V.G., et al., *Correlation between inferior vena cava collapsibility index and malnutrition in critical patients: A prospective observational study*. Malawi Med J, 2024. **36**(2): p. 90-96.

8. ÖZGEÇMİŞ

I. Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Filiz Kaya
Doğum Tarihi ve Yeri	
Akademik unvan/pozisyon	Asistan Doktor
Görev yeri	SBÜ Ankara SUAM
Telefon numarası	
E-posta adresi	

II. Eğitim Bilgileri

Yıl	Bölüm	Kurum	Derece
2018	Tıp Fakültesi	Bozok Üniversitesi	Doktora

III. İş Tecrübesine Ait Bilgiler

Tarih Aralığı	Kurum	Görev
2018-2019	Daday Toplum Sağlığı Merkezi	Pratisyen Doktor
2020-	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anestezi Kliniği	Asistan Doktor

IV. Klinik Araştırmalarla İlgili Genel Bilgiler

1. İyi Klinik Uygulamaları (İKU) ve klinik araştırma konularında alınan eğitim/sertifika bilgileri:		
Eğitim/sertifika adı ve eğitim yeri	Tarih	
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde İKU eğitimi alınmıştır	2012-2014	
2. Görev alınan klinik araştırma bilgileri:		
Klinik araştırma	Tarih Aralığı	Görev

9. EKLER

EK-1: ETİK KURUL ONAYI



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
İL SAĞLIK MÜDÜRLÜĞÜ
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi



Sayı : E-93471371-514.10-243319700
Konu : E.Kurul – E-24-108 - Etik Kurul Kararı

10.05.2024

ANKARA EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ BAŞHEKİMLİĞİNE

108 - no'lu çalışma

SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anestezi ve Reanimasyon Kliniği'nden **"Postoperatif Majör Cerrahi Hastalarında Erken Dönemdeki Sıvı Açığı ve İhtiyacının Değerlendirilmesi"** konulu çalışma incelenmiş olup, Etik açıdan oy birliğiyle 08.05.2024 tarihinde uygun görülmüştür.

Prof. Dr. UĞUR KOÇER
Etik Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge doğrulama kodu: 01ED07A5-A960-431A-9803-5B1CC30ADAA9

Belge doğrulama adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/saglik-bakanligi-cbys>

Hacettepe Mh. Ulucanlar Cd. No:89 06230 Altındağ / ANKARA 06230
Telefon No:
e-Posta: [Internet Adresi: https://www.saglik.gov.tr/](https://www.saglik.gov.tr/)
Kep Adresi:

Bilgi için: Ayşe ÖZDEMİR
Tıbbi Sekreter
Telefon No: 03125953189



BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Postoperatif Majör Cerrahi Hastalarında Erken Dönemdeki Sıvı Açığı ve İhtiyacının Değerlendirilmesi
-----------------------	---

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Etik Kurul Sekreterliği Sakarya Mah. Ulucanlar Cad.No:89 Altındağ/Ankara
	TELEFON	
	FAKS	
	E-POSTA	

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Çetin KAYMAK			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Anestezi ve Reanimasyon			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Prospektif	<input checked="" type="checkbox"/>	Retrospektif	<input type="checkbox"/>
		Tanımlayıcı	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel Çalışma	<input checked="" type="checkbox"/>		
		Kesitsel Çalışmalar	<input type="checkbox"/>		
		Kohort Çalışmaları (Prospektif, Retrospektif, Çift yönlü)	<input type="checkbox"/>		
		Olgu- Kontrol Çalışmaları	<input type="checkbox"/>		
Kalitatif Analizler		<input type="checkbox"/>			
Anket Çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
Deneysel Çalışmalar (Doğrudan Müdahale İçermeyen, İlaç ve Tıbbi Cihaz Çalışması Olmayan)		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz:					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	<input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ	<input type="checkbox"/>	
	ULUSAL	<input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI	<input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>				
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>				
	İLAN	<input type="checkbox"/>				

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Uğur KOÇER
İmza:

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Postoperatif Majör Cerrahi Hastalarında Erken Dönemdeki Sıvı Açığı ve İhtiyacının Değerlendirilmesi
-----------------------	---

YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>
GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>
DİĞER:	<input type="checkbox"/>

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 108/2024	Tarih: 08/05/2024
	Yukarıda bilgileri verilen SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği'nden Prof. Dr. Çetin KAYMAK, Uzm. Dr. Bilal ŞENGÜ, Dr. Onur ERSAN, Prof. Dr. Ayşe ÖZCAN, Prof. Dr. Hülya BAŞAR tarafından yapılması planlanan ve Dr. Filiz KAYA' nın Tez çalışması olan "Postoperatif Majör Cerrahi Hastalarında Erken Dönemdeki Sıvı Açığı ve İhtiyacının Değerlendirilmesi" isimli bilimsel araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmannın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmannın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Yönergesi, İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Uğur KOÇER

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Uğur KOÇER	Plastik,Rekonstrüktif ve Estetik Cerrah	SBÜ. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Güray SOYDAN	Farmakoloji	Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hülya BAŞAR	Anestezi ve Reanimasyon	SBÜ. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Burcu DUYUR ÇAKIT	Fizik Tıp ve Rehabilitasyon	SBÜ. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hatice ÇELİK	Kulak Burun Boğaz Kliniği, Ağız Yüz ve Çene Cerrahisi	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Pelin Seher ÖZTEKİN	Radyoloji	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Aziz Mutlu BARLAS	Genel Cerrahi	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nurten ÜNLÜ	Göz Hastalıkları	SBÜ Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Seyhan DEMİR KARABULUT	Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	Başkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Rukiye ÜNSAL SAÇ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	SBÜ. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Erdal DEMİRTAŞ	Acil Tıp	SBÜ. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzm. Dr. Erkan BÜYÜKDEMİRCİ	Halk Sağlığı Uzm.	Ankara İl Sağlık Müdürlüğü	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Uğur KOÇER
İmza: