

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ACİL TIP ANABİLİM DALI

İNFERİOR VENA CAVA ÇAPININ SUBKOSTAL, ANTERİOR
TRANSHEPATİK VE KORONAL DÜZLEMDEKİ
ULTRASONOGRAFİK ÖLÇÜMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ
Dr. ASLIHAN KÜÇÜK ALBAYRAK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. FİKRET BİLDİK
Doç. Dr. MEHMET ALİ ASLANER

ANKARA-2023

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ACİL TIP ANABİLİM DALI

İNFERİOR VENA CAVA ÇAPININ SUBKOSTAL, ANTERİOR
TRANSHEPATİK VE KORONAL DÜZLEMDEKİ
ULTRASONOGRAFİK ÖLÇÜMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ
Dr. ASLIHAN KÜÇÜK ALBAYRAK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. FİKRET BİLDİK
Doç. Dr. MEHMET ALİ ASLANER

ANKARA-2023

KABUL VE ONAY



Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tez Sınav Tutanağı

Adı ve Soyadı	Aslıhan Küçük Albayrak
Baba Adı	Alimerdan
Doğum Yeri/Tarihi	Altındağ/Ankara 21/07/1993
Diploma Tarihi/Diploma No	30/06/2018 2018-13000010
Mezun Olduğu Fakülte	Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi
İhtisas Yaptığı Anabilim Dalı/Bilim Dalı	Acil Tıp Anabilim Dalı
İhtisas Süresi	Yıl: 4 Ay: 0
Sınav Yapılmasını İsteyen Makam	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı

UZMANLIK TEZİNİN ADI: Inferior Vena Cava Çapının Subkostal, Transhepatik ve Koronal Düzlemdeki Ultrasonografik Ölçümlerinin Karşılaştırılması

JÜRİ KARARI: Ana Bilim Dalımız Araştırma Görevlisi Dr. Aslıhan Küçük Albayrak "Inferior Vena Cava Çapının Subkostal, Transhepatik ve Koronal Düzlemdeki Ultrasonografik Ölçümlerinin Karşılaştırılması" başlıklı tezi başarılı bulunmuştur ve uzmanlık sınavına girmeye hak kazanmıştır.

JÜRİ ÜYELERİ:

BAŞKAN

Prof. Dr. Fikret BİLDİK

ÜYE

Prof. Dr. Ahmet DEMİRCAN

ÜYE

Doç. Dr. Mehmet AK ASLANER

ÖNSÖZ

Tezimin tüm aşamalarında yanımda olan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan saygıdeğer tez danışmanlarım Prof. Dr. Fikret BİLDİK ve Doç. Dr. Mehmet Ali ASLANER'e,

Tüm acil tıp eğitimim süresince bana destek olan Prof. Dr. Ahmet DEMİRCAN, Prof. Dr. Ayfer KELEŞ, Prof. Dr. İsa KILIÇASLAN, Prof. Dr. Mehmet Akif KARAMERCAN ve Uzm. Dr. Gültekin KADI'ya,

Tez çalışmamdaki desteğinin dışında güzel kalbi, insanlığı, yardımseverliği ile her zaman yanımda olan ve hep kardeşim olarak kalacak Dr. Ömer Faruk KORKAK'a,

Asistanlığım boyunca iş arkadaşlığının yanında kardeşlerim, dostlarım da olan, insanlıklarına ve hekimliklerine hayran olduğum, Dr. Burak ŞİŞİK, Dr. Burhan ÇOMRUK, Dr. Yaşar Can ERSÖZ, Dr. Hakan SEVİNÇ, Dr. Serkan AYDIN, Dr. Burak ASLAN, Dr. Lamiya ALİYEVA, Dr. Betül DOĞAN, Dr. Seçil Cansu ALKAN, Dr. Osman Mert BAŞ ve biriciğim Dr. Anıl AYDIN'a,

Acil tıpta büyük bir özveri ve tıbbi bilgi ile çalışan, dört yılda ikinci ailem olan, her konuda güvenebildiğim, güzel kalplerine hayran olduğum, çalışırken çok şey öğrendiğim ve tanımaktan çok mutlu olduğum tüm asistan arkadaşlarıma,

Birlikte ekip ruhu içinde çalıştığımız acil servis cerrahi müdahale sekreterleri, tüm hemşire, paramedik ve diğer personel arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde en büyük emek sahibi olan annem Ayşe TAŞKIN, ağabeyim Cengizhan KÜÇÜK'e, tezimin istatistiksel analiz kısmında yardımlarını esirgemeyen doğduğumuzdan beri birbirimizi kardeş olarak gördüğümüz kuzenim

Hatice AKTAŞ GÖKÇE'ye ve asistanlığa başladığımda hayatıma giren, yanımda olduğu her an bana mutluluk, huzur ve güven veren hayattaki en büyük şansım, iyi kötü her anıma anlam kazandıran canım hayat arkadaşım Kerem ALBAYRAK'a, ailemizin mutluluk kaynağı olan kedilerim Saga ve Bücürük'e

Sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.



KISALTMALAR

A.B.D: Amerika Birleşik Devletleri

ACEP: American College of Emergency Physicians

BMI: Vücut kitle indeksi - Body mass index

cIVC: İnferior vena cava kollapsibilite indeksi

CVP: Santral venöz basınç

CR: Koronal

CRmaxçap: Koronal maksimum çap

dIVC: İnferior vena cava distansibilite indeksi

EKG: Elektrokardiyografi

EtCO2: End tidal karbondioksit

FAST: Focused assessment with sonography for trauma

IMV: Invaziv mekanik ventilatör

IVC: İnferior vena cava

IVCmax: İnferior vena cava maksimum çap

IVCmin: İnferior vena cava minimum çap

IJV: İnternal juguler ven

L: Lomber

Max: Maksimum

Min: Minimum

NIMV: Noninvaziv mekanik ventilatör

OAB: Ortalama arteriel basınç

PAuP: Pulmoner arter uç basıncı

PBKT: Pasif bacak kaldırma testi

RAP: Sağ atrium basıncı

RVOT-FS: Right ventricular outflow tract fractional shortening

Sn: Sn

SC: Subkostal

SCmaxçap: Subkostal maksimum çap

SVC: Superior vena cava

T: Torakal

TEE: Trans özofageal ekokardiyografi

TH: Transhepatik, anterior transhepatik

THmaxçap: Transhepatik maksimum çap

TTE: Trans torasik ekokardiyografi

USG: Ultrasonografi

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Inferior vena cava çapını değiştiren temel belirteçler	11
Tablo 2. Inferior vena cava çap ve çökme oranına göre sağ atrial basınç değerleri	14
Tablo 3. Subkostal (SC), anterior transhepatik (TH), koronal (CR) pencerelerden IVC görüntülemesi yaparken belirlenen kriterler.....	23
Tablo 4. Demografik bilgiler	28
Tablo 5. Bölgelere göre değişkenlerin karşılaştırılması	29
Tablo 6. Entübasyon ayrımı yapılmaksızın belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	30
Tablo 7. Entübe olmayan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	31
Tablo 8. Entübe katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi	40
Tablo 9. BMI'ya göre entübe olmayan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	49
Tablo 10. BMI'ya göre entübe olan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	50
Tablo 11. Cinsiyete göre entübe olmayan katılımcılara belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	51
Tablo 12. Cinsiyete göre entübe olan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	52
Tablo 13. Yaş grubuna göre entübe olmayan katılımcılarda belirtilen değişkenler	

için sınıf içi korelasyon analizi.....	53
Tablo 14. Yaş grubuna göre entübe olan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi.....	54
Tablo 15. Yorum, kriter sayısı dağılımı.....	55
Tablo 16. Görüntüleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler	56
Tablo 17. SC süre ortalama kategorisine göre diğer görüntüleme sürelerine ait sayı ve yüzde dağılımı	57
Tablo 18. BMI'ya göre görüntüleme sürelerinin karşılaştırılması	57
Tablo 19. BMI'ya göre görüntüleyici yorumlarının karşılaştırılması	58
Tablo 20. BMI'ya göre görüntülerden elde edilen kriter sayılarının karşılaştırılması	59

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. İntravasküler durum değişimi ile meydana gelen komplikasyonlar	4
Şekil 2. İnferior vena cava anatomisi*	9
Şekil 3. IVC'nin subkostal pencereden ultrasonografik görüntüsü	15
Şekil 4. IVC'nin subkostal pencereden görüntülenmesi.....	15
Şekil 5. IVC'nin anterior transhepatik pencereden ultrasonografik görüntüsü	16
Şekil 6. IVC'nin anterior transhepatik pencereden görüntülenmesi.....	16
Şekil 7. IVC'nin koronal pencereden ultrasonografik görüntüsü	17
Şekil 8. IVC'nin koronal pencereden görüntülenmesi.....	17
Şekil 9. A- GE Healthcare Venue Point of Care® USG cihazı, B- 4 MHz faz array kardiyak prob.....	21
Şekil 10. Çalışma akış şeması	27
Şekil 11. Entübe olmayan katılımcılarda SCmaxçap-THmaxçap Bland-Altman grafiği	33
Şekil 12. Entübe olmayan katılımcılarda SCminçap-THminçap Bland-Altman grafiği	34
Şekil 13. Entübe olmayan katılımcılarda SCcIVC-THcIVC Bland-Altman grafiği	35
Şekil 14. Entübe olmayan katılımcılarda SCmaxçap-CRmaxçap Bland-Altman grafiği	37
Şekil 15. Entübe olmayan katılımcılarda SCminçap-CRminçap Bland-Altman grafiği	38
Şekil 16. Entübe olmayan bireylerde SCcIVC-CRcIVC Bland-Altman grafiği...	39

Şekil 17. Entübe olan katılımcılarda Scmaxçap-Thmaxçap Bland-Altman grafiği	
.....	42
Şekil 18. Entübe olan katılımcılarda SCminçap-THminçap Bland-Altman grafiği	
.....	43
Şekil 19. Entübe olan katılımcılarda SCdIVC-THdIVC Bland-Altman grafiği ...	44
Şekil 20. Entübe olan katılımcılarda Scmaxçap-Crmaxçap Bland-Altman grafiği	
.....	46
Şekil 21. Entübe olan katılımcılarda SCminçap-CRminçap Bland-Altman grafiği	
.....	47
Şekil 22. Entübe olan katılımcılarda SCdIVC-CRdIVC Bland-Altman grafiği ...	48

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ÖNSÖZ	I
KISALTMALAR	III
TABLO DİZİNİ	V
ŞEKİL DİZİNİ	VII
İÇİNDEKİLER	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kritik Hastalarda Volüm Durumunun Belirlenmesi	3
2.2. Ultrasonografi	5
2.2.1. Tarihçesi	5
2.2.2. Acil serviste ultrasonografi kullanımı	6
2.2.3. Hemodinaminin ultrasonografi ile değerlendirilmesi	8
2.3. İnferior Vena Cava	8
2.3.1. İnferior vena cava ultrasonu	10
2.3.2. İnferior vena cava ultrasound tekniği, statik ve dinamik parametreler	13
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	18
3.1. Çalışmanın Tasarımı	18
3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer	18
3.3. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	19
3.4. Çalışmada Dışlama Kriterleri	19
	IX

3.5. Verilerin Toplanması	19
3.6. USG Görüntülerinin Elde Edilmesi	20
3.7. İstatistiksel Analiz	24
4. BULGULAR	26
5. TARTIŞMA	60
5.1. Çalışmanın Kısıtlılıkları	68
6. SONUÇLAR	69
7. KAYNAKLAR	71
8. ÖZET	81
9. ABSTRACT	83
10. EKLER	85
EK-1 Etik Kurul Onay Belgesi	85
Ek-2 Hasta Toplama Formu	87
11. ÖZGEÇMİŞ	89

1. GİRİŞ

İntravasküler volüm durumunun değerlendirilmesi, kritik hasta bakımının en önemli komponentlerinden biridir. Yetersiz sıvı replasmanı hipovolemiye bağlı hipoperfüzyon, şok ve sonrasında end-organ hasarıyla sonuçlanabilir (1-3). Fazla sıvı replasmanı ise, pulmoner ödem, intraabdominal basınç artışı, kompartman sendromu gibi hastanın kliniğinin daha mortal seyretmesine sebep olabilmektedir (4-12). Bu nedenle hastaların tanı ve tedavisinin belirlenmesinin yanı sıra tedavi takibinde volüm durumunu izlemek önem arz etmektedir (13).

Acil serviste takip edilen hastaların volüm durumu hakkında anamnez, fizik muayene ve vital bulguları ile bir öngörü oluşturulabilir, ancak bunların hiçbirisi biz hekimlere kesin doğru bilgiyi vermez (14-17). Bunların dışında inferior vena cava (IVC) ve internal juguler venin (IJV) ultrasonografi (USG) ile görüntülenmesi, serum laktat düzeyi, RVOT- FS (*Right ventricular outflow tract fractional shortening*), santral venöz basınç (CVP) monitörü, nabız basıncı değişimi, pasif bacak kaldırma testi, karotis doppler akım hızı, pulmoner arter kateteri, özefageal doppler, transözefageal ekokardiyografi (TEE) ve transtorasik ekokardiyografi (TTE) gibi ileri yöntemler kullanılmaktadır (18-23).

Volüm durumunun belirlenmesinde kullanılan invaziv işlemlerin kesin doğruluğu, endikasyonu için net bir bilgi mevcut değildir. Bununla beraber invaziv işlemler beraberinde morbidite ve mortaliteye de neden olabilmektedir. Ultrasonografik olarak intravasküler volümün belirlenmesi, acil servis şartlarında hekimler için hem kolay kullanılabilir olması hem de hastanın tanı ve tedavisinin etkin yönetiminin sağlanması için en uygun yöntemlerden biridir (24-26).

Volüm durumunun tespitinde ultrasonografik olarak IVC'nin ölçümünün başarılı olduğunu tespit eden çalışmalar (27-29) olduğu gibi, yanlış sonuçlar doğurabileceğini iddia eden çalışmalar da mevcuttur (24, 30). Standart olarak IVC ölçümü subkostal bölgeden yapılmaktadır. USG probu hastanın ksifoidinin altına dik bir şekilde koyulup belirteç hastanın başına doğru yönlendirilir. IVC'nin sağ atriuma girişinin yaklaşık 3 santimetre (cm) ilerisinden görüntüler alınır. Ancak morbid obez olanlarda, intraabdominal operasyon geçirenlerde, koroner arter bypass cerrahisi geçirenlerde, pankreas, mide, karaciğer gibi malignitesi olan hastalarda subkostal pencereden IVC görüntülemesi zor olabilmektedir. IVC ölçümünde subkostal pencere yerine transhepatik ve koronal pencerelerin kullanılabileceğine dair çalışmalar da mevcuttur (24, 30, 31).

Bu çalışmadaki birincil amacımız volüm durumunun belirlenmesi gereken hastalarda ultrasonografik olarak subkostal anterior transhepatik ve koronal pencerelerden elde edilen IVC görüntülerinin korelasyon gösterip göstermediği, her üç pencerenin de birbiri yerine kullanılıp kullanılamayacağını saptanmasıdır. İkinci amacımız ise subkostal, anterior transhepatik ve koronal pencereden IVC görüntüsü almanın kullanıcı açısından kolaylığını tespit etmektir. Bir diğer amacımız ise hastaların vücut kitle indekslerini (BMI), yaş ve cinsiyetlerine göre hangi pencereden daha kolay ultrasonografik IVC görüntüsü alınabileceğini saptamaktır.

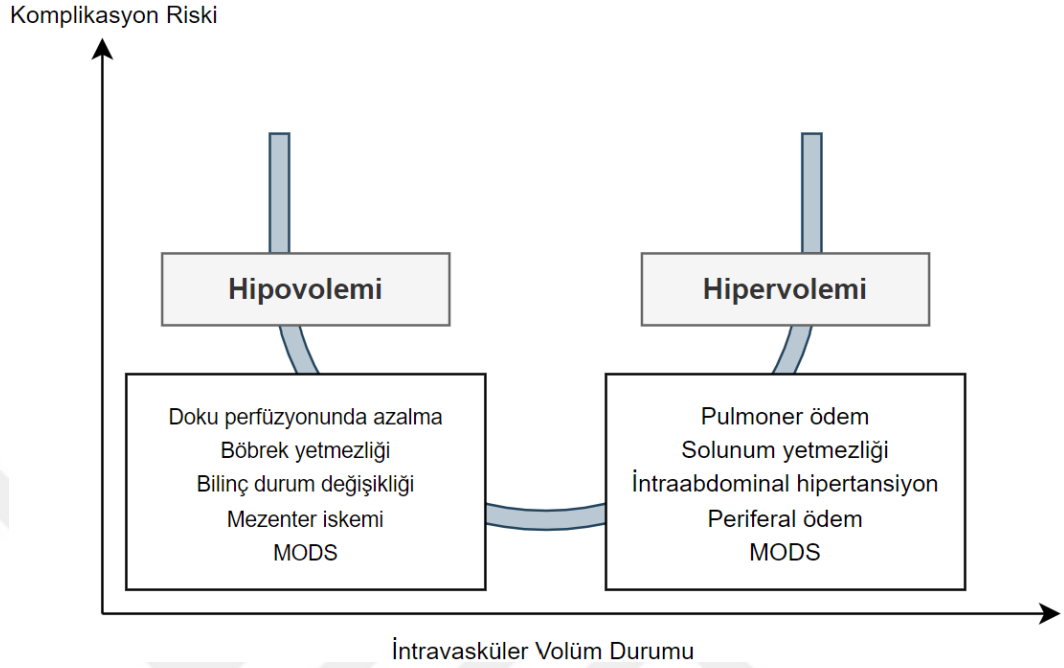
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kritik Hastalarda Volüm Durumunun Belirlenmesi

Kritik hastalarda sıvı resüsitasyonu tedavinin ilk ve en önemli basamaklarında biridir. Sıvı replasman tedavisi hem basit hem karmaşık olabilmektedir. Her hastaya verilmesi gereken sıvı miktarı farklıdır. Bu miktar hastanın kliniğine ve intravasküler volüm durumuna göre değişmektedir (19). Sıvı tedavisinin belirlenmesi ve tedavinin izleminde sadece ortalama arteriel basıncı (OAB) kullanan klinisyenler mevcuttur. Normal olarak kabul edilen OAB her hasta için benzer değildir. Bu sebeple kişiye ve hedefe yönelik sıvı resüsitasyonunun kritik hastalarda mortaliteyi azalttığına yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur (32, 33).

Hastanın ihtiyaç duyduğu sıvı miktarı tanısı ve kliniğinin şiddetine göre değişkenlik göstermektedir. Tüm hastalarda sıvı tedavisinde dengeyi bulmak ve ideal sıvı replasmanı yapmak gerekir. Çünkü hem hipovolemi hem hipervolemi kritik hastalarda mortalite artışına sebep olabilmektedir.

Yetersiz sıvı tedavisi hipovolemiye ve beraberinde doku perfüzyonunun bozulması ile birlikte çoklu organ yetmezliği ve ölüme yol açabilmektedir. Gereğinden fazla sıvı tedavisi ise hipervolemiye yol açmaktadır. Bu da pulmoner ödem, karın içi kompartman sendromu, elektrolit bozuklukları, akut böbrek yetmezliği, periferik ödem ile birlikte hastanın kliniğinde bozulma ve mortalite artışına sebep olabilmektedir (33-36).



Şekil 1. İntravasküler durum değişimi ile meydana gelen komplikasyonlar

Kritik hastalara etkin tedavi verebilmek için öncelikle hastanın intravasküler sıvı durumunu belirleyebilmek gerekmektedir. Hastanın sıvı durumunu belirlemek ve tedavi takibini izlemek için birçok yöntem mevcuttur. Bunlar dinamik, statik, invaziv ve noninvaziv yöntemler olabilmektedir.

Hastada hemodinamik optimizasyonu sağlamak için öncelikle 4 temel sorunun yanıtlanması gerekir (37):

- Doku oksijenizasyonu yeterli mi?
- Kalp debisi yeterli mi?
- Vazomotor tonus ne durumda?
- Kalp fonksiyonları ne durumda?

Bu sorulara yanıt verebilecek tek bir yöntem mevcut değildir. Hastanın sıvı durumunun doğru olarak belirlenmesi ancak birçok parametre ve hemodinami

izleminde kullanılan işlemlerin birlikte kullanılması ile sağlanabilir. Hastanın vital bulguları, hemobiyokimyasal parametreler, CVP ölçümü, pulmoner arter uç basıncı (PAuB) ölçümü, kalp debisi ölçümü, pasif bacak kaldırma testi (PBKT), mini sıvı yükleme testi, end-tidal karbondioksit (EtCO₂), ekokardiyografi (EKO), IVC'nin ultrasonografik olarak ölçümü gibi çeşitli yöntemler kombine edilmelidir.

2.2. Ultrasonografi

2.2.1. Tarihçesi

Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.)'nde 1914 yılında Reginald Fessenden tarafından denizin derinliklerini araştırmak amacıyla piezoelektrik kristalleri kullanılarak USG dalgaları gönderilip geri alınması prensibi ile çalışan bir cihaz üretilmiştir. Enerji taşıma özelliği olan USG dalgaları o dönemdeki doktorların ilgisini çekmeye başlamıştır.

USG'nin tıpta kullanımı 2. Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında dünyanın çeşitli merkezlerinde başlamıştır. 1940'lı yıllarda Dr. William Fry ve Dr. Russell Meyers tarafından USG dalgaları beyin ameliyatlarında kullanmaya başlanmıştır. 1950 yıllarda ise tedavi amacıyla kullanımının faydalı olmadığı düşünülmüştür.

Avusturya'da görev yapan Dr. Karl Theodore Dussik ve fizikçi kardeşi Friederich Dussik 1947 yılında hastalıkların tanısı amacıyla USG kullanımını amaçlamış ve dünyada tanı amacıyla kullanılan ilk USG cihazını tasarlamışlardır. 1949 yılında ise A.B.D.'de ilk ticari USG cihazı üretimine başlanmıştır. Bu üretilen araç ile günümüzdeki USG teknolojisinin temelleri atılmıştır. O dönemde elde edilen görüntüler tek boyutlu iken 1957 yılında Dr. Douglass Howry ve Dr. Joseph

Homles tarafından üretilen cihaz ile iki boyutlu görüntüler elde edilmiştir (38).
USG kullanımının yaygınlaşması ile birlikte bu alanda çalışmalar ve yayınlar da ortaya çıkmaya başlamıştır (39).

İlk başta siyah beyaz noktalar ile görüntüler alınırken 1970'li yıllarda gri skala kavramı ortaya çıktı. Böylece organlar daha net olarak görüntülenebildi. 1975'te ise Martin H. Wilcox tarafından hareketli USG yapılmıştır. Kazunori Baba ise 1984 yılında ilk defa üç boyutlu USG görüntülemesini gerçekleştirmiştir. 1990'lı yıllarda lineer problemler yerini konveks problemlere bırakmıştır. Böylece daha kaliteli görüntüler ortaya çıkmaya başlamıştır.

Günümüzde real time USG, endoluminal USG, doppler, renkli doppler, power doppler uygulamaları kullanılmakta olup ultrasonografik kontrast uygulamaları da gündemdedir (15, 38).

2.2.2. Acil serviste ultrasonografi kullanımı

Acil servis hekimleri tarafından yapılan ilk USG çalışması; 1988 yılında EKO'nun klinik kullanımı üzerinedir. Özellikle travma hastalarında hemoperitonium, hemoperikardiyumu saptamak üzerine USG'nin kullanılabilirliği üzerine yapılan çalışmalar sonucunda travmada sonografi odaklı değerlendirme (*focused assessment with sonography for trauma*) (FAST) tanımlanmıştır (40, 41). 1990 yılında ise *American College of Emergency Physicians* (ACEP) ilk kez acil USG uygulamalarına yönelik kurs düzenlemiş ve 2001 yılında acil serviste USG kullanımına yönelik kapsamlı bir kılavuz yayınlamıştır (42).

USG acil tıp hekimleri için pek çok kolaylık sağlamıştır. Diğer görüntüleme yöntemlerinin aksine yatak başında hızlıca yapılabilen, kolay ulaşılabilir, noninvaziv, ucuz ve gerektiğinde tekrarlanabilir bir yöntemdir. Acil serviste çalışan doktorların USG kullanımının artması ile birlikte tecrübeleri ve kullanım alanları da genişlemiştir (43). Neredeyse artık elektrokardiyografi (EKG) gibi rutin bir yöntem olarak acil servislerde yer almaktadır (44).

Acil USG değerlendirme abdominal aort anevrizması, torako-abdominal travma, perikard tamponadı, masif pulmoner emboli, tansiyon pnömotoraks, rüptüre aort anevrizması, kardiyojenik şok, hipovolemi, gibi hayatı tehdit eden durumlarda yapılmalıdır (45). Travma ile acil servise başvuran hastalarda intraperitoneal hemoraji, perikardiyal tamponad, hemotoraks şüphesi varlığında USG ile hızlı tanı koyulabilmektedir. Ancak dalak, karaciğer kontüzyonu ve laserasyonlarında, bağırsak, retroperitoneal kanamalarda USG yararlılığı sınırlıdır. Arrest ve şoktaki hastanın değerlendirilmesinde kardiyak aktivite ve perikardiyal efüzyonun tespiti için de USG kullanılmaktadır (46).

Acil serviste USG kullanımı acil müdahale gerektiren hastalıkların erken tespit edilmesine olanak sağlamakta, hastaların takip ve taburculuk süresini kısaltmakta, etkin tedavi uygulanmasını sağlamaktadır. Tüm bunların dışında santral venöz kateter takılması, yumuşak dokudan yabancı cisim çıkarılması, suprapubik kateter takılması, torasentez, parasentez gibi invaziv işlemlerde de komplikasyonu azaltmak için acil serviste USG kullanılmaktadır (45).

2.2.3. Hemodinaminin ultrasonografi ile değerlendirilmesi

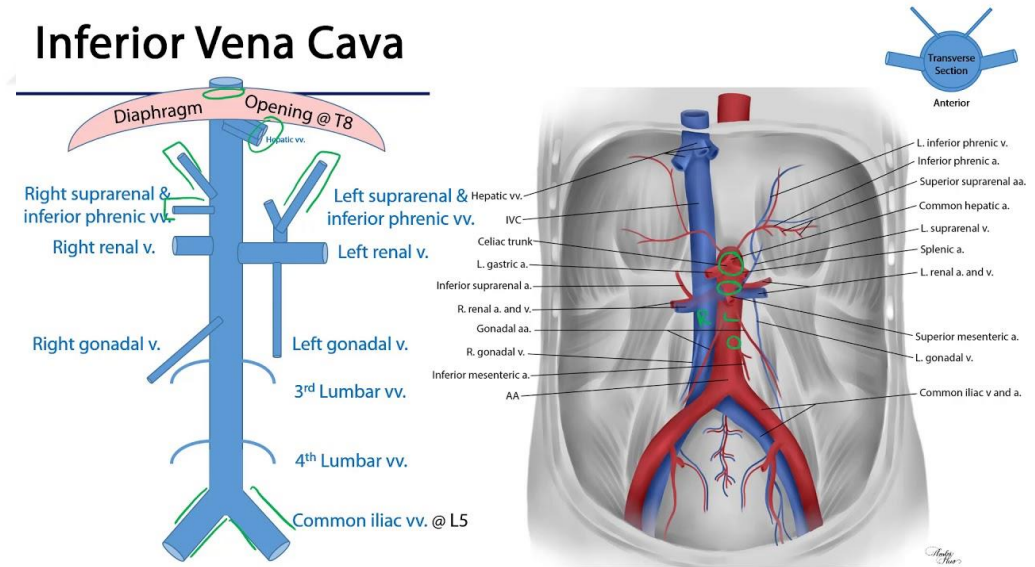
Hemodinamik durum, miyokardiyal sağ-sol kalp yapıları ile vasküler sistem sistolik ve diyastolik fazlarını içerir (47). şok ve hipoperfüzyon bulguları, vital bulguları, doku perfüzyon ölçümleri, biyokimyasal markerlar, CVP ve IVC sonografik ölçümleri gibi hacim durumunu değerlendirmede kullanılan birçok yöntem vardır (48). Vücudun volüm kaybına karşı kompenzasyon mekanizmaları nedeniyle bu göstergelerin bazıları geç ortaya çıkabilir. Ayrıca bazıları zaman kaybına da neden olabilirler. IVC oldukça geniş bir vendir ve çapı sağ ventrikül fonksiyonlarıyla yakından ilişkilidir (49). IVC apı, vücudun volüm kaybına karşı kompensatuvar vazokonstriktor yanıtından etkilenmez (50). Dolayısıyla, volüm durumunu, kan basıncı, nabız sayısı ve aort çapı gibi arteryel sistemden daha iyi göstermektedir (50, 51). IVC apılarının ölçülmesi ve dinamik parametrelerin hesaplanması hem intravasküler hacim durumunun hem de hacim resüsitasyonuna klinik yanıtın güvenilir göstergeleri olarak görünmektedir (49).

2.3. İnfior Vena Cava

IVC, sağ ve sol iliak venin birleşimiyle oluşan retroperitoneal yerleşimli büyük bir vendir. Bu birleşim anatomik olarak genelde lomber (L) 5. vertebra seviyesinde meydana gelir. IVC vertebral kolonun sağ anterolateral yönü boyunca uzanır ve torakal (T) 8. vertebral seviye civarında diyaframın merkezi tendonundan geçer. IVC oksijeni azalmış kanın alt ekstremitelerden ve karından kalbin sağ atriyumuna geri taşınmasından sorumlu büyük bir kan damarıdır. Venöz sistemin en büyük çapına sahip, ince duvarlı bir damardır. Bu anatomik özellikler onu büyük

miktarlarda venöz kanın taşınması için ideal kılar. Birçok damar, kanın kalbe doğru ileri akışını sağlamak için tek yönlü valfler içerir. Ancak IVC bu tür valfleri içermez ve kalbe doğru olan ileri akış, normal solunumun yarattığı diferansiyel basınç tarafından yönlendirilir.

Diyafram kasılıp göğüste akciğerlerin havayla dolmasını sağlayan negatif basınç oluşturduğunda, bu basınç gradyanı venöz kanı abdominal IVC'den torasik IVC'ye ve ardından sağ kalbe çeker. IVC, diyaframdan geçerek atriyumun arka alt kısmına girdikten sonra kalbin sağ atriyumuna girer. IVC, superior vena cava (SVC) girişinin altından sağ atriya girer.



Şekil 2. Inferior vena cava anatomisi*

*“Inferior Vena Cava - M1 Duodenum, Pancreas and Abdominal Aorta”, YouTube, Yayınlayan: BlueLink: University of Michigan Anatomy, 24 Aralık 2020 <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=JmS4hh2V-NI>, (erişildiği tarih: 14 Kasım 2023).

IVC birkaç istisna dışında çoğunlukla simetriktir. IVC'nin vertebral kolonun sağ tarafında yer alması nedeniyle, sol renal ven gibi vücudun sol tarafından IVC'ye giren damarlar, sağdaki anatomik karşılıklarından daha uzundur. Sol adrenal ve sol gonadal ven gibi diğer sol taraflı damarlar IVC'ye katılmadan önce ilk olarak sol renal vene katılır ve kalbe dönen venöz akış olarak devam eder. Bu, sağ adrenal ve sağ gonadal venin, sağ renal vene katılmadan önce doğrudan IVC'ye katıldığı vücudun sağ tarafından farklıdır. Hem sağ hem de sol tarafı içeren venöz anatomik varyantlar tanımlanmıştır.

Sol ve sağ femoral venlerden gelen kan IVC'ye sırasıyla sol ve sağ ortak iliak damarlar yoluyla girer. Karın iç organlarından gelen kan portal damara gider, karaciğeri ve sinüzoidlerini geçtikten sonra hepatik damarlar yoluyla IVC'ye girer. Karın duvarından gelen venöz kan, lomber venler yoluyla IVC'ye ulaşır. Çıkan venler lomber venleri azigos venine bağlar ve bu IVC ile SVC arasında bir miktar kollateral dolaşım sağlar (52).

2.3.1. İnférieur vena cava ultrasonu

Sağ atrium basıncı (RAP) hastanın volüm durumunu belirlemede kullanılan temel parametredir (52). Hastada IVC obstrüksiyonu mevcut değilse sağ atrium basıncı ile santral venöz basınç aynıdır. CVP ölçümü santral venöz kateter ile gerçekleştirilir. Ancak invaziv bir işlem olması, enfeksiyon, kanama, tromboz gibi komplikasyonları gelişebilmesi nedeniyle point-of-care ultrasound (PoCUS) intravasküler volüm tahmini için sıklıkla kullanılmaktadır (53-56).

Ultrasonografik olarak IVC'nin kullanılması, invaziv olmaması, kolay

uygulanabilirliği, maliyetinin düşük olması ve tedavi takibinde tekrarlanabilir olması sebebiyle önerilmektedir. IVC'nin statik çapı ve solunumla birlikte dinamik olarak çapındaki değişim ölçülerek hastanın volüm durumu hakkında bilgi sahibi olunabilir. Ancak hipovolemi ve hipervolemi IVC çapını etkileyen tek faktör değildir. IVC çapı birçok faktörden etkilenmektedir ve doğru bir volüm değerlendirmesi yapmak klinisyenin tecrübesi ve hastanın kliniğinin, kronik hastalıklarının, tanısının doğru bilinmesi ile büyük oranda ilişkilidir.

Tablo 1. Inferior vena cava çapını değerştiren temel belirteçler

Akut solunum yetmezliği
Tansiyon pnömotoraks
Pulmoner tromboemboli
Akut respiratuar distres sendromu (ARDS)
Mekanik ventilatör
Perikardiyal efüzyon
Kardiyak disfonksiyon
Triküspid kapak yetmezliği
Abdominal kompartman sendromu
Asit
Abdominal kitle
Gebelik
Vazokonstrüktif ilaçlar
IVC'nin anatomik varyasyonları

Spontan soluyan hastalarda inspiryumla birlikte karın içi basıncı artarken intratorasik basınç azalır. Böylece sağ atriuma kan akışı sağlanır ve IVC çapında azalma meydana gelir. Tam tersine ekspiryum sırasında ise intratorasik basınç artışı olması sebebiyle sağ atriuma dönen kan azalır ve IVC çapında artış meydana gelir (44, 57).

Hipotansif hastanın ayırıcı tanısında IVC kollapsibilitesinin değerlendirilmesi hızlı ve doğru tedavi vermek açısından oldukça değerlidir. Hipotansif hastada USG ile volüm değerlendirilmesi acil volüm replasmanına, vazopressör desteği, perikardiyosentez, torakostomi, trombolitik tedavi, cerrahi müdahale gibi hayatı kurtarıcı tedavilerin etkin ve hızlı uygulanmasına olanak sağlamaktadır.

Acil tıp hekimleri yatak başı USG ile IVC'ye baktığında kardiyak ön yük değerlendirmesinde çok zaman kazanmış olur. Hipotansif bir hastada IVC çapı, yüksekliği ve kollaps olamama durumu RAP'ta yükselmeyi gösterir. Bu durumda klinisyen pulmoner emboli, kardiyak tamponad, kardiyojenik şok gibi ayırıcı tanıları da düşünmelidir. Hipotansif hastada IVC çapının düşüklüğü ve %50'den fazla kollabe olması ise RAP'ın düşük olduğunu gösterir. O zaman da klinisyen hipovolemiden şüphelenmelidir. Bu gibi durumların USG ile tespiti hem çok hızlı, hem de ucuzdur (58).

Yatak başı USG ile IVC çap ölçümünün ve kollapsibilitesinin değerlendirilmesi doğru sıvı replasmanı yapılmasına yardımcı olur. Fazla sıvı replasmanının neden olduğu pulmoner ödem, serebral ödem, elektrolit bozuklukları ve dilüsyonel koagülopati gibi komplikasyonların önlenmesini sağlar (59, 60). Akut

dispneli hastalarda “caval indeks”, dispnenin konjestif kalp yetmezliği ve non konjestif kalp yetmezliğine bağlı olup olmadığı ayırımında da acil servis hekimine yol göstericidir (61).

USG eşliğinde IVC görüntülemesi ve dinamik/statik ölçümlerin yapılmasının hastanın volüm durumunu belirlemede, tedavi yanıtını izlemede yararlı olduğunu ancak daha doğru sonuçlar elde edebilmek için hekimlerinde USG konusundaki eğitim ve başarının artırılması gerektiğini savunan çalışmalar mevcuttur (62).

2.3.2. İnferior vena cava ultrasound tekniği, statik ve dinamik parametreler

IVC’yi ultrasonografik olarak değerlendirmek için konveks prob (2,5-5 MHz) ve kardiyak prob (2-8 MHz) kullanılabilmektedir. Görüntülemede genellikle subkostal alana probu dikey olarak koyarak IVC görülebilmektedir. Ancak görüntülemenin zor olduğu hastalarda transhepatik ve koronal pencereler de IVC görüntülemesi için alternatif olarak kullanılabilmektedir. IVC görüntülemesinde konum kesin olarak standardize edilmemiştir. Ancak çoğu yazar, IVC’nin sağ atrium girişinin yaklaşık 2-3 cm distalinde, hepatik venin döküldüğü yerin hemen yakınından alınan görüntülerin doğru ölçüm sağladığını söylemektedir.

a. cIVC: $(IVC_{max}-IVC_{min})/IVC_{max}$

Spontan soluyan hastalarda IVC’un statik çaplarına ek olarak dinamik olarak solunumla birlikte, IVC çapının daralması nedeniyle kollapsibilite indeksi (cIVC) kullanılmaktadır. Kollapsibilite indeksi IVC’nin en geniş çapından en dar

çapının çıkartılıp sonucun en geniş çapa bölünmesi ile hesaplanır (51, 58, 63).

b. dIVC: (IVCmax-IVCmin)/IVCmin

Mekanik olarak solutulan hastalarda ise dinamik değerlendirmede IVC'nin distansibilite indeksi (dIVC) kullanılmaktadır. Distansibilite indeksi IVC'nin en geniş çapından en dar çapının çıkartılıp en dar çapa bölünmesi ile hesaplanır.

IVC çapı için kesin sınırlar mevcut değildir. Hastaya, kronik hastalıklarına ve kliniğine göre değişmektedir. Ancak cIVC'nin %50'den fazla olması genel olarak hipovolemiyi düşündürürken, %50'den az olması hipervolemiyi düşündürmektedir. cIVC ve çapı birlikte değerlendirmek gerekmektedir. Azalmış bir cIVC'de bile hastanın sıvı tedavisine ihtiyacının olabileceğini bu sebeple cIVC'nin sınırının %15 olması gerektiğini savunan çalışmalar da mevcuttur (47, 48).

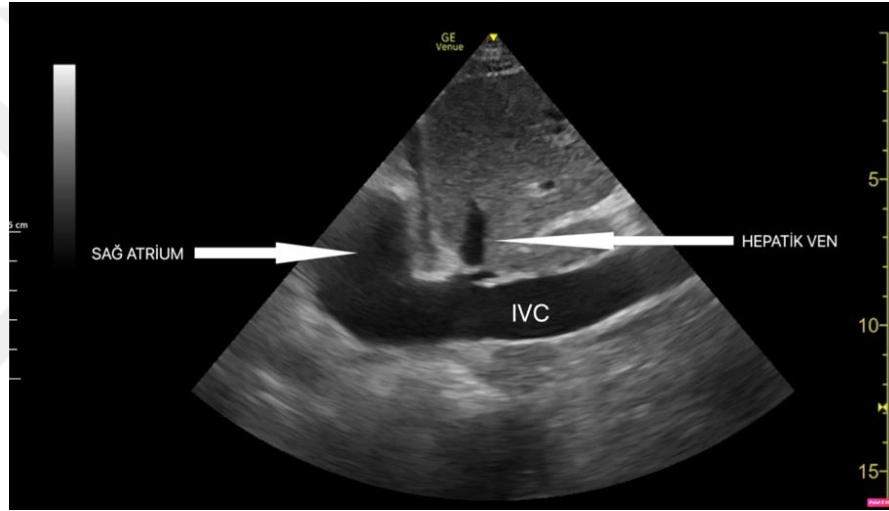
Amerikan ve Avrupa kılavuzlarına göre IVC çapı ve çökme oranına göre RAP hesaplanabilmektedir (49) (Tablo 2).

Tablo 2. Inferior vena cava çap ve çökme oranına göre sağ atrial basınç değerleri

-
- | |
|---|
| • IVCmax < 2,1 cm, inspiryum sırasında >%50 çökme = RAP 0–5 mmHg |
| • IVCmax > 2,1 cm, inspiryum sırasında >%50 çökme = RAP 5-10 mmHg |
| • IVCmax > 2,1cm, inspiryum sırasında <%50 çökme = RAP 10–20 mmHg |
-

2.3.2.1. Subcostal pencere

Hasta sırtüstü yatarken kardiyak veya abdominal prob subkostal bölgeye dikey, orta hattın biraz solunda olacak ve prob çentiği hastanın başını gösterecek şekilde yerleştirilir. Subkostal pencerede sağ atriumun görünmesi gerekir. Ölçümler ise hepatik venin IVC'ye döküldüğü noktanın 2-3 cm kaudalinden yapılmalıdır.



Şekil 3. IVC'nin subkostal pencereden ultrasonografik görüntüsü

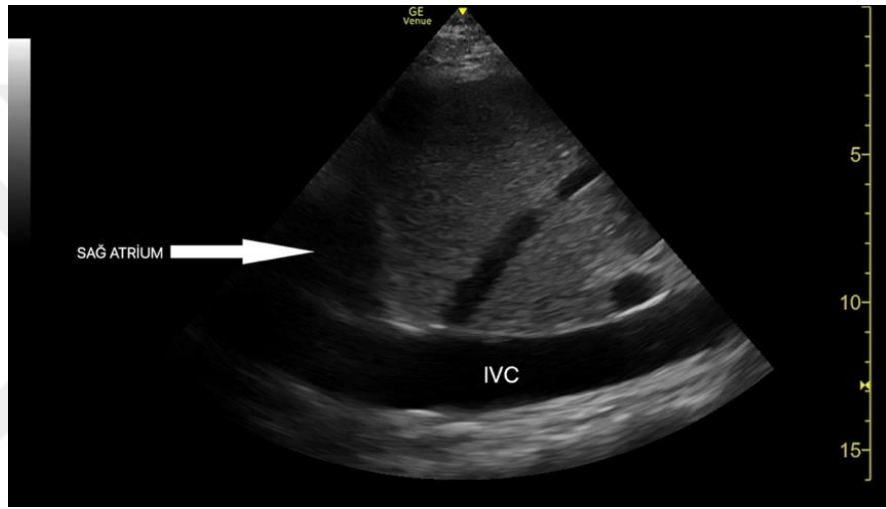


Şekil 4. IVC'nin subkostal pencereden görüntülenmesi

*Görseller Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Erişkin Acil Servis arşivinden alınmıştır.

2.3.2.2. Anterior transhepatik pencere

Hasta sırt üstü yatarken prob sağ midklavikular bölgede dikey olarak tutulup meme başının altına yerleştirilir. Prob çentiği hastanın başını gösterir. Genellikle 6-8. interkostal aralıklardan IVC görüntülenmeye çalışılır.



Şekil 5. IVC'nin anterior transhepatik pencereden ultrasonografik görüntüsü

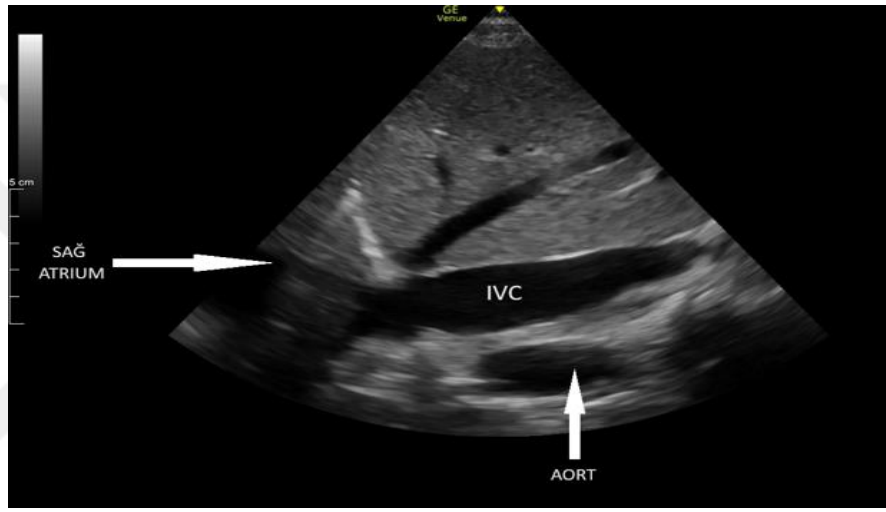


Şekil 6. IVC'nin anterior transhepatik pencereden görüntülenmesi

*Görseller Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Erişkin Acil Servis arşivinden alınmıştır.

2.3.2.3. Koronal pencere

Koronal pencerede görüntü alınırken prob sağ midaksiller hatta dikey olarak koyulur. Genellikle 6-8. interkostal aralıklarda yukarı aşağı hareket ettirilerek IVC anterior ve posteior duvarları net seçilecek şekilde görüntü almaya çalışılır.



Şekil 7. IVC'nin koronal pencereden ultrasonografik görüntüsü



Şekil 8. IVC'nin koronal pencereden görüntülenmesi

*Görseller Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Erişkin Acil Servis arşivinden alınmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Çalışmanın Tasarımı

Bu çalışma tek merkezli, prospektif, metodolojik klinik bir çalışma olarak planlanmış olup Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Erişkin Acil Servisinde yapılmıştır.

Çalışmamız Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisi'ne Mayıs 2023-Kasım 2023 tarihleri arasında başvuran ve takip eden hekimlerince intravasküler volüm durumunun ultrasonografik olarak belirlenmesi gerektiğine karar verilen 18 yaş üzeri 219 tane hasta ile ileriye dönük olarak yürütüldü. Bilinci açık olan hastaların kendisinden, onam veremeyecek hastaların ise ailesinden katılım ile ilgili yazılı onam alındı. Ultrasonografik değerlendirmeyi kabul eden hastalar içinden çalışma kriterlerine uyanlar çalışmaya dahil edildi.

Çalışma Gazi Üniversitesi Hastanesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunca 24.04.2023 tarihinde, 333 numaralı kararla onaylanmıştır (Ek-1).

3.2. Çalışmanın Yapıldığı Yer

Çalışma Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Erişkin Acil Servisinde yapılmıştır. Gazi Üniversitesi Acil Servis üçüncü basamak bir acil servis olup yılda yaklaşık 70000 hasta başvuru olmaktadır ve hastaların değerlendirilmesi için gerekli tüm ekipmanlar mevcuttur. Hastalara yatak başında USG görüntülemesi yapılmış olup görüntüleme hastaların tanı, tedavisinde herhangi bir gecikmeye sebep olmamıştır.

3.3. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18 yaş üzeri hastalar
- Çalışmaya katılmayı yazılı onam ile kabul eden hastalar

3.4. Çalışmada Dışlama Kriterleri

- 18 yaş altı hastalar
- Gebeler
- USG görüntülemesi yapılamayan hastalar
- Çalışma için onam vermeyen hastalar
- Subkostal pencereden uygun USG görüntüsü elde edilemeyen hastalar

3.5. Verilerin Toplanması

Çalışma öncesinde, sekiz yıllık yatak başı USG deneyimi ve Eğitici Sertifikası olan bir Acil Tıp Anabilim Dalı öğretim görevlisi tarafından, iki yıldan fazla deneyimi ve temel USG kursu sertifikası olan iki ayrı Acil Tıp asistanına dört saat boyunca IVC USG'si ile ilgili teorik ve pratik eğitim verildi. Her iki asistan eğitimini tamamladıktan sonra 20'şer tane pilot hastayı görüntüledi ve bu görüntüler eğitmen tarafından değerlendirildi. Alınan görüntülerin uygunluğu eğitmen tarafından onaylandıktan sonra çalışma için hasta alımına başlandı. USG görüntüleri iki tane acil tıp asistanı tarafından hastalardan yatak başında elde edildi. Görüntülemeyi yapan hekimlerce, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Erişkin Acil Servis'te görevli oldukları saatler içinde başvuran hastalardan

tanılarının doğru konulup, tedavilerinin etkin başlanması ve devam ettirilmesi için intravasküler volüm durumunun belirlenmesi gerekenler saptanıp ultrasonografik olarak değerlendirildi ve çalışmaya onam veren, dahil etme kriterlerine uyan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Verilerin standart bir şekilde toplanabilmesi için hasta toplama formu oluşturuldu. Çalışmaya katılmaya onam veren hastanın protokol/dosya numarası, cinsiyeti, yaşı, spontan veya mekanik olarak soluması, boy, kilo, BMI'leri, görüntüleyicilerin her üç pencerede istediği kalitede görüntü elde etme süreleri ve görüntü elde etmedeki yorumları 5'li Likert ölçeğine kullanılarak 'çok iyi-iyi-ortalama-kötü-çok kötü' şeklinde not edildi (Ek-2).

3.6. USG Görüntülerinin Elde Edilmesi

Tüm hastalar supin pozisyonda yatarken subkostal, anterior transhepatik ve koronal pencereden IVC görüntülendi. IVC çapları inspiryum sonu (en dar), ekspiryum sonu (en geniş) milimetre (mm) cinsinden ölçüldü. Görüntülerin tespit edilebilmesi amacıyla her hasta için subkostal, anterior transhepatik ve koronal olmak üzere her 3 pencereden de ortalama 8 saniyelik (sn) video görüntüleri elde edildi. Her hasta için alınan görüntüler USG cihazına hastanın protokol numarası veya dosya numarası ile kaydedildi.

Spontan soluyan hastalar için cIVC, mekanik olarak solutulan hastalar için ise dIVC değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplandı.

$$\text{cIVC: } (\text{IVCmax}-\text{IVCmin})/\text{IVCmax}$$

$$\text{dIVC: } (\text{IVCmax}-\text{IVCmin})/\text{IVCmin}$$

Çalışmada GE Healthcare Venue Point of Care®” USG cihazı kullanıldı.

Görüntülemeler 4 MHz faz array prob ile yapıldı (Şekil 9).



Şekil 9. A- GE Healthcare Venue Point of Care® USG cihazı, B- 4 MHz faz array kardiyak prob

Subkostal pencere için hasta supin pozisyonda yatarken 4 MHz faz array probun çentiği yukarı bakacak şekilde hastanın ksifoidinin altına dikey olarak yerleştirildi. IVC'nin uzun aksını net elde edebilmek için çoğu hastada, hastanın sağına doğru minimal bir angulasyon uygulandı. Net bir ölçüm yapabilmek amacıyla IVC'nin anterior-posterior duvarı, sağ atrium ve hepatik venin görüldüğü noktadan 8 saniyelik video görüntüsü cihaza kaydedildi.

Anterior transhepatik pencere için hasta supin pozisyonda yatarken 4 MHz faz array probun çentiği yukarıyı gösterecek şekilde, dik olarak 6-8. interkostal

aralığın midklavikular hat ile birleştigi noktaya yerleştirildi. IVC'nin anterior-posterior duvarı, sağ atrium giriş yeri görüntülediği ve kot gölgelerinin en az artefakta sebep olduğu noktadan 8 saniyelik video görüntüleri cihaza kaydedildi.

Koronal görüntüleme için de hasta supin pozisyonda yatarken 4 MHz faz array probun çentiği yukarıyı gösterecek şekilde, hastanın sağ kolu vücudundan uzaklaştırılarak 6-8 interkostal aralıkların ön aksiller ve midaksiller hatlar ile kesim noktaları taranarak IVC'nin anterior-posterior duvarının, altındaki aortun uzun aksının ve sağ atrium giriş yerinin görüldüğü yerde 8 saniyelik video görüntüleri cihaza kaydedildi.

IVC ölçümünde standart yöntem olarak kullanılan subkostal pencere tekniği, tıbbi literatürde çeşitli kriterlere dayanmaktadır. Bu kriterler, IVC'nin anterior-posterior duvarının görüntülenebilirliği, IVC'nin sağ atriya giriş yerinin net bir şekilde izlenebilirliği ve hepatic venin döküldüğü noktanın görüntülenebilirliğini kapsar. Ancak, anterior transhepatik ve subkostal pencereler için görüntü kalitesi ve doğruluk açısından belirlenmiş standart kriterler literatürde henüz yer almamaktadır. Bu çalışmamızda, anterior transhepatik ve koronal pencere yöntemlerinin, geleneksel subkostal pencere teknikleriyle karşılaştırılabilir ölçümler sağlayıp sağlayamayacağını değerlendirmek için her iki pencere için özgün üçer kriter belirlemiş bulunmaktayız (Tablo 3).

Bu kriterlerin belirlenmesindeki temel amaç, subkostal pencere ile benzer anatomik noktalardan elde edilen ölçümlerle eşdeğer, doğru ve güvenilir sonuçlar sağlamaktır. Her üç pencere için anterior-posterior duvar görünürlüğü zorunlu kriter olarak belirlendi. IVC USG'sinde standart yöntem olan subkostal pencereden

anterior-posterior duvar görüntülenememesi durumunda hasta çalışmadan dışlanırken, subkostal pencereden uygun USG görüntüsü elde edilip anterior transhepatik veya koronal pencereden uygun USG görüntülemesi yapılamaması durumunda sadece pencere dışlandı. Diğer kriterler ise, görüntü kalitesini artırarak, subkostal pencereden alınan görüntülerle karşılaştırılabilir anatomik noktalardan ölçüm yapılmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım, IVC'nin USG ile değerlendirilmesinde kullanılan tekniklerin iyileştirilmesi ve standartlaştırılması yönünde önemli bir adımı temsil etmektedir.

Tablo 3. Subkostal (SC), anterior transhepatik (TH), koronal (CR) pencerelerden IVC görüntülemesi yaparken belirlenen kriterler

Subkostal Pencere	Anterior Transhepatik Pencere	Koronal Pencere
A-P duvar görünürlüğü	A-P duvar görünürlüğü	A-P duvar görünürlüğü
Sağ atrium girişinin görüntülenebilmesi	Sağ atrium girişinin görüntülenebilmesi	Sağ atrium girişinin görüntülenebilmesi
Hepatik ven	Görüntüde kot gölgesinin olmaması	Aortun görüntülenebilmesi

Planlanan hasta sayısına ulaşıldıktan sonra USG cihazındaki görüntüler DICOM formatında elde edildi. Eğitimci öğretim görevlisi Doç. Dr. Mehmet Ali Aslaner ile birlikte Dr. Aslıhan Küçük Albayrak tarafından görüntüler Weasis DICOM Medical viewer uygulamasında tek tek incelenerek IVC inspiryum sonu çapı, IVC ekspiryum sonu çapı ölçüldü, her üç pencere için USG görüntülerinde

yer alan kriter sayıları belirlendi. Spontan soluyan hastalar için cIVC, mekanik soluyan hastalar için dIVC hesaplanarak olgu toplama formuna eklendi (Ek-2)

3.7. İstatistiksel Analiz

Araştırılacak konu için katılımcılara uygulanacak prosedürlerin farklılığını istatistiksel olarak ortaya koyabilmek, takip süresince yaşanacak bilgi kayıplarını karşılamak ve çalışmayı % 95 güç ile gerçekleştirebilmek amacıyla denek sayısı en az 130 Kişi olarak belirlendi. Örneklem büyüklüğü hesaplamada G Power 3.1.9.2 yazılım paket programı kullanıldı.

Çalışmada yer alan katılımcıların yaş, vücut kitle indeksi gibi demografik verilerin ortalama, standart sapma değerleri, cinsiyet gibi kategorik değişkenlerin sayı ve yüzde değerleri hesaplandı.

Araştırmaya katılan katılımcıların IVCmax çap, IVCmin çap, dIVC, cIVC değerlerinin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks normallik testi ile değerlendirildi. Bölgeler bazında katılımcıların IVCmax çap, IVCmin çap, dIVC, cIVC değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediğine Kruskal Wallis non-parametrik test ile bakıldı. Bölgelere ait görüntülemeyi yapan asistan hekimlerin yorumları, görüntülemeyi yaparken her üç penceredeki istedikleri kalitedeki görüntüyü elde edebilme süreleri ve görüntüleri öğretim görevlisi ile incelerken saptadıkları her üç penceredeki görülen kriter sayılarının sayı ve yüzde değerleri hesaplandı. Kruskal Wallis veya ki-kare testi uygulandı.

Katılımcıların hem entübasyon durumlarına bakılmaksızın hem de entübe olan ve olmayanların ayrı ayrı subkostal, anterior transhepatik ve koronal

pencerelerdeki parametrelerinin interclass correlation katsayıları hesaplandı. İki ölçüm yöntemi arasındaki farkı belirlemek için Bland-Altman analizi kullanıldı.

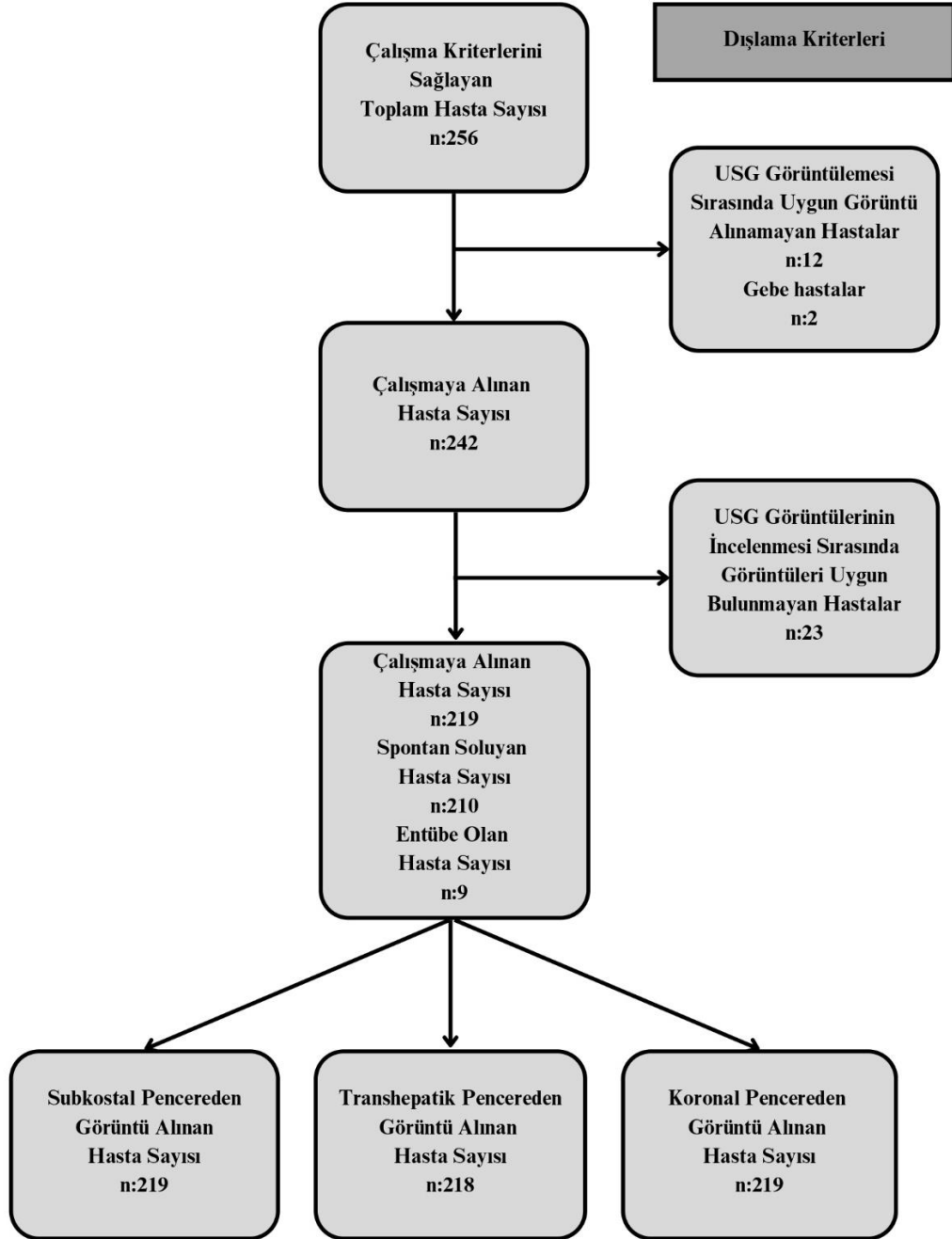
İstatistiksel analizler ve hesaplamalar için IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM Corp.® Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) ile Bland Altman analizi için Jamovi 2.4.11 istatistik programı kullanıldı.

$p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Gazi Üniversitesi Erişkin Acil Servise başvuran 18 yaş üzeri 256 hasta çalışmaya dahil edildi. Dahil edilen 256 hastanın 12 tanesi uygun görüntüleme elde edilememesi sebebiyle, iki hasta ise takibi sırasında gebe olduğunun tespit edilmesi nedeniyle görüntülerin elde edilmesi sürecinde çalışmadan çıkarıldı. Kalan 242 hastanın görüntüleri incelenirken, 23 hastanın görüntüleri çalışmaya uygun olmadığı tespit edilmesi nedeniyle dışlandı ve toplam 219 hasta çalışmaya dahil edildi.

IVC USG'si için standart pencere olan subkostal pencereden başarılı görüntüleme alınamayan hastalar dışlandı. Ancak subkostal pencereden başarılı görüntü alınıp anterior transhepatik veya koronal pencereden görüntü alınamaması durumunda hastalar çalışmadan dışlanmadı. Sonuç olarak 219 hastanın tamamından subkostal pencereden başarılı görüntü elde edilirken, 218 hastadan anterior transhepatik pencereden, 219 hastadan ise koronal pencereden başarılı IVC görüntülemesi gerçekleştirildi. Dahil edilen 219 hastanın 210 tanesi spontan solurken, 9 tanesi entübeydi (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma akış şeması

Çalışmaya katılan katılımcıların yaş ortalaması 59.45 ± 20.67 , vücut kitle indeksi (BMI) ortalaması 24.99 ± 4.87 olarak hesaplanmıştır. Vücut kitle indeksleri incelendiğinde, katılımcıların %3.2'si zayıf, %50.7'si normal, %46.1'i kilolu kategorisinde yer almaktadır. Katılımcıların cinsiyet dağılımlarına bakıldığında %47.0'ının kadın, %53.0'ının ise erkek olduğu saptanmıştır. Katılımcıların 210'u spontan solurken, 9 tanesi entübeydi (Tablo 4).

Tablo 4. Demografik bilgiler

Demografik Bilgiler	Ort $\pm$ SS (Min- Maks) n (%)
Yaş	59.45 ± 20.67 (18-100)
BMI	24.99 ± 4.87 (16.70- 64.90)
Yaş (Kategorik)	
<65 yaş	124 (56)
≥ 65 yaş	95 (44)
BMI (Kategorik)	
$\leq 18,4$ zayıf	7 (3.2)
18,5-24,9 normal	111 (50.7)
≥ 25 kilolu	101 (46.1)
Cinsiyet	
Kadın	103 (47.0)
Erkek	116 (53.0)
Entübasyon Durumu	
Spontan soluyan	210 (95.9)
Entübe	9 (4.1)

*BMI: Vücut kitle indeksi

**Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

Çalışmada yer alan katılımcıların bölgelere göre (SC-TH-CR) IVCmaxçap, IVCminçap, dIVC ve cIVC değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Bölgelere göre değişkenlerin karşılaştırılması

Değişkenler	Bölgeler			Test İstatistiği
	SC	TH	CR	p
	Ortanca (Min-Max)	Ortanca (Min-Max)	Ortanca (Min-Max)	
IVCmaxçap	17.00 (4.00-36.00)	16.00 (5.00-37.00)	16.30 (4.00-35.00)	0.286
IVCminçap	11.00 (1.00-32.00)	10.00 (1.00-32.00)	11.00 (1.00-32.00)	0.756
dIVC	13.60 (5.00-650.00)	16.60 (5.20-275.00)	11.65 (5.20-220.00)	0.615
cIVC	31.57 (2.33-92.31)	33.33 (5.56-92.31)	30.38 (4.76-88.89)	0.441

*Kruskal Wallis non parametrik test

**SC: Subkostal, TH: Transhepatik, CR: Koronal, IVCmax Çap: İnferior vena cava maksimum çapı, IVCminçap: İnferior vena cava minimumÇapı, dIVC: İnferior vena cava distansibilite indeksi, cIVC: İnferior vena cava kollapsibilite indeksi

219 katılımcı üzerinde uygulanan IVCmaxçap, IVCminçap two-way mixed modeli ile sınıf içi korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Two-way mixed model kullanılması tek gözlemci tarafından 3 farklı bölgelerde ölçülmesinden kaynaklanmıştır. IVC USG'sinde subkostal pencere standart olarak kullanılması nedeniyle subkostaldeki değerler ile anterior transhepatik ve koronaldeki değerler karşılaştırılmıştır.

Entübasyon durumu ayrımı yapılmaksızın;

Sınıf içi korelasyon katsayılarında tutarlılık (consistency) değerleri (Tablo 6) verilmiştir. Tüm değerler için sınıf içi korelasyon katsayıları pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunmuştur. İncelenen değişkenlerde en yüksek korelasyon SCminçap-THminçap'ta ($r=0.952$) tespit edilirken; en düşük korelasyon SCminçap-CRminçap'ta ($r=0.876$) tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Entübasyon ayrımı yapılmaksızın belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Değişkenler	r	p
SCmaxçap - THmaxçap	0.906	<0.001
SCminçap - THminçap	0.952	<0.001
SCmaxçap - CRmaxçap	0.876	<0.001
SCminçap - CRminçap	0.890	<0.001

*r=Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (Interclass Correlation)

**SCmaxçap: Subkostal maksimumÇap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap

Entübe olmayan katılımcılarda, sınıf içi korelasyon katsayılarında tutarlılık (consistency) değerleri (Tablo 7) verilmiştir. Tüm değerler için sınıf içi korelasyon katsayıları pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunmuştur. İncelenen değişkenlerde en yüksek korelasyon SCmaxçap-THmaxçap'ta ($r=0.951$), en düşük korelasyon SCcIVC-CRcIVC'de ($r=0.904$) tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Entübe olmayan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Entübe olmayan (n=210)		
	r	p
SCmaxçap - THmaxçap	0.951	<0.001
SCminçap - THminçap	0.950	<0.001
SCcIVC - THcIVC	0.906	<0.001
SCmaxçap - CRmaxçap	0.935	<0.001
SCminçap - CRminçap	0.940	<0.001
SCcIVC - CRcIVC	0.904	<0.001

*r=Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap, SCcIVC: Subkostal inferior vena cava kollapsibilite indeksi, THcIVC: Transhepatik inferior vena cava kollapsibilite indeksi, CRcIVC: Koronal inferior vena cava kollapsibilite indeksi

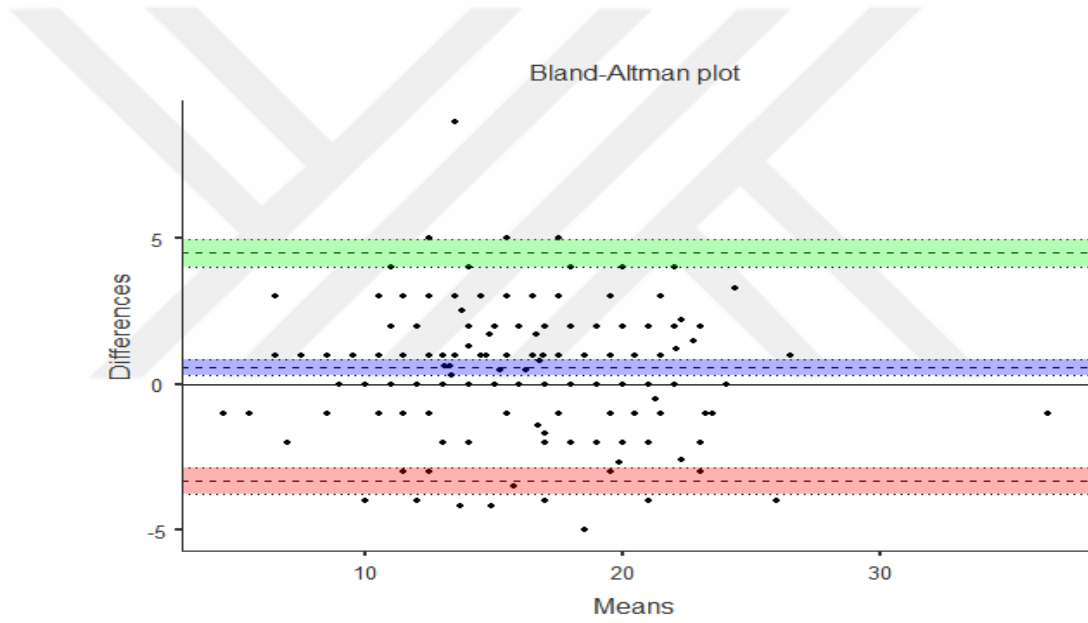
Spontan soluyan katılımcılarda subkostal ve anterior transhepatik pencerelerdeki maksimum, minimum çaplar ve cIVC değerleri için interclass correlation testi yapıldığında yüksek korelasyon saptanması üzerine, uyumu tespit etmek ve istatistik analizi güçlendirmek amacıyla elde edilen veriler Bland-Altman grafiği üzerinde incelendi.

Subkostal ve anterior transhepatik pencerelerde IVC max çap, IVC min çap ve cIVC değerlerinin ortalama ve fark değerleri Bland-Altman grafiklerinde analizi yapıldığında her 3 parametre için Bias değerlerinin 0'a yakın olduğu tespit edildi. Farkların ortalamalarının $\pm 1,96$ standart sapmada yani %95 güven aralığındaki değerleri hesaplandığında ise verilerin kabul edilebilir sınırlar içinde yoğun dağılım gösterdiği tespit edildi (Şekil 11-13).

Bias değerinin 0'a yakın olması ve verilerin büyük çoğunluğunun kabul edilebilir sınırlar içinde dağılım göstermesi subkostal ve anterior transhepatik pencereden yapılan IVC USG'sinin dinamik ve statik parametreler için birbiriyle yüksek düzeyde uyumlu olduğunu göstermektedir.

Bland-Altman

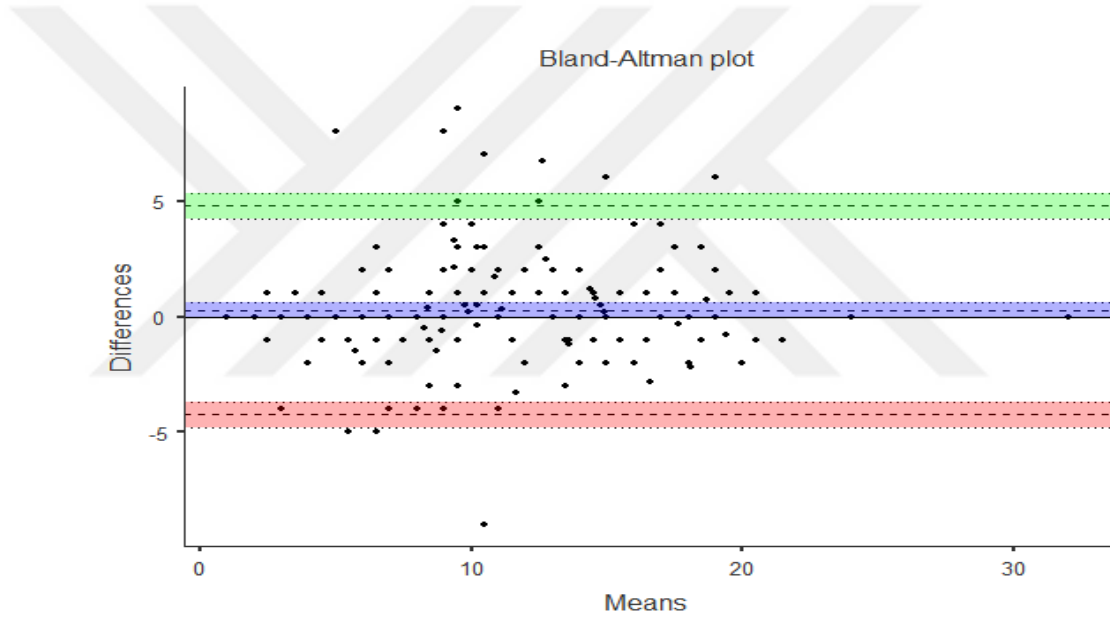
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=206)	0.593	0.321	0.864
Kabul edilebilir alt sınır	-3.309	-3.774	-2.844
Kabul edilebilir üst sınır	4.495	4.030	4.959



Şekil 11. Entübe olmayan katılımcılarda SCmaxçap-THmaxçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

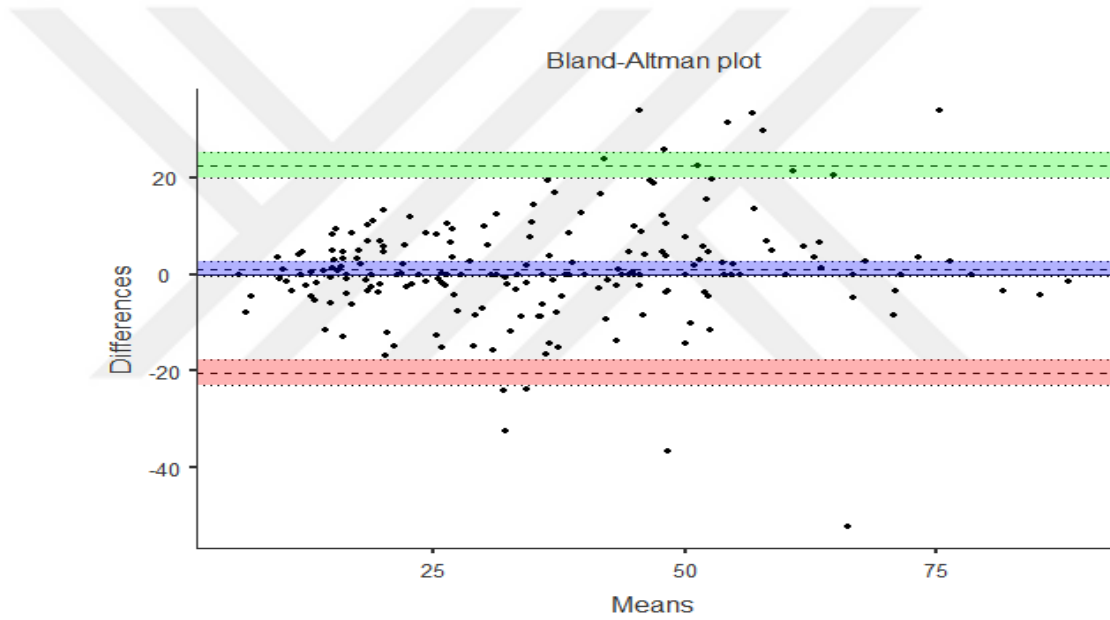
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=206)	0.269	-0.0468	0.586
Kabul edilebilir alt sınır	-4.242	-4.7831	-3.701
Kabul edilebilir üst sınır	4.781	4.2395	5.322



Şekil 12. Entübe olmayan katılımcılarda SCminçap-THminçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=206)	1.12	-0.385	2.63
Kabul edilebilir alt sınır	-20.36	-22.938	-17.78
Kabul edilebilir üst sınır	22.60	20.025	25.18



Şekil 13. Entübe olmayan katılımcılarda SScIVC-THcIVC Bland-Altman grafiği

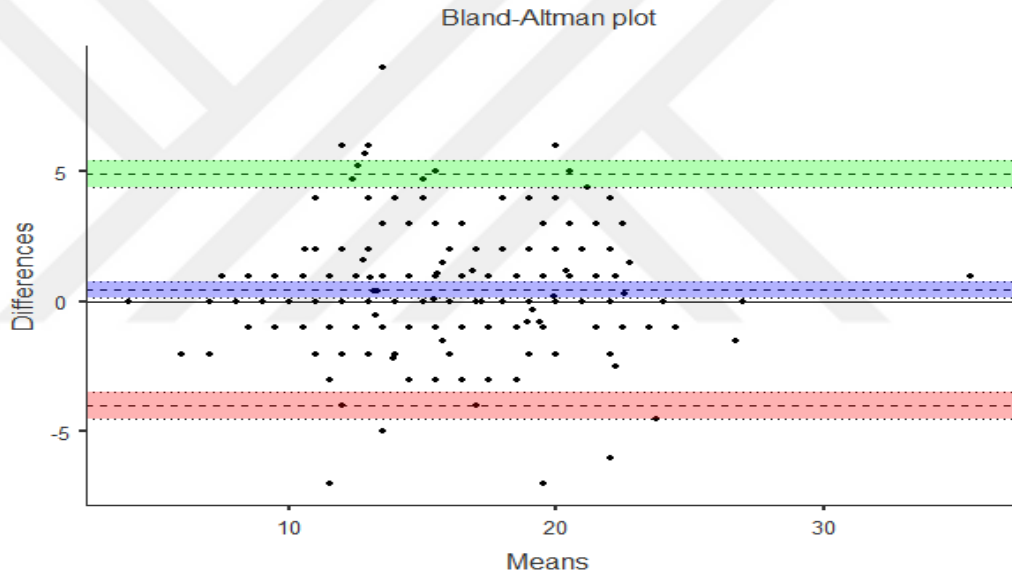
Spontan soluyan katılımcılarda subkostal ve koronal pencerelerdeki maksimum, minimum çaplar ve cIVC değerleri için interclass correlation testi yapıldığında her iki pencere için statik ve dinamik parametreler için yüksek düzeyde korelasyon saptandı. Bu kadar yüksek korelasyon saptanan subkostal ve koronal pencerelerdeki parametreler için uyumu da tespit edebilmek ve istatistik yorumu güçlendirebilmek amacıyla veriler Bland-Altman grafiği üzerinde incelendi.

Subkostal ve koronal pencerelerdeki IVC max çap, IVC min çap ve cIVC değerlerinin ortalama ve fark değerleri hesaplandığında Bias değerlerinin 0'a yakın olduğu tespit edildi. Farkların ortalamalarının $\pm 1,96$ standart sapmada yani %95 güven aralığındaki değerleri hesaplandığında ise verilerin kabul edilebilir sınırlar içinde yoğun dağılım gösterdiği tespit edildi (Şekil 14-16).

Sonuç olarak hesaplanan Bias değerlerinin 0'a yakın olması ve çalışmadan elde edilen verilerin kabul edilebilir sınırlarda bu kadar yüksek dağılım göstermesi subkostal ve koronal pencereden yapılan IVC USG'sinin birbiriyle hem statik hem dinamik parametreler için yüksek düzeyde uyumlu olduğunu göstermektedir.

Bland-Altman

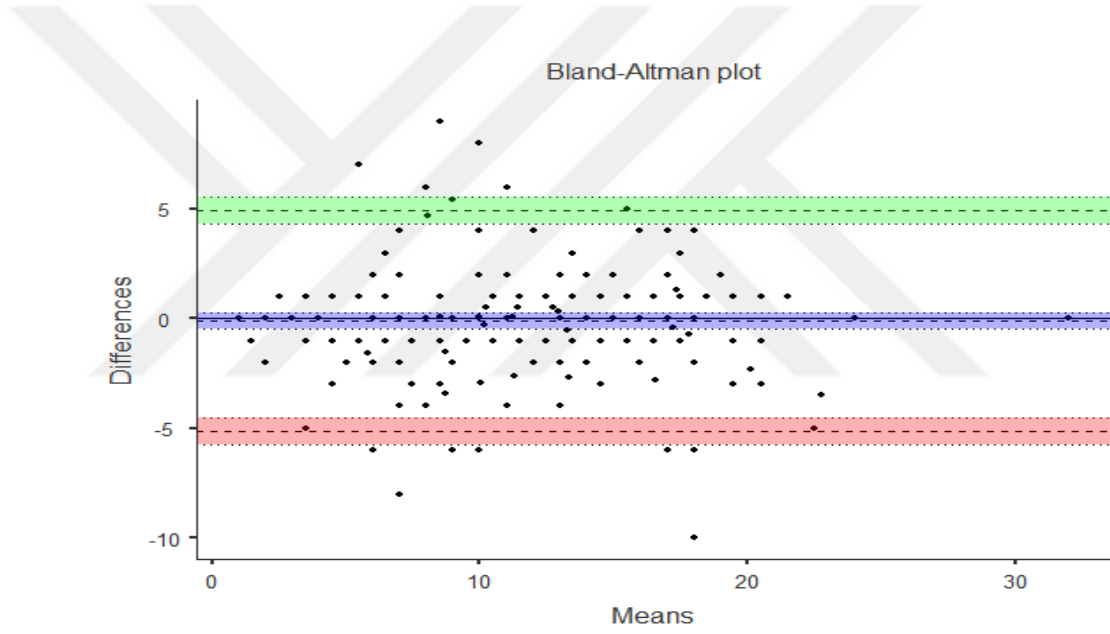
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=208)	0.454	0.144	0.764
Kabul edilebilir alt sınır	-3.989	-4.520	-3.459
Kabul edilebilir üst sınır	4.898	4.368	5.429



Şekil 14. Entübe olmayan katılımcılarda SCmaxçap-CRmaxçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

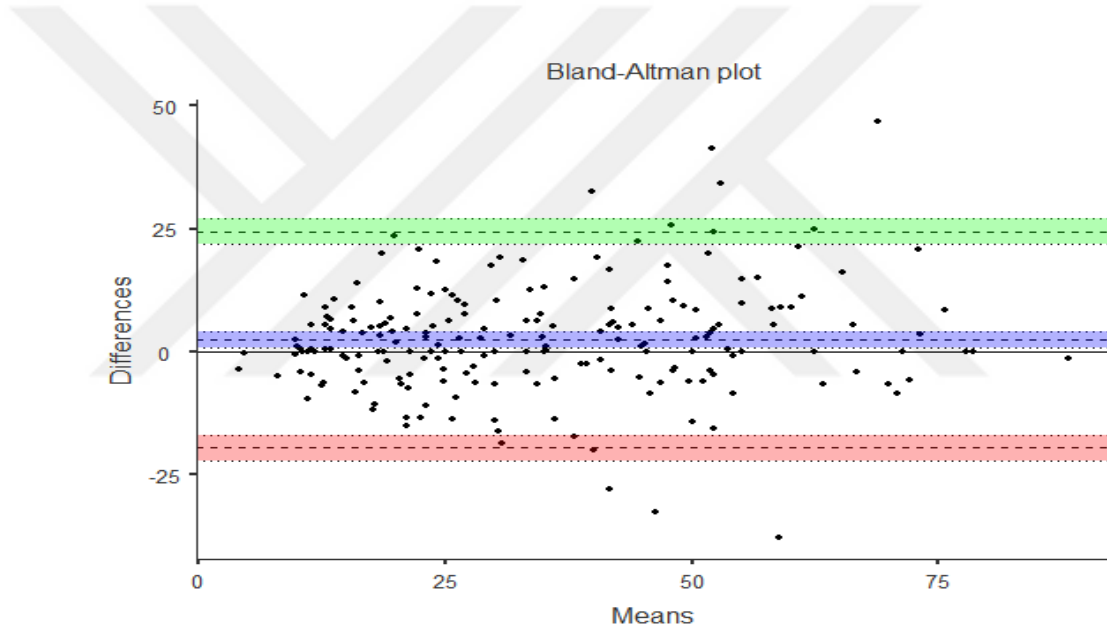
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=205)	-0.106	-0.459	0.247
Kabul edilebilir alt sınır	-5.134	-5.739	-4.530
Kabul edilebilir üst sınır	4.923	4.318	5.527



Şekil 15. Entübe olmayan katılımcılarda SCminçap-CRminçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=205)	2.50	0.955	4.04
Kabul edilebilir alt sınır	-19.48	-22.121	-16.84
Kabul edilebilir üst sınır	24.48	21.834	27.12



Şekil 16. Entübe olmayan bireylerde SCcIVC-CRcIVC Bland-Altman grafiği

Entübe olan katılımcılarda;

Subkostal-anterior transhepatik, subkostal-koronal bölgelerdeki statik ve dinamik parametreler değerlendirildiğinden tüm değerler için sınıf içi korelasyon katsayıları istatistiksel anlamlı bulunmuştur. En yüksek korelasyon SCminçap-THminçap ($r=0.972$) arasında bulunurken, en düşük korelasyon SCdIVC-CRdIVC'de ($r=0.739$) görülmüştür. Bunun sebebinin ise entübe katılımcı sayısındaki yetersizlik olduğu düşünülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. Entübe katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Entübe (n=9)		
	r	p
SCmaxçap - THmaxçap	0.950	<0.001
SCminçap - THminçap	0.972	<0.001
SCdIVC- THdIVC	0.822	0.012
SCmaxçap - CRmaxçap	0.886	0.003
SCminçap – CRminçap	0.973	<0.001
SCdIVC - CRdIVC	0.739	0.048

*R=Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (Interclass Correlation)

**SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap SCdIVC: Subkostal inferior vena cava distansibilite indeksi, THdIVC: Transhepatik inferior vena cava distansibilite indeksi, CRdIVC: Koronal inferior vena cava distansibilite indeksi

Entübe olan katılımcılar için subkostal ve anterior transhepatik pencerelerdeki maksimum, minimum çaplar ve dIVC değerleri için interclass correlation analizi yapıldığında istatistiksel olarak yüksek düzeyde korelasyon saptanmıştır. Subkostal ve anterior transhepatik pencerelerdeki statik ve dinamik parametrelerin uyumunu da tespit etmek ve istatistik yorumunu güçlendirebilmek için Bland-Altman grafiği üzerinde incelendi.

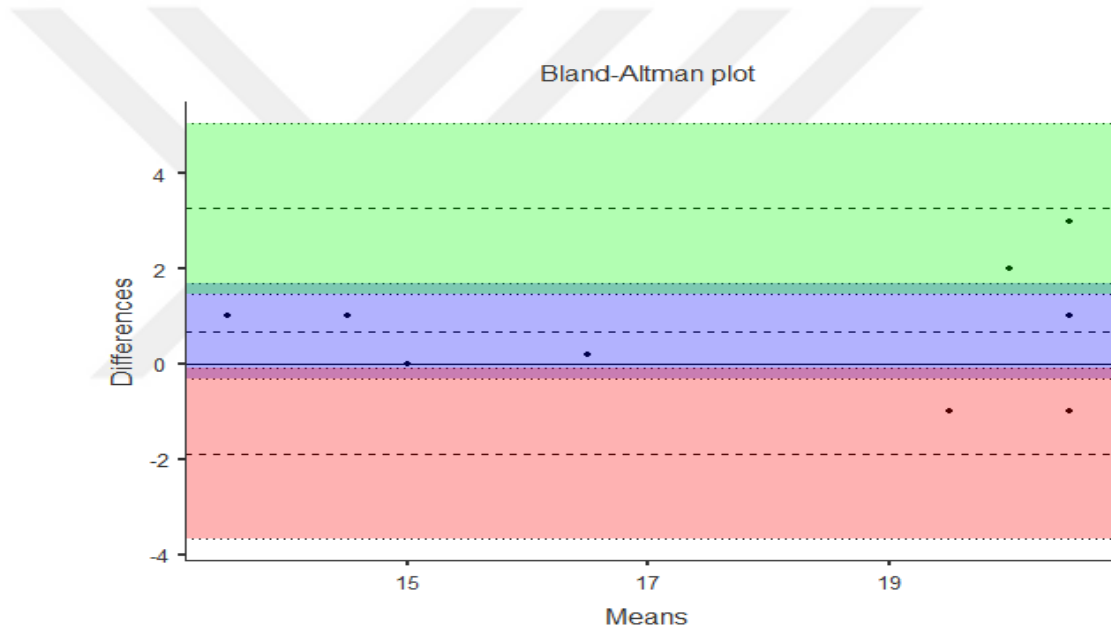
Subkostal ve anterior transhepatik pencerelerdeki IVC max çap, IVC min çap ve dIVC değerlerinin ortalama ve farkları hesaplandığında statik parametreler için Bias değeri 0'a yakınken, dinamik parametre olan dIVC için Bias değeri 0'a yakın tespit edilmedi. Farkların ortalamalarının $\pm 1,96$ standart sapmada yani %95 güven aralığındaki değerleri hesaplandığında ise hem statik hem dinamik parametrelerden elde edilen verilerin kabul edilebilir sınırlar içinde yoğun dağılım gösterdiği tespit edildi (Şekil 17-19).

Sonuç olarak statik parametreler için Bias değerinin 0'a yakın olması ve verilerin kabul edilebilir sınırlar içinde yoğun dağılım göstermesi entübe olan katılımcılar için subkostal ve anterior transhepatik pencerelerden elde edilen IVC USG görüntülerdeki statik parametrelerin birbiriyle yüksek düzeyde uyum gösterdiğini ancak dinamik parametre olan dIVC değerinin kabul edilebilir sınırlar içinde yüksek dağılım göstermesine karşın Bias değerinin 0'a yakın olmaması diğer parametreler kadar yüksek uyum saptanmadığını göstermektedir.

dIVC değerinde yüksek uyum saptanmamasının nedeninin ise entübe katılımcı sayısındaki yetersizlik ve dIVC formülasyonundan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Bland-Altman

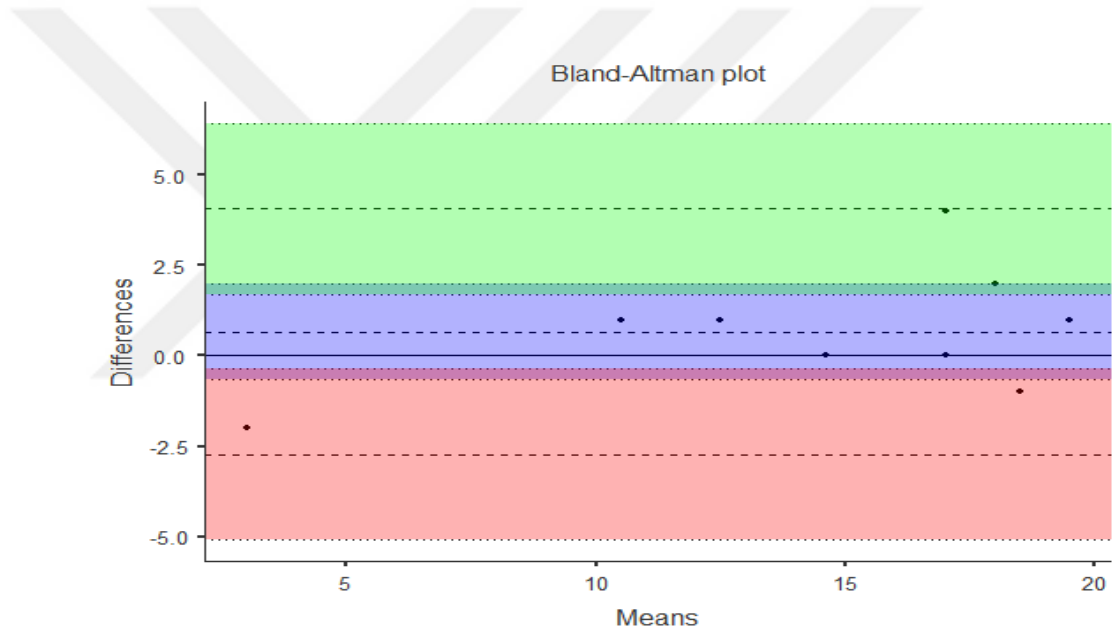
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=9)	0.689	-0.320	1.6973
Kabul edilebilir alt sınır	-1.882	-3.675	-0.0896
Kabul edilebilir üst sınır	3.260	1.467	5.0531



Şekil 17. Entübe olan katılımcılarda Scmaxçap-Thmaxçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

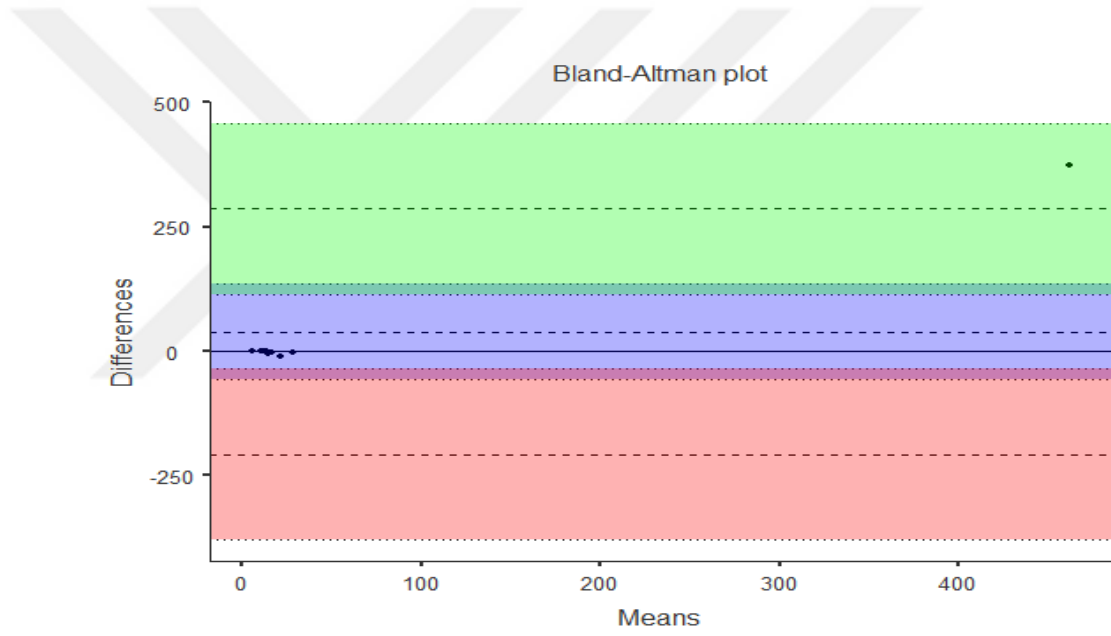
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=9)	0.667	-0.665	1.998
Kabul edilebilir alt sınır	-2.728	-5.095	-0.361
Kabul edilebilir üst sınır	4.061	1.694	6.428



Şekil 18. Entübe olan katılımcılarda SCminçap-THminçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=9)	39.4	-57.4	136.2
Kabul edilebilir alt sınır	-207.4	-379.4	-35.3
Kabul edilebilir üst sınır	286.2	114.1	458.2



Şekil 19. Entübe olan katılımcılarda SCdIVC-THdIVC Bland-Altman grafiği

Entübe olan katılımcılar için subkostal ve koronal pencerelerdeki maksimum, minimum çaplar ve dIVC değerleri için interclass correlation analizi yapıldığında istatistiksel olarak yüksek düzeyde korelasyon saptanmıştır. Subkostal ve koronal pencerelerdeki statik ve dinamik parametrelerin uyumunu da tespit etmek ve istatistik yorumunu güçlendirebilmek için Bland-Altman grafiği üzerinde incelendi.

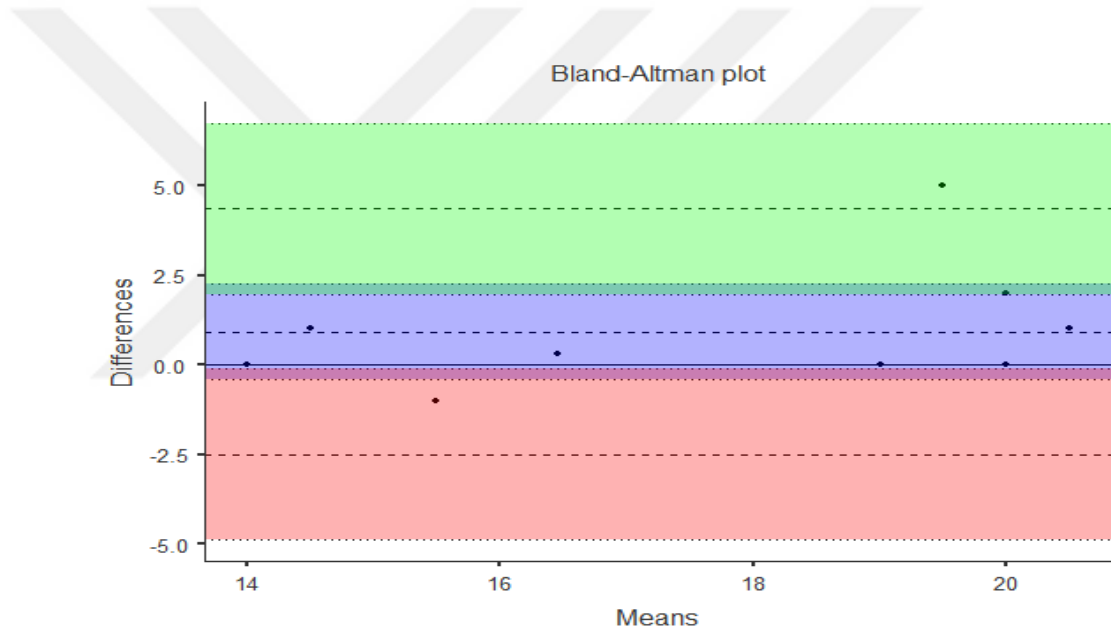
Subkostal ve koronal pencerelerdeki IVC max çap, IVC min çap ve dIVC değerlerinin ortalama ve farkları hesaplandığında anterior transhepatik pencereye benzer şekilde statik parametreler için Bias değeri 0'a yakinken, dinamik parametre olan dIVC için Bias değeri 0'a yakın olmadığı tespit edildi. Farkların ortalamalarının $\pm 1,96$ standart sapmada yani %95 güven aralığındaki değerleri hesaplandığında ise hem statik hem dinamik parametrelerden elde edilen verilerin kabul edilebilir sınırlar içinde yoğun dağılım gösterdiği tespit edildi (Şekil 20-22).

Sonuç olarak statik parametreler için Bias değerinin 0'a yakın olması ve verilerin kabul edilebilir sınırlar içinde yoğun dağılım göstermesi entübe olan katılımcılar için subkostal ve koronal pencerelerden elde edilen IVC USG görüntülerdeki statik parametrelerin birbiriyle yüksek düzeyde uyum gösterdiğini ancak dinamik parametre olan dIVC değerinin kabul edilebilir sınırlar içinde yüksek dağılım göstermesine karşın Bias değerinin 0'a yakın olmaması diğer parametreler kadar yüksek uyum saptanmadığını göstermektedir.

dIVC değerinde yüksek uyum saptanmamasının nedeninin ise entübe katılımcı sayısındaki yetersizlik ve dIVC formülasyonundan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Bland-Altman

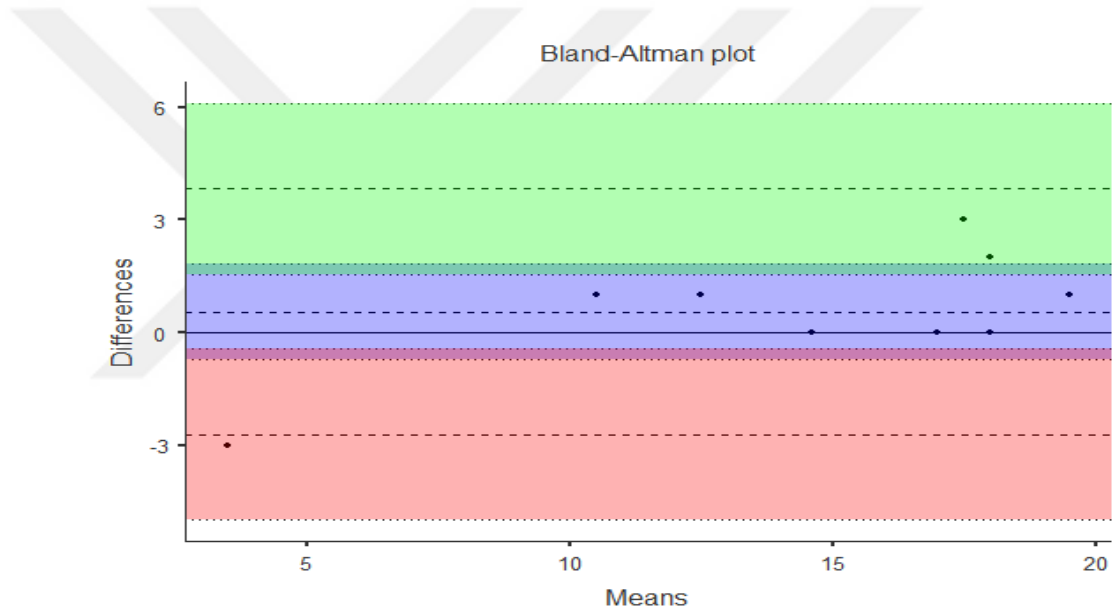
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=9)	0.922	-0.421	2.266
Kabul edilebilir alt sınır	-2.503	-4.892	-0.115
Kabul edilebilir üst sınır	4.348	1.959	6.736



Şekil 20. Entübe olan katılımcılarda Scmaxçap-Crmaxçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

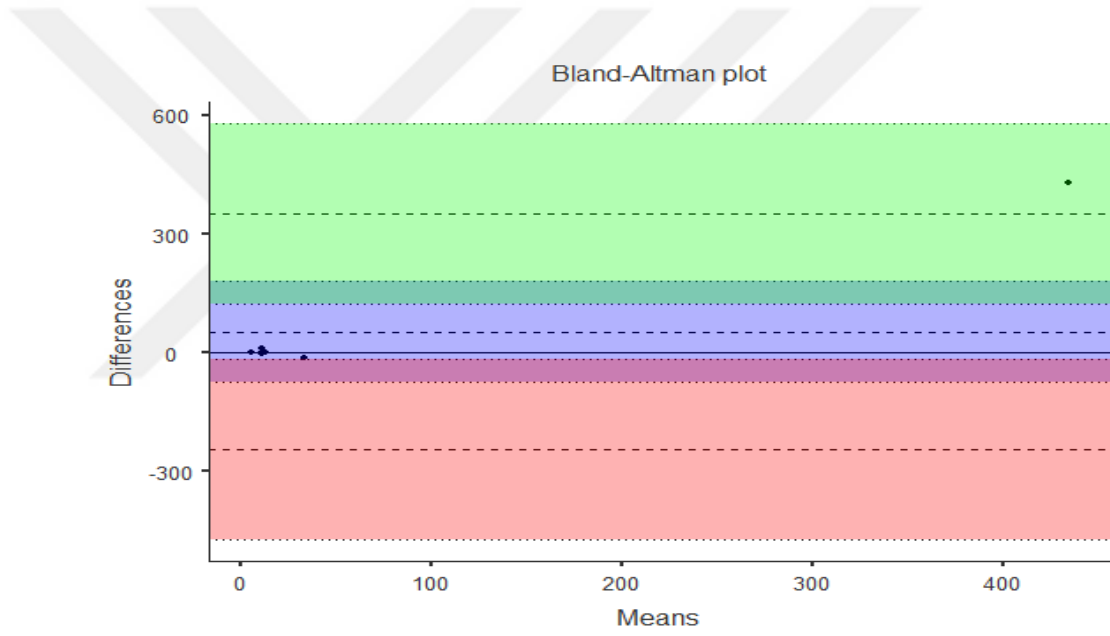
	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=9)	0.556	-0.726	1.837
Kabul edilebilir alt sınır	-2.711	-4.989	-0.433
Kabul edilebilir üst sınır	3.822	1.545	6.100



Şekil 21. Entübe olan katılımcılarda SCminçap-CRminçap Bland-Altman grafiği

Bland-Altman

	Tahmin	95% Güven Aralığı	
		Alt sınır	Üst sınır
Bias (n=8)	53.4	-73.9	180.7
Kabul edilebilir alt sınır	-245.1	-472.6	-17.5
Kabul edilebilir üst sınır	351.9	124.3	579.5



Şekil 22. Entübe olan katılımcılarda SCdIVC-CRdIVC Bland-Altman grafiği

Entübe olmayan katılımcılarda, BMI'ya göre SC-TH-CR bölgelerindeki statik ve dinamik parametreler incelendiğinde, zayıf-normal-kilolu kategorisindeki tüm katılımcılar için IVC max çap, IVC min çap, cIVC parametrelerinde tüm değerler için sınıf içi korelasyon katsayıları pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunmuştur. BMI zayıf kategorisinde olan katılımcılarda SCmaxçap-THmaxçap'ta sınıf içi korelasyon katsayısı en yüksek uyumu göstermiştir ($r=0.964$) (Tablo 9).

Tablo 9. BMI'ya göre entübe olmayan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

(n=210)	Zayıf		Normal		Kilolu	
	(BMI $\leq$ 18,4)		(BMI 18,5-24,9)		(BMI $\geq$ 25)	
Değişkenler	r	p	r	p	r	p
SCmaxçap-THmaxçap	0.964	<0.001	0.953	<0.001	0.946	<0.001
SCminçap-THminçap	0.957	0.001	0.939	<0.001	0.957	<0.001
SCcIVC-THcIVC	0.938	0.002	0.901	<0.001	0.907	<0.001
SCmaxçap-CRmaxçap	0.818	0.029	0.929	<0.001	0.947	<0.001
SCminçap-CRminçap	0.937	0.002	0.934	<0.001	0.945	<0.001
SCcIVC-CRcIVC	0.894	0.008	0.913	<0.001	0.885	<0.001

*r= Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**BMI: Vücut kitle indeksi, SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap SCcIVC: Subkostal inferior vena cava kollapsibilite indeksi, THcIVC: Transhepatik inferior vena cava kollapsibilite indeksi, CRcIVC: Koronal inferior vena cava kollapsibilite indeksi

Entübe olan katılımcıların, BMI'ya göre SC-TH-CR bölgelerindeki statik ve dinamik parametreler incelendiğinde; BMI zayıf kategorisinde entübe katılımcı olmadığı görülmüştür. Normal ve kilolu kategorisindeki katılımcılara bakıldığında SCdIVC-THdIVC ($p=0.094$) ve SCdIVC-CRdIVC ($p=0.205$) parametreleri dışındaki tüm değişkenlerde pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı korelasyon saptanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. BMI'ya göre entübe olan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

(n=9)	Zayıf		Normal		Kilolu	
	(BMI $\leq$ 18,4)		(BMI 18,5-24,9)		(BMI $\geq$ 25)	
Değişkenler	r	p	r	p	r	p
SCmaxçap-THmaxçap	-	-	0.976	0.006	0.970	0.003
SCminçap -THminçap	-	-	0.991	0.001	0.953	0.005
SCdIVC-THdIVC	-	-	0.823	0.094	0.932	0.012
SCmaxçap-CRmaxçap	-	-	0.976	0.006	0.868	0.038
SCminçap-CRminçap	-	-	0.983	0.004	0.974	0.002
SCdIVC-CRdIVC	-	-	0.742	0.205	0.866	0.039

*r=Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**BMI: Vücut kitle indeksi, SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap SCdIVC: Subkostal inferior vena cava distansibilite indeksi, THdIVC: Transhepatik inferior vena cava distansibilite indeksi, CRdIVC: Koronal inferior vena cava distansibilite indeksi

Entübe olmayan katılımcılarda, cinsiyete göre SC-TH-CR bölgelerindeki statik ve dinamik parametreler incelendiğinde kadın-erkek kategorisindeki katılımcılar için IVC max çap, IVC min çap, cIVC parametrelerinde tüm değerler için sınıf içi korelasyon katsayıları pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunmuştur. Kadın katılımcılarda en yüksek korelasyon SCminçap-THminçap arasında ($r=0,954$) bulunurken, erkeklerde en yüksek korelasyon SCmaxçap-THmaxçap arasında ($r=0,952$) bulunmuştur (Tablo 11).

Tablo 11. Cinsiyete göre entübe olmayan katılımcılara belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Entübe olmayan (n=210)	Kadın (n=97)		Erkek (n=113)	
Değişkenler	r	p	r	p
SCmaxçap-THmaxçap	0.950	<0.001	0.952	<0.001
SCminçap-THminçap	0.954	<0.001	0.947	<0.001
SCcIVC-THcIVC	0.917	<0.001	0.895	<0.001
SCmaxçap-CRmaxçap	0.949	<0.001	0.920	<0.001
SCmin çap-CRminçap	0.951	<0.001	0.867	<0.001
SCcIVC-CRcIVC	0.900	<0.001	0.830	<0.001

*r= Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**BMI: Vücut kitle indeksi, SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap SCcIVC: Subkostal inferior vena cava kollapsibilite indeksi, THcIVC: Transhepatik inferior vena cava kollapsibilite indeksi, CRcIVC: Koronal inferior vena cava kollapsibilite indeksi

Entübe olan katılımcılarda, cinsiyete göre SC-TH-CR bölgelerindeki IVCmax, IVCmin, dIVC parametreleri incelendiğinde kadınlarda SCdIVC-CRdIVC, erkeklerde SCdIVC-THdIVC, SCmaxçap-CRmaxçap ve SCdIVC-CRdIVC parametreleri dışında sınıf içi korelasyon katsayıları pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunmuştur. (Tablo 12).

Tablo 12. Cinsiyete göre entübe olan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Entübe olan (n=9)	Kadın n=6		Erkek n=3	
Değişkenler	r	p	r	p
SCmaxçap-THmaxçap	0.941	0.004	0.973	0.026
SCminçap-THminçap	0.921	0.007	0.987	0.013
SCdIVC-THdIVC	0.876	0.019	0.829	0.146
SCmaxçap-CRmaxçap	0.859	0.026	0.923	0.071
SCminçap-CRminçap	0.963	0.001	0.978	0.022
SCdIVC-CRdIVC	0.834	0.055	0.746	0.203

*r=Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap, SCdIVC: Subkostal inferior vena cava distansibilite indeksi, THdIVC: Transhepatik inferior vena cava distansibilite indeksi, CRdIVC: Koronal inferior vena cava distansibilite indeksi

Entübe olmayan katılımcılarda, yaşa göre SC-TH-CR bölgelerindeki statik ve dinamik parametreler incelendiğinde <65 yaş ve ≥65 yaş grubundaki katılımcılar için IVC max çap, IVC min çap, cIVC parametrelerinde tüm değerler için sınıf içi korelasyon katsayıları pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunmuştur. En yüksek korelasyon ise ≥65 yaş grubunda SCminçap-THminçap (r=0.956) parametreleri arasında bulunmuştur (Tablo 13).

Tablo 13. Yaş grubuna göre entübe olmayan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Entübe olmayan (n=210)	<65 n=122		≥65 n=88	
Değişkenler	r	p	r	p
SCmaxçap - THmaxçap	0.947	<0.001	0.955	<0.001
SCminçap - THminçap	0.943	<0.001	0.956	<0.001
SCcIVC- THcIVC	0.880	<0.001	0.929	<0.001
SCmaxçap - CRmaxçap	0.923	<0.001	0.946	<0.001
SCmin çap– CRminçap	0.939	<0.001	0.941	<0.001
SCcIVC - CRcIVC	0.919	<0.001	0.885	<0.001

*r= Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap, SCcIVC: Subkostal inferior vena cava kollapsibilite indeksi, THcIVC: Transhepatik inferior vena cava kollapsibilite indeksi, CRcIVC: Koronal inferior vena cava kollapsibilite indeksi

Entübe olan katılımcılarda, yaşa göre SC-TH-CR bölgelerindeki statik ve dinamik parametreler <65 yaş ve ≥65 yaş grubundaki katılımcılar için incelendiğinde; <65 yaş kategorisindeki katılımcılarda SCmaxçap-CRmaxçap'ta sınıf içi korelasyon katsayıları (r=0.996) pozitif yönlü yüksek düzeyde istatistiksel anlamlı bulunurken; ≥65 yaş kategorisindeki katılımcılarda SCdIVC-CRdIVC (r=0.746) dışındaki parametrelerde sınıf içi korelasyon katsayıları istatistiksel anlamlı bulunmuştur (Tablo14).

Tablo 14. Yaş grubuna göre entübe olan katılımcılarda belirtilen değişkenler için sınıf içi korelasyon analizi

Entübe olan (n=9)	<65 n=2		≥65 n=7	
Değişkenler	r	p	r	p
SCmaxçap-THmaxçap	0.982	0.084	0.923	0.003
SCminçap-THminçap	0.985	0.077	0.971	<0.001
SCdIVC-THdIVC	0.983	0.083	0.823	0.027
SCmaxçap-CRmaxçap	0.996	0.039	0.835	0.023
SCminçap-CRminçap	0.985	0.077	0.971	<0.001
SCdIVC-CRdIVC	0.876	0.216	0.746	0.079

*r=Sınıf içi korelasyon katsayısı (Interclass Correlation)

**SCmaxçap: Subkostal maksimum çap, THmaxçap: Transhepatik maksimum çap, SCminçap: Subkostal minimum çap, THminçap: Transhepatik minimum çap, CRmaxçap: Koronal maksimum çap, CRminçap: Koronal minimum çap, SCdIVC: Subkostal inferior vena cava distansibilite indeksi, THdIVC: Transhepatik inferior vena cava distansibilite indeksi, CRdIVC: Koronal inferior vena cava distansibilite indeksi

Entübasyon ayırımı yapılmaksızın görüntülemeyi yapan hekimlerin görüntülemeyi yaptıkları sıradaki yorumları çok iyi-iyi-ortalama-kötü-çok kötü şeklinde incelendiğinde, subkostal pencerede en yüksek oranda ‘çok iyi’ şeklinde yorum yapıldığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak elde edilen USG görüntüleri incelendiğinde, standardizasyon amacıyla belirlenen kriterlerden her üçünü de içeren en fazla görüntünün subkostal pencereden olduğu tespit edilmiştir (Tablo 15). Bunun sebebinin ise klinik pratikte IVC USG’si için subkostal pencerenin daha sık kullanılmasından ve bu penceredeki hekim tecrübesinin daha çok olması olduğu düşünülmektedir.

Tablo 15. Yorum, kriter sayısı dağılımı

	SC n (%)	TH n (%)	CR n (%)
Yorum			
Çok iyi	121 (55.3)	83 (37.9)	74 (33.8)
Çok kötü	8 (3.7)	6 (2.7)	7 (3.2)
İyi	56 (25.6)	94 (42.9)	89 (40.6)
Kötü	12 (5.5)	9 (4.1)	14 (6.4)
Ortalama	22 (10.0)	26 (11.9)	35 (16.0)
Kriter Sayısı			
1	22 (10.0)	28 (12.8)	41 (18.8)
2	24 (11.0)	159 (72.9)	146 (67.0)
3	173 (79.0)	31 (14.3)	31 (14.2)

*SC: subkostal, TH: transhepatik, CR: koronal

Katılımcılar için subkostal pencereden görüntü elde etme süre ortalaması 24.26 ± 24.77 , anterior transhepatik pencereden görüntü elde etme süre ortalaması 28.89 ± 25.85 ve koronal pencereden görüntü elde etme süre ortalaması 35.66 ± 29.52 olarak saptanmıştır.

Tablo 16. Görüntüleme sürelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Süre (sn)	SC	TH	CR
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS
Süre (sn)	24.26 ± 24.77	28.89 ± 25.85	35.66 ± 29.52

*SC: Subkostal, TH: Transhepatik, CR: Koronal

**Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

IVC görüntülemesi için standart kullanılan subkostal pencerenin ortalama süresi 24,26 sn tespit edilmiş ve diğer pencereler subkostal pencerenin ortalama süresine göre kategorikleştirilmiştir. Her üç pencere incelendiğinde subkostal pencereden alınan görüntülerin %65,8'inin görüntüleme süresi 24,26 sn'nin altında iken; anterior transhepatik pencereden alınan görüntülerin %52,8'i, koronal pencereden alınan görüntülerin ise %38,4'ü 24,26 sn'nin altında tespit edilmiştir. Bunun sebebinin ise görüntülemeyi yapan hekimlerin klinik pratikte subkostal pencereyi daha sık kullanması, olabileceği düşünülmüştür.

Tablo 17. SC süre ortalama kategorisine göre diğer görüntüleme sürelerine ait sayı ve yüzde dağılımı

Süre (sn)	SC	TH	CR
	n (%)	n (%)	n (%)
≤24.26	144 (65.8)	115 (52.8)	84 (38.4)
>24.27	75 (34.2)	103 (47.2)	135 (61.6)

*SC: Subkostal, TH: Transhepatik, CR: Koronal

Entübasyon ayrımı yapılmaksızın, katılımcıların BMI kategorilerine göre, görüntülemeyi yapan hekimlerin SC-TH-CR pencerelerdeki görüntüleme süreleri incelendiğinde zayıf-normal-kilolu grubundaki katılımcılar için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 18).

Tablo 18. BMI'ya göre görüntüleme sürelerinin karşılaştırılması

Süre (sn)	BMI			Test
	Zayıf	Normal	Kilolu	İstatistiği
	Ortanca Min-maks	Ortanca Min-maks	Ortanca Min-maks	p
SC Süre	10.00 (10-30)	15.00 (10-120)	15.00 (10-120)	0.056
TH Süre	10.00 (10-30)	15.00 (10-120)	30.00 (10-120)	0.255
CR Süre	15.00 (10-30)	30.00 (10-120)	30.00 (10-120)	0.063

*Kruskal Wallis non parametrik test

**BMI: Vücut kitle indeksi, SC: Subkostal, TH: Transhepatik, CR: Koronal

Entübasyon ayırımı yapılmaksızın, görüntülemeyi yapan hekimlerin yorumları katılımcıların BMI kategorilerine göre incelendiğinde, her pencerenin zayıf kategorisinde yer alan katılımcıların görüntüleri için görüntüleyiciler tarafından daha yüksek oranda ‘çok iyi’ yorumu yapıldığı görülmüştür (Tablo 19).

Tablo 19. BMI'ya göre görüntüleyici yorumlarının karşılaştırılması

BMI				Test İstatistiği
	Zayıf (BMI≤18,4) n (%)	Normal (BMI 18,5-24,9) n (%)	Kilolu (BMI ≥25) n (%)	P
SC Yorum				
Çok iyi	6 (85.7)	63 (56.8)	52 (51.5)	*0.581
İyi	1 (14.3)	31 (27.9)	24 (23.8)	
Ortalama	0	9 (8.1)	13 (12.9)	
Kötü	0	4 (3.6)	8 (7.9)	
Çok kötü	0	4 (3.6)	4 (4.0)	
TH Yorum				
Çok iyi	3 (42.9)	46 (41.4)	34 (33.7)	*0.880
İyi	4 (57.1)	46 (41.4)	44 (43.6)	
Ortalama	0	12 (10.8)	14 (13.9)	
Kötü	0	5 (4.5)	4 (4.0)	
Çok kötü	0	2 (1.8)	4 (4.0)	
CR Yorum				
Çok iyi	4 (57.1)	38 (34.2)	32 (31.7)	*0.194
İyi	3 (42.9)	52 (46.8)	34 (33.7)	
Ortalama	0	14 (12.6)	21 (20.8)	
Kötü	0	4 (3.6)	10 (9.9)	
Çok kötü	0	3 (2.7)	4 (4.0)	

*Gruplardaki dengesiz dağılımdan dolayı test istatistiği verilemez

**Ki Kare Karşılaştırma testi

***BMI: Vücut kitle indeksi, SC: Subkostal, TH: Transhepatik, CR: Koronal

Entübasyon ayırımı yapılmaksızın, SC-TH-CR pencerelerindeki görüntüleme sırasında tespit edilen kriterler incelendiğinde, grup dağılımındaki dengesizlikten dolayı istatistiksel analiz yapılamamıştır. Ancak görüntüleme sırasında subkostal pencerede daha yüksek oranda, her üç kriterin de elde edilebildiği görülmüştür (Tablo 20).

Tablo 20. BMI'ya göre görüntülerden elde edilen kriter sayılarının karşılaştırılması

BMI				Test İstatistiği
	Zayıf (BMI≤18,4) n (%)	Normal (BMI 18,5-24,9) n (%)	Kilolu (BMI ≥25) n (%)	p
SC Kriter Sayısı				
1	0	9 (8.1)	13 (12.9)	*0.493
2	0	12 (10.8)	12 (11.9)	
3	7 (100.0)	90 (81.1)	76 (75.2)	
TH Kriter Sayısı				
1	0	15 (13.5)	13 (13.0)	*0.694
2	5 (71.4)	82 (73.9)	72 (72.0)	
3	2 (28.6)	14 (12.6)	15 (15.0)	
CR Kriter Sayısı				
1	0	12 (10.9)	29 (28.7)	*0.003
2	7 (100.0)	77 (70.0)	62 (61.4)	
3	0	21 (19.1)	10 (9.9)	

*Gruplardaki dengesiz dağılımdan dolayı test istatistiği verilemez.

**Ki Kare Karşılaştırma testi

***BMI: Vücut kitle indeksi, SC: Subkostal, TH: Transhepatik, CR: Koronal

5. TARTIŞMA

Sıvı resüsitasyonu kritik hasta bakımının ilk ve en önemli basamaklarından biridir. USG kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte kritik hastalara yatak başı PoCUS uygulaması da artmakta ve hastaların klinik durumu hakkında hekimlere büyük kolaylıklar sağlayabilmektedir (63-66). USG invaziv olmaması, ucuz, tekrarlanabilir, ağrısız ve radyasyonsuz olması nedeniyle birçok avantaja sahiptir (67, 68). Volüm durumunun tespitinde ultrasonografik olarak IVC'nin ölçümünün başarılı olduğunu tespit eden çalışmalar (27, 28, 63) olduğu gibi, yanlış sonuçlar doğurabileceğini iddia eden çalışmalar da mevcuttur (24-28, 30, 63).

IVC USG'si ile ilgili subkostal ve anterior transhepatik veya koronal pencereyi karşılaştıran birçok çalışma literatürde mevcuttur. Bizim çalışmamız ise her üç pencereyi aynı anda karşılaştıran, anterior transhepatik ve koronal pencereyi görüntülemek için de kriter oluşturulan ilk çalışmadır.

Çalışmamızda subkostal, anterior transhepatik ve koronal pencerelerden yapılan görüntülemelerde IVC'nin maksimum çap, minimum çap, kollapsibilite ve distansibilite indeksleri entübasyon ayrımı yapılmaksızın karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (Tablo 5). Entübasyon ayrımı yapılmaksızın sadece statik parametrelerde korelasyon analizi yapıldığında subkostal-anterior transhepatik ve subkostal-koronal pencerelerde istatistiksel anlamda yüksek düzeyde korelasyon saptanmıştır (Tablo 6). Katılımcıları entübasyon durumlarına göre kategorize edip statik parametrelere ek olarak dinamik parametreler için de korelasyon analizi yapıldığında benzer şekilde istatistiksel anlamda yüksek düzeyde korelasyon saptanmıştır (Tablo 7,8).

Korelasyon analizlerine ek olarak uyumu da tespit edebilmek ve çalışmamızın istatistik yorumunu güçlendirebilmek için hem spontan soluyan hem de entübe olup mekanik olarak solutulan katılımcılar için, subkostal-anterior transhepatik ve subkostal-koronal pencerelerdeki statik ve dinamik parametreler için Bland-Altman analizi yapılmıştır. Spontan soluyan katılımcılarda Bland-Altman analiz grafikleri incelendiğinde tüm pencerelerde hem statik hem dinamik parametreler için yüksek düzeyde uyum saptanmıştır (Şekil 11-16). Entübe olan katılımcılar için Bland-Altman analiz grafikleri incelendiğinde ise statik parametreler için yüksek düzeyde uyum tespit edilirken, dinamik parametrelerde istatistiksel anlamda yüksek uyum tespit edilememiştir (Şekil 17-22). Entübe olan katılımcı sayısının sadece 9 olması ve entübe olan katılımcılarda kullanılan dinamik parametre olan dIVC formülasyonunda bölen değeri için IVC min çapın kullanılıyor olmasının istatistiksel olarak yüksek uyum saptanmamasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Sandavol. ve ark., 2022 yılında yayınladıkları 36 erişkin hastanın dahil edildiği çalışmada, kardiyak cerrahi sonrası subkostal ve transhepatik pencerelerden IVC ölçümü uygulanmış ve IVCmax çap, IVCmin çap, cIVC, dIVC değerlerinin birbirine korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Kardiyak cerrahi sonrası hastalara yakın hemodinami takibi gerekmesi ve USG ile hemodinami izleminin noninvaziv, tekrarlanabilir ve kolay bir şekilde yapılabilmesi nedeniyle elde ettikleri sonuçlar yüz güldürücü bulunmuştur. Kardiyak cerrahi sonrası yakın dönemde hastaların göğüs orta hatta pansumanlarının, zaman zaman da drenlerinin olması ve USG ile görüntüleme sırasında görüntülemeye engel olan metalik

materyallerinin olması nedeniyle subkostal pencere yerine transhepatik pencereyi kullanarak IVC ölçümü yapabileceklerini tespit etmişlerdir. Aynı zamanda dahil edilen hasta grubunun büyük çoğunluğunun obez ve kilolu kategorisinde olması da subkostal pencereden görüntü elde edilmesini zorlaştırırken transhepatik pencerenin alternatif kullanımının hekimlere kolaylık sağlayacağını belirtmişlerdir (69). Bizim çalışmamızda 219 hastada statik parametreler olan IVC max çap, IVC min çap değerlerinin ve dinamik parametreler olan cIVC, dIVC değerlerinin subkostal, anterior transhepatik ve koronal pencerelerden yapılan ölçümlerinin yüksek düzeyde korelasyon gösterdiği saptanmıştır (Tablo 5-8).

Obez hastalarda cilt-cilt altı dokunun kalınlığı, gebelerde ise uterusun büyümesi nedeniyle subkostal pencereden IVC'nin ultrasonografik olarak görüntülenmesi zor olabilmektedir. Qasem ve ark. 30 tane term gebeyi dahil ettikleri, IVC'yi subkostal ve transhepatik pencerelerden ultrasonografik olarak karşılaştırdıkları çalışmalarında, term gebelerde transhepatik pencerenin subkostal pencere yerine kullanılıp kullanamayacağını araştırmışlardır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak uterus büyümesiyle birlikte fetüsün IVC basısını engelleyebilmek için hastaları supin pozisyonda değil, 30 derecelik yarı oturur pozisyonda incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda her iki pencerede IVC max çap, IVC min çap ve dinamik parametre olan cIVC'nin birbirine korelasyon gösterdiğini saptamışlardır (70). Bizim çalışmamızda ise entübe olmayan katılımcılar BMI'larına göre kategorize edildiğinde zayıf-normal-kilolu kategorisindeki katılımcılarda IVC max çap, IVC min çap, cIVC parametrelerinde yüksek düzeyde korelasyon tespit edilmiştir (Tablo 9). Entübe olan katılımcılar incelendiğinde

BMI'ya göre zayıf kategorisinde herhangi bir katılımcı mevcut değilken, normal ve kilolu kategorisindeki entübe katılımcılarda statik parametrelerde korelasyon saptanmış, normal kilo aralığındaki katılımcılarda dinamik parametrelerde korelasyon saptanmamıştır. Bunun sebebinin ise entübe katılımcı sayısındaki azlık ve dIVC formülasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. (Tablo 10).

Buna ek olarak Qasem ve ark. bizim çalışmamızla benzer şekilde hastaların BMI'larını ve görüntülemeyi yapan hekimin yorumunu 5'li Likert ölçeği ile değerlendirdikleri çalışmalarında, her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmasa da 30 hastanın %100'ünde anterior transhepatik pencereden görüntüleme başarılı bir şekilde yapılabilirken; subkostal pencereden hastaların %80'inde başarılı USG görüntüsü elde edebilmişlerdir (68). Bizim çalışmamızda da görüntüleyicilerin subkostal - anterior transhepatik - koronal pencerelerdeki yorumları 5'li Likert skalası ile değerlendirilmiştir. Görüntüleyicilerin zayıf-normal-kilolu kategorisindeki katılımcılar için subkostal pencerede daha yüksek oranda 'çok iyi' şeklinde yorumda bulunduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak istatistiksel olarak anlamlı olmasa da subkostal penceredeki görüntüleyici yorumlarına bakıldığında 'çok iyi' yorumunun yüzde değerinin zayıf kategorisinden kilolu kategorisine gittikçe düşme eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Tablo19). Yine Qasem'in çalışmasında bizim çalışmamıza benzer şekilde görüntülemeyi yapan hekimin subkostal ve transhepatik penceredeki IVC bakısındaki ideal görüntüyü elde etme süreleri incelenmiş ve birbiriyle karşılaştırılmıştır. Subkostal pencerede ortalama süreyi 52 sn saptarken, transhepatik pencerede ortalama süreyi 23 sn olarak tespit etmişler ve bunu

istatistiksel olarak anlamlı kabul etmişlerdir. Gebeliğin ileri aşamalarında uterus boyutundaki artış ve fetüsün IVC USG görüntülemesine engel oluşunu bu duruma neden olarak belirtmişlerdir (70). Bizim çalışmamızda ise subkostal pencerede ortalama süre 24,26 sn, anterior transhepatik pencerede 28,89 sn, koronal pencerede ise 35,27 sn saptanmıştır (Tablo 16). Ancak hem klinik hem de istatistiksel açıdan bu süre farkı anlamlı olarak değerlendirilmemiştir. Buna ek olarak subkostal, anterior transhepatik ve koronal pencerelerdeki görüntüleyiciler istedikleri görüntüleri elde etme sürelerinin ortanca değerleri zayıf-normal-kilolu kategorisindeki katılımcılar için karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 18). Subkostal pencereden görüntü elde etme süresinin daha kısa olmasının, klinik pratikte daha sık kullanılıyor olması, hekimlerin el alışkanlığı ve çalışmamıza gebe hastaları dahil etmememiz nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Kulkarni. ve ekip arkadaşları 2015 yılında subkostal ve transhepatik pencerelerden IVC'nin ultrasonografik olarak ölçümünün uyumlu olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarını üçüncü basamak yoğun bakımda şok nedeniyle takip ettikleri mekanik olarak solutulan 88 hastayı dahil ederek gerçekleştirmişlerdir. Tek bir kullanıcının 88 hastaya da subkostal ve transhepatik pencereden yaptığı USG görüntülerini birbirinden habersiz iki hekim incelemiş ve IVC max çap, IVC min çap, dIVC hesaplaması yapmışlardır. Çalışmada, subkostal ve transhepatik pencerelerde minimum ve maksimum çaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yaklaşık 4 mm kadar bir fark saptanırken, dinamik parametre olan distansibilite indeksinin daha uyumlu olduğunu saptamışlar ve çalışmanın sonunda

obez ve abdominal cerrahi geçiren hastalardan, subkostal pencereden etkin görüntüleme yapılamayanlarda transhepatik pencereden görüntüleme yapabileceklerini tespit etmişlerdir (24). Bizim çalışmamıza 210'u spontan soluyan, 9'u ise mekanik olarak solutulan hasta dahil edilmiştir. Çalışmamızın sonucunda IVC max çap, IVC min çap, spontan soluyan hastalarda cIVC, mekanik olarak solutulan hastalarda ise dIVC değerlerinin yüksek düzeyde korelasyon gösterdiği bulunmuştur (Tablo 6,7,8). Korelasyon testlerine ek olarak uyumu tespit etmek için Bland-Altman analizi yapıldığında ise entübe olan 9 katılımcıda statik parametreler olan IVC max çap, IVC min çap değerlerinde yüksek uyum saptanırken, dinamik parametre olan dIVC değerleri için istatistiksel olarak yüksek uyum saptanmamıştır. Bunun sebebi olarak katılımcı sayısındaki kısıtlılık ve dIVC formülasyonu olduğunu düşünülmektedir (Şekil 17-22).

Luigi La Via ve ark. 2022 yılında IVC USG görüntülemesinin subkostal ve transhepatik pencerelerdeki uyumunu inceleyen bir sistematik derlemeyi yayınlamışlardır. Araştırmalarında 854 tane çalışmaya ulaşılmış 847 çalışma dışlanıp geriye kalan 7 çalışma incelenmiştir. Bu 7 çalışmanın 4'ü sadece spontan soluyan hastaların, 2'si sadece mekanik olarak solutulan hastaların, kalan bir çalışma da spontan soluyan ve mekanik olarak solutulan çalışmaların birlikte incelendiği çalışmalarıdır. Tüm bu çalışmalar IVC'nin ultrasonografik olarak saptanan statik ve dinamik parametreleri açısından değerlendirilmiştir. İncelemelerin sonunda üç tane çalışmada subkostal ve transhepatik pencerede anlamlı bir korelasyon saptanırken, 4 tane çalışmada ise anlamlı bir korelasyon bulunmadığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte IVC USG'si ile ilgili net bilgiler

elde etmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğuyla ilgili bir yorumda bulunmuşlardır. Ayrıca bu yoruma ek olarak IVC ölçümünde kullanılan subkostal pencereye ek olarak transhepatik pencere için de ölçümün yapılması gereken anatomik pozisyonun belirlenebilmesi ve uygun görüntüleme yönteminin netleştirilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (71). Bizim çalışmamızda subkostal pencereye ek olarak hem anterior transhepatik, hem koronal pencere için uygun ve doğru IVC görüntülemesi yapabilmek için üçer adet kriter belirlenmiş ve kullanılmıştır. Elde edilen verilerde, en yüksek oranda her üç kriteri de içeren görüntü yüzdesi subkostal pencerede saptanmıştır. Bunun nedeni ise klinik pratikte hekimlerin IVC görüntülemesinde subkostal pencereyi daha çok tercih etmeleri olarak düşünülmüştür (Tablo 20). Çalışmamızda her üç pencere için yüksek düzeyde korelasyon ve uyum saptanmasının en önemli nedenlerinden birinin oluşturulan kriterler olabileceği düşünülmektedir.

Bizler kliniğimizde sadece erişkin hasta bakmamız sebebiyle çalışmamıza sadece 18 yaş üstü katılımcıları dahil edilmiştir. USG kritik çocuk hastalarda hemodinami takibinde invaziv olmaması ve tekrarlanabilirliği nedeniyle pediatri hekimlerine büyük kolaylık sağlamaktadır. Yamaguchi. ve ekip arkadaşları elektif operasyon planlanan 1-12 yaş grubundaki 50 tane pediatrik hastada IVC'nin subkostal ve koronal pencerelerdeki görüntülerinin karşılaştırıldığı çalışmayı yapmışlardır. Çalışmada hastaya anestezi indüksiyonu verildikten sonra subkostal ve koronal pencerelerden IVC görüntülemesi yapılmış ve görüntüler video olarak kaydedilmiştir. Pediatrik vakalarda yapılan ilk IVC'nin subkostal ve koronal pencereler arası uyumunu inceleyen bu çalışmada IVC max çap, IVC min çap

ölçümlerinde bir korelasyon saptanmamıştır (72). Bizim çalışmamızda ise dahil edilen 9 entübe hastada IVC max çap, IVC min çap ve dIVC değerleri karşılaştırıldığında bu parametrelerin her üç pencere için korelasyon gösterdiği saptanmıştır (Tablo 8).

USG'nin ağrısız, radyasyonsuz, tekrarlanabilir olması gibi birçok avantajı mevcuttur. Ancak kullanıcının tecrübesine bağlı olarak görüntüleme kalitesi ve doğruluğu değişebilmektedir. Yapay zekâ teknolojisindeki gelişmelerle birlikte manyetik rezonans (MR) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi görüntüleme yöntemlerinin kullanılabilirliği artmaktadır ve yakın gelecekte çok daha büyük gelişmelerin olacağı aşîkardır. USG ise kullanıcı bağımlı olması nedeniyle yapay zekadaki gelişmelere MR, BT kadar hızlı uyumlu değildir ancak bu konuda da yakın zamanda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Sanflippo. ve ark. mekanik olarak solutulan hastalarda IVC'nin subkostal ve transhepatik olarak ölçümlerini hem M modu ile manuel olarak hem de yapay zeka ile ölçmüş ve sonuçları birbiriyle karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak yapay zeka ile ölçümde manuel ölçüme göre daha doğru sonuçlar elde ettiklerini tespit etmişlerdir. Özellikle hipovolemik hastalarda inspiyumla birlikte IVC'nin fazla kollabe olması manuel ölçümü zorlaştırırken yapay zekâ sayesinde daha doğru ölçümler yapılabileceğini saptamışlardır (31). Bizim çalışmamızda ise elde edilen görüntüler manuel olarak mm cinsinden ölçülmüştür. Yapay zeka teknolojisindeki gelişmelerin ilerleyen zamanlarda benzer çalışmalarda daha doğru ve klinik açısından anlamlı sonuçlar elde edebilmek için biz hekimlere büyük oranda yardımcı dokunacağını düşünmekteyiz.

5.1. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın çeşitli kısıtlılıkları vardır.

Çalışmamıza üçüncü basamak bir acil servise başvurup intravasküler volüm durum değerlendirmesi gereken hastaların dahil edildiği tek merkezli bir çalışma olması, aynı zamanda sağlıklı kişiler arasında bir karşılaştırma yapılmamış olması nedeniyle sonuçların yaygın olarak kullanımına sınırlılık teşkil etmektedir.

İkinci bir kısıtlılık ise USG'nin kullanıcıya bağlı bir görüntüleme yöntemi olması ve görüntüleme başarısını etkileyen eğitim, tecrübe, pratik gibi etmenlerin mevcut olmasıdır. Hekimlerin büyük çoğunluğu standart yöntem olması nedeniyle, IVC görüntülemesinde subkostal pencereden görüntülemeyi tercih etmektedir. Transhepatik ve koronal pencereler klinik pratiğinde çok fazla tercih edilmemesi sebebiyle bu konuda hekimlerin daha fazla tecrübesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Üçüncü bir kısıtlılık ise ultrasonografik görüntülemelerin iki acil tıp hekimi tarafından gerçekleştirilmiş olmasıdır. İki hekim tarafından yapılan görüntüleme, bireysel yorum farklılıkları ve teknik beceri varyasyonları açısından sınırlı bir çeşitlilik sunmaktadır. Bu sonuçların daha geniş bir hekim popülasyonuna uygulanabilirliğini sınırlayabilir.

Araştırmanın bir diğer kısıtlaması, ultrasonografik görüntülerin analizinin ve değerlendirilmesinin yalnızca bir öğretim üyesi tarafından yapılmasıdır. Bu durum, yorumlamada olası öznellik etkileri artırabilir ve nesnellik açısından bir zayıflık oluşturabilir. Ayrıca, tek bir değerlendirici tarafından yapılan analizin, metodolojik tutarlılık açısından sınırlılıklar taşıdığı düşünülebilir.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda, IVC USG'si uygulamalarında kullanılan subkostal, anterior transhepatik ve koronal görüntüleme pencerelerinin karşılaştırmalı etkinliği üzerine odaklanılmıştır.

Literatürdeki IVC USG'si ile ilgili çalışmaları incelediğimizde subkostal ile transhepatik veya koronal pencereyi karşılaştıran çeşitli çalışmalar mevcutken, subkostal ile anterior transhepatik ve koronal pencereyi aynı anda karşılaştıran ve her üç pencereden görüntüleme için kriter oluşturulan ilk çalışma olması bizim çalışmamızın güçlü yönlerinden bir tanesidir.

Çalışmamızın önemli bir sonucu, subkostal pencere ile anterior transhepatik ve koronal pencereler arasında yüksek derecede pozitif yönlü istatistiksel anlamlı korelasyon olduğunun saptanmış olmasıdır. Bu bulgu klinik pratikte, özellikle subkostal pencerenin kullanımının mümkün olmadığı durumlarda, anterior transhepatik ve koronal pencerelerin etkin alternatifler olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, çalışmamız entübe ve entübe olmayan hastaları ayrı ayrı değerlendirerek, hem statik (maksimum ve minimum çap) hem de dinamik (cIVC ve dIVC) parametrelerin bu farklı pencereler kullanılarak son derece tutarlı ölçüldüğünü göstermiştir.

USG görüntülemesi öncesinde pencereler için kriterler belirlemiş olmamız görüntü kalitelerinde artış ve tüm pencerelerde benzer anatomik noktalardan ölçüm yapmamıza olanak sağlamıştır. Bu da çalışmamızda daha objektif ve doğru sonuçlar elde etmemizi mümkün kılmıştır.

BMI kategorilerine göre yürütülen analizlerimizde, tüm BMI aralıklarında

anlamli korelasyonlar saptanmifstir. Ancak, zayıf BMI kategorisindeki hastalarda subkostal ve anterior transhepatik pencereler arasında elde edilen maksimum ve minimum çap ölçümlerinde en yüksek korelasyon düzeyi gözlemlenmiştir. Çalışmamızda ayrıca, görüntüleme süresi açısından yapılan kıyaslamalar sonucunda, subkostal pencerenin diğerk pencerelere kıyasla daha hızlı ve kullanılabilir olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, hekimlerin subkostal pencere ile daha fazla deneyimli olmalarından kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda ultrasonografi grntlemelerini gerçekleştiren asistan hekimlerin görüntü kalitesi ve kullanım kolaylığı açısından yaptıkları değerlendirmeler de dikkate alınmıştır. Bu değerlendirmelerde, subkostal pencereden elde edilen görüntülerin, diğerk pencerelere göre daha yüksek kalitede olduğu ve kullanıcılar tarafından daha olumlu değerlendirildiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışmamız, IVC USG'sinde subkostal pencerenin üstün olduğunu vurgulamakla birlikte, anterior transhepatik ve koronal pencerelerin de uygun alternatifler olarak kullanılabilereğini göstermektedir. Bu bulgular, klinik uygulamalarda IVC ultrasonografisi konusunda önemli bir rehber niteliğindedir ve ileride bu alanda yapılacak araştırmalara temel teşkil edebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Sanfilippo F, Messina A, Cecconi M, Astuto M. Ten answers to key questions for fluid management in intensive care. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2020.
2. Desai KV, Laine GA, Stewart RH, Cox CS, Jr., Quick CM, Allen SJ, et al. Mechanics of the left ventricular myocardial interstitium: effects of acute and chronic myocardial edema. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2008;294(6):H2428-34.
3. Boyle A, Maurer MS, Sobotka PA. Myocellular and interstitial edema and circulating volume expansion as a cause of morbidity and mortality in heart failure. *J Card Fail*. 2007;13(2):133-6.
4. Dhondup T, Tien JC, Marquez A, Kennedy CC, Gajic O, Kashani KB. Association of negative fluid balance during the de-escalation phase of sepsis management with mortality: A cohort study. *J Crit Care*. 2020;55:16-21.
5. Zhang L, Xu F, Li S, Zheng X, Zheng S, Liu H, et al. Influence of fluid balance on the prognosis of patients with sepsis. *BMC Anesthesiol*. 2021;21(1):269.
6. Sanfilippo F, Scolletta S. Fluids in cardiac surgery: sailing calm on a stormy sea? Common sense is the guidance. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(6):537-9.
7. Mehta RL, Bouchard J. Controversies in acute kidney injury: effects of fluid overload on outcome. *Contrib Nephrol*. 2011;174:200-11.
8. Stein A, de Souza LV, Belettini CR, Menegazzo WR, Viégas JR, Costa Pereira EM, et al. Fluid overload and changes in serum creatinine after cardiac surgery: predictors of mortality and longer intensive care stay. A prospective cohort study. *Crit Care*. 2012;16(3):R99.

9. Wang N, Jiang L, Zhu B, Wen Y, Xi XM. Fluid balance and mortality in critically ill patients with acute kidney injury: a multicenter prospective epidemiological study. *Crit Care*. 2015;19:371.
10. Schrier RW. Fluid administration in critically ill patients with acute kidney injury. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(4):733-9.
11. Townsend DR, Bagshaw SM. New insights on intravenous fluids, diuretics and acute kidney injury. *Nephron Clin Pract*. 2008;109(4):c206-16.
12. Venkataraman R, Kellum JA. Sepsis: update in the management. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2013;20(1):6-13.
13. Patel S, Green A, Ashokumar S, Hoke A, Rachoin JS. Objective Methods of Assessing Fluid Status to Optimize Volume Management in Kidney Disease and Hypertension: The Importance of Ultrasound. *J Clin Med*. 2023;12(19).
14. Marik PE. Fluid Responsiveness and the Six Guiding Principles of Fluid Resuscitation. *Crit Care Med*. 2016;44(10):1920-2.
15. McGee S, Abernethy WB, 3rd, Simel DL. The rational clinical examination. Is this patient hypovolemic? *Jama*. 1999;281(11):1022-9.
16. Tuy T, Peacock WFT. Fluid overload assessment and management in heart failure patients. *Semin Nephrol*. 2012;32(1):112-20.
17. Bennett VA, Vidouris A, Cecconi M. Effects of Fluids on the Macro- and Microcirculations. *Critical Care*. 2018;22(1):74.
18. Kaptein EM, Kaptein MJ. Inferior vena cava ultrasound and other techniques for assessment of intravascular and extravascular volume: an update. *Clinical Kidney Journal*. 2023;16(11):1861-77.

19. Vincent JL. Fluid management in the critically ill. *Kidney Int.* 2019;96(1):52-7.
20. Connors AF, Jr., Speroff T, Dawson NV, Thomas C, Harrell FE, Jr., Wagner D, et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. SUPPORT Investigators. *Jama.* 1996;276(11):889-97.
21. Lorsomradee S, Lorsomradee S, Cromheecke S, ten Broecke PW, De Hert SG. Inferior vena cava diameter and central venous pressure correlation during cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2007;21(4):492-6.
22. AYkAç ZZ, Arslantaş MK. Sıvı Tedavisi ve Yönetimi (II) Monitorizasyon ve Sıvı Yanıtlılığının Öngörülmesi. *Journal of the Society of Thoracic Cardio-Vascular Anaesthesia & Intensive Care.* 2018;24(1).
23. Arslan M, Balkan B, Yektaş A, Sabaz S, Yıldırım K, Hergünsel GO. Inferior vena kava kollapsibilite indeksi (İVCCI), pasif bacak kaldırma testi (PBKT), santral venöz basınç (CVP), laktat ve veno-arterial karbondioksit farkının (ΔpCO_2) kritik yoğun bakım hastalarında korelasyonunun araştırılması. *Ege Tıp Dergisi.* 2019;58(1):13-20.
24. Kulkarni AP, Janarthanan S, Harish MM, Suhail S, Chaudhari H, Agarwal V, et al. Agreement between inferior vena cava diameter measurements by subxiphoid versus transhepatic views. *Indian J Crit Care Med.* 2015;19(12):719-22.
25. Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, Walley KR, Russell JA. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. *Crit Care Med.* 2011;39(2):259-65.
26. Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, Ranieri VM, Reinhart K, Gerlach H, et al.

Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study. *Crit Care Med.* 2006;34(2):344-53.

27. Zhang H, Zhang Q, Chen X, Wang X, Liu D. Respiratory variations of inferior vena cava fail to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients with isolated left ventricular dysfunction. *Ann Intensive Care.* 2019;9(1):113.

28. Vieillard-Baron A, Evrard B, Repessé X, Maizel J, Jacob C, Goudelin M, et al. Limited value of end-expiratory inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness impact of intra-abdominal pressure. *Intensive Care Med.* 2018;44(2):197-203.

29. Millington SJ, Koenig S. Ultrasound Assessment of the Inferior Vena Cava for Fluid Responsiveness: Making the Case for Skepticism. *J Intensive Care Med.* 2021;36(10):1223-7.

30. Garijo JM, Wijesundera DN, Munro JC, Meineri M. Correlation Between Transhepatic and Subcostal Inferior Vena Cava Views to Assess Inferior Vena Cava Variation: A Pilot Study. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(3):973-9.

31. Sanfilippo F, La Via L, Dezio V, Santonocito C, Amelio P, Genoese G, et al. Assessment of the inferior vena cava collapsibility from subcostal and trans-hepatic imaging using both M-mode or artificial intelligence: a prospective study on healthy volunteers. *Intensive Care Med Exp.* 2023;11(1):15.

32. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med.* 2001;345(19):1368-77.

33. Vincent JL, Pinsky MR. We should avoid the term "fluid overload". *Crit Care*. 2018;22(1):214.
34. Legrand M, Dupuis C, Simon C, Gayat E, Mateo J, Lukaszewicz AC, et al. Association between systemic hemodynamics and septic acute kidney injury in critically ill patients: a retrospective observational study. *Crit Care*. 2013;17(6):R278.
35. Sakr Y, Rubatto Birri PN, Kotfis K, Nanchal R, Shah B, Kluge S, et al. Higher Fluid Balance Increases the Risk of Death From Sepsis: Results From a Large International Audit. *Crit Care Med*. 2017;45(3):386-94.
36. Pittard MG, Huang SJ, McLean AS, Orde SR. Association of positive fluid balance and mortality in sepsis and septic shock in an Australian cohort. *Anaesth Intensive Care*. 2017;45(6):737-43.
37. Molnar Z, Szabo Z, Nemeth M. Multimodal individualized concept of hemodynamic monitoring. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2017;30(2):171-7.
38. Campbell S. A short history of sonography in obstetrics and gynaecology. *Facts Views Vis Obgyn*. 2013;5(3):213-29.
39. Donald I, Macvicar J, Brown TG. Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. *Lancet*. 1958;1(7032):1188-95.
40. Kendall JL, Hoffenberg SR, Smith RS. History of emergency and critical care ultrasound: the evolution of a new imaging paradigm. *Crit Care Med*. 2007;35(5 Suppl):S126-30.
41. Michalke JA. An overview of emergency ultrasound in the United States. *World J Emerg Med*. 2012;3(2):85-90.

42. ACEP emergency ultrasound guidelines—2001. *Annals of Emergency Medicine*. 2001;38(4):470-81.
43. Shoemaker WC, Wo CC, Chien LC, Lu K, Ahmadpour N, Belzberg H, et al. Evaluation of invasive and noninvasive hemodynamic monitoring in trauma patients. *J Trauma*. 2006;61(4):844-53; discussion 53-4.
44. Lloyd TC, Jr. Effect of inspiration on inferior vena caval blood flow in dogs. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1983;55(6):1701-8.
45. Pain JA. *Emergency Ultrasound Made Easy*. J. Bowra and R. E. McLaughlin (eds). 150 × 230 mm. Pp 163. Illustrated. 2006. Churchill Livingstone Elsevier: London. *British Journal of Surgery*. 2007;94(4):516-.
46. Blaivas M, Fox JC. Outcome in cardiac arrest patients found to have cardiac standstill on the bedside emergency department echocardiogram. *Acad Emerg Med*. 2001;8(6):616-21.
47. Royse CF. Ultrasound-guided haemodynamic state assessment. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2009;23(3):273-83.
48. Weekes AJ, Tassone HM, Babcock A, Quirke DP, Norton HJ, Jayarama K, et al. Comparison of serial qualitative and quantitative assessments of caval index and left ventricular systolic function during early fluid resuscitation of hypotensive emergency department patients. *Acad Emerg Med*. 2011;18(9):912-21.
49. Moreno FL, Hagan AD, Holmen JR, Pryor TA, Strickland RD, Castle CH. Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol*. 1984;53(4):579-85.
50. Nette RW, Ie EH, Vletter WB, Krams R, Weimar W, Zietse R.

Norepinephrine-induced vasoconstriction results in decreased blood volume in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2006;21(5):1305-11.

51. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med*. 2004;30(9):1834-7.

52. Piciucchi S, Barone D, Sanna S, Dubini A, Goodman LR, Oboldi D, et al. The azygos vein pathway: an overview from anatomical variations to pathological changes. *Insights Imaging*. 2014;5(5):619-28.

53. Hoffman M, Convissar DL, Meng ML, Montgomery S, Bronshteyn YS. Image Acquisition Method for the Sonographic Assessment of the Inferior Vena Cava. *J Vis Exp*. 2023(191).

54. Finnerty NM, Panchal AR, Boulger C, Vira A, Bischof JJ, Amick C, et al. Inferior Vena Cava Measurement with Ultrasound: What Is the Best View and Best Mode? *West J Emerg Med*. 2017;18(3):496-501.

55. Kelly N, Esteve R, Papadimos TJ, Sharpe RP, Keeney SA, DeQuevedo R, et al. Clinician-performed ultrasound in hemodynamic and cardiac assessment: a synopsis of current indications and limitations. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015;41(5):469-80.

56. Atkinson P, Daly C. My patient has no blood pressure: Are they empty or full? Point-of-care ultrasound of the inferior vena cava in the hypotensive emergency department patient. *Ultrasound*. 2011;19:169-73.

57. Kadoya Y, Miyati T, Kobayashi S, Ohno N, Gabata T. Evaluation of gravity effect on inferior vena cava and abdominal aortic flow using multi-posture MRI.

Acta Radiol. 2021;62(8):1122-8.

58. Kircher BJ, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol.* 1990;66(4):493-6.

59. Ranjan R, Mostafavi Toroghi H, Pressman GS, Schiller NB. Doppler Recognition of Low or Normal Central Venous Pressure from Continuous Flow from Inferior Vena Cava Into Right Atrium. *Am J Cardiol.* 2019;124(3):448-52.

60. Long E, Oakley E, Duke T, Babl FE. Does Respiratory Variation in Inferior Vena Cava Diameter Predict Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Shock.* 2017;47(5):550-9.

61. Blehar DJ, Resop D, Chin B, Dayno M, Gaspari R. Inferior vena cava displacement during respirophasic ultrasound imaging. *Crit Ultrasound J.* 2012;4(1):18.

62. Guerrero-Gutiérrez MA, García-Guillén FJ, Adame-Encarnación H, Monera-Martínez F, Ñamendys-Silva SA, Córdova-Sánchez BM. Reliability of point-of-care ultrasound to evaluate fluid tolerance performed by critical care residents. *Eur J Med Res.* 2023;28(1):431.

63. Millington SJ. Ultrasound assessment of the inferior vena cava for fluid responsiveness: easy, fun, but unlikely to be helpful. *Can J Anaesth.* 2019;66(6):633-8.

64. Wallace DJ, Allison M, Stone MB. 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):96-9.

65. Schefold JC, Storm C, Bercker S, Pschowski R, Oppert M, Krüger A, et al. Inferior vena cava diameter correlates with invasive hemodynamic measures in mechanically ventilated intensive care unit patients with sepsis. *J Emerg Med*. 2010;38(5):632-7.
66. DeCara JM, Lang RM, Koch R, Bala R, Penzotti J, Spencer KT. The use of small personal ultrasound devices by internists without formal training in echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2003;4(2):141-7.
67. Yildizdas D, Aslan N. Ultrasonographic inferior vena cava collapsibility and distensibility indices for detecting the volume status of critically ill pediatric patients. *J Ultrasound*. 2020;20(82):e205-e9.
68. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;364(8):749-57.
69. Manzur-Sandoval D, Arteaga-Cárdenas G, Gopar-Nieto R, Lazcano-Díaz E, Rojas-Velasco G. Correlation between transhepatic and subcostal inferior vena cava ultrasonographic images for evaluating fluid responsiveness after cardiac surgery. *J Card Surg*. 2022;37(9):2586-91.
70. Qasem F, Hegazy AF, Fuller JG, Lavi R, Singh SI. Inferior vena cava assessment in term pregnant women using ultrasound: A comparison of the subcostal and right upper quadrant views. *Anaesth Intensive Care*. 2021;49(5):389-94.
71. La Via L, Astuto M, Dezio V, Muscarà L, Palella S, Zawadka M, et al. Agreement between subcostal and transhepatic longitudinal imaging of the inferior vena cava for the evaluation of fluid responsiveness: A systematic review. *J Crit*

Care. 2022;71:154108.

72. Yamaguchi Y, Moharir A, Kim SS, Wakimoto M, Burrier C, Shafy SZ, et al. Ultrasound assessment of the inferior vena cava in children: A comparison of sub-xiphoid and right lateral coronal views. J Clin Ultrasound. 2022;50(4):575-80.



8. ÖZET

İnferior Vena Cava Çapının Subkostal, Anterior Transhepatik ve Koronal Düzlemdeki Ultrasonografik Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Giriş ve Amaç: Kritik hastalarda volüm durumunun tespiti ve tedavinin izleminde inferior vena cavanın (IVC) ultrasound (USG) ile görüntülenmesi günümüzde sık kullanılan bir yöntemdir. IVC'nin USG ile görüntülenmesinde standart olarak subkostal pencere tercih edilmektedir. Bu çalışmada subkostal pencere ile anterior transhepatik ve koronal pencereler arasında bir korelasyon olup olmadığını, her üç pencerenin de birbiri yerine kullanılıp kullanılamayacağını saptamayı amaçladık.

Yöntem: Bu prospektif, metodolojik çalışmaya, acil servise başvurup intravasküler volüm durumunun USG aracılığıyla değerlendirilmesi amaçlanan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. İki acil tıp asistanı tarafından hastalara yatak başında her üç pencereden IVC USG'si uygulanmıştır. Elde edilen görüntüler, bir öğretim görevlisi ile değerlendirilip, IVC statik ve dinamik parametreleri, görüntülerdeki kriterlerin sayısı ve görüntüleme süreleri tespit edilmiştir. Bu verilerden yola çıkarak sınıf içi korelasyon katsayıları hesaplanmış, Bland-Altman testleri uygulanmıştır.

Bulgular: Dışlama kriterlerinin ardından 219 hasta çalışmaya dahil edildi. %47'si kadın olan katılımcıların ortalama yaşı 59.45 ± 20.67 ve BMI 24.99 ± 4.87 olarak bulundu. Katılımcılarda statik parametreler olan IVCmaksimum-minimum çap ve dinamik parametreler olan kollapsibilite indeksi (cIVC) ve distansibilite indeksinde (dIVC) aralarında yüksek düzeyde pozitif yönlü istatistiksel anlamlı

korelasyon ve uyum saptandı. Hastaların BMI, yaş ve cinsiyetleri arasında her üç pencerede de yüksek düzeyde pozitif yönlü istatistiksel anlamlı korelasyon ve uyum olduğu görüldü. Uygulayıcıların ideal görüntüye ulaşman süreleri açısından her üç pencere için istatistiksel anlamlı fark saptanmadı.

Sonuç: Çalışmada, subkostal, anterior transhepatik ve koronal pencerelerden elde edilen IVC USG görüntülerinin birbiriyle istatistiksel anlamlı yüksek düzeyde pozitif korelasyon gösterdiğini bulduk. Bu çalışma, Acil Servis’te subkostal pencereden görüntüleme yapılamayacak hastalarda anterior transhepatik ve koronal pencereden görüntülemenin de etkin alternatifi olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir. Aynı zamanda her üç pencereyi aynı anda karşılaştıran ve her üç pencereden ideal görüntüleme için kriter oluşturulan ilk çalışmadır.

Anahtar kelimeler: İnferior vena cava, ultrasound, subkostal, anterior transhepatik, koronal

9. ABSTRACT

Comparison of Ultrasonographic Measurements of the Inferior Vena Cava Diameter in Subcostal, Anterior Transhepatic and Koronal Planes

Background: In critically ill patients, assessing volume status and monitoring treatment using ultrasonography (USG) of the inferior vena cava (IVC) has become a commonly employed method. The subcostal window is typically preferred as the standard approach for imaging the IVC with USG. This study aims to determine whether there is a correlation between the subcostal window and the anterior transhepatic and coronal windows, and to ascertain if all three windows can be interchangeably used.

Method: This prospective, methodological study included patients who presented to the emergency department and were intended to have their intravascular volume status evaluated via USG. Two emergency medicine residents performed IVC USG from all three windows at the bedside. The obtained images were evaluated with a faculty member, and IVC static and dynamic parameters, the number of criteria in the images, and imaging durations were determined. Based on these data, intra-class correlation coefficients were calculated, and Bland-Altman tests were applied.

Results: After applying exclusion criteria, 219 patients were included in the study. The participants, 47% of whom were female, had an average age of 59.45 ± 20.67 and a BMI of 24.99 ± 4.87 . High-level positive directional statistically significant correlation and agreement were found among the static parameters (maximum-minimum IVC diameter) and dynamic parameters (collapsibility index

[cIVC] and distensibility index [dIVC]). A high-level positive directional statistically significant correlation and agreement were also observed among patients' BMI, age, and gender across all three windows. No statistically significant difference was found in the duration it took practitioners to achieve an ideal image for each of the three windows.

Conclusion: In this study, we found that IVC USG images obtained from subcostal, anterior transhepatic, and coronal windows exhibit a statistically significant high level of positive correlation with each other. This study suggests that imaging from the anterior transhepatic and coronal windows can be effectively used as alternatives in the Emergency Department when imaging from the subcostal window is not feasible. Additionally, it is the first study to compare all three windows simultaneously and to establish criteria for ideal imaging from each window.

Keywords: Inferior vena cava, ultrasound, subcostal, anterior transhepatic, coronal

10. EKLER

EK-1 Etik Kurul Onay Belgesi

GAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR KARAR FORMU							
ETİK KURUL İLETİŞİM BİLGİLERİ	ETİK KURULUNUN ADI	Gazi Üniversitesi (GÜ) Klinik Araştırmalar Etik Kurulu					
	AÇIK ADRES	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık (GÜTF) Binası 06500 Beşevler/Ankara					
	TELEFON	0312 202 69 58					
	FAKS	0312 202 46 73					
	E-POSTA	tipetikkurul@gazi.edu.tr					
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	İnferior Vena Cava Çapının Subkostal, Transhepatik ve Koronal Düzlemde Ultrasonografik Ölçümlerinin Karşılaştırılması					
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Fikret BİLDİK					
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI/UZMANLIK ALANI/ BULUNDUĞU MERKEZ	Acil Tıp Anabilim Dalı / GÜTF					
	DESTEKLEYİCİ (Varsa)						
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Kan, idrar, doku, radyolojik görüntü gibi biyokimya, mikrobiyoloji, patoloji ve radyolojik koleksiyon materyalleriyle veya rutin muayene, tetkik, tahlil ve tedavi işlemleri sırasında (önceden) elde edilmiş materyallerle yapılacak araştırmalar – Uzmanlık tezi					
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐		
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Ver. No	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	31.03.2023	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐			
	AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU	31.03.2023	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐			
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama			
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ			☒			
	BİYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU			☐			
	DİĞER			☐			
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 333			Toplantı tarihi: 24.04.2023			
	İnferior Vena Cava Çapının Subkostal, Transhepatik ve Koronal Düzlemdeki Ultrasonografik Ölçümlerinin Karşılaştırılması başlıklı başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe amaç yaklaşım ve yöntemleri ile incelenerek uygun bulunduğuna GÜ Klinik Araştırmalar Etik Kurulu üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir.						
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI				İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
BAŞKANIN ÜNVANI / ADI / SOYADI				Prof. Dr Ebru ARHAN			
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırmayla ilişkisi		Katılım	
Prof. Dr. Ebru ARHAN BAŞKAN	Çocuk Sağ.ve Hast. AD. Nöroloji BD.	GÜTF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Doç. Dr. Gökçe Sevim ÖZTÜRK FİNCAN BAŞKAN YARD.	Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	GÜTF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☒		
Prof. Dr. Aylin SEPİCİ DİNÇEL BİLDİRİMLERDEN SORUMLU ÜYE	Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	GÜTF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☒		
Prof. Dr. Nesrin ÇOBANOĞLU ÜYE	Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	GÜTF	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		

Prof. Dr. Mehmet Ali ERGÜN ÜYE	Tıbbi Genetik Anabilim Dalı	GÜTF	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof. Dr. Ö. Sezai LEVENTOĞLU ÜYE	Genel Cerrahi Anabilim Dalı	GÜTF	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof. Dr. Çiğdem ÖZER ÜYE	Fizyoloji AD.	GÜTF	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof. Dr. Çiğdem ATAMAN HATİPOĞLU ÜYE	Enfeksiyon Hast ve Klinik Mikro Kliniği AD.	Sağ.Bil Üniv Ankara Eğt Araşt.Hast.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Prof. Dr. Müge AYDOĞDU ÜYE	Göğüs Hastalıkları AD.	GÜTF	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Doç. Dr. Hamit KÜÇÜK ÜYE	İç Hastalıkları AD Romatoloji BD	GÜTF	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Doç. Dr. Halit Nahit ŞENDUR ÜYE	Radyoloji AD.	GÜTF	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Doç. Dr. İrem EKMEKÇİ ERTEK ÜYE	Psikiyatri AD.	GÜTF	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Öğr. Gör. Dr. Cansu ÖZBAŞ ÜYE	Halk Sağlığı	GÜTF	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Av. İlknur YILDIZ ÜYE	Hukukçu	Ankara 1.Barosu	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐
Nejla CAN GÜLER ÜYE	Sivil Temsilci	Sağ.Bak. Avrupa Birl. ve Dış İliş.Gn.Md.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐

Ek-2 Hasta Toplama Formu

İNFERİÖR VENA CAVA ÇAPININ SUBKOSTAL, TRANSHEPATİK VE KORONAL DÜZLEMDEKİ ULTRASONOGRAFİK ÖLÇÜMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hasta No:	Yaş:
Başvuru Tarihi:	Boy:
Entübe ☐ Entübe Değil ☐	Kilo:
Görüntülemeyi Yapan Kişi:	BMI:

SUBKOSTAL PENCERE				
Anterior Posterior Duvarın Görülebilirliği ☐	Hepatik Venin Görülebilirliği ☐	Sağ Atrium Girişinin Görülebilirliği ☐		
Maksimum Çap mm	Minimum Çap mm	Kollapsibilite İndeksi %.....	Distansibilite İndeksi %.....	
GÖRÜNTÜLEME SÜRESİ				
GÖRÜNTÜLEYİCİ YORUMU				
Çok kötü	Kötü	Ortalama	İyi	Çok iyi

TRANSHEPATİK PENCERE				
Anterior Posterior Duvarın Görülebilirliği ☐	Görüntüde Kot Gölgesinin Olmaması ☐	Sağ Atrium Girişinin Görülebilirliği ☐		
Maksimum Çap mm	Minimum Çap mm	Kollapsibilite İndeksi %.....	Distansibilite İndeksi %.....	
GÖRÜNTÜLEME SÜRESİ				
GÖRÜNTÜLEYİCİ YORUMU				
Çok kötü	Kötü	Ortalama	İyi	Çok iyi

CORONAL PENCERE				
Anterior Posterior Duvarın Görülebilirliği ☐		Aortun Görülebilirliği ☐		Sağ Atrium Girişinin Görülebilirliği ☐
Maksimum Çap mm	Minimum Çap mm	Kollapsibilite İndeksi %.....	Distansibilite İndeksi %.....	
GÖRÜNTÜLEME SÜRESİ				
GÖRÜNTÜLEYİCİ YORUMU				
Çok kötü	Kötü	Ortalama	İyi	Çok iyi

DIŞLAMA KRİTERLERİ	
18 yaş altı hasta	☐
Gebe hasta	☐
Çalışmaya onam vermeyen hasta	☐
Uygun görüntü alınamayan hasta	☐

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Aslıhan

Soyadı: Küçük Albayrak

Eğitimi:

2020-halen: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Ana Bilim Dalı, Ankara

2012-2018: Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çorum (Eğitim yeri: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara)

2007- 2011: Nermin Mehmet Çekiç Anadolu Lisesi, Ankara

1999-2007: Atatürk İlköğretim Okulu, Ankara

İş tecrübesi:

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Ana Bilim Dalı Araştırma Görevlisi

Yabancı Dili: İngilizce