



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**İKİNCİ TRİMESTR OBSTETRİK ULTRASONOGRAFİDE
KARDİYAK MORFOLOJİK PARAMETRELERİN
NOMOGRAMLARI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Murat Alp ÖZTEK

Antalya, 2016



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

İKİNCİ TRİMESTR OBSTETRİK ULTRASONOGRAFİDE KARDİYAK MORFOLOJİK PARAMETRELERİN NOMOGRAMLARI

UZMANLIK TEZİ

Dr. Murat Alp ÖZTEK

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emel DURMAZ

“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

Antalya, 2016

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlaması sırasında çalışmalarına ışık tutan tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Emel DURMAZ'a;

Uzmanlık eğitimim sürecinde tüm bilgilerini, deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. H. Timur SİNDEL'e, Prof. Dr. Oğuz BİRCAN'a, Prof. Dr. Can ÖZKAYNAK'a, Prof. Dr. Ali APAYDIN'a, Prof. Dr. Adnan KABAALİOĞLU'na, Prof. Dr. Utku ŞENOL'a Prof. Dr. S. Metin ÇUBUK'a, Prof. Dr. A. Gökhan ARSLAN'a, Prof. Dr. Kamil KARAALİ'ye, Prof. Dr. Can ÇEVİKOL'a, Yrd. Doç. Dr. Kağan ÇEKEN'e, Yrd. Doç. Dr. Özhan ÖZGÜR'e;

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm araştırma görevlisi, uzman doktor, teknisyen, hemşire, yardımcı personel ve sekreter arkadaşlarıma;

Hayatımın her anında ve tüm eğitim sürecimde karşılıksız sonsuz sevgi ve sabırlarını benden esirgemeyen, bütün başarılarımda en büyük katkıya sahip olan ve daima varlıkları ve sevgileriyle bana güven veren annem, babam ve kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Şekiller Dizini	vii
Çizelgeler Dizini	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Fetal Kalbin Embiyolojisi	2
2.1.1. Fetal Kalbin Gelişimi	2
2.1.2. Atrium ve Ventriküllerin Gelişimi	5
2.1.3. Arteriel Sistem	9
2.1.4. Venöz Sistem	10
2.1.5. Kalbin İletim Sisteminin Oluşumu	12
2.2. Fetal Dolaşım	12
2.3. Normal Fetal Kardiyak Anatomi ve İnceleme Teknikleri	14
2.4. Fetal Ekokardiyografi	26
2.5. Fetal Kalbin Fonksiyonel Değerlendirmesi	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. Çalışma Tasarımı	35
3.2. Çalışma Grubu	35
3.3. Ultrasonografik İnceleme	37
3.4. Ölçümlerin Yapılması	37
3.4.1. Atrium Genişliklerinin Ölçümü	37
3.4.2. Ventrikül Genişliklerinin Ölçümü	38
3.4.3. Ventrikül Duvar Kalınlıklarının Ölçümü	39
3.4.4. Fetal Kalp Çevresi Ölçümü	40
3.4.5. Toraks Çevresinin Ölçümü	41
3.5. İstatistiksel Değerlendirme	42
4. BULGULAR	43
5. TARTIŞMA	68
6. SONUÇLAR	75

7. ÖZET	76
8. ABSTRACT	78
9. KAYNAKLAR	80



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

2D	İki boyutlu
3D	Üç boyutlu
4D	Dört boyutlu
AGO	Atrium genişlikleri oranı
ANOVA	Varyans analizi (Analysis of variance)
AIUM	American Institute of Ultrasound in Medicine
ASD	Atrial septal defekt
AV	Atrioventriküler
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
dk	dakika
ISUOG	International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology
KKH	Konjenital kalp hastalığı
KTO	Kardiyotorasik oran
LA	Sol atrium
LAw	Sol atrium genişliği
LV	Sol ventrikül
LVt	Sol ventrikül duvar kalınlığı
LVw	Sol ventrikül genişliği
MRG	Manyetik rezonans görüntüleme
PA	Pulmoner arter
RA	Sağ atrium
RAw	Sağ atrium genişliği
RV	Sağ ventrikül
RVt	Sağ ventrikül duvar kalınlığı
RVw	Sağ ventrikül genişliği
STIC	Spatio-temporal image correlation
UA	Umbilikal arter

USG	Ultrasonografi
UV	Umbilikal ven
VGO	Ventrikül genişlikleri oranı
VKO	Ventrikül duvar kalınlıkları oranı
VKi	Vena kava inferior
VKS	Vena kava superior
VSD	Ventriküler septal defekt



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
2.1.	Endokardiyal kalp tüplerinin birleşmesi sonrasında kardiyak lupun oluşumu.	4
2.2.	İnteratrial septumun gelişimi.	7
2.3.	Atriumu ventriküle bağlayan AV kanal ve yeni oluşmaya başlayan interventriküler septumun sagittal kesitte görünümü.	10
2.4.	Aortik arklar ve ana arterlere dönüşümü.	11
2.5.	Fetal dolaşım.	13
2.6.	Fetal kalbin dört odacık görünümünün fetus supin pozisyonda iken çizimleri.	14
2.7.	Kalbin dört odacık görünümü.	15
2.8.	Aortun devamı, sol ventrikül, sol atrium, sağ atrium, sağ ventrikül ile beraber.	16
2.9.	Pulmoner arterin devamı sağ ventrikül ile beraber.	16
2.10.	Ventriküllerin kısa aks görünümü.	17
2.11.	Büyük damarların kısa aksı.	17
2.12.	Fetal kalbin kısa ve uzun aks görünümü.	18
2.13.	Kalp pozisyonu.	19
2.14.	Transvers tarama kesitinde dört damar görünümü, arteriel çıkış yolu ile üç damar ve trakea görünümü.	21
2.15.	Apikal beş odacık görünümü.	22
2.16.	Üç damar ve trakea görünümü.	22
2.17.	Normal aortik ark	23
2.18.	Normal duktal ark.	23

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.19. Sagittal planda VKS ve VKİ, aortik ark, duktal ark.	24
2.20.A Gebelik haftasına göre sol ventrikül genişliği.	27
2.20.B Gebelik haftasına göre sağ ventrikül genişliği.	27
2.20.C Gebelik haftasına göre sol ventrikül posterior duvar kalınlığı.	28
2.20.D Gebelik haftasına göre septum kalınlığı.	28
2.20.E Gebelik haftasına göre sol atrium genişliği.	28
2.21. Gebelik haftasına göre PA ve aort kökü çapları.	29
2.22. M-mod ekokardiyografi.	30
2.23. M-mod ekokardiyografinin kullanımı.	30
2.24. Normal mitral kapağı incelemek için kullanılan spektral Doppler USG.	31
2.25. Triküspid yetmezliği.	32
2.26. Normal kan akımını değerlendirmek için renkli Doppler USG'nin kullanımı.	32
2.27. Ventriküler kısalma fraksiyonu.	34
3.1. Atrium genişliklerinin ölçümü.	38
3.2. Ventrikül genişliklerinin ölçümü.	39
3.3. Ventrikül duvar kalınlıklarının ölçümü.	40
3.4. Fetal kalp çevresinin ölçümü.	41
3.5. Toraks çevresinin ölçümü.	41
4.1.A. Gebelik haftalarına göre sağ ventrikül genişlik değerleri.	49
4.1.B. Gebelik haftalarına göre sol ventrikül genişlik değerleri.	49
4.1.C. Gebelik haftalarına göre sağ ve sol ventrikül genişliklerinin oranı.	50

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1.D. Gebelik haftalarına göre sağ atrium genişlik değerleri.	50
4.1.E Gebelik haftalarına göre sol atrium genişlik değerleri.	51
4.1.F. Gebelik haftalarına göre sağ ve sol atrium genişliklerinin oranı.	51
4.1.G. Gebelik haftalarına göre sağ ventrikül duvar kalınlık değerleri.	52
4.1.H. Gebelik haftalarına göre sol ventrikül duvar kalınlık değerleri.	52
4.1.I. Gebelik haftalarına göre sağ ve sol ventrikül duvar kalınlıklarının oranı.	53
4.1.J. Gebelik haftalarına göre kalp çevresi değerleri.	53
4.1.K. Gebelik haftalarına göre toraks çevresi değerleri.	54
4.1.L. Gebelik haftalarına göre kardiyotorasik oran değerleri.	54
4.2.A. Gestasyonel yaşıa göre sağ ventrikül genişliğinin nomogramı.	56
4.2.B. Gestasyonel yaşıa göre sol ventrikül genişliğinin nomogramı.	57
4.2.C. Gestasyonel yaşıa göre sağ ve sol ventrikül genişlik oranının nomogramı.	58
4.2.D. Gestasyonel yaşıa göre sağ atrium genişliğinin nomogramı.	59
4.2.E. Gestasyonel yaşıa göre sol atrium genişliğinin nomogramı.	60
4.2.F. Gestasyonel yaşıa göre sağ ve sol atrium genişlik oranının nomogramı.	61
4.2.G. Gestasyonel yaşıa göre sağ ventrikül duvar kalınlığının nomogramı.	62
4.2.H. Gestasyonel yaşıa göre sol ventrikül duvar kalınlığının nomogramı.	63
4.2.I. Gestasyonel yaşıa göre sağ ve sol ventrikül duvar kalınlık oranının nomogramı.	64
4.2.J. Gestasyonel yaşıa göre kalp çevresinin nomogramı.	65

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.K. Gestasyonel yaşa göre toraks çevresinin nomogramı.	66
4.2.L. Gestasyonel yaşa göre kardiyotorasik oranın nomogramı.	67



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Fetal ekokardiyografi endikasyonları.	26
3.1. Çalışma dışı bırakılan olgular.	36
4.1. Olguların genel değerlendirmesi.	43
4.2. Gebelik haftasına göre olgu sayıları.	43
4.3. Gebelik haftasına göre sağ ventrikül genişliği, sol ventrikül genişliği ve ventrikül genişlik oranı.	45
4.4. Gebelik haftasına göre sağ atrium genişliği, sol atrium genişliği ve atrium genişlik oranı.	46
4.5. Gebelik haftasına göre sağ ventrikül duvar kalınlığı, sol ventrikül duvar kalınlığı ve ventrikül duvar kalınlık oranı.	47
4.6. Gebelik haftasına göre kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oran.	48
4.7. Değerlendirilen parametreleri gestasyonel yaş cinsinden veren, lineer regresyon ile elde edilmiş regresyon denkelmleri.	55

1. GİRİŞ

Konjenital kalp hastalığı sıklığı 1000 canlı doğumda 2-8 oranında görülmektedir (1). Konjenital kalp hastalıklarının (KKH) morbidite ve mortalitesi yüksek olup çoğunluğu postnatal yaşamın ilk günlerinde tedavi gerektirmektedir. Konjenital malformasyonlar nedeniyle meydana gelen perinatal ölümlerin %20'sinden fazlası konjenital kalp defektinin bir sonucudur (2). Bu nedenle, bu anomalilerin prenatal dönemde tanınması, doğum sırasında gerekli önlemlerin alınması ve erken tedavi başlanması için son derece önemlidir.

Prenatal tanının yararı açık olmasına rağmen, antenatal ultrasonografi (USG) taramalarında KKH'ları en çok atlanan lezyonlardan birisidir (3,4). Yine de, fetal kardiyak yapıların sonografik değerlendirmesi konjenital kalp defektlerinin prenatal tanısı için, duyarlılığı düşük olmakla birlikte, ilk tercih edilen yöntemdir (5,6). Yalnızca rutin dört odacık görüntüsünün kalitatif değerlendirmesi ile büyük arter transpozisyonu, trunkus arteriosus, total anomalöz pulmoner venöz dönüş, Fallot tetralojisi, valvüler pulmoner stenoz, aort stenozu ve aort koarktasyonu gibi bazı patolojilerin saptanması güçtür (7). Rutin obstetrik ultrason sırasında ventriküllerin genişlikleri, duvar kalınlıkları gibi parametreler subjektif olarak değerlendirilmektedir. Ancak, subjektif değerlendirmelerin yalancı pozitifliği yüksektir (8,9). Kardiyak morfolojik parametrelerinin normal değerlerinin bilinmesi objektif değerlendirme ve doğru tanıyı kolaylaştıracaktır (10). Bunun dışında, morfolojik parametrelerin patolojinin ciddiyeti ile muhtemel korelasyonunun ortaya konabilir ve yapılan ölçümler hastalığın takibinde de kullanılabilir. Ayrıca, bu ölçümlerin kullanılması ile ileri ekokardiyografik tetkikler için yönlendirilecek fetusların doğru biçimde saptanması mümkün olacaktır.

Çalışmamızda rutin ikinci trimester obstetrik tarama ultrasonu için bölümümüze gönderilen sağlıklı gebelerdeki sağlıklı fetuslarda fetal ventrikül ve atrium genişlikleri, ventrikül duvar kalınlıkları, kalp çevresi, toraks çevresi ve bunların oranlarının gebelik haftasına göre nomogramlarını saptamayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

Fetal organların taraması ve anomalilerin prenatal tanısında primer görüntüleme yöntemi ultrasonografidir. Ancak USG'nin yeterli bilgi veremediği maternal obezite, oligohidramnion, fetal başın angajmanı gibi bazı durumlarda ek görüntüleme yöntemi olarak manyetik rezonans görüntüleme (MRG) de kullanılmaktadır. MRG'nin doku kontrastını iyi verebilmesi, inceleme alanının büyük olması sayesinde lezyonun çevre dokular ile ilişkisini daha fazla gösterilebilmesi, kullanıcıdan bağımsız oluşu, maternal obezite ve ciddi oligohidramnion durumundan etkilenmemesi USG'ye olan üstünlüklerindendir. Ancak MRG gebelikte rutin olarak kullanılmamakta olup USG'nin yetersiz kaldığı durumlarda tamamlayıcı tetkik olarak ya da USG ile saptanan bazı patolojilerin doğrulanması veya ileri incelemesi için kullanılır. MRG uygulamasının biyolojik riski bilinmemekle birlikte fetusa zararlı etkisi olmadığına inanılmaktadır. Ancak, biyolojik riskinin bilinmemesi nedeniyle ilk trimesterde önerilmemektedir. Fetal kardiyak değerlendirmede ise MRG, USG'ye göre yetersiz kalmaktadır (11).

2.1. Fetal Kalbin Embriyolojisi

2.1.1. Fetal Kalbin Gelişimi

Embriyonun gelişimi fertilizasyonla başlar. Spermin yumurtayı döllemesiyle oluşan tek hücreli zigot, hacminde artış olmaksızın üç mitoz bölünme geçirerek (cleavage) blastomer adı verilen daha küçük sekiz hücre oluşturur. Bu sırada, kompaksiyon adı verilen bir süreç ile dış hücre tabakası ve iç hücre tabakası oluşur. Dördüncü mitoz ile 16 hücreli, morula adı verilen yapı meydana gelir. Morulanın iç kesimindeki hücreler embriyoyu oluşturacak iç hücre kitlesini, dış kesimindeki hücreler ise trofoblastları oluşturacak dış hücre kitlesini meydana getirir.

Yaklaşık olarak morulanın uterin kaviteye girdiği sırada, zona pellusidayı penetre ederek iç hücre kitlesinin hücrelerarası boşluklarına sıvı geçişi olur. Zamanla, bu sıvı birleşerek blastosel adında tek bir kavite meydana getirir; bu

evredeki embriyoya blastokist adı verilir. İç hücre kitlesindeki hücreler bir kutupta toplanarak embriyoblast adını alırken dış hücre kitlesindeki trofoblastlar yassılaşıp blastokistin epitel duvarını oluştururlar.

Gelişimin sekizinci gününde embriyoblast hücreleri iki tabakaya farklılaşır: blastokist kavitesine komşu, küçük kuboidal hücrelerden oluşan hipoblast tabakası ve amniotik kaviteye komşu, yüksek kolumnar hücrelerden oluşan epiblast tabakası. Bu tabakalar birlikte bilaminar germ disk adı verilen yassı bir disk oluşturur.

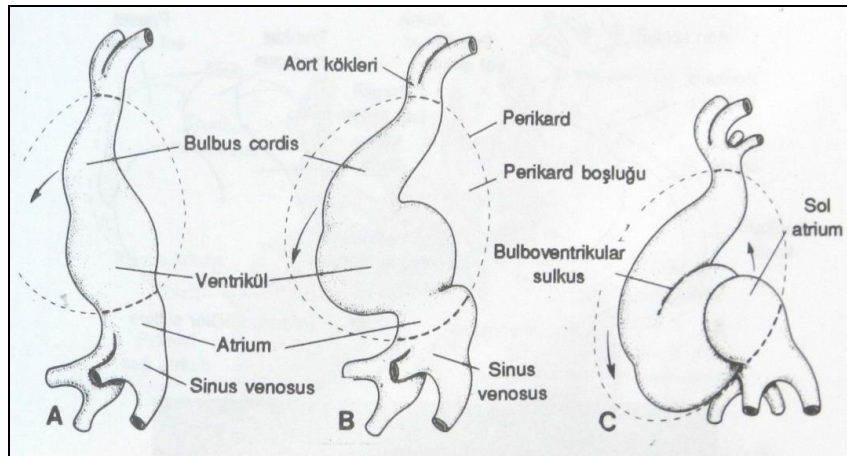
Gelişimin ilk aşamasında besin ihtiyacını diffüzyonla karşılayabilen embriyo, kısa zamanda hızla büyümesi nedeniyle hem oksijen ve besin ihtiyacını karşılayacak, hem de artık ürünleri yapısından uzaklaştıracak yeni, etkili bir metot oluşturmak zorunda kalır. Bu nedenle embriyoda gelişimini tamamlayan ilk sistem kardiyovasküler sistemdir. Üçüncü haftanın ortasından itibaren diffüzyon artık embriyonun nutrisyonel ihtiyaçlarını karşılamak için tek başına yeterli değildir. Üçüncü haftanın ortasında vasküler sistem oluşmaya başlar ve organogenez döneminde (4-8. haftalarda) gelişimini tamamlar.

Kardiyovasküler sistem ve kan hücreleri mezodermal germ tabakasından köken alır. Kardiyak progenitor hücreler primitif çizginin hemen lateralinde epiblast içinde yer alır ve oradan primitif çizgi içinden geçerek göç ederler. Kalbin kranial segmentlerini ve outflow traktı oluşturacak hücreler göçe önce başlarken, daha kaudal kesimleri, sağ ve sol ventrikül ile sinus venosus oluşturacak hücreler daha sonra, sırayla göç eder. Hücreler kraniuma doğru ilerleyerek nöral katlantı ve bukkofaringeal membranın rostralinde olacak şekilde yerleşir. Burada, lateral plak mezoderminin splanknik tabakasında bulunur ve altta yatan faringeal endoderm tarafından indüklenerek kardiyak myoblastları oluştururlar.

Bu sırada, mesoderm içerisinde, ileride vaskülogenez ile kan hücreleri ve damarları oluşturacak olan kan adacıkları ortaya çıkar. Zamanla, adacıklar birleşerek myoblastlarla çevrelenmiş atnalı şeklinde endotelle döşeli bir tüp meydana getirirler. Bu bölgeye kardiyojenik alan adı verilir ve hemen üzerindeki intraembriyonik kavite de perikard boşluğunu oluşturur.

Kaudalde kalan anjiojenik hücrelerin orta hatta paralel bir şekilde dizilmesiyle dorsal aorta meydana gelir. Başta iki yanda yerleşmiş olan anjiojenik hücre

topluluklarının oluşturduğu iki endotelial kalp tüpü birbirine doğru yaklaşarak kaynaşır ve tek bir kalp tüpü oluştururlar. Bu kardiyak tüpün ventral-kaudal yönde ve sağdan sola doğru dönmesiyle ve kardiyak loop oluşur (Şekil 2.1). Kalp tüpü 23. günde uzayıp bükülmeye devam eder. Tüpün sefalik kısmı ventrale, kaudale ve sağa doğru bükülür; kaudal (atrial) kısmı ise dorsokraniale ve sola doğru yer değiştirir. Kardiyak loopun oluşumu 28. günde artık tamamlanmıştır. Kardiyak loop oluşurken tüp boyunca lokal ekspansiyon görülür. Başlangıçta perikardial kavite dışında bir çift yapıdan oluşan atrial kısım, ortak bir atrium oluşturarak perikardial kavite içerisine dahil olur. Atrioventriküler (AV) bileşke dar kalır ve ortak atrium ile erken embriyonik ventrikülü birbirine bağlayan atrioventriküler kanalı meydana getirir. Bulbus kordis ise proksimal üçte birlik kısmı dışında dar olarak kalır. Bu üçte birlik kısmı sağ ventrikülün trabeküllü kısmını oluşturur. Konus kordis adını alan orta kısmı her iki ventrikülün outflow traktlarını meydana getirirken trunkus arteriosus adı verilen distal kesimi ise aorta ve pulmoner arterin kökü ve proksimal kısmını oluşturur. Ventrikül ve bulbus kordis bileşkesi de dar olarak kalıp dışarıdan bulboventriküler sulkus şeklinde görülür; içeride ise primer interventriküler foramen adını alır. Böylece, kardiyak tüp kraniokaudal aksı boyunca sırasıyla konotrunkus, sağ ventrikül, sol ventrikül ve atrial bölge şeklinde organize olur. Bu organizasyonun embriyonun kraniokaudal aksının regülasyonuna benzer biçimde homeobox genler ile regüle edildiği düşünülmektedir (12).



Şekil 2.1: Endokardiyal kalp tüplerinin birleşmesi sonrasında kardiyak loopun oluşumu.

2.1.2. Atrium ve Ventriküllerin Gelişimi

Loop formasyonunun sonunda duvarı pürüzsüz olan kalp tüpünün, primer interventriküler foramenin hemen proksimali ve hemen distalinde iki keskin sınırlı bölgesinde primitif trabeküller oluşmaya başlar. Bulbus geçici olarak düzgün duvarlı kalır. Artık trabeküllü olan primitif ventrikül, primitif sol ventrikül adını alır. Benzer biçimde bulbus kordisin trabeküllü olan proksimal üçte birlik kısmı da primitif sağ ventrikül olarak adlandırılabilir.

Kalp tüpünün konotrunkal kısmı, başlangıçta perikard boşluğunun sağ tarafındayken, zamanla daha medial bir pozisyon alır. Bu pozisyon değişikliği atriumda bulbus kordisin her iki tarafından bombeleşen iki transvers dilatasyonun sonucudur.

Kalbin major septaları 27. ve 37. günler arasında ortaya çıkar. Septum oluşumu iki farklı şekilde gerçekleşebilir. Birinci yöntemde, birbirine doğru büyüyen iki hücre yığını birleşerek lümeni iki ayrı kanala ayırabilir, ya da tek bir hücre kitlesi lümenin karşı tarafına ulaşana kadar ilerlemeye devam edebilir. Böyle hücre kitlelerinin oluşumu ekstrasellüler matriks sentezi ve salınımı ile hücre proliferasyonuna bağlıdır. Endokardiyal yastık adını alan bu hücre kitleleri, atrioventriküler ve konotrunkal bölgelerde gelişmeye başlar ve atrial ve ventriküler (membranöz kesimi) septa, atrioventriküler kanal ve kapaklar ile aortik kanal ve pulmoner kanalın oluşumuna katkıda bulunur.

Bir septumun oluşabileceği diğer yöntem ise endokardiyal yastıkları içermez. Örneğin, atrium ya da ventrikül duvarında dar bir hücre şeridi büyümeyen komşu alanlar hızla büyürse, genişleyen iki kesim arasında dar bir çıkıntı oluşur. Genişleyen kısımların dar kısmın her iki yanında büyümesi ilerledikçe iki duvar birbirine yaklaşır sonunda birleşerek bir septum oluşturur. Böyle bir septum lümeni asla tam olarak ikiye bölemez, çünkü genişlemiş iki bölüm arasında her zaman bağlantı sağlayan dar bir kanal kalır. Bu bağlantı çoğunlukla, komşu bölünen hücrelerin katkıda bulunduğu doku tarafından sekonder olarak kapanır. Böyle bir septum, atrium ve ventrikülleri parsiyel olarak ayırır.

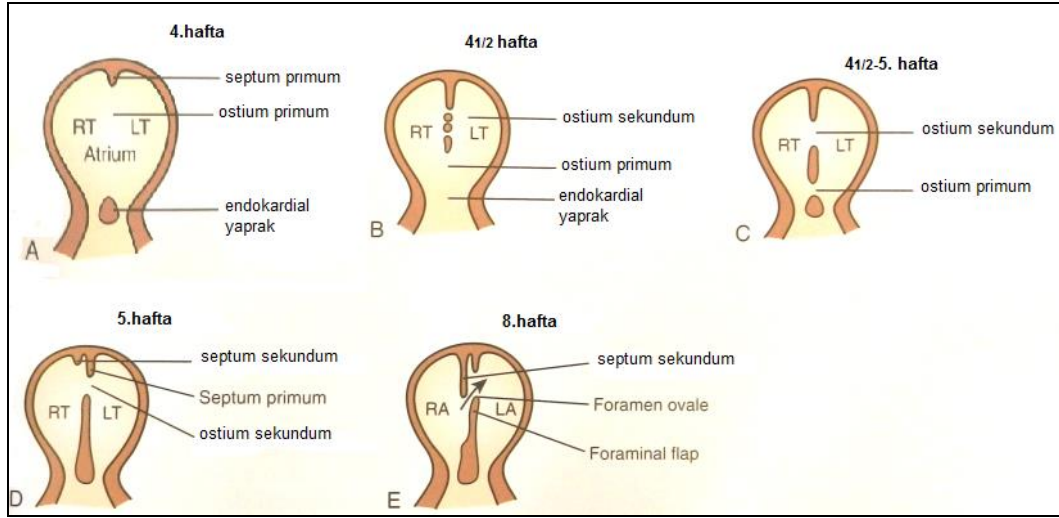
Dördüncü haftanın sonunda, ortak atriumun çatısından lümene doğru orak şeklinde bir çıkıntı büyür (Şekil 2.2). Bu çıkıntı, septum primum'un ilk kısmıdır.

Septumun iki bacağı AV kanaldaki endokardiyal yastıklara doğru uzanır. Septum primumun alt kenarı ile endokardiyal yastıklar arasındaki açıklık ostium primum'dur. Gelişim ilerledikçe, superior ve inferior endokardiyal yastıkların uzanımı septum primumun kenarı boyunca büyüyerek ostium primumu kapatır. Ancak, kapanma tamamlanmadan önce, hücre ölümü septum primumun üst kesiminde perforasyonlar meydana getirir. Bu perforasyonların birleşimi ostium sekundumu oluşturarak sağ primitif atriumdan sol primitif atriuma kan akışını sağlar.

Sağ atriumun lümeni sinus boynuzunun katılımına bağlı olarak genişlerken yeni bir kresentik katlantı oluşur. Septum sekundum adı verilen bu yeni katlantı atrial kaviteyi tamamen kat etmez. Anterior bacağı atrioventriküler kanalda septuma doğru uzanır. Sol venöz kapakçık ve septum spurium, septum sekundumun sağ kenarı ile birleştikten sonra septum sekundumun serbest konkav kenarı ostium sekundumla üst üste gelmeye başlar. Septum sekundumun bıraktığı açıklık oval foramen (foramen ovale) adını alır. Septum primumun üst kısmı zamanla ortadan kaybolurken, geride kalan kısmı oval foramenin kapakçığını meydana getirir. İki atrial kavite arasındaki geçiş, kanın sağ atriumdan sol atrium doğru aktığı oblik, elonge bir kleft şeklindedir.

Doğumdan sonra, akciğer dolaşımı başlayıp sol atriumdaki basınç azalınca, oval foramen kapakçığı septum sekunduma doğru basınç etkisiyle dayanır ve böylece oval foramenin oblitere olmasıyla sağ ve sol atriumlar birbirinden ayrılır.

Primitif sağ atrium sağ sinus boynuzunun katılımıyla büyürken, benzer şekilde primitif sol atrium da genişler. Başlangıçta tek bir embriyonik pulmoner ven, septum primumun hemen solunda, posterior sol atrial duvarın dışarı doğru büyümesi şeklinde meydana gelir. Bu ven geliştirmekte olan akciğer tomurcuklarının venleri ile ilişki kurar. Gelişim ilerledikçe, pulmoner ven ve dalları sol atriuma katılarak erişkin atriumun geniş, düzgün duvarlı kesimini oluşturur. Başlangıçta sol atriuma tek pulmoner ven girerken, diğer dalların da atrium duvarına dahil olmasıyla nihai olarak dört pulmoner ven atrium açılır.



Şekil 2.2. İnteratrial septumun gelişimi. **A:** Gebeliğin 4. haftasında septum primum küçük olup geniş bir ostium primum mevcuttur. **B:** Embriyo 4,5 haftalık olduğunda, septum primumun büyürken ostium primum küçülür. Ayrıca, septum primumda perforasyonlar ortaya çıkar. **C:** Septum primumdaki perforasyonların birleşimiyle ostium sekundum meydana gelir. **D:** Gebeliğin 5. haftasında septum primum endokardiyal yastıkçık ile kaynaşır. **E:** Gebeliğin 8. haftasında septum sekundum büyüyerek ostium sekundumu kaplar. Kan sağ atriumdan sola doğru foramen ovalenin kapak mekanizması (foraminal flep) vasıtasıyla geçer. (Stamm'dan, 13).

Gelişimini tamamlamış kalpte, orjinal embriyonik sol atriumdan geriye yalnızca trabeküle atrial appendaj kalırken, düzgün duvarlı kısım pulmoner venler tarafından oluşturulur. Sağ tarafta ise, orjinal embriyonik sağ atrium, pektinat kasları içeren trabeküle sağ atrial appendajı meydana getirirken düzgün duvarlı sinus venarum sinus venosusun sağ boynuzunca oluşturulur.

Dördüncü haftanın sonunda, atrioventriküler kanalın superior ve inferior sınırlarında iki mezenkimal yastık olan atrioventriküler endokardiyal yastıklar ortaya çıkar. Atrioventriküler kanal sağa doğru büyüdüğü için, atrioventriküler orifisten geçen kanın artık hem primitif sol hem de primitif sağ ventriküle doğrudan erişimi bulunur.

Superior ve inferior endokardiyal yastıklara ek olarak, kanalın sağ ve sol kenarlarında iki adet lateral atrioventriküler yastık ortaya çıkar. Bu esnada,

superior ve inferior yastıklar lümene doğru daha da büyüyüp birleşerek beşinci hafta sonunda kanalın sağ ve sol atrioventriküler orifislere tamamen ayrılmasını sağlar.

Atrioventriküler endokardiyal yastıklar birleştikten sonra, her bir atrioventriküler orifis lokal mezenkimal doku proliferasyonlarınca çevrelenir. Kan akımı bu proliferasyonların ventriküler yüzeyini oyarak incelttiğinde kapakçıklar ortaya çıkar ve ventrikül duvarına muskuler bağlar ile bağlı kalırlar. Son olarak, bu bağlardaki kas dokusu dejenerasyona uğrar ve yerini dens bağ dokusu alır. Böylece, kapakçıklar endotelle örtülü bağ dokudan meydana gelir. Kapakçıklar, ventrikül duvarındaki kalın trabeküller olan papiller kaslara korda tendinea aracılığıyla bağlanırlar. Bu şekilde, biküspid (ya da mitral) kapağı oluşturan iki kapakçık sol atrioventriküler kanalda oluşurken, sağ tarafta triküspid kapağı oluşturacak üç kapakçık ortaya çıkar.

Beşinci haftada, trunkusta karşılıklı bir çift çıkıntı ortaya çıkar. Trunkus yastıkları adı verilen bu çıkıntılar sağ superior ve sol inferior duvarda bulunur. Sağ superior trunkal yastık distale ve sola doğru büyürken sol inferior trunkal yastık distale ve sağa doğru büyür. Böylece, aortik keseye doğru büyürken yastıklar birbirlerine dolanır. Füzyon tamamlandıktan sonra çıkıntılar aortikopulmoner septumu oluşturur ve trunkusu aortik ve pulmoner kanallara ayırır.

Trunkus yastıkları ortaya çıktığında konus kordisin sağ dorsal ve sol ventral duvarlarında da benzer yastıklar gelişir. Konus yastıkları birbirine ve distale doğru büyür ve birleşerek trunkus septumu meydana getirir. İki konus yastığı birleştiğinde, septum, konusu sağ ventrikülün çıkış yolunu oluşturan anterolateral kısım ve sol ventrikülün çıkış yolunu oluşturacak posteromedial kısma ayırır.

Nöral krest hücreleri, arka beyin bölgesindeki nöral katlantıların kenarlarından göç ederek hem konus kordis hem de trunkus arteriosustaki endokardiyal yastık oluşumuna katkıda bulunur. Bu hücrelerin anormal migrasyon, proliferasyon veya farklılaşması; Fallot tetralojisi, pulmoner stenoz ya da persistan trunkus arteriosus gibi bu bölgenin konjenital malformasyonlarına neden olur. Nöral krest hücreleri aynı zamanda kraniofasial gelişime de katkıda

bulunduğundan aynı hastada kardiyak ve fasial anomalilerin birlikte görülmesi nadir değildir.

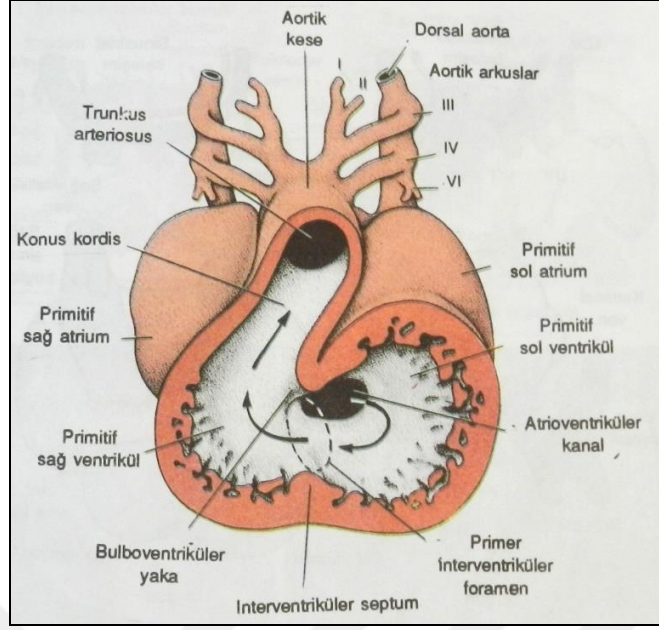
Dördüncü haftanın sonunda iki primitif ventrikül genişlemeye başlar. Bu genişleme, dışarıda myokardın sürekli büyümesi ve içeride sürekli divertikülasyon ve trabekül oluşumu ile sağlanır.

Genişleyen ventriküllerin medial duvarları ucuca gelir ve zamanla birleşerek muskuler interventriküler septumu oluşturur (Şekil 2.3). İnterventriküler septumun muskuler kısmı üzerinde yer alan interventriküler foramen, konus septumun tamamlanmasıyla birlikte küçülür. Gelişim ilerledikçe, dokunun inferior endokardiyal yastıktan dışarıya doğru, muskuler interventriküler septumun üst kısmı boyunca büyümesi forameni kapatır. Bu doku, konus septumun üst üste gelen kısımları ile birleşir. İnterventriküler foramenin tamamen kapanması interventriküler septumun membranöz kısmını oluşturur.

Trunkusun bölümlenmesi neredeyse tamamlandığında, semilunar kapakların taslakları ana trunkus yastıklarında küçük tüberküller olarak ortaya çıkar. Birleşen trunkus yastıklarının karşı tarafında her iki kanalda üçüncü bir tüberkül oluşur. Zamanla, tüberküllerin üst yüzeyi oyularak incelik ve semilunar kapaklar meydana gelir. Nöral krest hücrelerinin bu kapakların oluşumunda da katkısı vardır (12).

2.1.3. Arteriel Sistem

Aortanın dalları ve pulmoner arterler, embriyonik yaşamın dört ve beşinci haftalarında, trunkus arteriosusun distal kısmından köken alan ve toplamda altı çift olan aortik arklardan gelişir. Bu arklar aort kesesi ve iki dorsal aorta arasındaki bağlantıyı oluşturur (Şekil 2.4). Embriyonun 24-25. günlerinde, üçüncü ark çifti oluşurken birinci ve ikinci arklar kaybolur. Üçüncü aortik ark, ana karotid arteri ve internal karotid arterin birinci kısmını meydana getirir. (12).



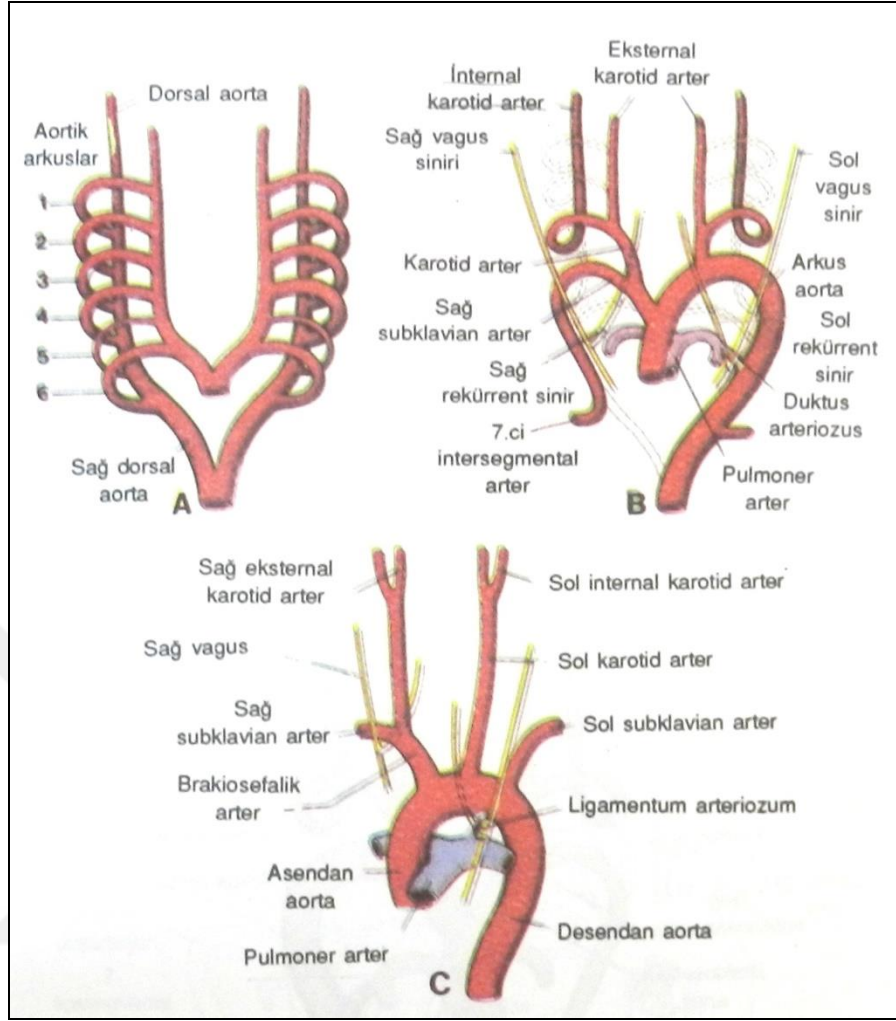
Şekil 2.3. Atriumu ventriküle bağlayan AV kanal ve yeni oluşmaya başlayan interventriküler septumun sagittal kesitte görünümü.

Dördüncü ark çiftinden sol ana karotid arter, sol subklavian arter, arkus aorta ve sağ brakiosefalik trunkus oluşur. Beşinci aortik ark çifti hiçbir zaman tam olarak gelişmez. Altıncı aortik ark, akciğer tomurcuğuna doğru büyüyen bir dal vererek sağ ve sol primitif pulmoner arterlerin proksimal kesimlerini oluşturur. Bu nedenle bu arka pulmoner ark adı da verilir. Arkın distali sağda oblitere olurken solda sebat eden distal kısım duktus arteriosusu meydana getirir. Pulmoner arterlerin distal kesimleri ise gelişmekte olan akciğer tomurcuklarınınca oluşturulur (12).

2.1.4. Venöz Sistem

Embriyolojik hayatın beşinci haftasında üç çift ana ven sistemi mevcuttur:

- 1- Vitellin (omfalomezenterik) venler: Kanı yolk kesesinden sinus venosusa taşır.
- 2- Umbilikal venler: Koryonik villuslardan köken alan oksijenize kanı embriyoya taşır.
- 3- Kardinal venler: Embriyonun vücut kesimini drene eder.



Şekil 2.4. Aortik arklar ve ana arterlere dönüşümü.

Embriyo 4-9 mm uzunluğa ulaştığında karaciğer gelişmeye başlamıştır ve bu süreçte vitellin venler portal ve hepatik venlere dönüşür.

Umbilikal venlerin dolaşımı hepatik sinüzoidlerden geçmektedir. Sol umbilikal venin proksimal kesimi ve sağ umbilikal venin tamamı embriyo gelişimi sırasında kaybolur. Böylece plasentadan karaciğere kan taşıyacak yalnızca sol umbilikal ven kalır. Plasental dolaşımın artması ile sol umbilikal ven ve sağ hepatokardiyak kanal arasında doğrudan bir bağlantı olan duktus venozus oluşur. Doğumdan sonra, sol umbilikal ven ve duktus venozus oblitere olur ve sırasıyla ligamentum teres hepatis ve ligamentum venosumu oluşturur (12).

Kardinal venler, başlangıçta embriyonun ana sistemik venöz drenaj sistemini oluştururlar. Embriyo 4-22 mm arasındayken, kardinal sistem farklılaşır

ve bu dönemde vena kava superior (VKS) ve vena kava inferiorun (VKİ) oluşumu da izlenir.

2.1.5. Kalbin İletim Sisteminin Oluşumu

Başlangıçta, kalbin pacemakerı sol kardiyak tüpün kaudal kesiminde yer alır. Daha sonra, sinus venosus bu görevi devralır, ve sinus sağ atriuma dahil olurken pacemaker dokusu superior vena kavanın açılma yerinin yakınında bulunur. Böylece, sinoatrial nod ortaya çıkar.

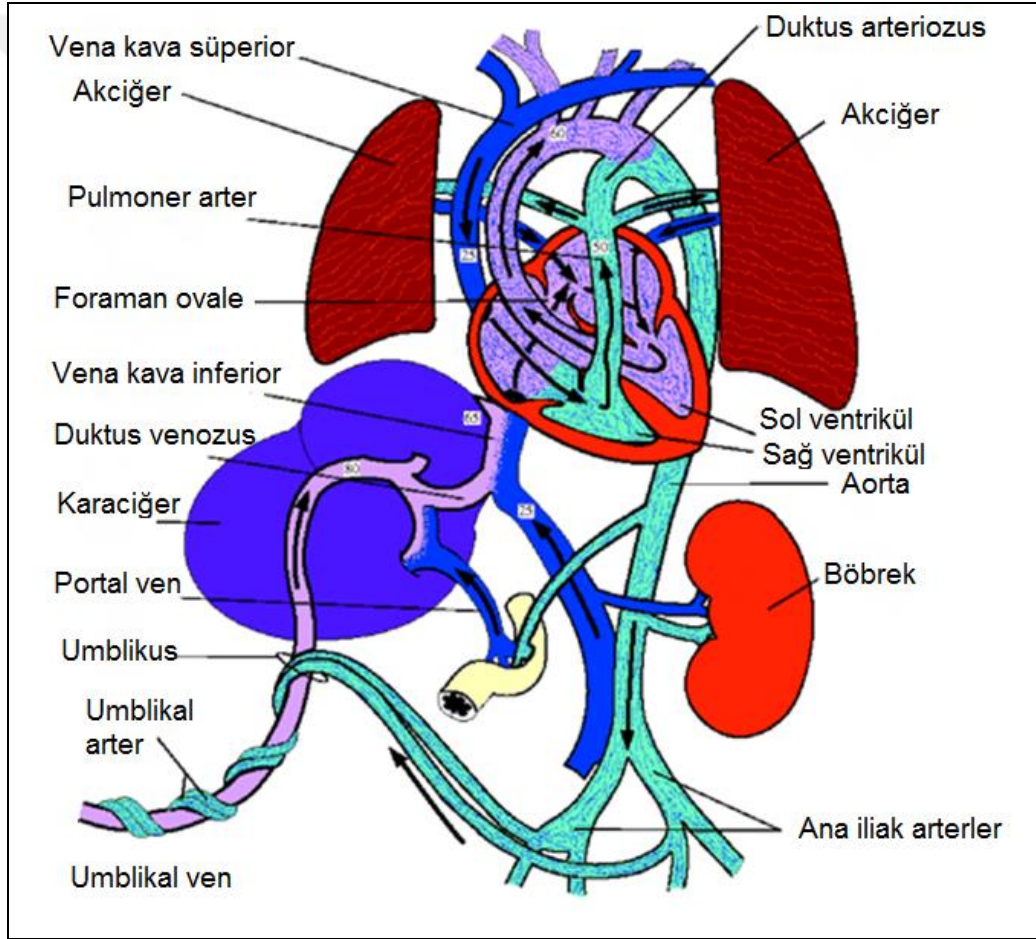
Atrioventriküler nod ve His demeti iki kaynaktan köken alır: sinus venosusun sol duvarındaki hücreler ve atrioventriküler kanaldan kaynaklanan hücreler. Sinüs venosus sağ atriuma katıldığında, bu hücreler interatrial septumun tabanında, nihai pozisyonlarında bulunurlar (12).

2.2. Fetal Dolaşım

İntrauterin yaşamda fetusun oksijen kaynağı plasentadır. Akciğerin ve pulmoner dolaşımın kan oksijenizasyonundaki rolü henüz önemli olmadığından fetal kardiyovasküler sistemde oksijenize kanın fetusa dağılımını kolaylaştıran ve akciğer ile pulmoner dolaşımı by-pass etmeyi sağlayan şantlar vardır. Bu şantlar arasında duktus venosus, duktus arteriosus ve foramen ovale sayılabilir (Şekil 2.5). Foramen ovale atrial septum sekundumda izlenen bir açıklıktır. Kanın sağ atriumdan sol atriuma geçişini sağlar. Duktus arteriosus altıncı aortik arkın köken alır ve kanın pulmoner trunkustan aortaya geçişini sağlar. Bu iki şant pulmoner dolaşımın kısmen by-pass edilmesini sağlar. Bu şantların ikisi de doğumdan kısa bir süre sonra fonksiyonel olarak kapanır, bunu bir süre sonra anatomik olarak da kapanmaları izler. Duktus venosus ise sol portal veni VKİ'ya bağlayarak umbilikal ven ile plasentadan gelen oksijenize kanı VKİ'a yönlendirir, böylece portal dolaşımın kısmen by-pass edilmesini sağlar. Duktus venosus doğumdan sonra oblitere olarak ligamentum venosumu meydana getirir (14).

Plasentadan gelen oksijenize kan umbilikal ven ile fetusa ulaşır. Oksijenize kanın büyük bölümü duktus venosus aracılığıyla hepatik dolaşımı by-pass eder ve önce VKİ, sonra da sağ atriuma ilerler. VKİ'daki laminar akımın bir sonucu olarak, sağ atriuma gelen kanın büyük bölümü foramen ovaleden geçer ve

sırasıyla sol atrium, sol ventrikül ve aortaya ulaşarak sistemik dolaşıma katılır. Böylece kalp ve beyin iyi oksijenlenmiş kanla beslenir. Deoksijenize venöz kan ise VKS'dan sırasıyla sağ atrium, sağ ventrikül ve pulmoner arterlere geçer. Fetal hayatta pulmoner damarlardaki yüksek direnç nedeniyle pulmoner dolaşımdaki kanın çoğu duktus arteriosus sayesinde inen aortaya şant olur. Bu kan, proksimal aortadan gelen kanla birlikte iki umbilikal arter yoluyla plasentaya geri döner. Bu şantlar sayesinde, erişkindeki dolaşımın aksine her iki ventrikül debisinin büyük bölümü sistemik dolaşıma katılır.



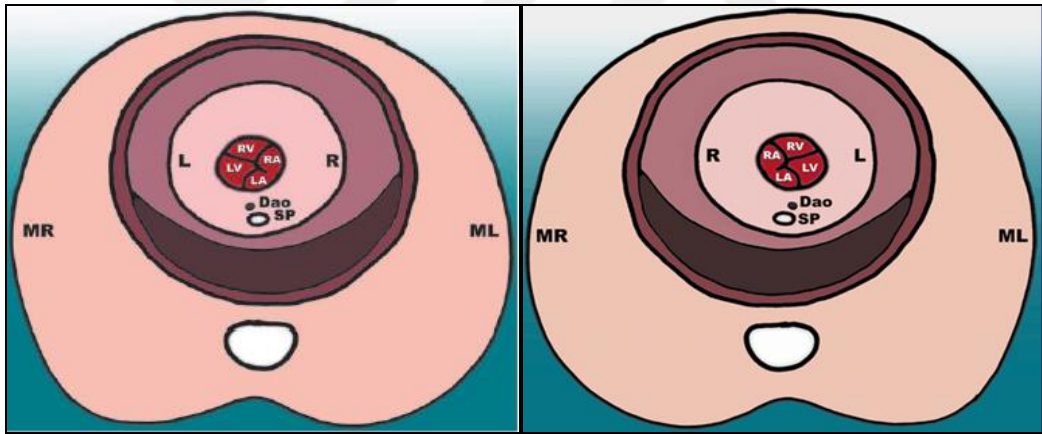
Şekil 2.5: Fetal dolaşım.

2.3. Normal Fetal Kardiyak Anatomi ve İnceleme Teknikleri

Fetal kalbin değerlendirilmesinde primer görüntüleme modalitesi ultrasonografidir. Fetal kalp sistematik bir inceleme yaklaşımı gerektirmekte olup, dört basamakta incelenir:

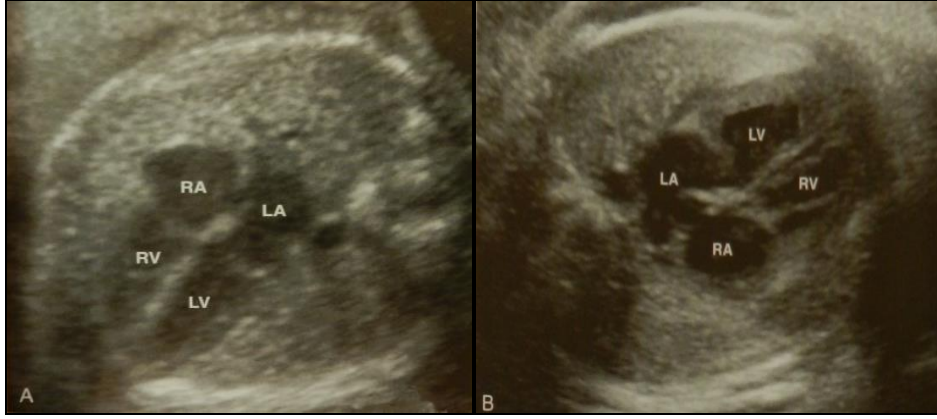
- 1- Fetal kalbin pozisyonu ve aksı
- 2- Fetal kalbin boyutu
- 3- Dört odacık görünümü
- 4- Büyük damar çıkışları

Fetal kalbin uzun eksenı gövdeye dik olduğundan fetal toraks boyunca elde edilen transvers görüntülerde kalbin uzun aksına paralel olan ve her iki atrium ile ventrikülün görüntülenebildiği dört odacık görünümü elde edilir (Şekil 2.6). Bu seviyede kalp fetal toraksın yaklaşık üçte birini kaplar. Yetişkin kalbi ise uzun aksı sağ omuz ile sol kalça arasında uzanan oblik bir hat üzerinde yerleşimlidir.



Şekil 2.6. Fetal kalbin dört odacık görünümünün fetus supin pozisyonunda iken çizimleri. Dao: İnen aorta, L: Fetusun solu, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, ML: Annenin solu, MR: Annenin sağ, R: Fetusun sağ, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül, SP: Vertebra.

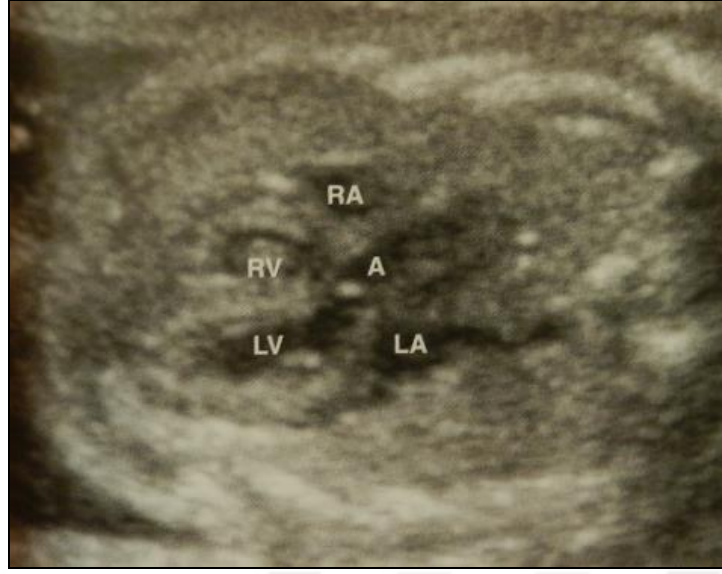
Fetal kardiyak incelemenin başlangıcında, fetusun uterus içindeki pozisyonunu ve fetal kalbin fetal toraks içinde pozisyonunu saptanır. Dört odacık görünümü interventriküler septuma paralel veya dik bir açıyla elde edilebilir (Şekil 2.7). Septuma paralel açıyla bakıldığında apikal dört odacık görünümü, septuma dik açıyla bakıldığında ise subkostal dört odacık görünümü elde edilir.



Şekil 2.7. Kalbin dört odacık görünümü. **A.** Apikal dört odacık görünümü **B.** Subkostal dört odacık görünümü. LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül.

Foramen ovalenin ekojenik foraminal flebi bir kalp atımı sırasında iki kez sol atriuma doğru ilerlerken izlenebilir. Kraniale doğru hafif bir açıyla pulmoner venlerin sol atriuma girdiği görülebilir. Atrioventriküler kapaklar dört odacık görünümünde saptanır. Triküspid kapak mitral kapağa göre daha apikalde yer alır. Sol ventrikül iç duvarı düzgünken sağ ventrikül içerisinde apekse yakın yerleşimli moderatör bant küçük ve parlak bir ekojenite olarak izlenir. Moderatör bant, sağ ventrikülü morfolojik olarak tespit etmeye yardımcı olur.

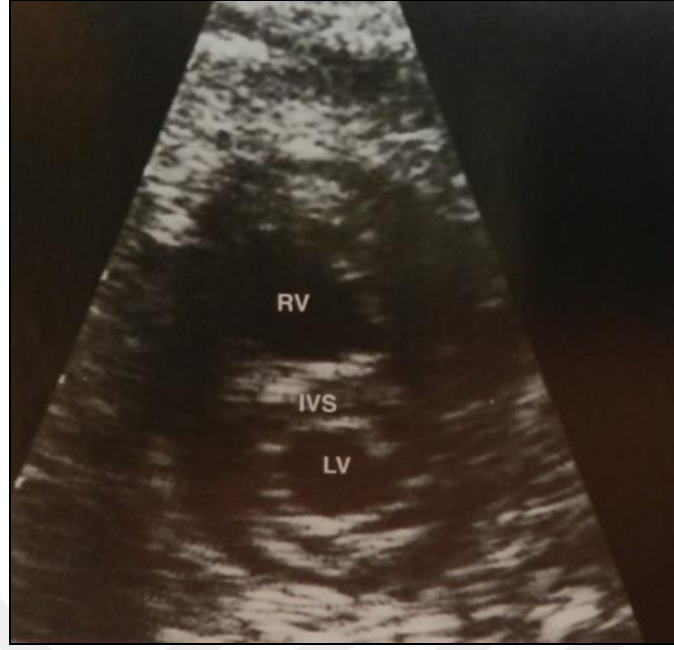
Subkostal dört odacık görünümünde iken proba fetusün sağ omzuna doğru açı vererek çıkan aorta ve sol ventrikül incelenebilir (Şekil 2.8). Aynı doğrultuda iken bu açıyı biraz daha arttırdığımızda ise pulmoner arter ve sağ ventrikül vizualize edilebilir (Şekil 2.9). Gebeliğin 14. ve 42. haftaları arasında pulmoner arterin çapı aortanın çapından yaklaşık %9 daha büyüktür. (15). Gebeliğin 20-22. haftaları arasında pulmoner arter ve aorta çaplarının oranı ~1.17 değerinde sabit kalmaktadır (16). Prob ile biraz daha sağa doğru rotasyon, fetal toraksın sagittal görünümünü ve ventriküllerin kısa aks görünümünü verir (Şekil 2.10). Bu pozisyonda iken prob fetusun sol omzuna doğru açıldırılınca santralde yuvarlak aort ve aortu önden ve soldan saran pulmoner arter görülür (Şekil 2.11, Şekil 2.12).



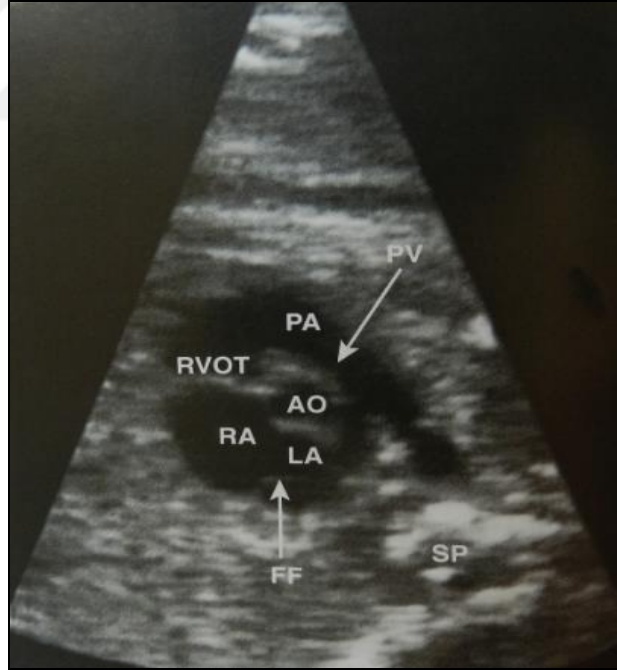
Şekil 2.8. Aortun devamı sol ventrikül, sol atrium, sağ atrium, sağ ventrikül ile beraber. A: Aorta, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, RA: Sağ atirum, RV: Sağ ventrikül.



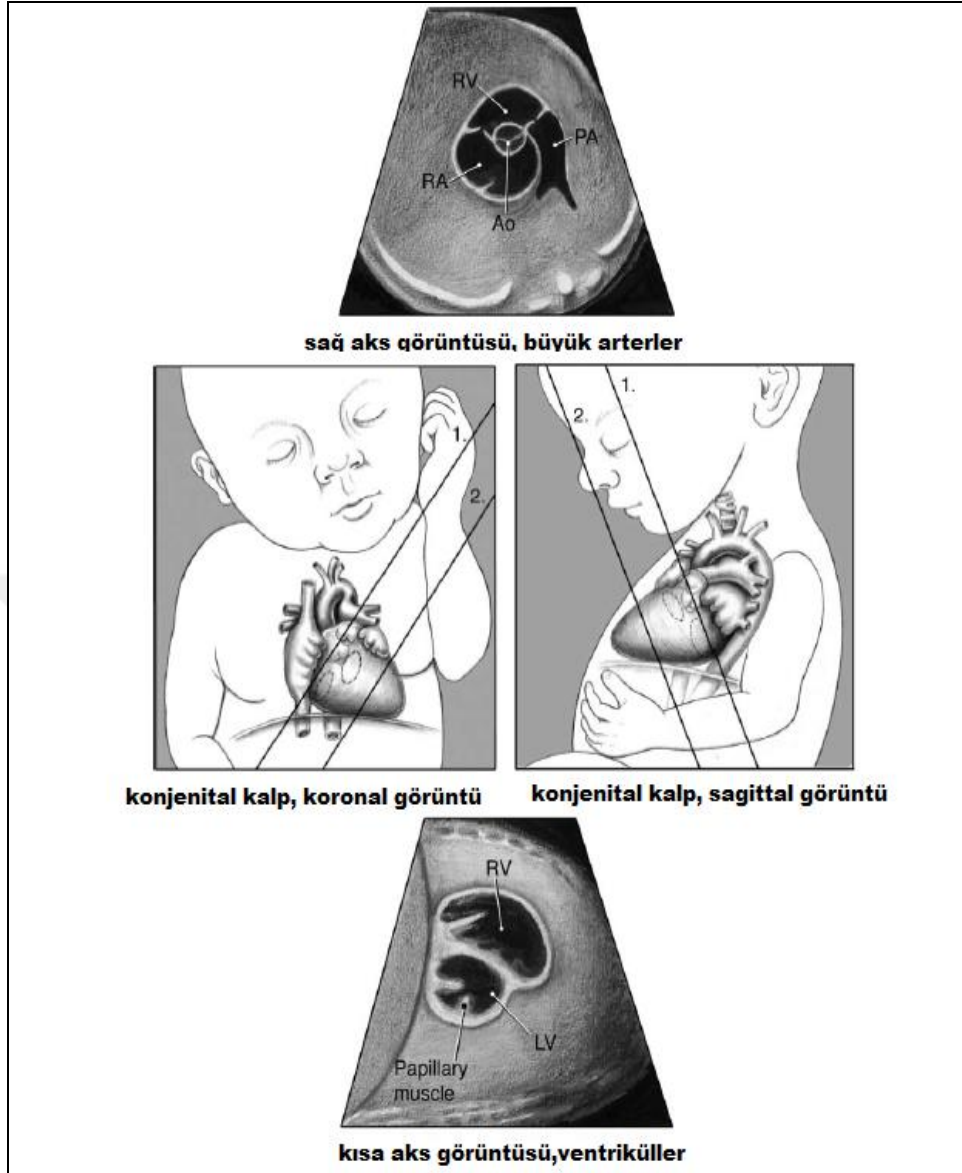
Şekil 2.9. Pulmoner arterin devamı sağ ventrikül ile beraber. P: Pulmoner arter, RV: Sağ ventrikül.



Şekil 2.10. Ventriküllerin kısa aks görünümü. IVS: İnterventriküler septum, LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül.



Şekil 2.11. Büyük damarların kısa aksı. Merkezde aorta ve onu anteriordan saran pulmoner arter izlenmektedir. Ao: Aorta, FF: Foraminal flep, LA: Sol atrium, PA: Pulmoner arter, PV: Pulmoner kapak, RA: Sağ atirum, RVOT: Sağ ventrikül çıkış yolu, SP: Vertebra.

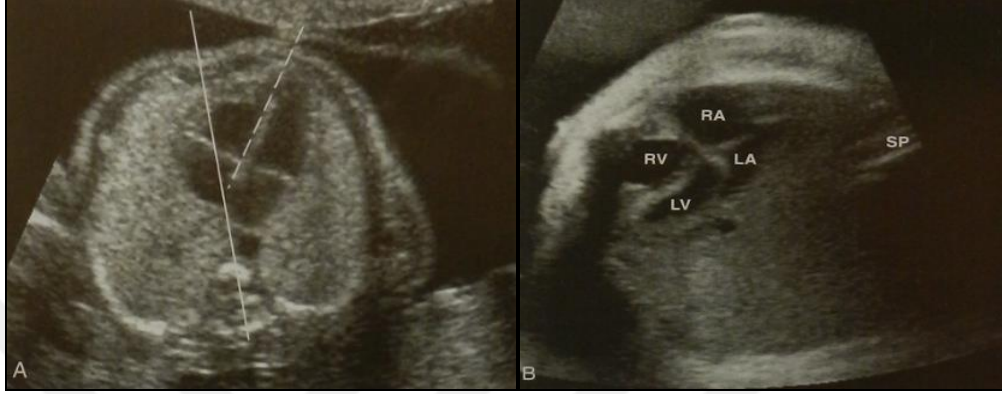


Şekil 2.12. Fetal kalbin kısa ve uzun aks görünümü. Ao: Aort kapağı, DA: Duktus arteriosus, LV: Sol ventrikül, PA: Pulmoner arter, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül.

Kardiyak aks, interventriküler septumdan geçen çizgi ile toraksın orta hattını tanımlayan vertebra spinöz proçesi ile sternumu birleştiren çizgi arasındaki açıdır. Kardiyak aks yaklaşık $43 \pm 7^\circ$ olmalıdır (Şekil 2.13A) (17).

Normal kardiyak aks ve pozisyonda kalp, göğüs boşluğunun sol kısmında yer alır ve kalbin apeksi solu gösterir. Bu normal pozisyon levokardi olarak adlandırılır. Apeksin anterioru gösterdiği ve kalbin santral yerleşimli olduğu durum mezokardi, kalbin toraks sağ kesiminde yer aldığı ve apeksinin sağ

gösterdiği durum ise dekstrokardi olarak adlandırılır. Kalbin aksı normal olup apeks solu gösterirken kalbin kendisinin toraks sağ kesiminde yer alması ise dekstrapozisyon adını alır. Bu durumda kalp, plevral efüzyon veya toraks sol kesiminde kitle gibi eksternal bir nedenle sağa itilmiştir (Şekil 2.13B).



Şekil 2.13. Kalp pozisyonu. **A:** Normal pozisyon, kardiyak aks ~ 40 derece olup normaldir **B:** Büyük bir kistik adenoid malformasyon nedeniyle ortaya çıkan dekstrapozisyon. LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül, SP: Vertebra.

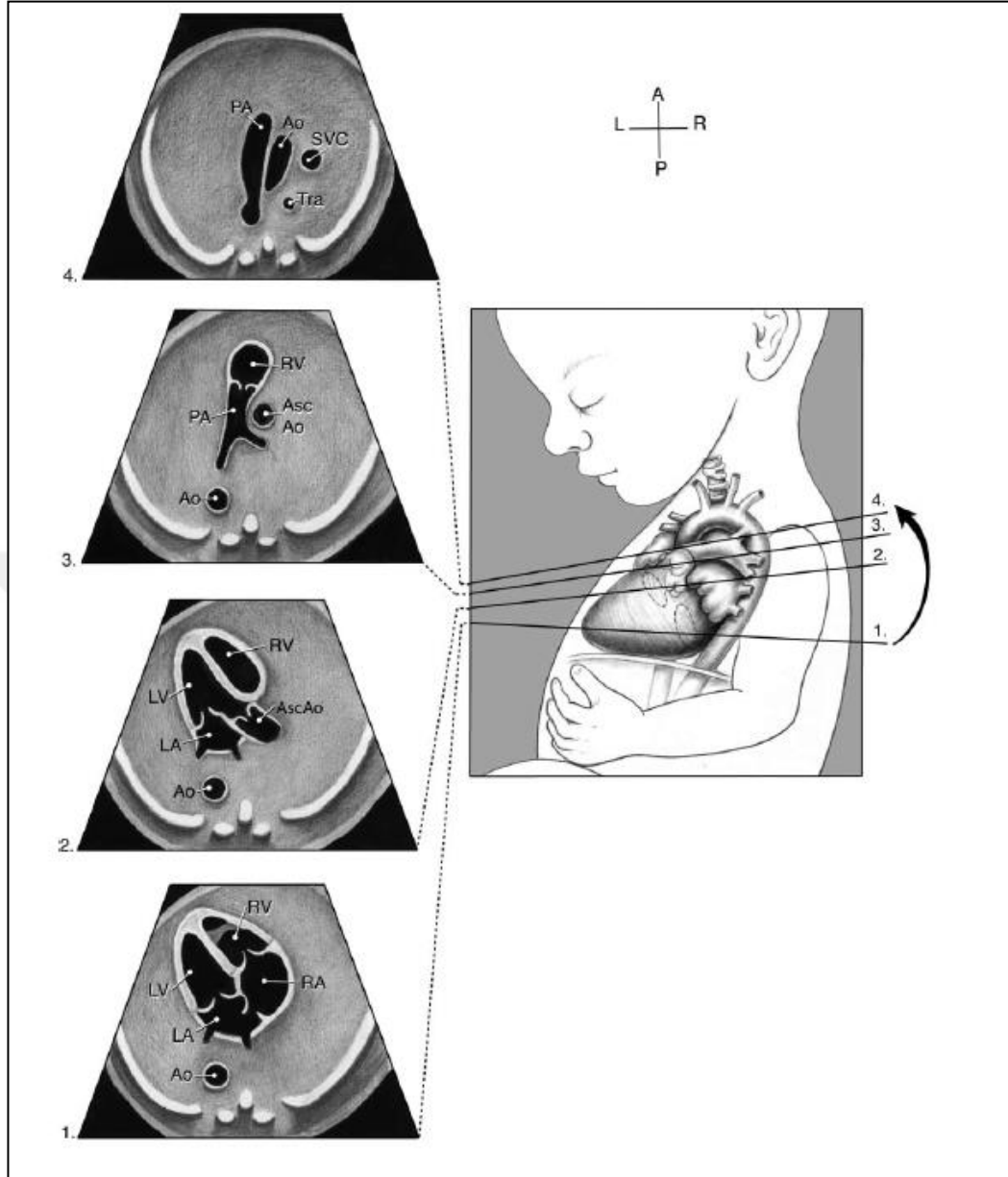
Kalp apeksi ve kardiyak aks, KKH açısından önemli birer uyarıcıdır. Kardiyak aks normalken yalnızca kalp apeksine baktığımızda, kalp apeksi ile mide aynı yönde olmadığında KKH riski %80'in üzerine çıkmakta iken, kalp apeksi ile mide aynı yönde ise KKH riski %1 civarındadır. Kalp apeksi ve mide birlikte aynı yönde ama sağa yönelmişse bu durum situs inversus adını alır ve KKH riski yaklaşık %5 dolayındadır. Kardiyak aks 75° 'nin üzerinde ise %75 oranında KKH izlenir (18). Anormal kardiyak aks %50, anormal kardiyak pozisyon ise %81 oranında mortalite ile ilişkilidir (19).

Normal kardiyak anatomiye değerlendirirken apikal dört odacık görünümü başlangıç noktası olarak kullanılabilir. Yagel ve ark. apikal dört odacık görünümünden başlayıp probun sefalik doğrultuda çevrilerek elde edildiği bir seri görünüm planı tanımlamıştır (Şekil 2.14) (20). Hafifçe sefalik ilerleme apikal dört odacık görünümünü verir. Bu görünümde sol ventrikül ile çıkan aortanın devamlılığı değerlendirilebilir (Şekil 2.15). Sefalik harekete devam edildiğinde pulmoner arter bifurkasyonu ve sağ ventrikül ile ilişkisi izlenir. Bunu takiben üç

damar ve trakea görününtülenir (Şekil 2.16). Üç damar ve trakea görünümü ile ana pulmoner arter, duktus arteriosus, aortik ark ve VKS değerlendirilir. Pulmoner arter ve aorta çapları birbirine yakinken VKS bu iki damardan daha küçük izlenir. Üç damar görünümünde aorta her zaman ortada yerleşim gösterir. Bu planda ayrıca büyük damarların trakeanın solunda doğru lokalizasyonda olup olmadığı saptanabilir (20,21). Sagittal plana dönerken prob sol omuzdan sağ hemitoraksa doğru açlandırılır ve aortik arkın baston şeklindeki tipik görünümü ortaya çıkar (Şekil 2.17). Bu görüntüde ayrıca aortik arkın üç ana dalı ile duktus arteriosus da görülebilir. Aortik ark, duktal ark ile karıştırılmamalıdır (Şekil 2.18). Duktal ark sağ ventrikül çıkışı, pulmoner arter ve duktus arteriosus tarafından oluşturulur; aortik arka göre daha geniş ve yassıdır. Son adımda, fetusta sagittal bir plan oluşturacak şekilde probu sağa doğru kaydırınca VKİ ve VKS'nin sağ atriuma girişi izlenir (Şekil 2.19).

Kalbin dört odacık görünümünde değerlendirmesine büyük damar çıkışlarının incelenmesi de eklenmelidir. Aksi takdirde, Fallot tetralojisi, büyük arterlerin transpozisyonu gibi patolojiler atlanabilir. Dört odacık görünümünün normal olması ile hipoplastik sol kalp, triküspid atrezisi ile beraber olan VSD, iki odacıklı kalp, şiddetli mitral stenoz, Ebstein anomalisi ve konjenital kardiyak tümörler dışlanır. Kardiyak lezyon dört odacık görünümü ile ilgili ise prenatal USG ile saptama oranı yüksektir. Major yapısal kalp hastalıklarının %35-63'ünde dört odacık görünümü anormaldir (22,23).

Kalbin dört odacık görünümünde, aorta kalbin merkezinde yuvarlak olarak izlenir. Bu seviyeden itibaren aorta duvarının interventriküler septum ile beraber seyretmesi önemlidir. İnterventriküler septum ve aortanın birlikte seyir göstermesi aortanın sağ kalple ilişkisi olmadığını ortaya koyar. Bu devamlılık sayesinde "overriding aorta", Fallot tetralojisi, çift çıkışlı sağ ventrikül, trunkus arteriosus, posterior malalignment VSD ve Taussig-Bing anomalisi dışlanabilir.



Şekil 2.14. Transvers tarama kesitinde dört damar görünümü, arteriel çıkış yolu ile üç damar ve trakea görünümü. (1) Dört damar görünümü, (2 ve 3) Arteriel çıkış yolu, (4) Üç damar ve trakea görünümü. Asc Ao: Çıkan aorta, Ao: İnen aorta, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, PA: Pulmoner arter, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül, Tra: Trakea



Şekil 2.15. Apikal beş odacık görünümü. A: Aorta, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül, SP: Vertebra.



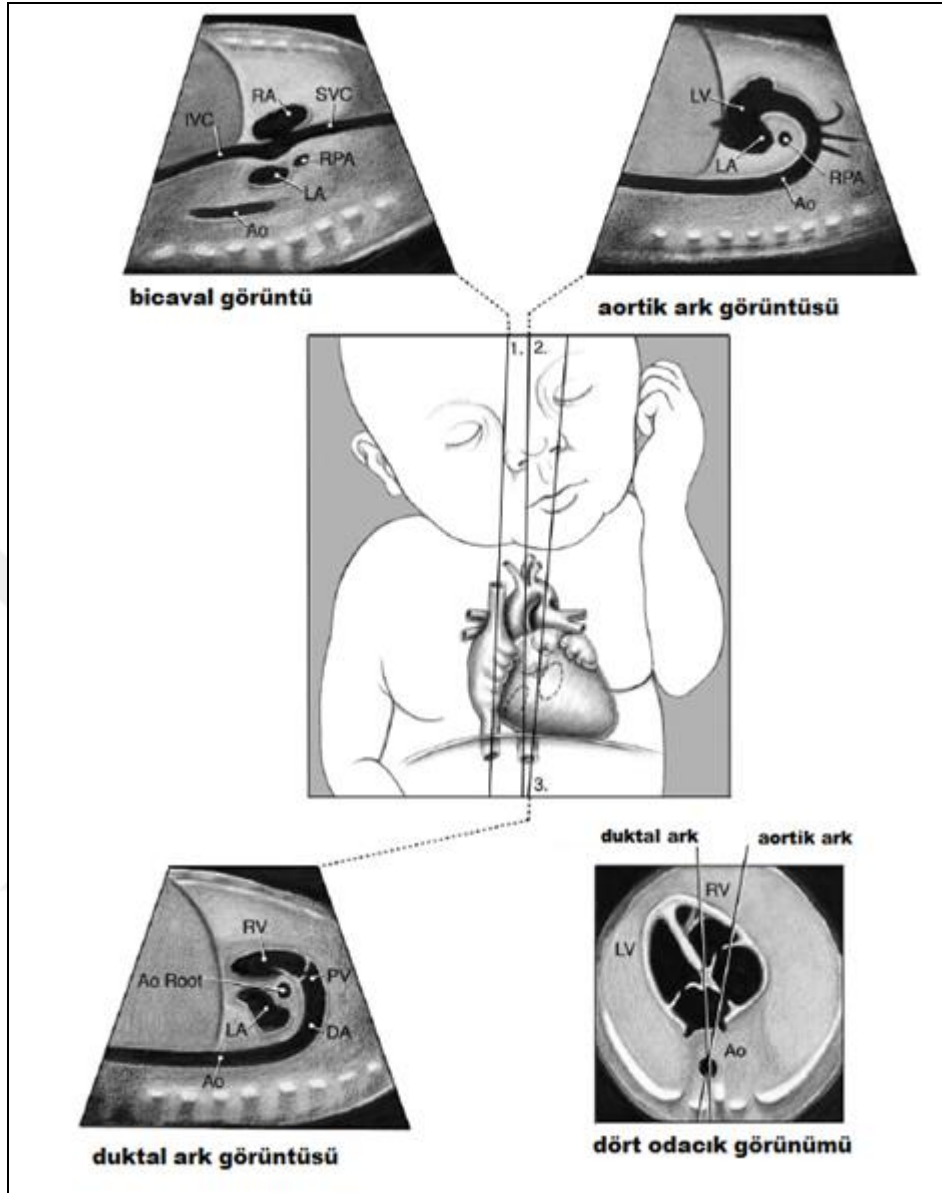
Şekil 2.16. Üç damar ve trakea görünümü. A: Transvers aortik ark, P: Pulmoner arter, S: VKS, SP: Vertebra, T:Trakea.



Şekil 2.17. Normal aortik ark. Sagittal görüntüde aortik arkın baston görünümü ve arkustan baş ve boyuna giden ana dallar izlenmektedir. AO: İnen aorta, I: İnnominat arter, LC: Sol ana karotid arter, LS: Sol subklavian arter.



Şekil 2.18. Normal duktal ark. Sagittal görüntüde aortu çevreleyen ve duktus arteriosusa katılan pulmoner arter izlenmektedir. Daha sonra duktus arteriosus inen aortaya (AO) katılmaktadır. A: Aorta, AO: İnen aorta, D: Duktus arteriosus, LA: Sol atrium, PA: Pulmoner arter.



Şekil 2.19. Sagittal planda VKS ve VKİ, aortik ark, duktal ark. (1) VKS ve VKİ, (2) aortik ark, (3) duktal ark. Duktal ark ile aortik ark arasındaki açı gebelikte 10-19° arasındadır (dört odacık görünümünde örneklendirilmiştir). Ao: İnen aorta, Ao root: Aort çıkımı, Desc Ao: İnen aorta, DA: Duktus arteriosus, IVC: Vena kava inferior, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, PA: Pulmoner arter, RA: Sağ atrium, RPA: Sağ pulmoner arter, RV: Sağ ventrikül, SVC: Vena kava superior.

Pulmoner arterin aortanın anteriorunda normal konumunda izlenmesi ile büyük arterlerin transpozisyonu, Fallot tetralojisi ve çift çıkışlı sağ ventrikül dışlanır.

Aorta ve pulmoner arter çaplarının birbirine yakın olması, Fallot tetralojisi, hipoplastik sol kalp, hipoplastik sağ kalp, trunkus arteriosus, pulmoner atrezi ve kesintili aortik arkı dışlar (24).

KKH, antenatal USG taramalarında en çok atlanılan lezyonlardan birisi olup saptanma oranı %4,5-75 arasında değişmektedir. Sonografik incelemenin taramayı yapan kişinin tecrübesine bağlı olması saptanma oranının bu kadar geniş bir aralıkta olmasının en büyük nedenidir (3,4).

Dört odacık görünümünün, üç damar çıkışı ile birlikte değerlendirilmesi konjenital kalp hastalıklarının saptanma oranını arttırmaktadır. The American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) ve International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) rutin kardiyak incelemede dört odacık görünümü ile beraber çıkış yollarının da değerlendirilmesini önermektedir. (25,26,27)

Dört odacık görünümüne her iki ventrikül çıkış yolu ve büyük damarların görüntülenmesi de eklenirse major konjenital kalp hastalıklarını saptama oranı tecrübeli ellerde %95'e kadar çıkabilir. Bununla birlikte tarama için kullanılan teknolojik imkanların kısıtlı olması, anlık ve sınırlı görüntünün kullanılması, fetal kalp görüntüleme deneyimi ve eğitiminin eksikliği, prenatal tanının öneminin göz ardı edilmesi saptama oranlarını kısıtlamaktadır. Bazı minör anomaliler çok tecrübeli ellerde bile atlanabilir (28).

Ciddi kardiyak yapısal anomaliler yeterince erken haftalarda tanınırsa gebeliğin sonlandırılması düşünülebilir. Ayrıca, risk altındaki bir fetusta normal kardiyak anatomi ve fonksiyonun gösterilebildiği durumlarda ebeveynlere ciddi psikolojik rahatlama sağlamak da mümkündür.

Fetal kalbin sonografik değerlendirilmesi; doğumun şekli, doğumun yapılacağı yer, gebeliğe devam kararı, intrauterin tedavi (doğum sonrası duktusun açıklığını sağlayacak preoperatif prostoglandin infüzyonu gibi), doğum sırasında ve sonrasında gerekli tedavilerin planlanması, yenidoğan yoğunbakım desteğinin sağlanması gibi birçok konuda karar verme aşamasında yardımcı olmaktadır (29).

Yapılan çalışmalarda özellikle büyük arterlerin transpozisyonu, hipoplastik sol kalp ve aort koarktasyonu gibi konjenital kalp hastalıklarının intrauterin tanının prognoz açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Başarılı intrauterin tedaviler ile sağkalım oranı arttırılabilir (30) .

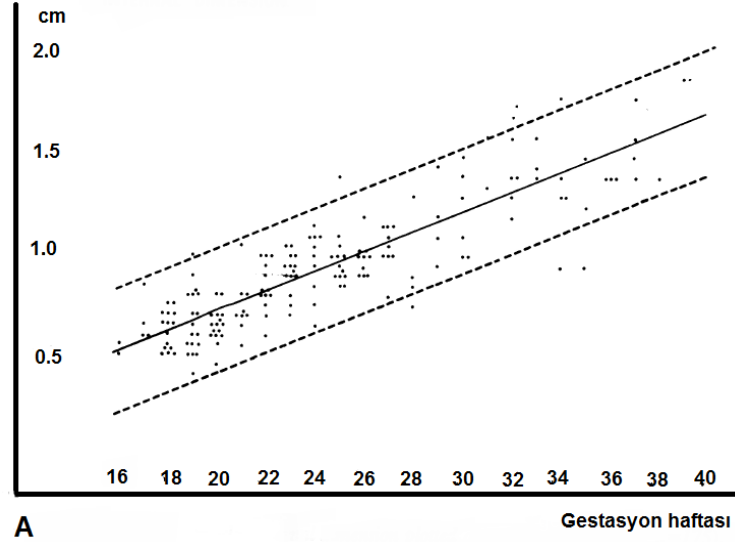
2.4. Fetal Ekokardiyografi

Fetal ekokardiyografi en iyi 18-22. gebelik haftalarında yapılır (31). Fetal ekokardiyografi için yaygın endikasyonlar Çizelge 2.1’de verilmiştir. Fetal iskeletin ilerleyen ossifikasyonu, göreceli olarak azalmış amnion sıvı miktarı ve fetal pozisyonun uygun olmaması nedeniyle 22. haftadan sonra inceleme optimal olmayabilir. Kalbin küçüklüğü nedeniyle 18. haftadan önce rezolüsyon sınırlıdır. Ancak, bazı olgularda transvajinal USG ile fetal kalpin ilk trimester incelemesi 11-14 hafta arası gibi erken bir dönemde yapılabilir (32,33). Bu şekilde yapılması mümkün olsa bile, ilk trimester fetal ekokardiyografi kısıtlı bir incelemedir ve ikinci trimester değerlendirmesinin yerini alacak bir tetkik olmaktan ziyade tamamlayıcı niteliktedir.

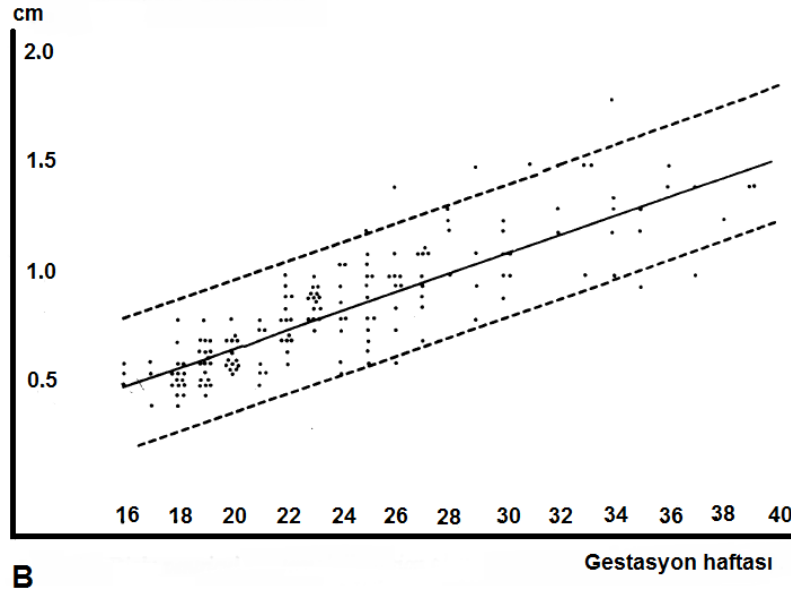
Çizelge 2.1. Fetal ekokardiyografi endikasyonları.

Fetal Ekokardiyografi İçin Yaygın Endikasyonlar
Tarama sonografisinde anormal kardiyak bulgular
Hidrops fetalis
Polihidramnion
Fetal aritmi
Kromozom anomalileri
Fetal kalp dışı anomaliler
Aile öyküsü (KKH, KKH ile ilişkili sendromlar)
Maternal hastalık (diyabet, kollajen vasküler hastalık, fenilketonüri gibi)
Teratojen alımı
İlk trimesterde artmış “nuchal translucency”
Intrauterin tedaviye cevabın izlemi
Dekompanseasyon riski olan fetusün takibi

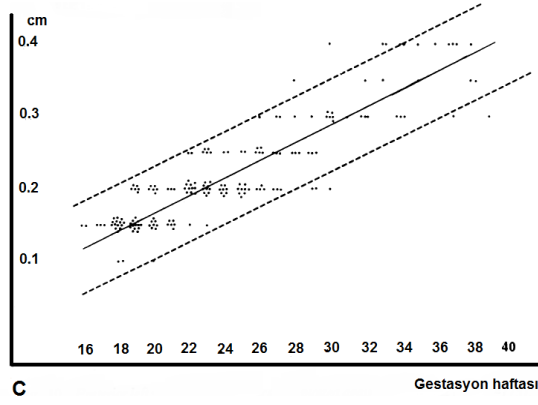
Fetal ekokardiyografi değerlendirmesinde kullanılan atrium ve ventrikül genişlikleri ile septum kalınlıklarının normal değerleri Allen ve ark. tarafından yayınlanmıştır (şekil 2.20) (34). Cartier ve ark. ise, bu verilere ek olarak PA ve aort kökünün çaplarını gestasyonel haftaya göre belirtmişlerdir (şekil 2.21) (15.).



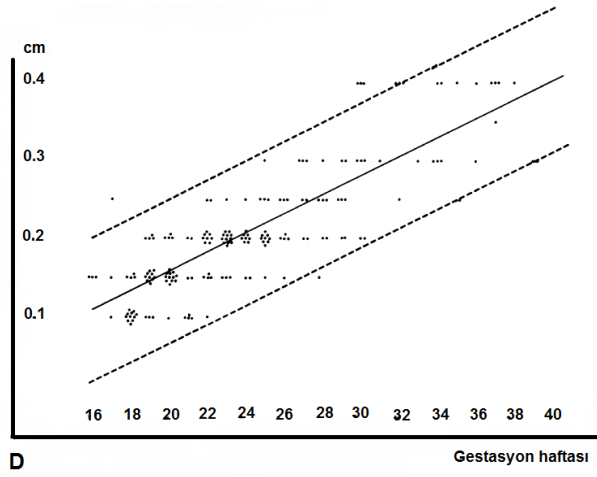
şekil 2.20.A. Gebelik haftasına göre sol ventrikül genişliği. $y=0.049x-0.262$.



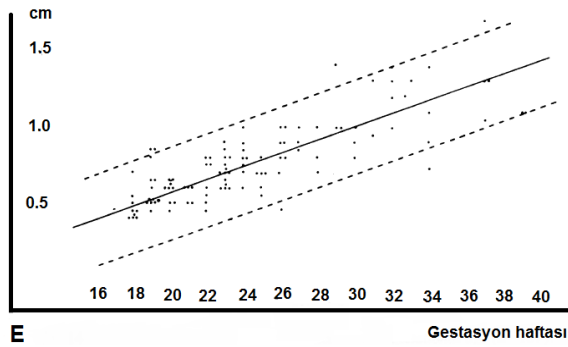
şekil 2.20.B. Gebelik haftasına göre sağ ventrikül genişliği. $y=0.045x-0.228$.



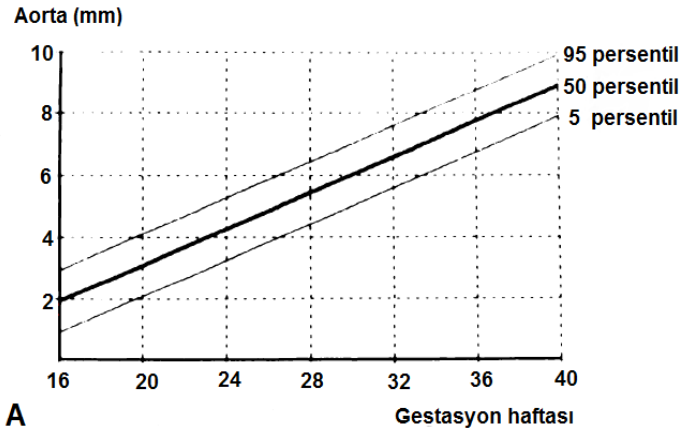
Şekil 2.20.C. Gebelik haftasına göre sol ventrikül posterior duvar kalınlığı.
 $y=0.012x-0.063$.



Şekil 2.20.D. Gebelik haftasına göre septum kalınlığı. $y=0.012x-0.088$.



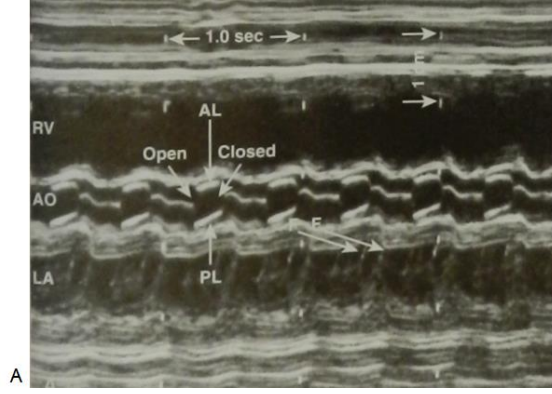
Şekil 2.20.E. Gebelik haftasına göre sol atrium genişliği.



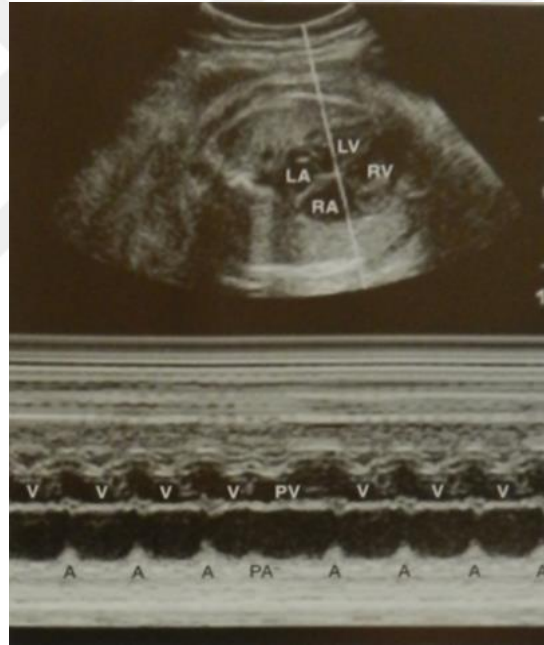
Şekil 2.21: Gebelik haftasına göre PA ve aort kökü çapları. **A:** Gebelik haftasına göre aort kökü çapı **B:** Gebelik haftasına göre PA çapı. PA: Pulmoner arter.

M-mod ekokardiyografi, 2D gri skala USG görüntüsünde belirlenen bir çizgi üzerindeki hareketin iki boyutlu görüntülerini sağlar. Kalp hızı, odacıkların boyutları, duvar kalınlığı ve duvar hareketlerinin değerlendirilmesinde kullanışlıdır (Şekil 2.22). Atrium ve ventriküllerden geçen eş zamanlı bir görüntüleme aritmilerin tanısında yardımcıdır (Şekil 2.23). (35)

Normalde fetal kalp atımı 140-160 atım/dk arasındadır. 180 atım/dk üzerinde taşikardi, 100 atım/dk altında bradikardi kabul edilir.

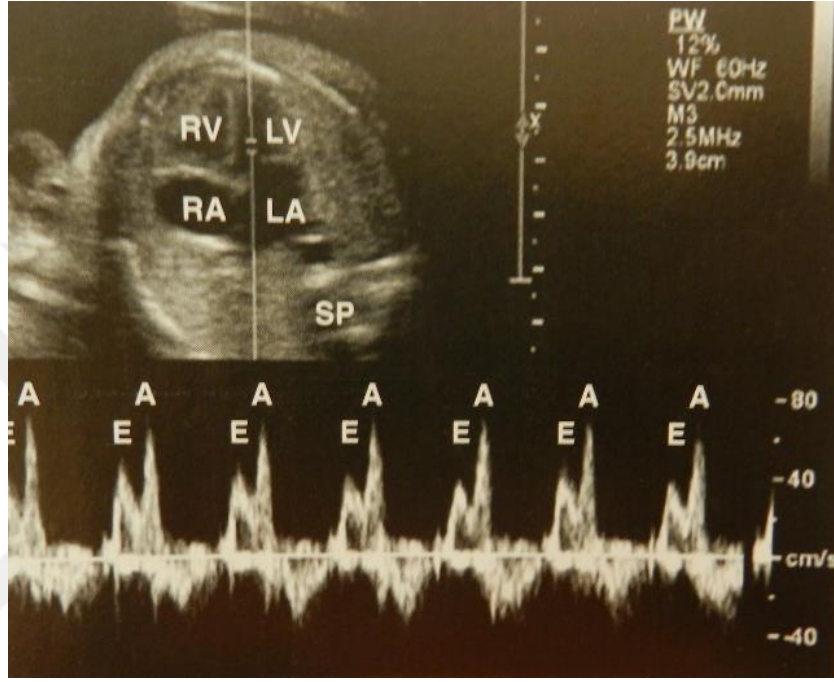


Şekil 2.22. M-mod ekokardiyografi. M-mod görüntü aort kapağının açılmasını ve kapanmasını göstermektedir. Foraminal flep sol atriumun içine doğru açılırken görülebilir. AL: Aort kapağının anterior yaprağı, AO: Aort kapağı, LA: Sol atrium, PL: Aort kapağının posterior yaprağı, RV: Sağ ventrikül.



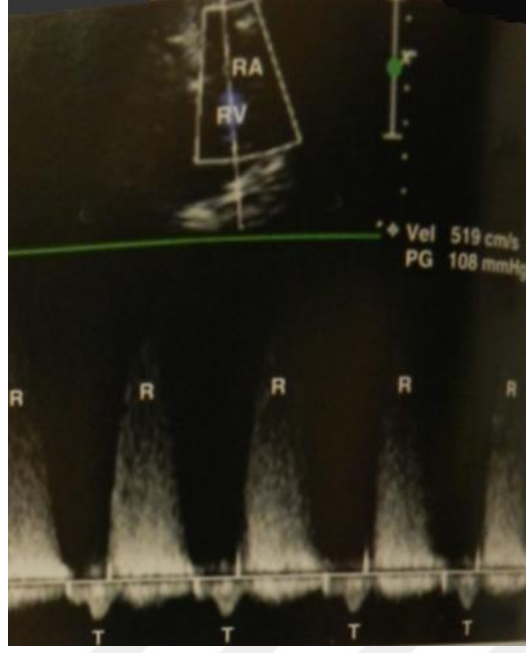
Şekil 2.23. M-mod ekokardiyografinin kullanımı. M-mod görüntülerin alınacağı çizgi sol ventrikül ve sağ atriuma yerleştirilir. Bu görüntüde, M-mod trasesi prematüre atrial kontraksiyonu takiben normal atrial atımları göstermektedir. Her atrial atım ve prematüre atrial kontraksiyondan sonra prematüre ve normal ventriküler atımlar izlenmektedir. A: Atrial kontraksiyon, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, PA: Prematüre atrial kontraksiyon, PV: Prematüre ventriküler kontraksiyon, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül, V: Ventriküler kontraksiyon.

Spektral Doppler ultrasonografi değerlendirmesi akım hızı veya kapakları değerlendirmek amacıyla kullanılabilir (Şekil 2.24, Şekil 2.25). Kan akım hızındaki değişimler yapısal veya fonksiyonel kardiyak bozuklukları yansıtabilir. Spektral Doppler USG aritmilerin ve yapısal bozuklukların fonksiyonel önemini değerlendirmede faydalıdır.

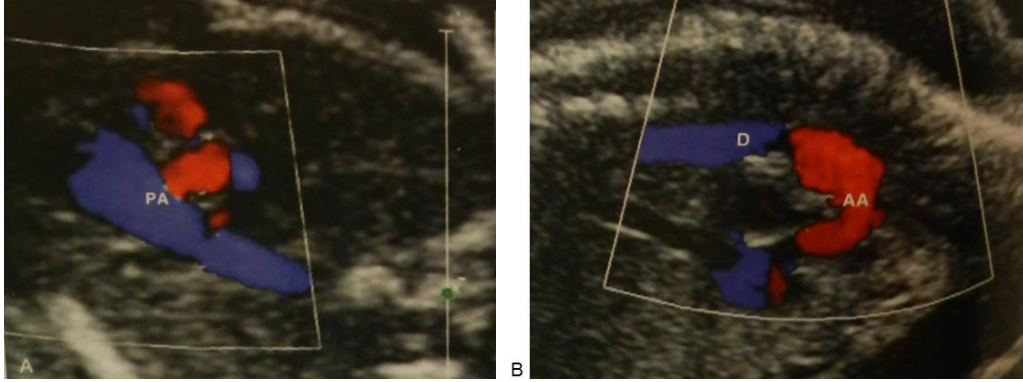


Şekil 2.24. Normal mitral kapağı incelemek için kullanılan spektral Doppler USG. Spektral Doppler örneklem aralığı sol ventrikül içerisindeki mitral kapağın distaline yerleştirilir. Normal mitral kapak dalga formu “baseline” üzerindedir ve normal erken diastolik dalga ve atrial kontraksiyon dalga noktaları gösterir. A: Atrial kontraksiyon, E: Erken diastolik dalga, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül, SP: Vertebra.

Renkli Doppler USG kalp ve büyük damarların akımlarının hızlı bir değerlendirmesine (Şekil 2.26) imkan tanırken yapısal ve fonksiyonel bozuklukları daha hızlı bir şekilde karakterize etmemizi sağlar, böylece fetal ekokardiyografinin doğruluğunu artırır. Örneğin, kapak darlıkları renkli Doppler USG ile kolaylıkla gösterilebilir. (36,37)



Şekil 2.25. Triküspid yetmezliği. Spektral Doppler örneklem aralığı sağ atrium içerisindeki triküspid kapağın proksimaline yerleştirilir. Yetmezlik akımı “baseline” üzerinde izlenebilir. R: Yetmezlik akımı, RA: Sağ atrium.

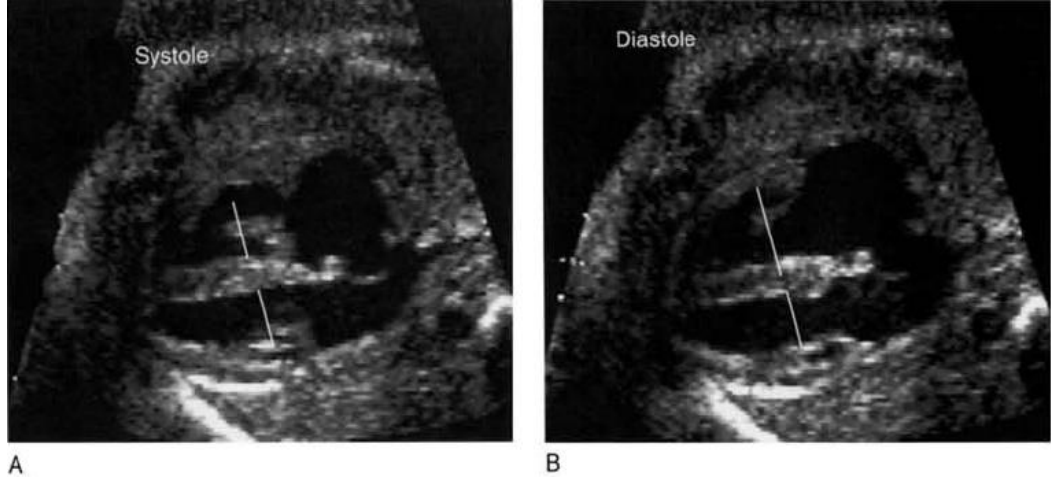


Şekil 2.26. Normal kan akımını değerlendirmek için renkli Doppler USG’nin kullanımı. **A:** Renkli Doppler USG’de normal kan akımı pulmoner arter boyunca izlenmektedir. **B:** Aortik ark ve inen aorta boyunca normal kan akımını değerlendirmek için yapılan renkli Doppler USG. Akım inen aorta boyunca devam etmektedir. İmajın ortasındaki 0 derecelik açıya bağlı artefakt oluşmakta, daralma görünümü ortaya çıkmakta ve akım rengi kırmızıdan maviye dönüşmektedir. AA: Aortik ark, D: İnen aorta, PA: Pulmoner arter.

İki ve üç boyutlu teknolojilerin fetal ekokardiyografiye uygulanmasına yönelik ilgi devam etmektedir. Bu teknolojiler artık ultrasonografi ekipmanlarının üzerinde bulunmakta ve 2D ekokardiyografinin doğru bir şekilde yapılması ve yorumlanması büyük tecrübe gerektirmektedir. Fetal kalpte 3D/4D teknolojilerin uygulanmasında en büyük engel, imajları elde etme zamanının uzunluğu ve “kardiyak gating” ihtiyacıdır. Ancak, son teknolojik gelişmeler neredeyse eş zamanlı incelemelere olanak vermektedir. Şu anki 3D teknikleri kullanılan ekipmanın tipine bağlıdır ve uzaysal-temporal imaj korelasyonu (STIC), multiplanar rekonstrüksiyon, doku Doppler gating ve inversiyon modu gibi çeşitli teknikler mevcuttur (38,39). Ancak, bu teknolojilerle ilgili fetusün hareket artefaktları, üreticiye bağlı ekipman kısıtlılıkları ve işlenmiş imajlardaki azalmış rezolüsyon gibi değişik sınırlamalara bağlı olarak 3D fetal ekokardiyografi, her zaman 2D USG'yi tamamlayıcı olarak kullanılmalıdır.

2.5. Fetal Kalbin Fonksiyonel Değerlendirmesi

Fetal kalbin fonksiyonu değerlendirileceği zaman sistolik ve diastolik parametreler göz önüne alınmalıdır. Fetal ventriküler sistolik fonksiyonu değerlendirmek amacıyla ventriküler kısalma fraksiyonu hesaplanır (Şekil 2.27). Bunun için her iki ventrikülde AV kapakların alt seviyesinde, interventriküler septumun endokardiyal yüzeyi ile sağ ya da sol ventrikül serbest duvarının endokardiyal yüzeyi arasındaki mesafe sistol sonu ve diastol sonunda ölçülür. Bu ölçümler iki boyutlu görüntülerle ya da M-mod görüntülerle yapılabilir. Her iki ventrikül için ikinci trimestrden doğuma kadar kısalma fraksiyonunun normal değeri $\%34\pm4$ olarak hesaplanmıştır (40).



Şekil 2.27. Ventriküler kısalma fraksiyonu. **A:** Sistolde sağ ve sol ventrikül ölçümleri **B:** Diastolde sağ ve sol ventrikül ölçümleri

3. GEREÇLER VE YÖNTEM

Çalışmamızın amacı rutin ikinci trimestr obstetrik USG için bölümümüze yönlendirilen sağlıklı fetusların kardiyak morfolojik parametrelerinin nomogramlarını çıkarmaktır.

3.1. Çalışma Tasarımı

Aralık 2015-Haziran 2016 tarihleri arasında ikinci trimestr obstetrik organ taraması amacıyla bölümümüze gönderilen ardışık 371 gebe prospektif olarak değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen fetuslara detaylı kardiyak USG yapıldı. Dört odacık kesitinde diastole sırasında sağ ventrikül genişliği (RVw), sol ventrikül genişliği (LVw), sağ atrium genişliği (RAw), sol atrium genişliği (LAW), sağ ventrikül duvar kalınlığı (RVt), sol ventrikül duvar kalınlığı (LVt), sağ ve sol ventrikül genişlikleri oranı (VGO), sağ ve sol atrium genişlikleri oranı (AGO), sağ ve sol ventrikül duvar kalınlıkları oranı (VKO), kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oran (KTO) ölçümleri alındı. Bu parametrelerin nomogramları elde edildi. Çalışma, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından 13.05.2015 tarih ve 228 sayılı karar ile onaylanmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Çalışmaya Aralık 2015-Haziran 2016 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'na rutin ikinci trimestr obstetrik organ taraması için yönlendirilen gebeler dahil edilmiştir. Şu durumlar çalışma dışı bırakılmıştır:

- a) 20 haftadan küçük ya da 24 haftadan büyük gebelikler,
- b) Çoğul gebelikler,
- c) Kardiyak anomalisi olan fetuslar,
- d) Ailede ya da önceki gebeliklerde kardiyak anomali öyküsü olan fetuslar,
- e) Maternal ya da gestasyonel diabeti olan gebeler,
- f) Organ taraması sırasında patoloji saptanan fetuslar,

g) Fetal kalbin lokalizasyonu, mide ile aynı tarafta olup olmadığı, aksı, pozisyonu ve ritmi rutin tarama sırasında değerlendirilirken patoloji saptanan fetuslar.

Çalışma başlangıcında değerlendirilen 371 gebede 379 fetus mevcuttu (altı ikiz, bir üçüz gebelik). Çeşitli nedenlerle 90 gebede 98 fetus çalışma dışı bırakıldı (Çizelge 3.1). Sonuç olarak 281 gebede 281 fetus çalışmaya dahil edildi.

Çizelge 3.1. Çalışma dışı bırakılan olgular. Bazı olgularda aşağıda belirtilen patolojilerden birden fazlası bir arada izlenmiştir.

	n
Aile öyküsü	7
Kardeşte kardiyak patoloji	3
VSD	2
ASD	1
Babada kardiyak patoloji	1
Maternal pregestasyonel diabet	2
Gebelikte ilaç kullanım öyküsü (asetaminofen)	1
Anormal üçlü test sonuçları	1
Kardiyak anomali saptanan fetus	4
Ekojen kardiyak fokus	4
Ekstrakardiyak patoloji saptanan fetus	45
Renal patoloji	26
Santral sinir sistemi patolojisi	6
Kemiklerde patoloji	5
Adrenal patoloji (adrenal hiperplazi)	1
İntrauterin gelişme geriliği ya da ölçüm uyumsuzluğu	6
Vasküler patoloji (umbilikal ven anevrizması)	1
Oligohidramnion	5
Çoğul gebelik (6 ikiz, 1 üçüz)	7
20 haftadan küçük gebelik	6
24 haftadan büyük gebelik	15
Toplam	90 gebede 98 fetus

3.3. Ultrasonografik İnceleme

Obstetrik tarama sonografisi transabdominal olarak Toshiba S-80 Aplio (Tokyo, Japonya) 1,5-6 MHz multifrekans konveks prob kullanılarak yapıldı.

Normal fetuslarda kardiyak inceleme sırasında dört odacık görünümü elde edildi ve görüntü cihazın izin verdiği ölçüde yakınlştırıldı. Görüntülerin durdurulup geriye alınması ile sistol ve diastolde dört odacığı gösteren statik görüntüler ve sistol ile diastolü net değerdirebilmek amacıyla en azından 5 saniyelik sine görüntüler kaydedildi. Kalbin en geniş olduğı görüntüler diastol; kontrakte olarak en dar hale geldiğı görüntüler ise sistol kabul edilmiştir.

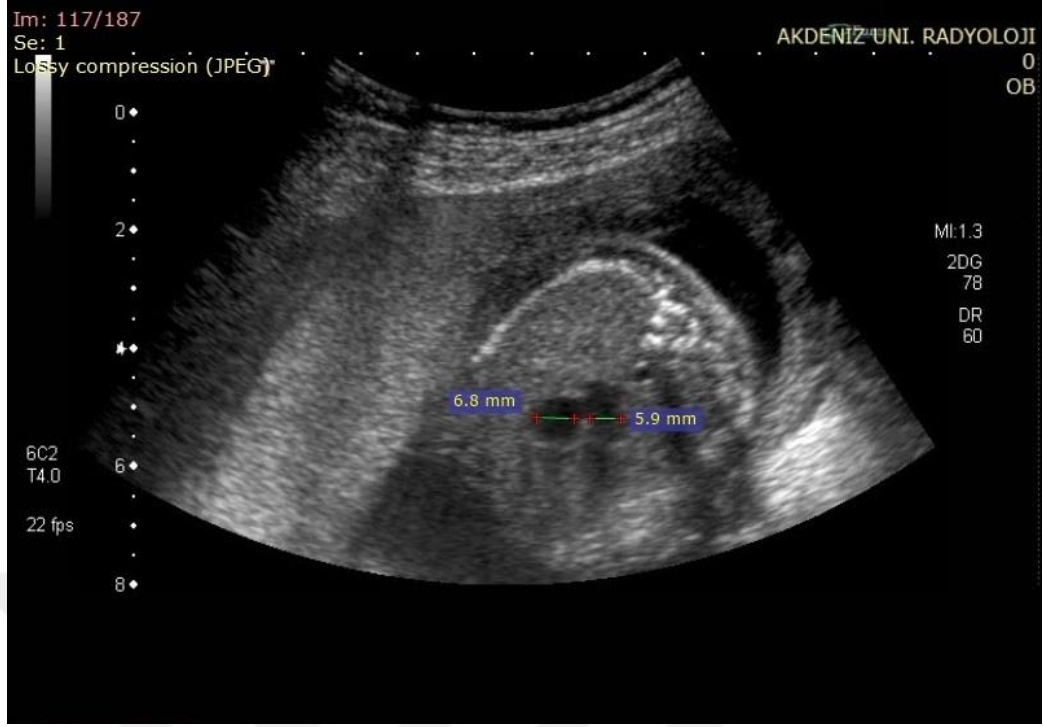
Elde edilen sine görüntüler Windows 8.1 (Microsoft, Washington, ABD) işletim sistemi kullanan bir bilgisayara DICOM formatında aktarıldıktan sonra RadiAnt DICOM Viewer 64-bit v3.2.2.12895 (Medixant, Poznan, Polonya) ya da Sante DICOM Viewer 64-bit v9.0.4 (Santesoft, Atina, Yunanistan) ile açılmış ve ölçümler alınmıştır.

3.4. Ölçümlerin Yapılması

Çalışmamızda, nomogramlarını çıkarmak amacıyla RVw, LVw, RAw, LAw, RVt, LVt, kalp çevresi ve toraks çevresi ölçülmüştür. Ayrıca, ilgili değerlerin birbirine bölünmesiyle VGO, AGO, VKO ve KTO hesaplanmıştır.

3.4.1. Atrium Genişliklerinin ölçümü

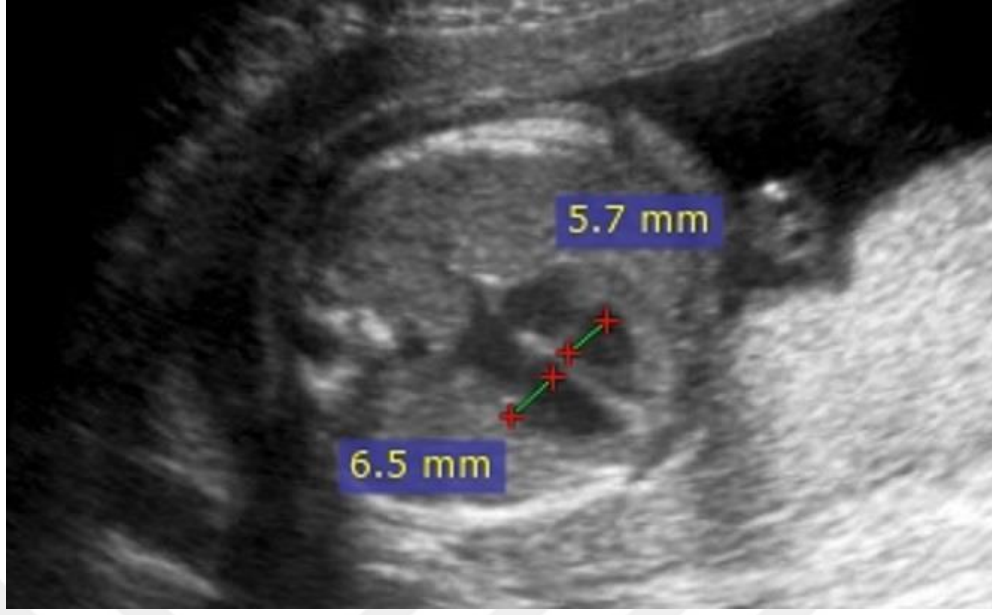
Her iki atrium genişliği, dört odacık görünümünde elde edilen sine görüntülerdeki sikluslar boyunca en geniş oldukları zamanda, içten içe ölçüldü. Ölçümler için artı şeklinde imleç kullanıldı ve imleç, artı işaretinin dikey kesimi atrium duvarının hemen iç kesiminde olacak ve duvar üstünde olmayacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.1) (5).



Şekil 3.1. Atrium genişliklerinin ölçümü. Sine görüntülerde kardiyak siklus boyunca atriumların en geniş olduğu görüntüde, atrium genişlikleri içten içe ölçülmüştür.

3.4.2. Ventrikül Genişliklerinin ölçümü

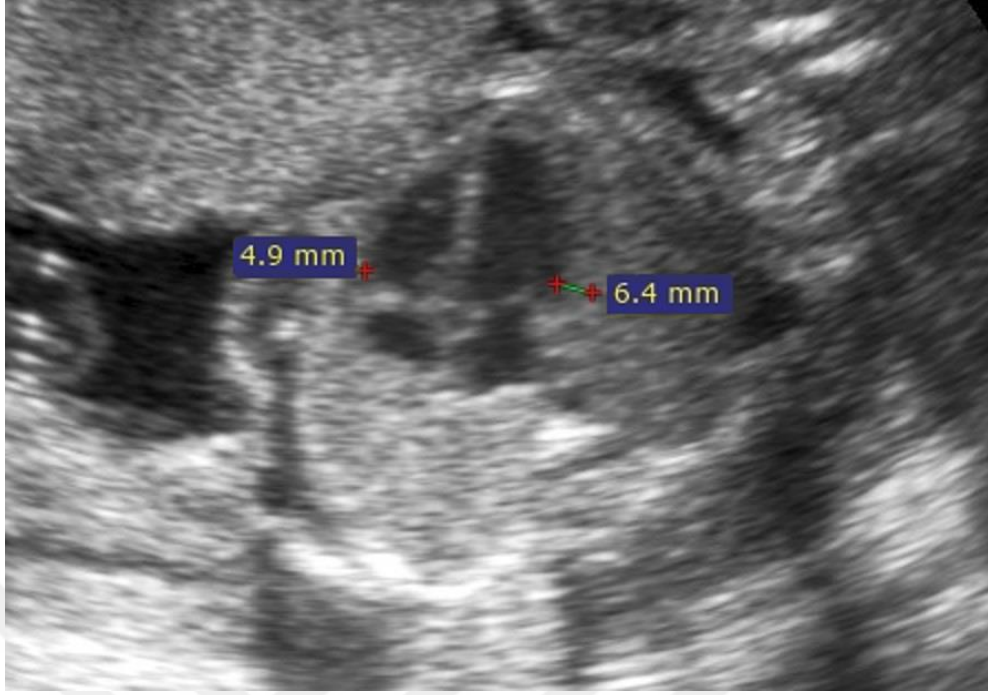
Her iki ventrikül genişliği, dört odacık görünümünde elde edilen sine görüntülerdeki diastol sırasında en geniş oldukları zamanda ölçüldü. Ölçüm, atrioventriküler kapakların hemen altından, içten içe olacak şekilde gerçekleştirildi. Ölçümler için artı şeklinde imleç kullanıldı ve imleç, artı işaretinin dikey kesimi ventrikül duvarının hemen iç kesiminde olacak ve duvar üstünde olmayacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.2) (5,8).



Şekil 3.2. Ventrikül genişliklerinin ölçümü. Sine görüntülerde kardiyak siklus boyunca ventriküllerine en geniş olduğu görüntüde, ventrikül genişlikleri içten içe ölçülmüştür.

3.4.3. Ventrikül Duvar Kalınlıklarının Ölçümü

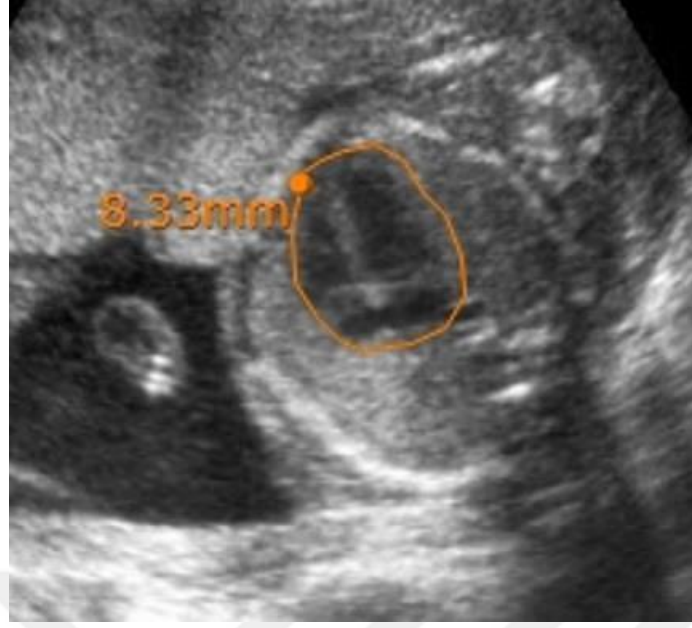
Her iki ventrikül duvar kalınlığı, dört odacık görünümünde elde edilen statik görüntüler ile sine görüntülerde, ventriküllerin en geniş çapa ulaştığı diastol sonu görüntülerde değerlendirildi. Ölçüm, sol ventrikül için mitral kapak, sağ ventrikül için triküspid kapağın hemen altından gerçekleştirildi. Ölçümler için artı şeklinde imleç kullanıldı ve imleç, artı işaretinin dikey kesimi ventrikül duvarının en iç (endokardiyal) ve en dış (epikardiyal) kesiminde, ventrikül duvarının üzerinde olacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.3) (41).



Şekil 3.3. Ventrikül duvar kalınlıklarının ölçümü. Sine görüntülerde kardiyak siklus boyunca ventriküllerine en geniş olduğu görüntüde, ventrikül duvar kalınlıkları endokardiyal yüzden epikardiyal yüze ölçülmüştür.

3.4.4 Fetal Kalp Çevresi Ölçümü

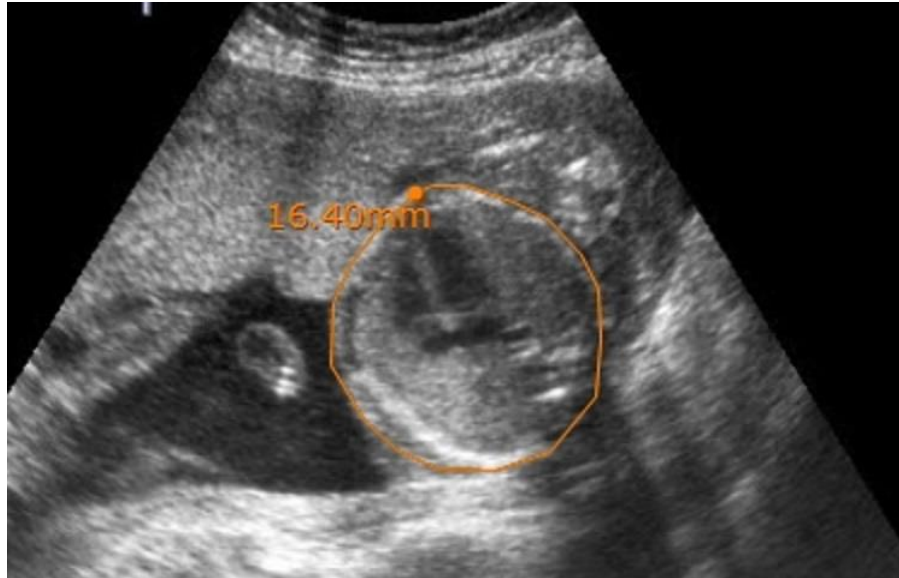
Fetal kalp çevresi, kalbin değerlendirildiği dört odacık görünümünün elde edildiği kesitte, diastol sonunda myokardın hemen dışından olacak şekilde el ile çizilerek ölçüldü (Şekil 3.4) (42).



Şekil 3.4. Fetal kalp çevresinin ölçümü. Sine görüntülerde kardiyak siklus boyunca ventriküllerine en geniş olduğu diastol sonu görüntüde ölçülmüştür.

3.4.5 Toraks Çevresi Ölçümü

Toraks çevresi, fetal kalp çevresinin ölçüldüğü görüntüde cildin hemen dışından, el ile çizilerek ölçüldü (Şekil 3.5) (43,44).



Şekil 3.5. Fetal toraks çevresinin ölçümü. Sine görüntülerde fetal kalp çevresinin ölçüldüğü ölçülmüştür.

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versiyon 15.0.0 (IBM, New York, ABD) paket programı kullanılarak yapıldı. Frekanslar yüzde olarak verildi. Sürekli verilerin karşılaştırmasında Student t testi, ikiden fazla grupta sürekli veri ortalamalarının karşılaştırılması için tek yönlü ANOVA kullanıldı. Nomogramların oluşturulması ve persantillerin belirlenmesi için lineer regresyon analizi yapıldı. Tüm istatistiksel değerlendirmelerde istatistiksel anlamlılık seviyesi $p<0.05$ olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Çalışmamıza 20-24. gebelik haftalarında olan 371 gebede 379 fetusun değerlendirmesi ile başlandı. 90 gebede 98 fetus değişik nedenlerle çalışma dışı bırakıldı. Sonuç olarak 281 fetus çalışmaya dahil edildi (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Olguların genel değerlendirmesi.

	n
Prenatal tarama sonografisi yapılan gebe	371
Prenatal tarama sonografisi yapılan fetus (altı ikiz, bir üçüz gebelik)	379
Çalışma dışı bırakılan fetus	98
Çalışmaya alınan fetus	281

Çalışma kapsamında değerlendirilen fetuslarda yalnızca 4 olguda ekojen kardiyak fokus saptanmış olup “ikinci trimester soft marker” olarak kabul edilmiştir. Bu olgularda doğumdan sonra patoloji ya da kromozom anomalisi saptanmamıştır. Bunun dışında olgularımızda kardiyak patoloji saptanmamıştır.

Çalışmaya dahil edilen 281 fetusun ortalama anne yaşı $30,5 \pm 6,2$ (minimum 18, maksimum 47, %95 güven aralığı 29,8-31,2) bulundu. Annelerin 130’u (%46,3) primipar, 151’i (%53,7) multipardı. Her bir gebelik haftasındaki olgu sayıları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Annelerin %71,5’i (n=201) 35 yaş altında, %28,5’i (n=80) ise 35 yaş ve üzeriydi.

Çizelge 4.2. Gebelik haftasına göre olgu sayıları.

Gebelik Haftası	Olgu Sayısı
20	40
21	118
22	86
23	27
24	10

Ölçülen parametrelerden RVw, LVw, RAw, LAw, RVt, LVt, kalp çevresi, toraks çevresi ölçümlerinde gebelik haftasına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (tüm parametreler için $p < 0,001$). Ayrıca, KTO değerlerinde de gebelik haftaları arasında farklılık bulunmuştur ($p = 0,024$). Ancak, VGO, AGO ve VKO oranına baktığımızda, bu değerler ile gebelik haftası arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmüş olup p değeri VGO için 0,958; AGO için 0,939 ve VKO için 0,433 bulundu. (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6). Gebelik haftasına göre bu değerlerin ortalama ve %95 güven aralıkları Şekil 4.1.A-L’de verilmiştir.



Çizelge 4.3. Gebelik haftasına göre sağ ventrikül genişliği, sol ventrikül genişliği ve bu değerlerin oranı. Ölçümler mm cinsinden verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede tek yönlü ANOVA kullanılmıştır. LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül.

		Ortalama	Standart Sapma	%95 güven aralığı		Minimum	Maksimum	p
				Alt sınır	Üst sınır			
RV genişliği	20	6,66	0,60	6,48	6,85	5,8	8,0	<0,001
	21	7,16	0,65	7,04	7,28	5,8	8,6	
	22	7,81	0,55	7,69	7,93	6,6	8,9	
	23	8,31	0,99	7,92	8,71	6,5	9,9	
	24	8,57	0,62	8,13	9,01	8,0	9,7	
LV genişliği	20	6,62	0,89	6,34	6,91	5,2	8,9	<0,001
	21	7,05	0,96	6,88	7,23	5,2	9,7	
	22	7,65	0,90	7,46	7,85	5,9	9,8	
	23	8,03	1,10	7,59	8,46	6,2	9,8	
	24	8,24	0,85	7,63	8,85	5,2	9,8	
RV/LV genişlik oranı	20	1,015	0,099	0,983	1,047	0,796	1,225	0,958
	21	1,025	0,102	1,007	1,044	0,806	1,264	
	22	1,027	0,103	1,005	1,049	0,774	1,247	
	23	1,030	0,084	0,997	1,063	0,889	1,162	
	24	1,036	0,097	0,967	1,106	0,891	1,240	

Çizelge 4.4. Gebelik haftasına göre sağ atrium genişliği, sol atrium genişliği ve bu değerlerin oranı. Ölçümler mm cinsinden verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede tek yönlü ANOVA kullanılmıştır. LV: Sol atrium, RV: Sağ atrium.

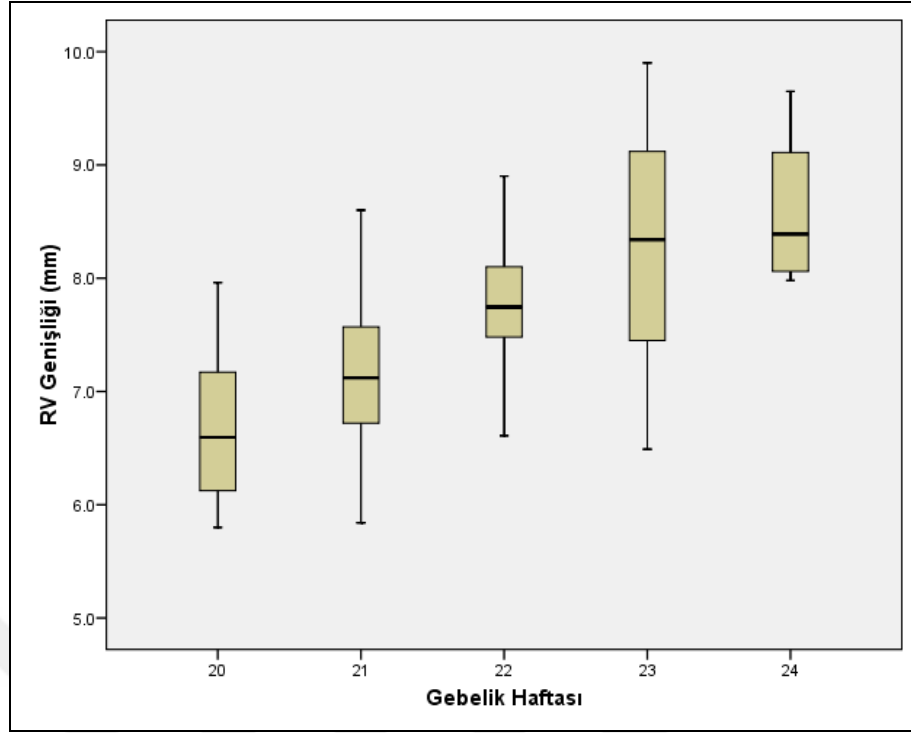
		Ortalama	Standart Sapma	%95 güven aralığı		Minimum	Maksimum	p
				Alt sınır	Üst sınır			
RA genişliği	20	7,56	1,55	7,07	8,06	5,3	11,6	<0,001
	21	8,26	1,52	7,98	8,53	4,5	12,9	
	22	8,79	1,96	8,37	9,21	6,0	14,9	
	23	9,18	2,13	8,34	10,03	5,1	16,8	
	24	9,08	1,00	7,64	10,51	5,8	12,6	
LA genişliği	20	6,95	0,96	6,64	7,26	5,2	8,9	<0,001
	21	7,56	1,20	7,34	7,78	4,5	10,4	
	22	7,97	1,06	7,74	8,20	5,4	10,3	
	23	8,54	1,06	8,12	8,95	6,2	11,0	
	24	8,12	1,47	7,07	9,17	5,9	10,7	
RA/LA genişlik oranı	20	1,087	0,155	1,038	1,137	0,876	1,636	0,939
	21	1,098	0,153	1,070	1,126	0,815	1,798	
	22	1,101	0,183	1,062	1,140	0,835	1,805	
	23	1,076	0,203	0,995	1,156	0,791	1,521	
	24	1,096	0,174	0,995	1,244	0,922	1,410	

Çizelge 4.5. Gebelik haftasına göre sağ ventrikül duvar kalınlığı, sol ventrikül duvar kalınlığı ve bu değerlerin oranı. Ölçümler mm cinsinden verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede tek yönlü ANOVA kullanılmıştır. LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül.

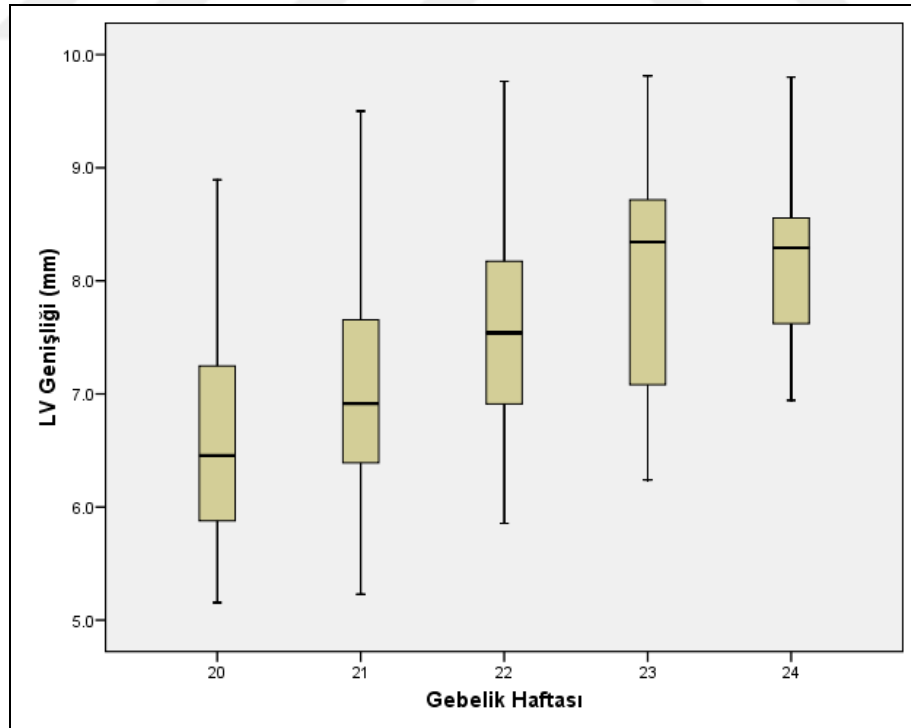
		Ortalama	Standart Sapma	%95 güven aralığı		Minimum	Maksimum	p
				Alt sınır	Üst sınır			
RV duvar kalınlığı	20	1,84	0,35	1,73	1,95	1,0	2,6	<0,001
	21	1,99	0,33	1,93	2,05	1,3	2,8	
	22	2,18	0,34	2,11	2,25	1,5	2,9	
	23	2,17	0,36	2,03	2,32	1,6	2,8	
	24	2,33	0,29	2,12	2,53	1,9	2,7	
LV duvar kalınlığı	20	1,87	0,35	1,76	1,98	1,2	2,8	<0,001
	21	1,91	0,33	1,85	1,97	1,1	2,8	
	22	2,02	0,35	1,95	2,10	1,2	2,8	
	23	2,11	0,34	1,98	2,25	1,2	2,8	
	24	2,34	0,37	2,08	2,60	1,8	2,8	
RV/LV duvar kalınlığı	20	1,020	0,288	0,928	1,112	0,558	1,836	0,433
	21	1,073	0,258	1,026	1,120	0,528	1,814	
	22	1,113	0,265	1,056	1,169	0,617	1,875	
	23	1,067	0,300	0,948	1,185	0,685	1,937	
	24	1,020	0,223	0,861	1,179	0,753	1,460	

Çizelge 4.6. Gebelik haftasına göre kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oran. Ölçümler mm cinsinden verilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede tek yönlü ANOVA kullanılmıştır.

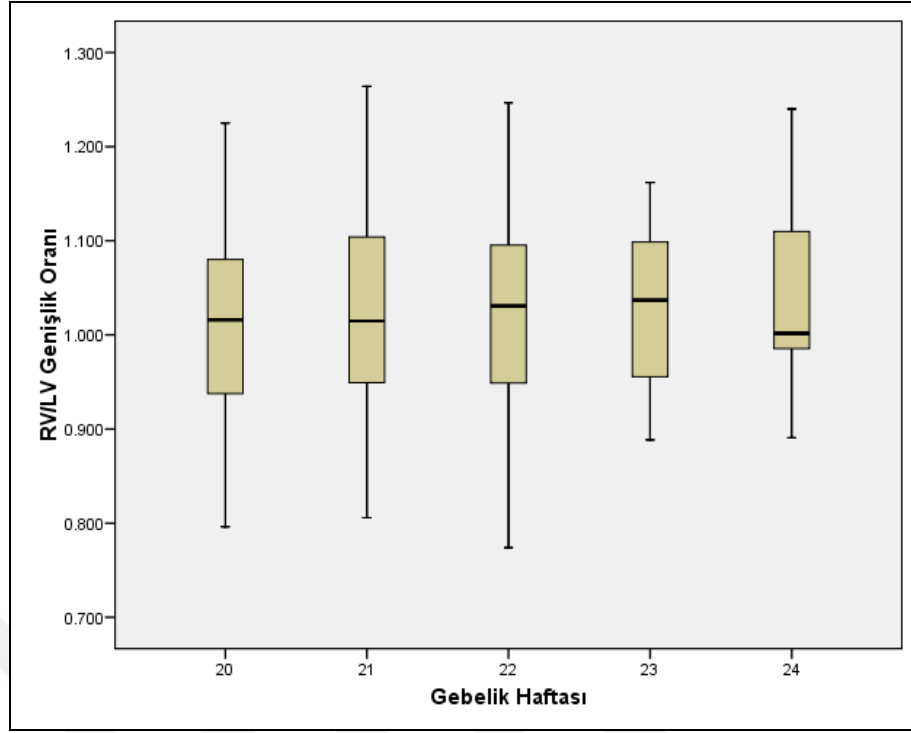
		Ortalama	Standart Sapma	%95 güven aralığı		Minimum	Maksimum	p
				Alt sınır	Üst sınır			
Kalp çevresi	20	69,68	4,63	68,20	71,16	60,7	82,1	<0,001
	21	73,52	4,66	72,67	74,37	62,9	85,9	
	22	77,70	3,82	76,88	78,52	65,7	85,9	
	23	83,16	4,99	81,19	85,13	73,8	91,2	
	24	87,99	5,37	84,15	91,84	79,9	98,4	
Toraks çevresi	20	152,62	10,88	149,14	156,10	131,1	177,7	<0,001
	21	160,08	10,63	158,14	162,02	135,3	188,6	
	22	169,17	9,30	167,17	171,16	144,7	193,0	
	23	180,27	14,01	174,72	185,81	161,5	208,6	
	24	187,36	11,85	178,89	195,84	169,5	212,5	
Kardiyotorasik oran	20	0,457	0,009	0,454	0,460	0,435	0,474	0,024
	21	0,460	0,012	0,457	0,462	0,430	0,491	
	22	0,460	0,011	0,457	0,462	0,431	0,492	
	23	0,462	0,014	0,457	0,467	0,432	0,493	
	24	0,470	0,006	0,466	0,474	0,461	0,480	



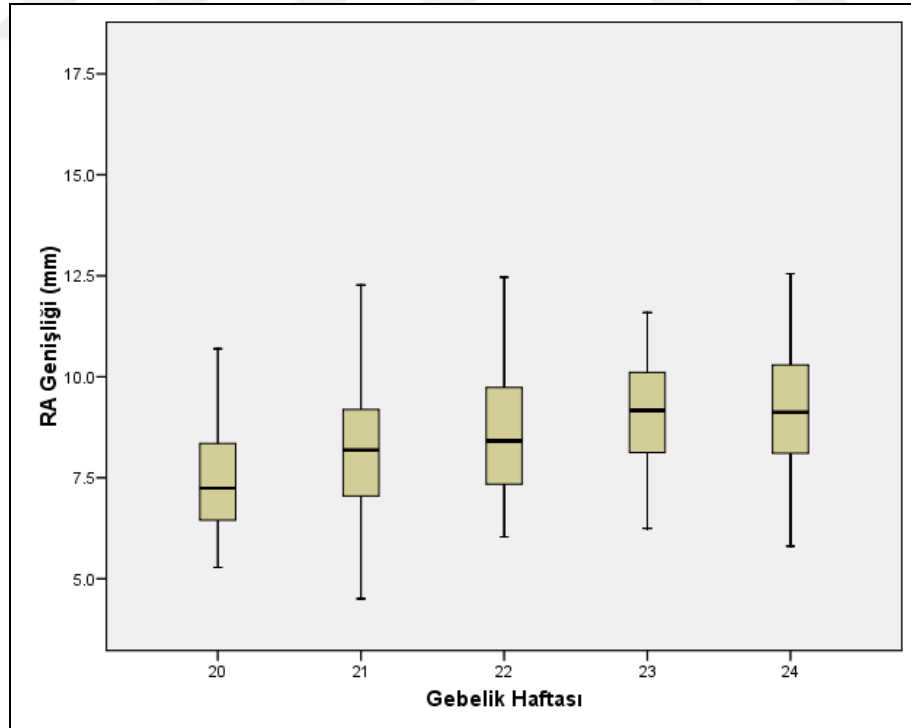
Şekil 4.1.A. Gebelik haftalarına göre sağ ventrikül genişlik değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$). RV: Sağ ventrikül.



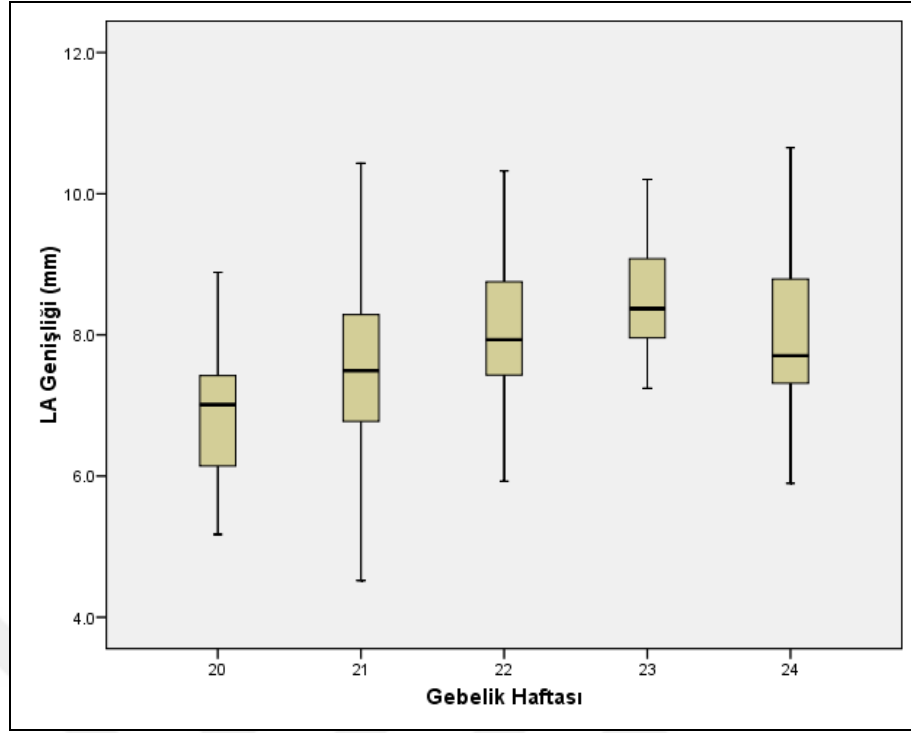
Şekil 4.1.B. Gebelik haftalarına göre sol ventrikül genişlik değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$). LV: Sol ventrikül.



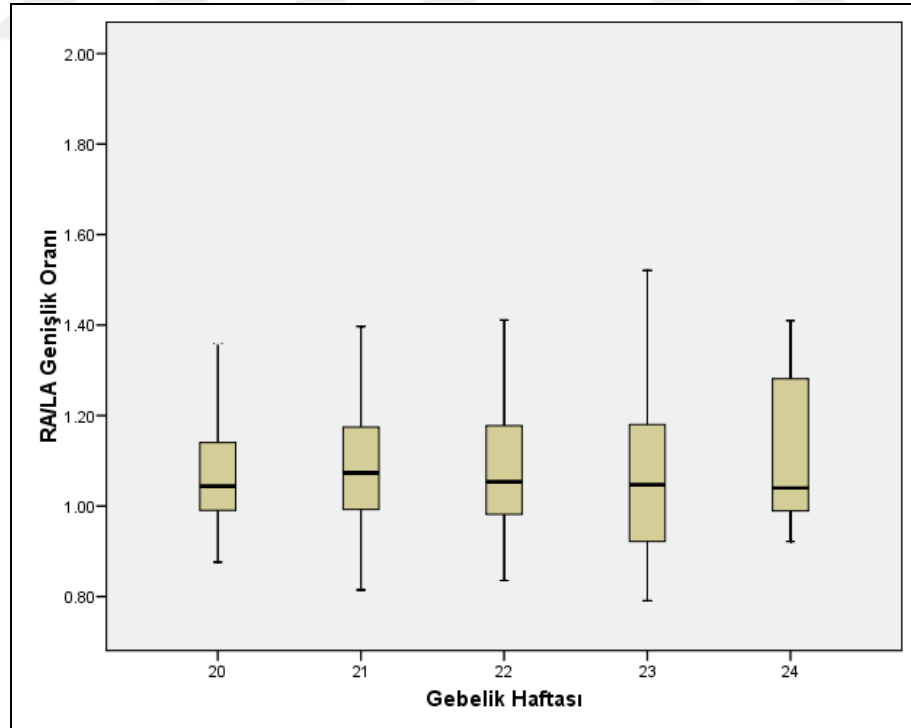
Şekil 4.1.C. Gebelik haftalarına göre sağ ve sol ventrikül genişliklerinin oranı (tek yönlü ANOVA ile $p=0,958$). LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül.



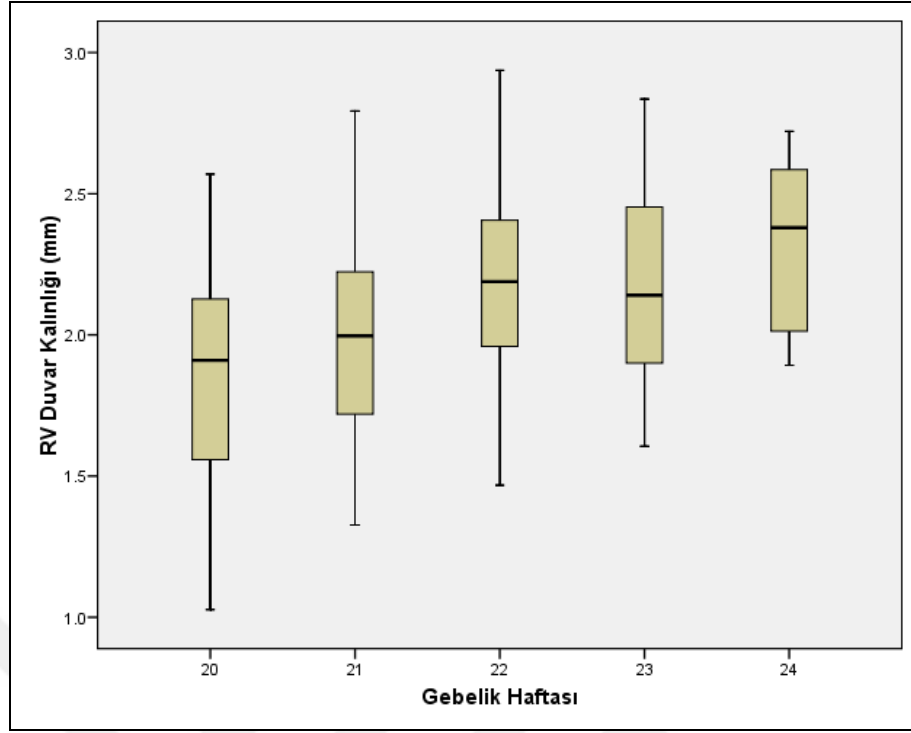
Şekil 4.1.D. Gebelik haftalarına göre sağ atrium genişlik değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$). RA: Sağ atrium.



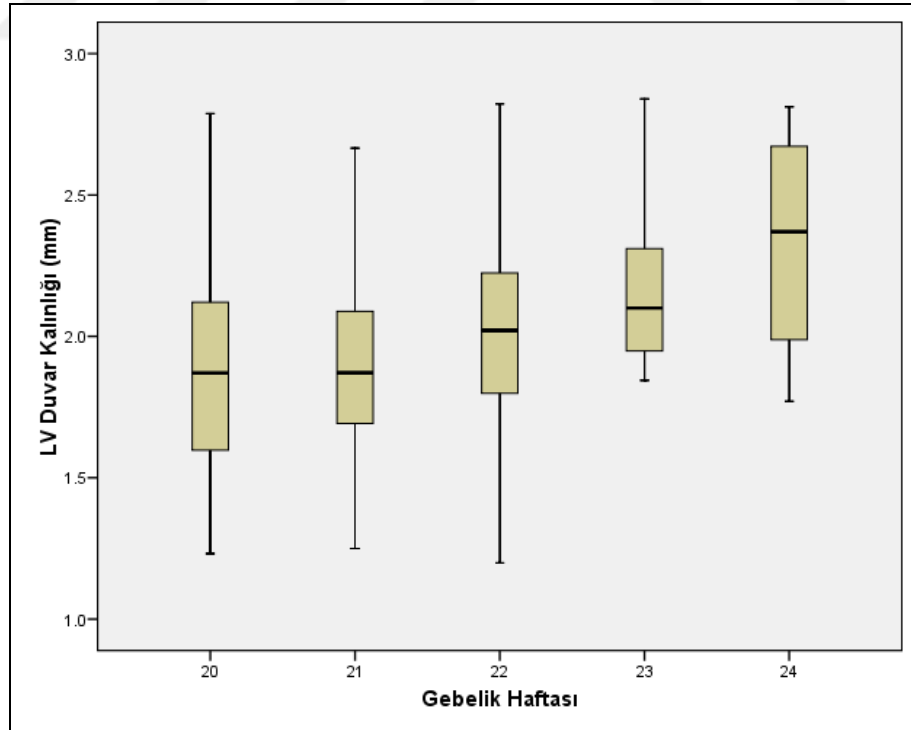
Şekil 4.1.E. Gebelik haftalarına göre sol atrium genişlik değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$). LA: Sol atrium.



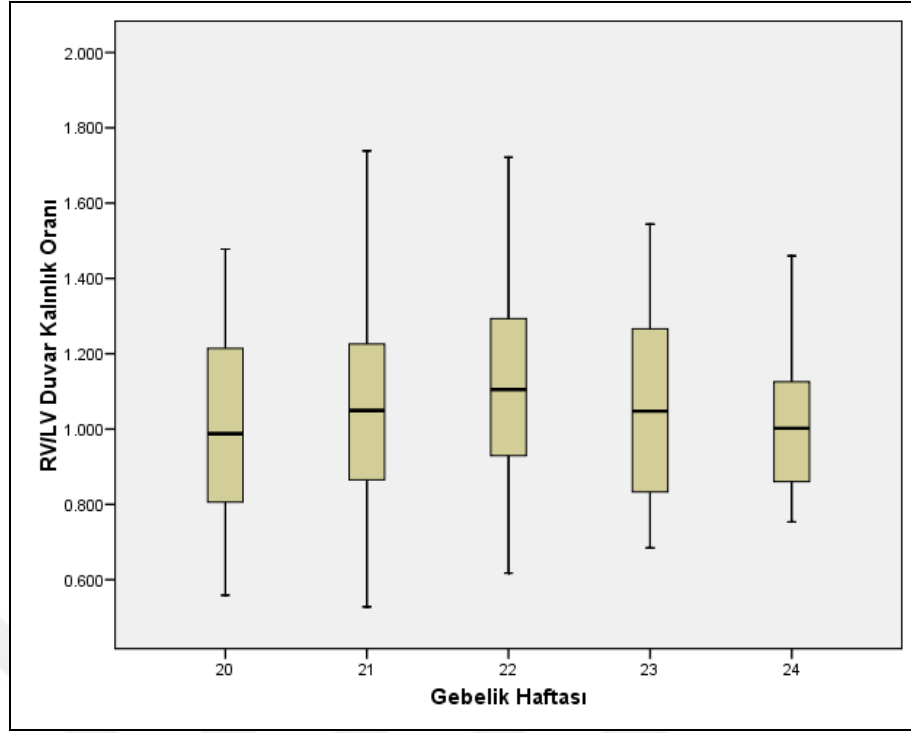
Şekil 4.1.F. Gebelik haftalarına göre sağ ve sol atrium genişliklerinin oranı (tek yönlü ANOVA ile $p=0,939$). LA: Sol atrium, RA: Sağ atrium.



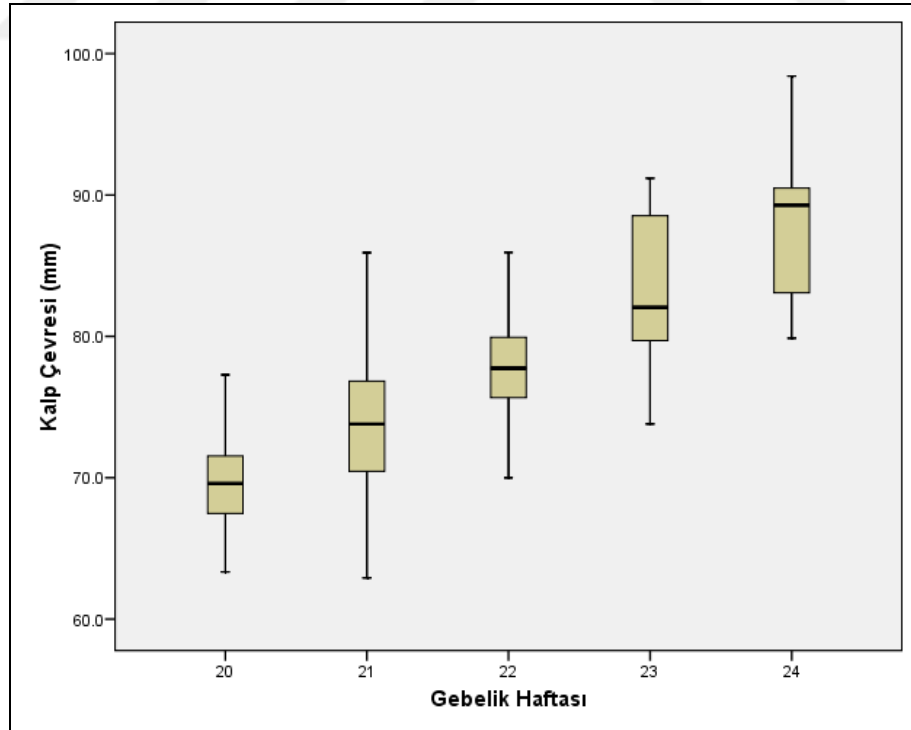
Şekil 4.1.G. Gebelik haftalarına göre sağ ventrikül duvar kalınlık değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$). RV: Sağ ventrikül.



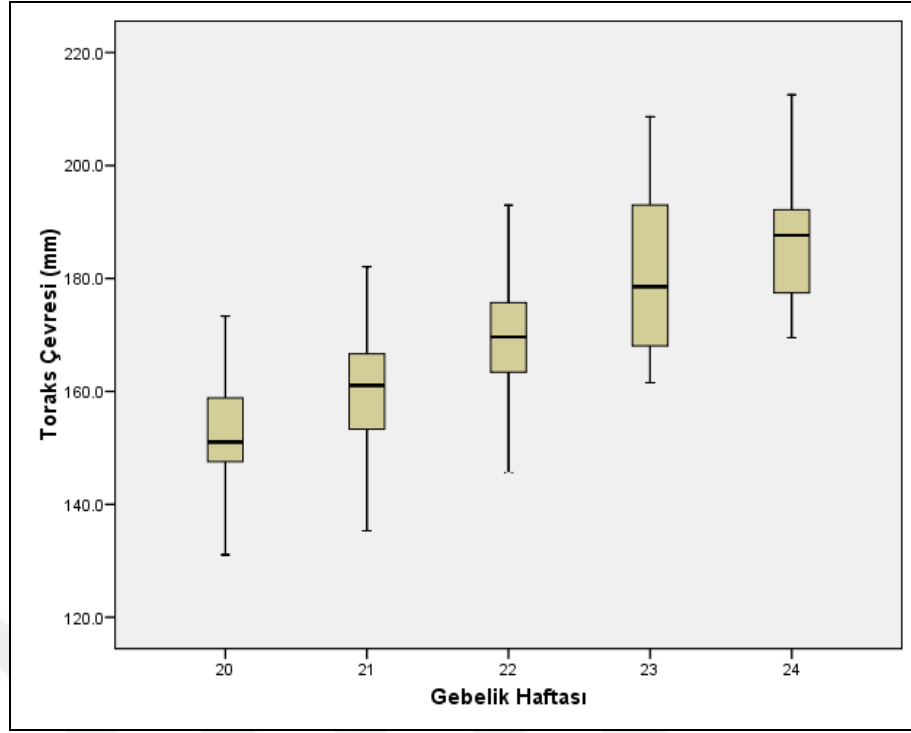
Şekil 4.1.H. Gebelik haftalarına göre sol ventrikül duvar kalınlık değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$). LV: Sol ventrikül.



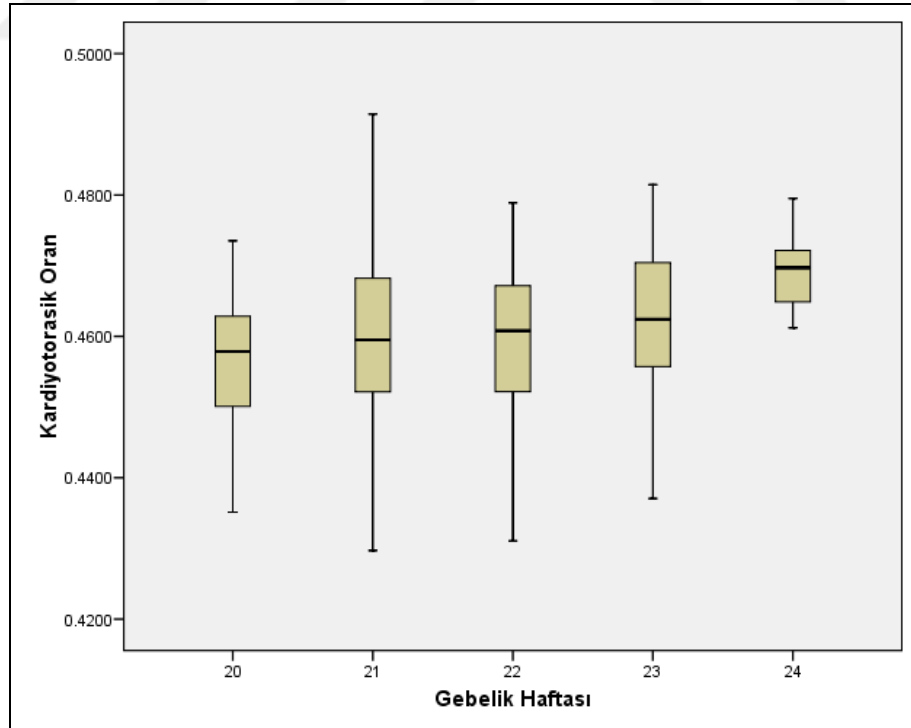
Şekil 4.1.I. Gebelik haftalarına göre sağ ve sol ventrikül duvar kalınlıklarının oranı (tek yönlü ANOVA ile $p=0,433$). LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül.



Şekil 4.1.J. Gebelik haftalarına göre kalp çevresi değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$).



Şekil 4.1.K. Gebelik haftalarına göre toraks çevresi değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p<0,001$).

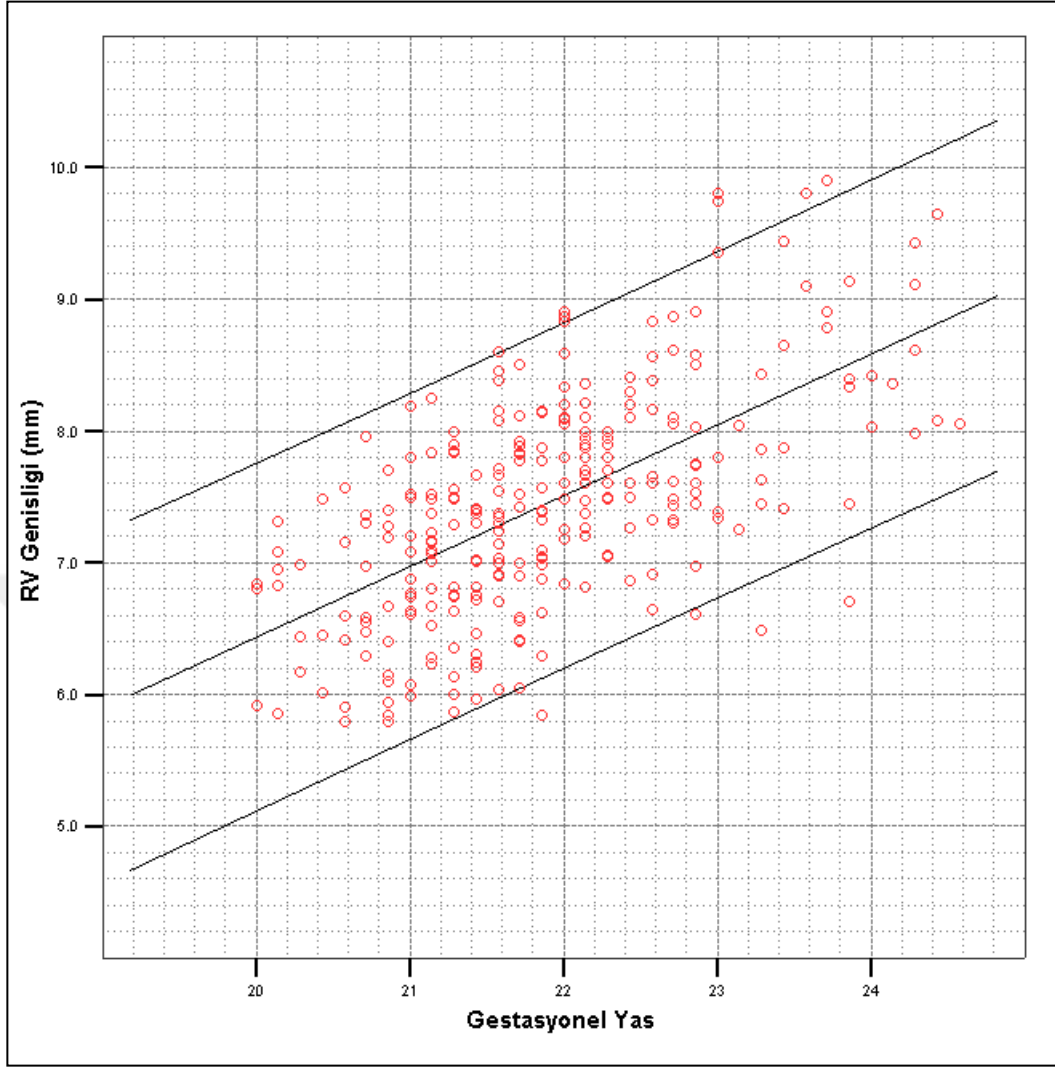


Şekil 4.1.L. Gebelik haftalarına göre kardiyotorasik oran değerleri (tek yönlü ANOVA ile $p=0,024$).

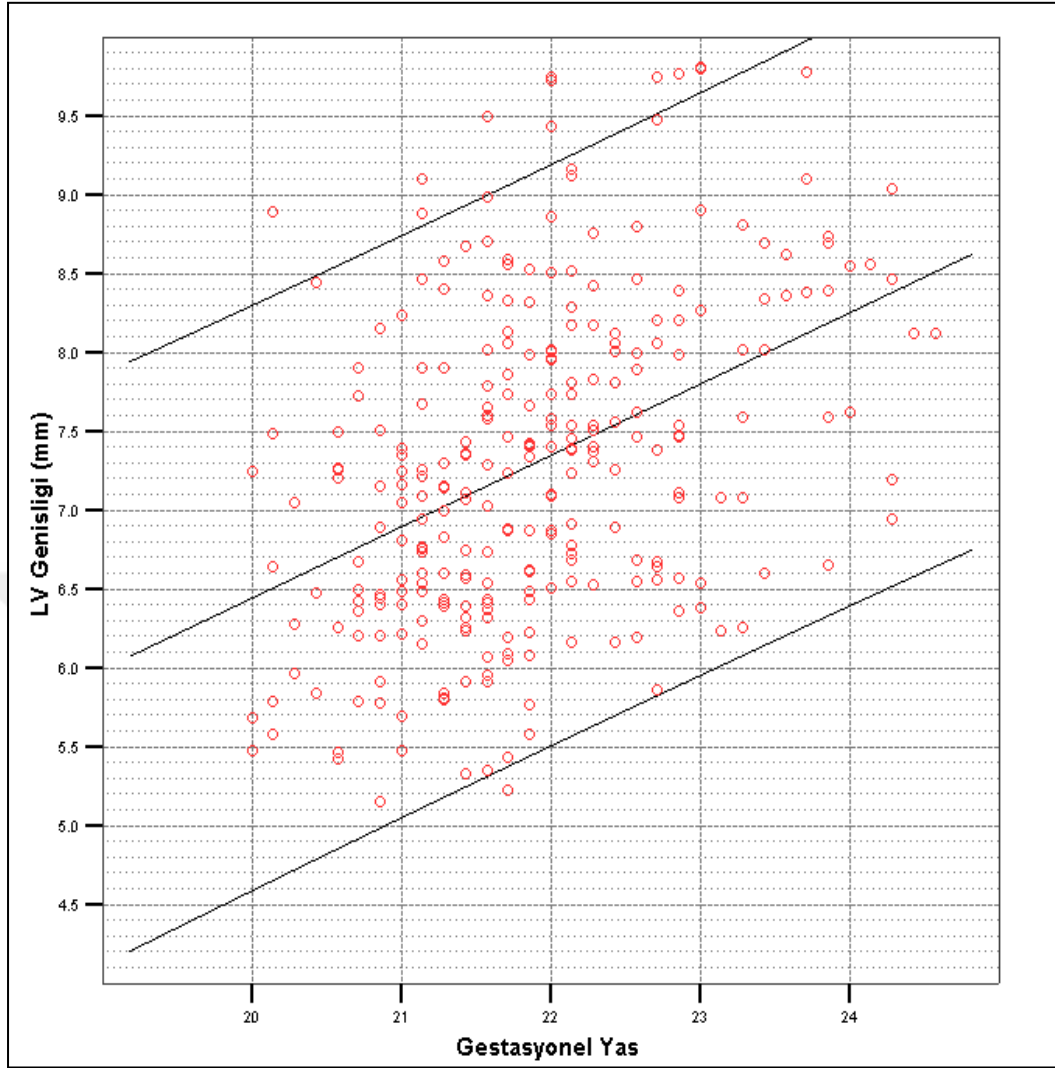
Tüm bu parametrelerin değerlendirilmesi ile 20-24. gebelik haftalarında sağ ventrikül genişliği, sol ventrikül genişliği, her iki ventrikül genişliklerinin oranı, sağ atrium genişliği, sol atrium genişliği, her iki atrium genişliğinin oranı, sağ ventrikül duvar kalınlığı, sol ventrikül duvar kalınlığı, her iki ventrikül duvar kalınlığının oranı, kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oran için nomogramlar elde edilmiştir (Şekil 4.2.A-L). Ayrıca lineer regresyon analizi ile tüm bu parametreler için gestasyonel yaş cinsinden bir formül elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Değerlendirilen parametreleri gestasyonel yaş cinsinden veren, lineer regresyon ile elde edilmiş regresyon denklemleri. GA: Gestasyonel yaş, LA: Sol atrium, LV: Sol ventrikül, RA: Sağ atrium, RV: Sağ ventrikül.

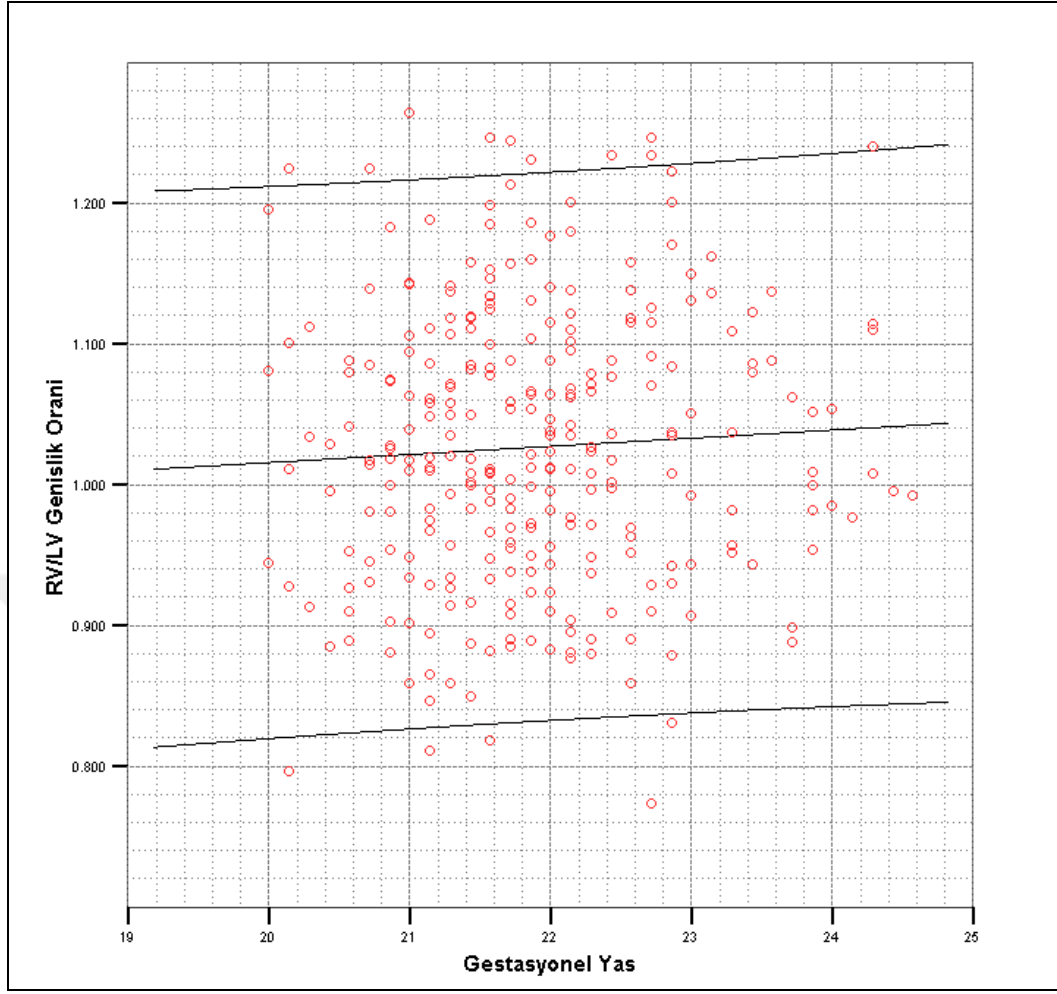
	Formül	r²	p
RV Genişliği (mm)	$0,537*GA-4,314$	0,574	<0,001
LV Genişliği (mm)	$0,459*GA-2,743$	0,377	<0,001
RV/LV Genişlik Oranı	$0,005*GA+0,921$	0,192	0,443
RA Genişliği (mm)	$0,485*GA-2,175$	0,366	<0,001
LA Genişliği (mm)	$0,418*GA-1,430$	0,485	<0,001
RA/LA Genişlik Oranı	$0,003*GA+1,034$	0,199	0,788
RV Duvar Kalınlığı (mm)	$0,124*GA-0,666$	0,309	<0,001
LV Duvar Kalınlığı (mm)	$0,105*GA-0,334$	0,280	<0,001
RV/LV Duvar Kalınlık Oranı	$0,008*GA+0,900$	0,201	0,633
Kalp Çevresi (mm)	$4,396*GA-20,521$	0,652	<0,001
Toraks Çevresi (mm)	$9,014*GA-32,567$	0,589	<0,001
Kardiyotorasik Oran	$0,002*GA+0,427$	0,215	0,038



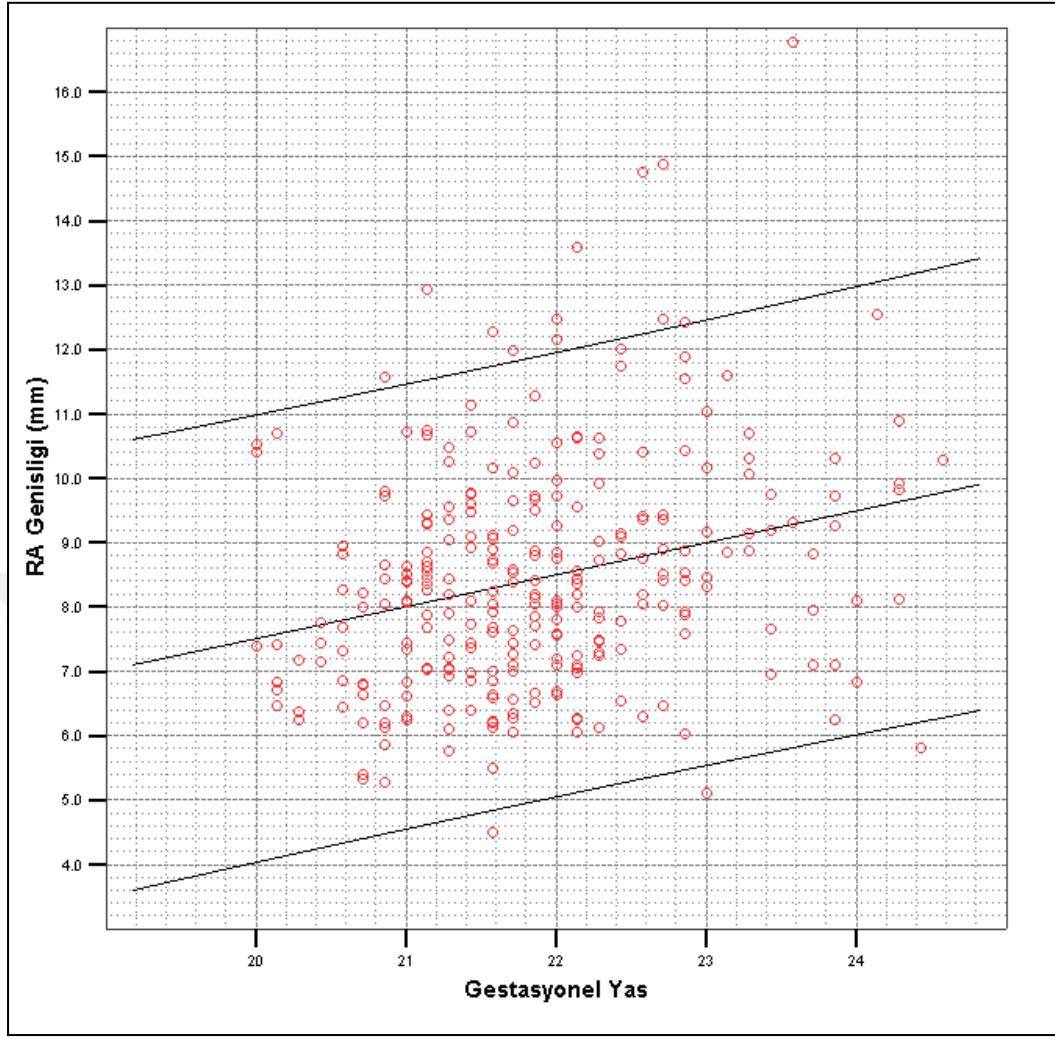
Şekil 4.2.A. Gestasyonel yaşa göre sağ ventrikül genişliğinin nomogramı. ($RV \text{ genişliği} = 0,537 * GA - 4,314$, $r^2 = 0,574$, $p < 0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, RV: Sağ ventrikül



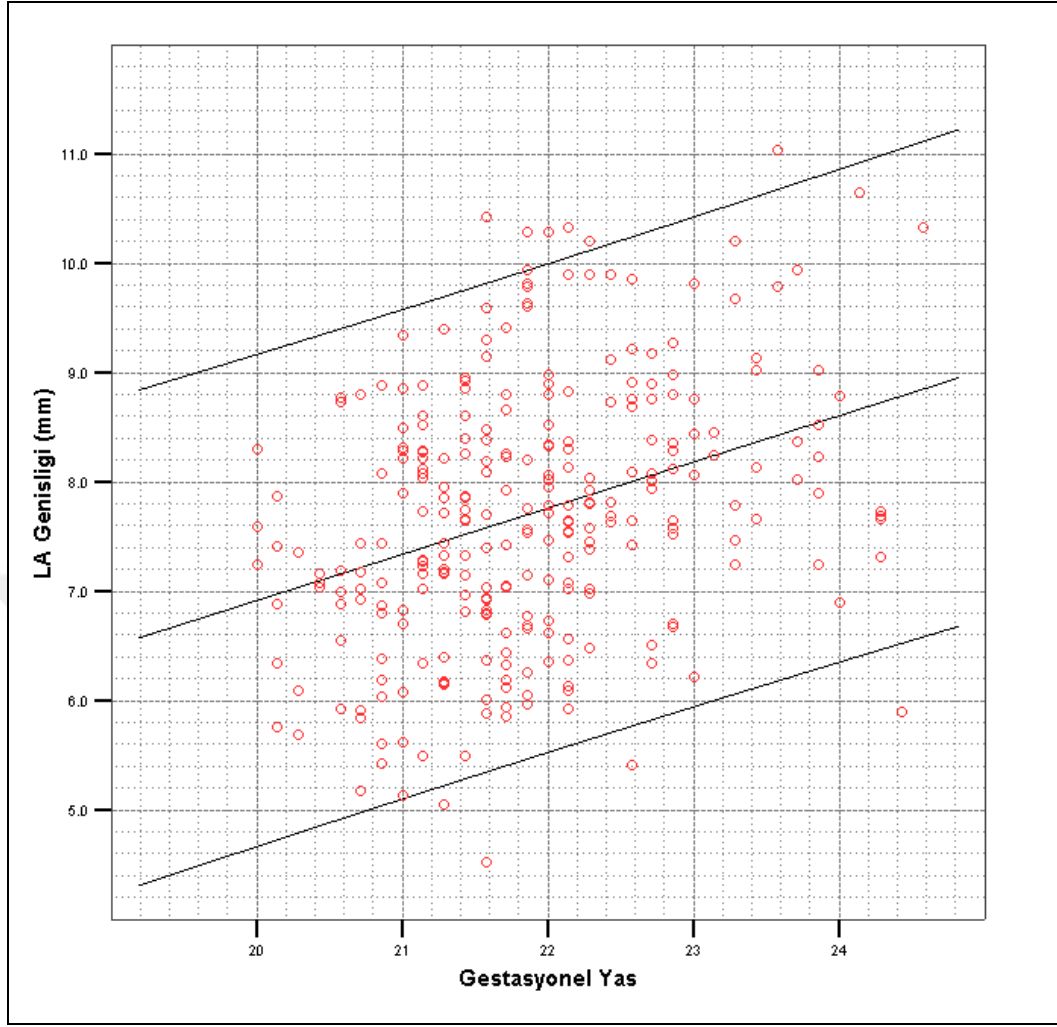
Şekil 4.2.B. Gestasyonel yaşa göre sol ventrikül genişliğinin nomogramı. (LV genişliği= $0,459 \cdot GA - 2,743$, $r^2=0,377$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, LV: Sol ventrikül



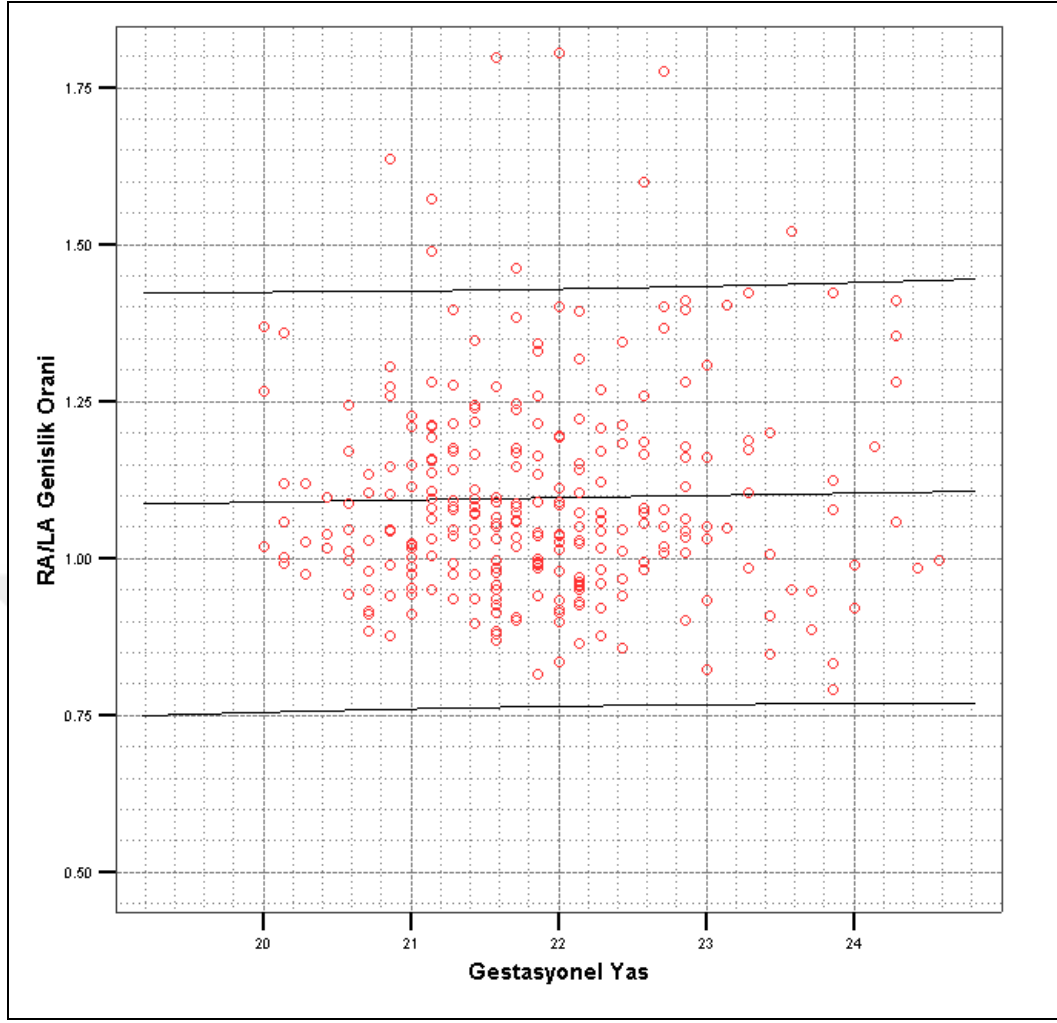
Şekil 4.2.C. Gestasyonel yaşa göre sağ ve sol ventrikül genişlik oranının nomogramı. (RV/LV genişlik oranı= $0,005*GA+0,921$, $r^2=0,192$, $p=0,443$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül



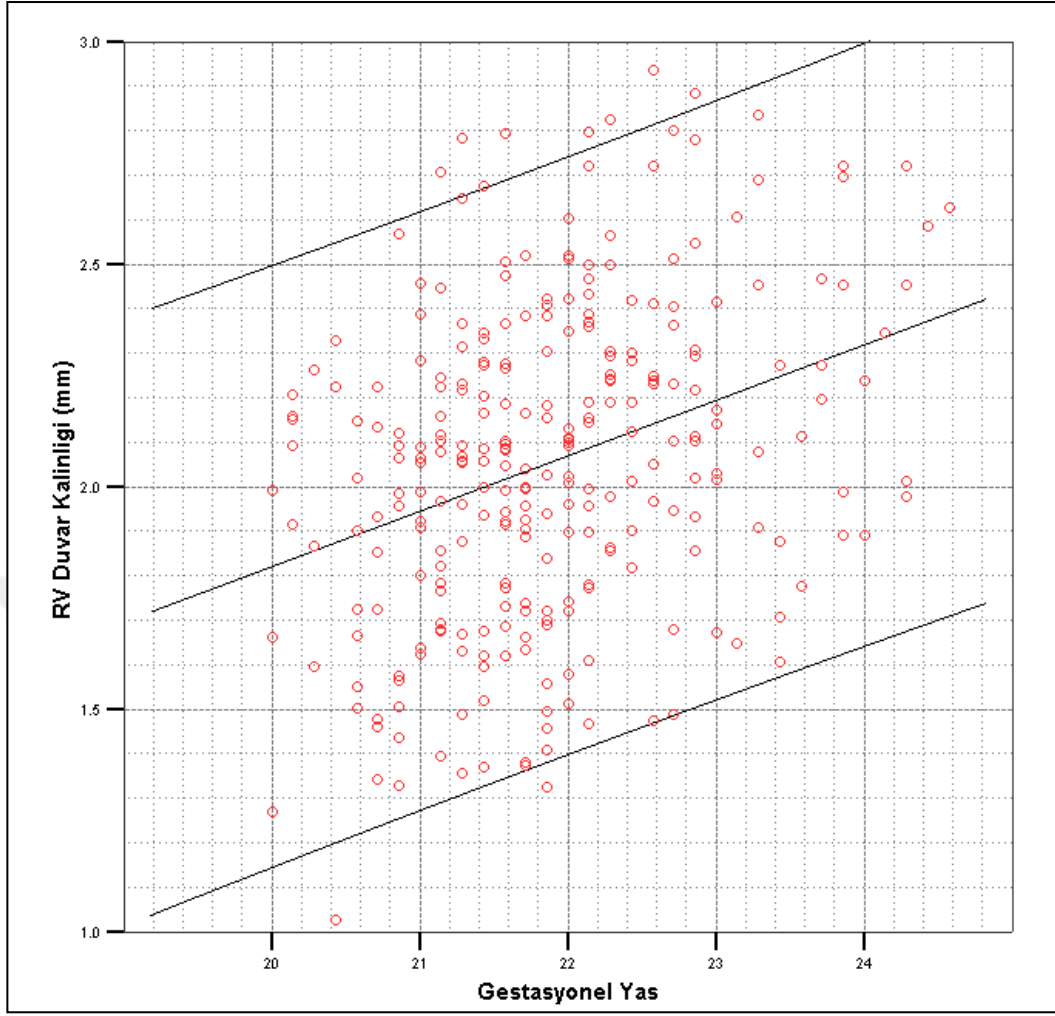
Şekil 4.2.D. Gestasyonel yaşa göre sağ atrium genişliğinin nomogramı. (RA genişliği= $0,485 \cdot \text{GA} - 2,175$, $r^2=0,366$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, RA: Sağ atrium



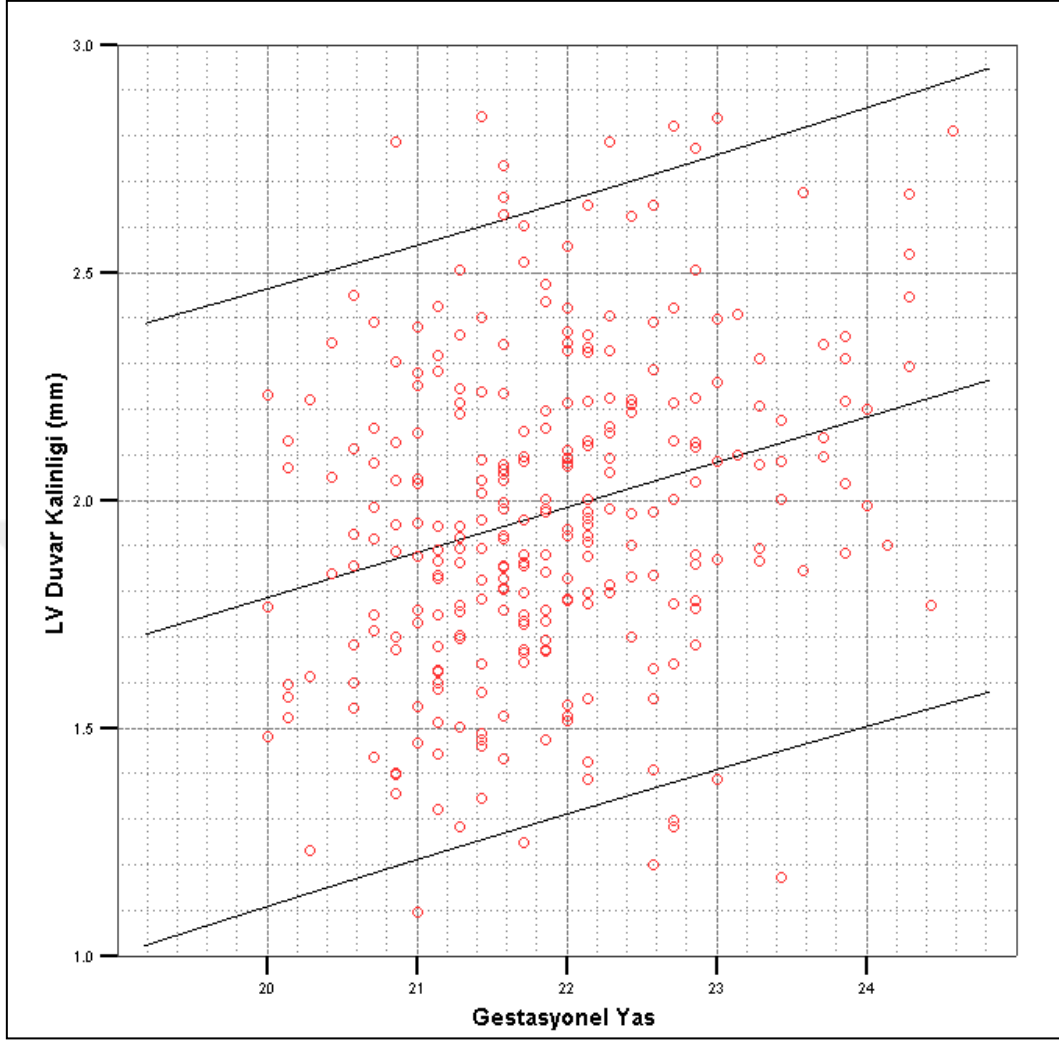
Şekil 4.2.E. Gestasyonel yaşa göre sol atrium genişliğinin nomogramı. (LA genişliği= $0,418 \times \text{GA} - 1,430$, $r^2=0,485$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, LA: Sol atrium



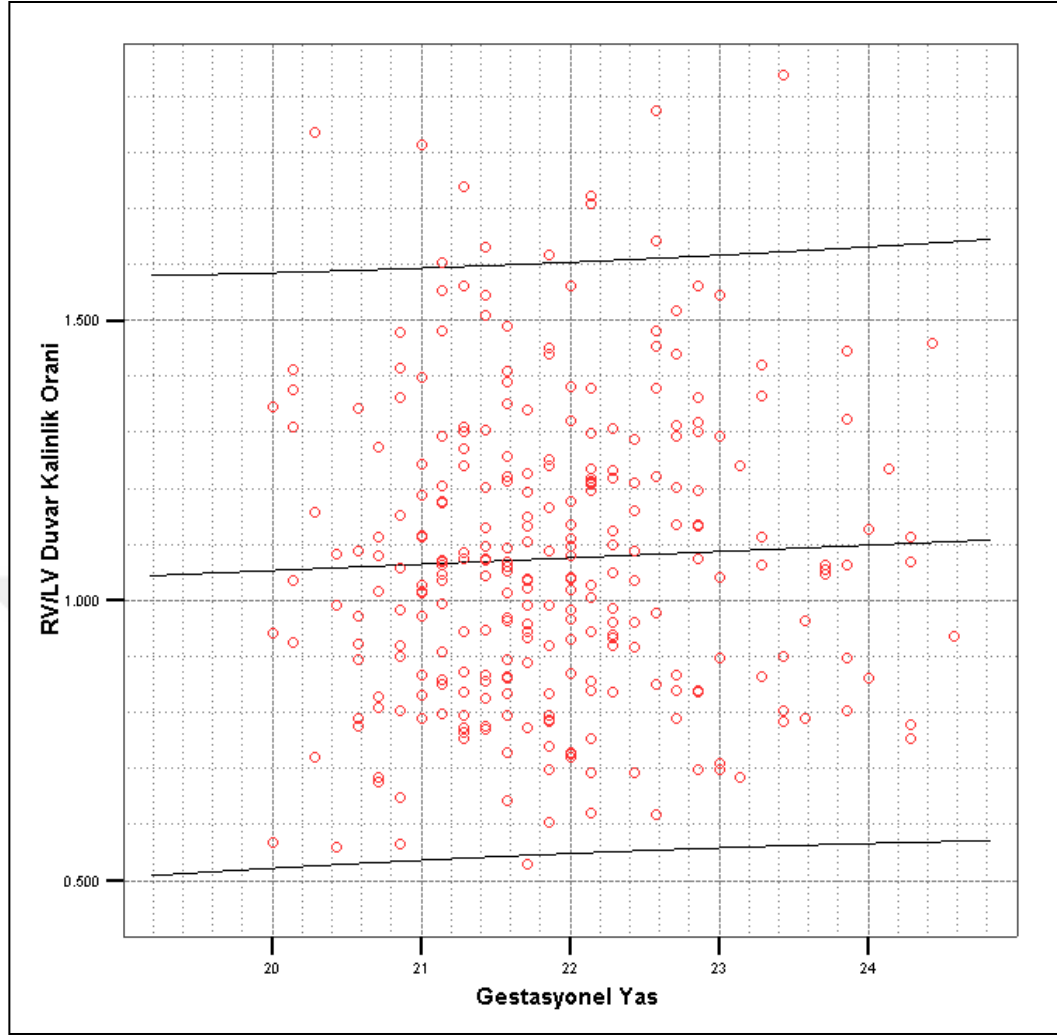
Şekil 4.2.F. Gestasyonel yaşa göre sağ ve sol atrium genişlik oranının nomogramı. (RA/LA genişlik oranı= $0,003*GA+1,034$, $r^2=0,199$, $p=0,788$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, LA: Sol atrium, RA: Sağ atrium



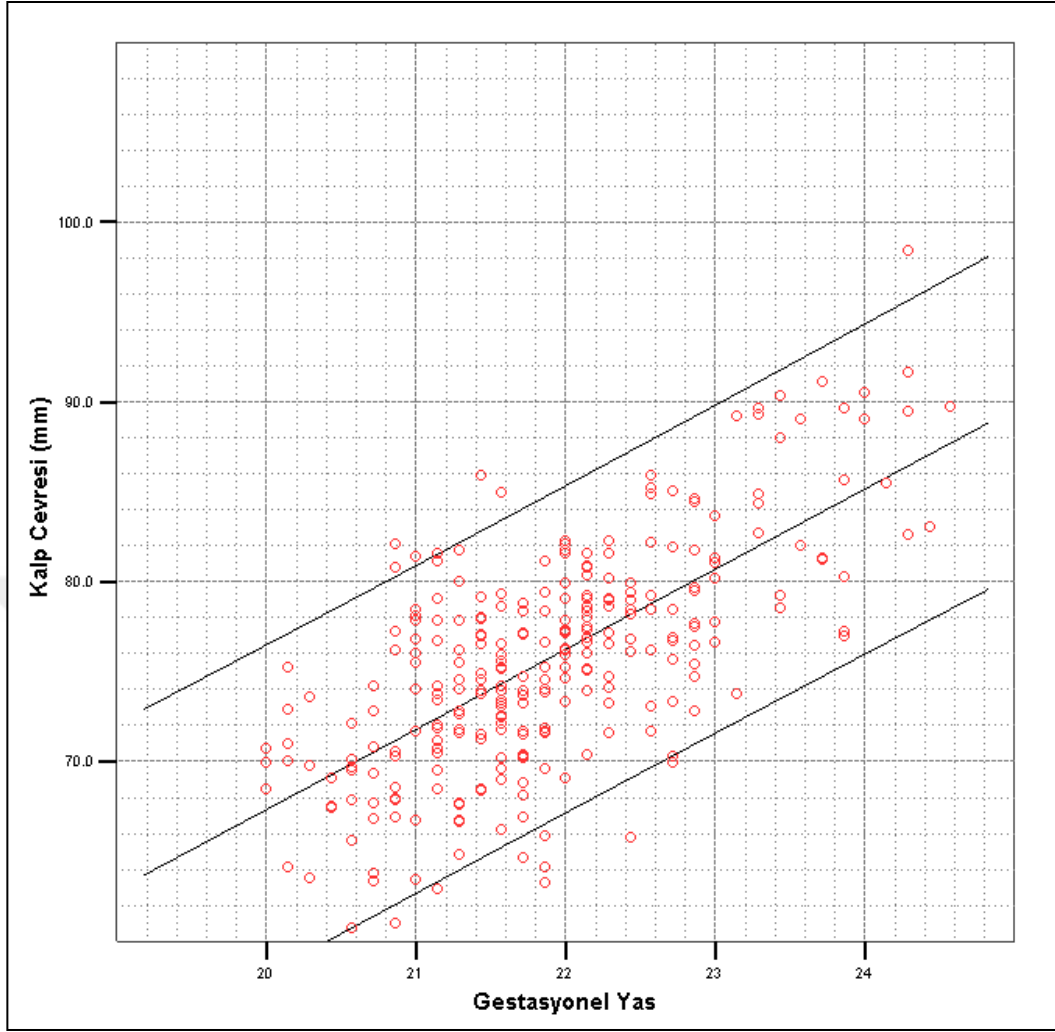
Şekil 4.2.G. Gestasyonel yaşa göre sağ ventrikül duvar kalınlığının nomogramı. (RV duvar kalınlığı= $0,124 \cdot GA - 0,666$, $r^2=0,309$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, RV: Sağ ventrikül.



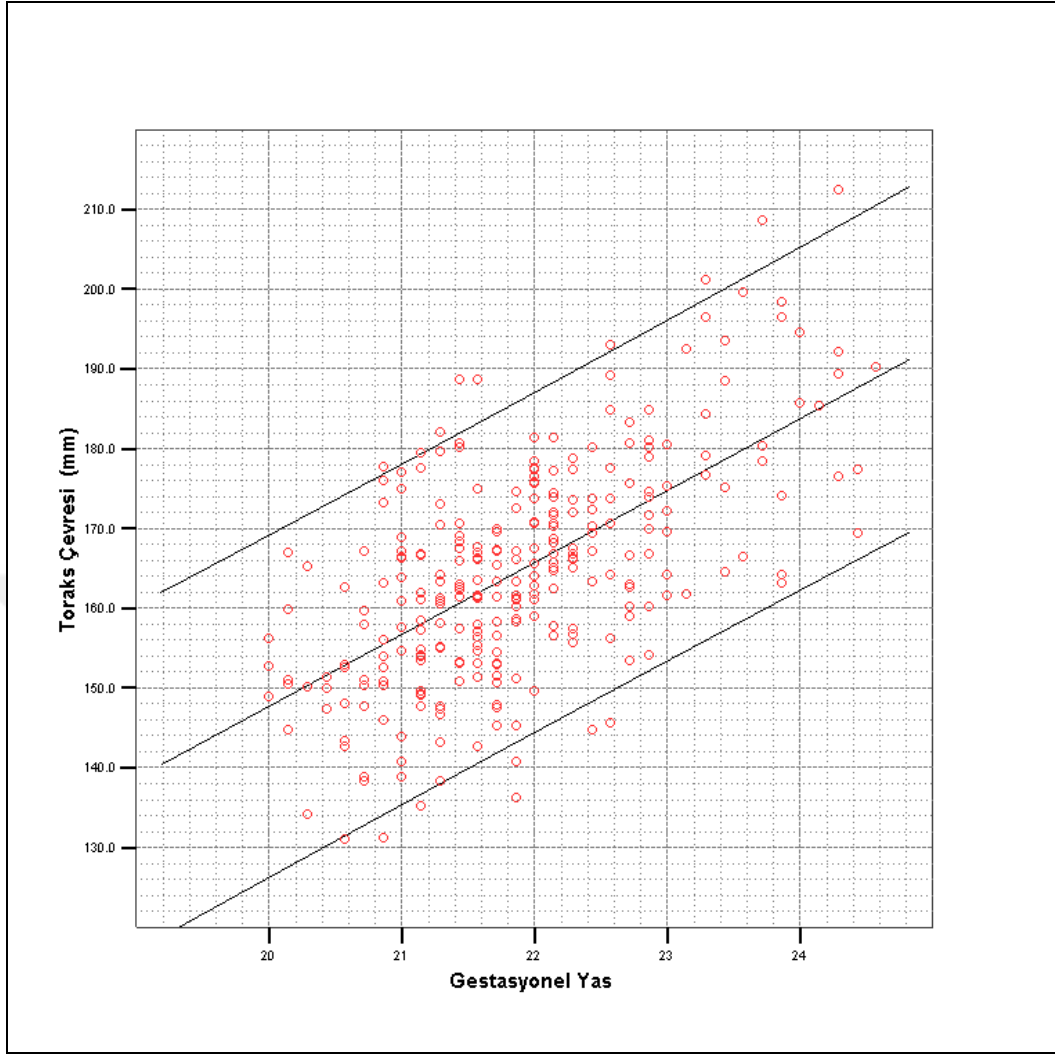
Şekil 4.2.H. Gestasyonel yaşa göre sol ventrikül duvar kalınlığının nomogramı. (LV duvar kalınlığı= $0,105 \cdot \text{GA} - 0,334$, $r^2=0,280$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, LV: Sol ventrikül.



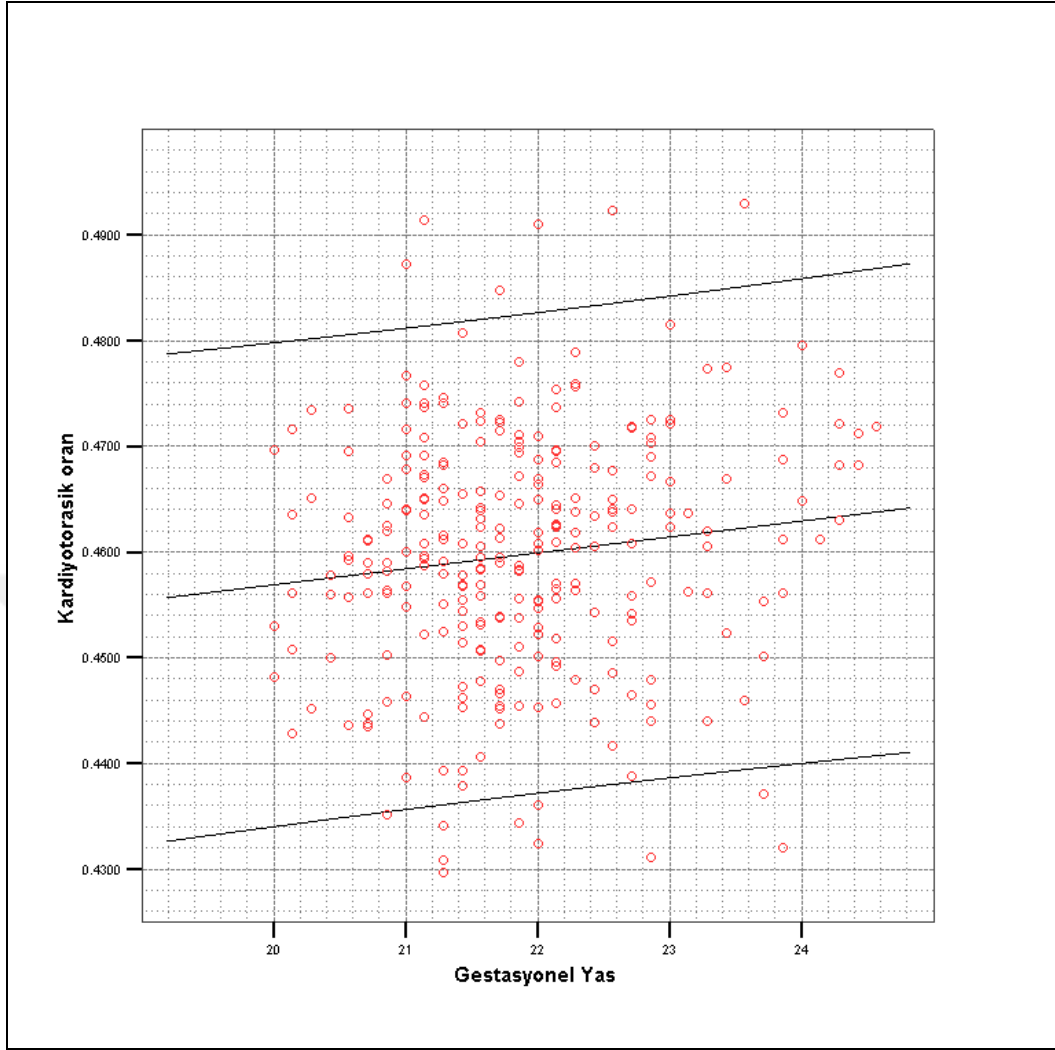
Şekil 4.2.I. Gestasyonel yaşa göre sağ ve sol ventrikül duvar kalınlığı oranının nomogramı. (RV/LV duvar kalınlığı oranı= $0,008*GA+0,900$, $r^2=0,201$, $p=0,633$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş, LV: Sol ventrikül, RV: Sağ ventrikül.



Şekil 4.2.J. Gestasyonel yaşa göre kalp çevresinin nomogramı. (Kalp çevresi= $4,396 \cdot \text{GA} - 20,521$, $r^2=0,652$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş.



Şekil 4.2.K Gestasyonel yaşa göre toraks çevresinin nomogramı. (Toraks çevresi= $9,014 \cdot GA - 32,567$, $r^2=0,589$, $p<0,001$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş.



Şekil 4.2.L Gestasyonel yaşa göre kardiyotorasik oranının nomogramı. (Kardiyotorasik oran = $0,002 \cdot GA + 0,427$, $r^2=0,215$, $p=0,038$). Ortadaki çizgi ortalamayı, üst ve alttaki çizgiler ± 2 standart sapmayı (2,5 ve 97,5 persantiller) göstermektedir. GA: Gestasyonel Yaş.

5. TARTIŞMA

Konjenital kalp hastalığı sıklığı 1000 canlı doğumda sekiz oranında görülmektedir (1). Konjenital kalp hastalıklarının morbidite ve mortalitesi yüksek olup çoğunluğu postnatal yaşamın ilk günlerinde tedavi gerektirmektedir. Bu nedenle, bu anomalilerin prenatal dönemde tanınması, doğum sırasında gerekli önlemlerin alınması ve erken tedavi başlanması için son derece önemlidir.

Fetal kardiyak yapıların sonografik değerlendirmesi konjenital kalp defektlerinin prenatal tanısı için, duyarlılığı düşük olmakla birlikte, ilk tercih edilen yöntemdir (5,6). Yalnızca rutin dört odacık görüntüsünün kalitatif değerlendirmesi ile büyük arter transpozisyonu, trunkus arteriosus, total anomalöz pulmoner venöz dönüş, Fallot tetralojisi, valvuler pulmoner stenoz, aort stenozu ve aort koarktasyonu gibi bazı patolojilerin saptanması güçtür (7). Ancak, kardiyak morfolojik parametrelerinin normal değerlerinin bilinmesi objektif değerlendirme ve doğru tanıyı kolaylaştıracaktır (10). Ayrıca, bu ölçümlerin kullanılması ile ileri ekokardiyografik tetkikler için yönlendirilecek fetusların doğru biçimde saptanması mümkün olacaktır. Çalışmamızda rutin ikinci trimester obstetrik tarama ultrasonu için bölümümüze gönderilen gebelerde fetal ventrikül ve atrium genişlikleri, ventrikül duvar kalınlıkları, kalp çevresi, toraks çevresi ve bunların oranlarının gebelik haftasına göre nomogramlarını saptamayı amaçladık.

Dört odacık görünümünde ventriküller gebeliğin erken haftalarında yaklaşık olarak eşitken gebeliğin ilerleyen haftalarında sağdaki yapılar soldakilerden hafifçe daha geniştir (45). İkinci trimesterde subjektif değerlendirme ile her iki ventrikül yaklaşık olarak eşit genişlikte izlenmelidir. Ventriküler orantısızlık, sağ ventrikül ve sol ventrikül genişlikleri arasında fark edilebilir ölçüde bir farklılık olması olarak tanımlanır (8). Sağ ventrikülün daha geniş olarak izlendiği ventriküler uyumsuzluk aort koarktasyonu ya da restriktif foramen ovale gibi sol kalp obstruksiyonunda görülebileceği gibi sağ kalpte volüm yüklenmesine bağlı olarak pulmoner yetmezlik, triküspid yetmezlik gibi durumlarda da görülebilir (8,46,47). Rutin obstetrik ultrason sırasında ventriküllerin genişlikleri subjektif olarak değerlendirilmektedir. Ancak, ventriküler orantısızlığın subjektif değerlendirmesi yüksek yalancı pozitifliğe

sahiptir (8,9). Yalancı pozitifliği azaltmasının dışında, RV ve LV genişlikleri ile bunların oranının normal değerlerinin tanımlanması, bu parametrelerin patolojinin ciddiyeti ile muhtemel korelasyonunun ortaya konmasını sağlayabileceği gibi takipte hastalığın progresyonunu değerlendirme imkanı da sunacaktır (8). Ayrıca, sol taraflı obstruktif lezyonların, özellikle aort koarktasyonu olgularının, RV ve LV genişliklerinin karşılaştırılması ile tanınabileceği bildirilmektedir (8). Bu tanının prenatal dönemde konması gerekli neonatal bakımın sağlanabilmesi için son derece önemlidir. Çalışmamızda gebelik haftasına göre ventrikül genişlikleri arasında anlamlı farklılık saptandı ($p<0,001$) ve gebelik haftası arttığında ventrikül genişliklerinin de arttığı görüldü. Gebelik haftası ilerledikçe fetus ve dolayısıyla fetal kalp ile kalbin odacıkları büyüdüğü için bu durum şaşırtıcı değildir. Saptadığımız LV ve RV genişlik değerleri literatürde bildirilmiş veriler ile uyumludur (5,8,41,45). Ventrikül genişliklerinden farklı olarak, gebelik haftasına göre genişliklerin oranları arasında anlamlı farklılık izlenmedi ($p=0,958$). Gebeliğin 20 ve 24. haftaları arasında bu oranın ortalama değerleri 1,015-1,036 arasında, nispeten sabit izlendi. Bu durum, ventrikül orantısızlığının iki ventrikül genişliğini ayrı ayrı gebelik haftasına göre normal değerler ile karşılaştırmak yerine tek bir oranı sabit bir değerle karşılaştırarak tanıyabilmeyi mümkün kılmaktadır. Ancak, unutulmaması gereken önemli bir nokta, çalışmamızın 20-24. haftalardaki fetusları değerlendirmiş olmasıdır. RV/LV genişlikleri oranı ise bu haftalarda sabit olmakla birlikte ikinci trimestrin sonlarından itibaren artmaya başlamaktadır (8). Shapiro ve arkadaşlarının LV/RV oranı şeklinde değerlendirdikleri çalışmalarında, ve Sharland ve arkadaşlarının RV/LV genişlik oranını değerlendirdikleri çalışmalarında, bu oranlar 23-24. haftaya kadar neredeyse sabit seyrederken, bu haftalardan sonra değişmeye başladıkları görülmektedir (5,45). Gabbay-Benziv ve arkadaşlarının çalışmasında ise 20-28. haftalar arasında bu oran 1,020-1,023 arasında bulunmuş, ancak 28. haftadan sonra artarak 1,061'e kadar çıktığı bildirilmiştir (8). Bu nedenle nispeten sabit olan RV/LV genişlik oranı ile ventrikül orantısızlığının pratik bir değerlendirmesi, üçüncü trimestr gebeliklerde mümkün değildir. Shapiro ve ark. ile Sharland ve ark.'ın çalışmasında RV/LV genişlik oranının 24. haftadan itibaren değişmeye başlaması, ve bizim çalışmamızda 24. hafta gebeliklerin sayıca az

olması (n=10) nedeniyle bu haftada sabit oran değerini kullanmak yerine bu haftaya özel oran değeri ile ventrikül genişliklerinin kullanılması daha doğru bir yaklaşım olabilir. Ancak, 20-23. haftalarda RV/LV genişlik oranının normal değeri olarak bulduğumuz ortalama değer olan 1,025 değerini kullanmak, hangi fetuslarda daha detaylı ölçümler yapmamız gerektiği konusunda pratik bir yol gösterici olabilir.

Atrium genişliklerinin gebelik haftası ile ilişkisini ortaya koyan az sayıda çalışma mevcuttur. Bulduğumuz ortalama değerler, az miktardaki literatür verileri ile uyumludur (5,41). Çalışmamızda, ventrikül genişliklerine benzer şekilde, gebelik haftasına göre RA ve LA genişlikleri arasında anlamlı farklılık bulundu ($p<0,001$) ve atrium genişliklerinin ilerleyen gebelik haftası ile artış gösterdiği saptandı. Ventrikül genişliklerine benzer şekilde, bu şaşırtıcı olmayan durumu da fetusun büyüyor olmasına bağlıyoruz. Gebelik haftasına göre atriumların genişlik oranları arasında ise anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,939$). Çalışmamızda RA/LA oranı 1,076-1,101 arasında bulundu. Shapiro ve arkadaşlarının çalışmasında LA/RA oranı tüm gebelik haftaları boyunca 0,93-0,94 bulunmuştur (5). Bu değer RA/LA oranına çevrildiğinde 1,06-1,08 değerlerine karşılık gelmekte olup bulgularımız bu değerle uyumludur. Tan ve arkadaşlarının çalışmasında ise atrium genişlikleri ölçülmüş ancak oran hesaplanmamıştır (41). RA/LA oranının kullanımı ventrikül orantısızlığı saptandığında etyolojiyi saptamak açısından faydalı olabilir. Bu değerler kullanılarak ventrikül orantısızlığının tüm sağ (ya da sol) kalbi genişleten bir patolojiye mi bağlı olduğu, yoksa orantısızlığın ventriküllerle mi sınırlı olduğunun saptanması ayırıcı tanı listesini daraltabilir.

Ventrikül duvar kalınlığı ölçümleri ventrikül hipertrofisini ortaya koyar. Fallot tetralojisinde sağ ventrikül duvar kalınlığında artış izlenebilir (48). Ayrıca, gestasyonel diabetes mellituslu annelerin bebeklerinde de tüm kardiyak duvar kalınlıklarında artış izlenmekte olup bu artışın glisemik kontrolden bağımsız olduğu bildirilmektedir (49). Gestasyonel diabetin sonografik markerları arasında interventriküler septum ve ventriküler duvar kalınlığında artış da bulunmaktadır ve bu bulguların ikinci trimestrdan itibaren saptanabileceği bildirilmiştir (50). Çalışmamızda atrium ve ventrikül genişliklerine benzer biçimde, fetusun

büyümesi nedeniyle ventrikül duvar kalınlıkları da gebelik haftası ile artmakta ve gebelik haftasına göre duvar kalınlıkları arasında anlamlı farklılık bulunmaktaydı ($p<0,001$). Bulduğumuz değerler literatür verileri ile uyumluydu (41). Yine odacık genişliklerine benzer şekilde, gebelik haftasına göre RV ve LV duvar kalınlıkları oranları arasında anlamlı farklılık izlenmedi ($p=0,433$). Saptadığımız RV/LV duvar kalınlık oranı 1,020-1,113 arasında olup ortalama değeri $1,075\pm0,268$ bulundu. RV/LV duvar kalınlık oranının kullanılması ventrikül hipertrofisini ortaya koymak için pratik bir yöntem olabilir. Ancak, gestasyonel ya da pregestasyonel diabetik annelerin fetuslarında tüm kardiyak duvar kalınlıklarında artış olduğu unutulmamalıdır. Eğer iki ventrikülün duvar kalınlıkları benzer oranlarda artmışsa RV/LV duvar kalınlık oranı yanıltıcı biçimde normal sınırlar içinde çıkacaktır. Bu nedenle bu oranın değerlendirme için tek başına kullanılmaması, eğer subjektif değerlendirmede ventrikül duvar kalınlıkları ile ilgili şüphe mevcutsa RV ve LV duvar kalınlıklarının ölçülerek ilgili nomogramlarla değerlendirilmesi gerektiği görüşündeyiz.

Kalp büyüklüğünün değerlendirilmesi çeşitli kardiyak patolojilerin prenatal tanısı ve özellikle fetal anemiye sekonder kardiyomegalinin saptanması için önemlidir (51,52). Bu amaçla kalp çapı ölçülebilir, ancak kalp çevresinin ölçülmesi, daha zaman alıcı olmakla birlikte, daha doğru sonuçlar vermektedir (51). Özellikle erken gebelik haftalarında kalp sınırının net olarak ayırt edilememesi kalp çevresi ölçümünü güçleştirir (51). Yine de, yüksek rezolüsyonlu ultrasonografi ile kalp çevresinin çizilmesi yüksek güvenilirliğe sahiptir (51). Literatür verilerine göre gebelik haftası ilerledikçe kalp çevresi de artar (42,51,53,54,55). Bizim çalışmamızda da, kalp çevresi gebelik haftası ile artış göstermekte olup gebelik haftalarına göre kalp çevreleri arasında anlamlı farklılık mevcuttu ($p<0,001$). Çalışmamız sonucunda bulduğumuz değerler de literatür verileri ile uyumluydu (42,51,53,54,55). Ancak, Traisisilp ve arkadaşlarının çalışmasında gebelik haftası arttıkça kalp çevresi değerlerinin standart sapmasının da arttığı ortaya konmuştur (51). Bizim çalışmamızda ise standart sapma değerleri birbirine benzerdi. Bu durumun sebebinin Traisisilp ve arkadaşlarının çalışması 14-40. haftadaki gebelikleri değerlendirirken bizim sadece 20-24. haftaları ele

almamız ve bu nedenle standart sapmalardaki artış trendini gözlemleyebilecek kadar geniş gebelik haftalarını değerlendirmememiz olduğunu düşünüyoruz.

Kimi yazarlara göre kalp uzunluğu, genişliği ya da alanı gibi ölçümler faydalı olmakla birlikte bu ölçümlerin kalbin toraksa oranla boyutunu ortaya koyan kardiyotorasik oran (KTO) veya kardiyotorasik alan oranı ile tamamlanması gereklidir (44). Ebstein anomalisi ve triküspid displazi gibi bazı konjenital kalp hastalıkları kardiyomegali ile ilişkilidir (43). Bu hastalıklarda akciğer hipoplazisi nedeniyle erken neonatal ölüm sıklığı ve akciğerlerin gelişmesindeki azlık kardiyomegaliye sekonder akciğer kompresyonu nedeniyle ortaya çıkmaktadır (43). KTO'daki değişikliklerin akciğer hipoplazisi gelişimini ve postnatal prognozu ön görmekte kullanılabileceğini düşünen yazarlar mevcuttur (43,44). Bunun dışında, KTO artışı hemoglobin Bart hastalığının tanısında saptanan ilk sonografik bulgudur ve KTO, riskli gebeliklerde hidrops fetalis gelişimini en iyi öngören parametredir (56). Ancak, kardiyotorasik oran kalp ve toraks çevresinin ilişkisini tek bir sayısal değerle ortaya koymakta ve bu değerdeki artışın kalbin büyük olmasından mı toraksın küçük olmasından mı kaynaklandığını göstermemektedir (57). Ayrıca, KTO, herhangi bir kardiyak patoloji olmaksızın da intrauterin gelişme geriliği olan olgularda izole olarak anormal olabilmektedir (44). Bu nedenle, KTO tek başına değil, kardiyak ve ekstrakardiyak diğer morfolojik parametrelerle birlikte değerlendirilmelidir. Bizim çalışmamızda KTO 20-24. haftalarda ortalama olarak 0,457-0,470 aralığında bulundu. Ancak gebelik haftasına göre oranlar arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p=0,024$). Literatürde bildirilen KTO değerleri gebelik haftasına göre nispeten sabit olup 0,42-0,57 aralığındadır (43,44,58). Bizim bulgularımızda gebelik haftasına göre kardiyotorasik oranlar arasında anlamlı farklılık saptanmasını az sayıdaki ($n=10$) 24 haftalık fetusların KTO değerlerinin etkisine bağlıyoruz. Nitekim, 24 haftalık 10 fetusu dahil etmeden KTO ortalamalarını karşılaştırdığımızda gebelik haftasına göre KTO oranları arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,329$). KTO değerinin 20-24. haftalar arasında 0,50 ya da üzerinde olması, fetusun gelişimini gösteren diğer parametreleri normal olan bir olguda kardiyomegali açısından uyarıcı olmalı ve etyolojiye yönelik ileri incelemelere gidilmelidir.

Çalışmamızın bazı eksikleri de mevcuttu. Öncelikle, ölçümümüzü yalnızca B mod görüntülerde elde edilen dört odacık görüntülerinden gerçekleştirdik. Literatürde, ölçümlerde en ideal sonuçları verecek “mükemmel” bir dört odacık görüntüsü elde etmenin zaman aldığı, ve kimi zaman da imkansız olduğu bildirilmektedir (59,51). Ayrıca, ultrason demeti interventriküler septuma iki boyutta tam olarak dik olsa bile septumun z ekseninde proba doğru ya da probdan uzağa doğru açılmış olması mümkün olduğundan, özellikle interventriküler septum ölçümü başta olmak üzere kardiyak boyutların ölçümünde hatalar mümkündür (60). Biz, çalışmamızda bir radyoloğun rutin ikinci trimester obstetrik tarama sırasında kullanabileceği değerlerin nomogramlarını ortaya koymayı amaçladığımızdan bir radyoloğun elinin altında olan ve kullanmaya alışık olduğu yöntemleri kullanmayı tercih ettik. Kardiyo-spatiotemporal görüntü korelasyonu (Cardio-spatiotemporal image correlation, cardio-STIC) gibi yöntemlerle kalbin volüm görüntülerini elde ederek bu tip ölçüm hatalarının önüne geçmek mümkün olsa da bu imkan rutin obstetrik tarama yapan tüm radyologların elinde yoktur. Yine benzer biçimde, özellikle sistol ve diastol ayrımının M-mod görüntülerle daha rahat yapılabildiği bu açıdan ölçümlerin doğruluğunu arttırmak mümkündür. Ancak, M-mod görüntülerin değerlendirilmesi tecrübe gerektirdiğinden, ve radyologlar iki boyutlu B-mod görüntülere daha alışık olduğundan ölçümümüzü B-modda yapmayı tercih ettik. İkinci olarak, çalışmamıza dışlama kriterlerini sağlamayan 20-24. haftalardaki tüm gebeler, gebelik haftalarına bakılmaksızın ardışık olarak dahil edildiğinden farklı gebelik haftalarındaki olgu sayısı homojen dağılım göstermemektedir. Olgularımızın neredeyse dörtte üçünü (n=204, 72,6%) 21 ve 22 haftalık gebeler oluşturmaktaydı. Buna karşılık 24. haftada olan sadece 10 gebemiz vardı. Tüm parametreleri gebelik haftasına göre ayırdıktan sonra her bir hafta için ayrı ayrı analiz yaptığımızdan bu durumun genel olarak sonuçlarımızın geçerliliğini etkilediğini düşünmüyoruz. Az olgu sayısı nedeniyle 24 haftalık fetuslardaki ölçümümüzün normali ne ölçüde yansıttığı sorgulanabilir. Nitekim yukarıda belirttiğimiz KTO örneğinde 24 haftalık fetuslarımızın değerleri geri kalan fetuslardaki trende uymamaktaydı. Buna rağmen, değerlendirdiğimiz tüm parametrelerde bulduğumuz değerler literatürde bildirilenler ile uyumluydu.

Ayrıca, tüm ölçümler tek bir radyolog tarafından ve yalnızca bir defa yapıldı. Bu nedenle ölçümlerin gözlemci içi ve gözlemciler arası uyumu değerlendirilmedi. Gebelik haftasına göre ölçümler arasındaki farklılığın görece küçük olması nedeniyle ölçümlerin tekrarlanabilir olması önem taşıdığından bu konuda yapılacak ek araştırmalara ihtiyaç vardır. Son olarak, çalışmamız yalnızca bölümümüze yönlendirilen 281 gebeyi değerlendirmiştir. Hasta sayımız Türk popülasyonu ya da Antalya popülasyonu hakkında genelleme yapmamız için yeterli değildir. Ayrıca, çalışmaya ardışık hastalar dahil edildiğinden örneklemimiz istatistiksel açıdan Türk popülasyonu veya Antalya popülasyonuna yönelik sonuçlar çıkarmamız için uygun değildir. Ancak, çalışmamızın hedefi popülasyona yönelik normal değerleri belirlemek değil, birimize başvuran gebeleri değerlendirmektir. Bu nedenle, çalışmamız bölümümüze başvuran gebelerin normal değerlerini yansıtmaktadır. Bu değerlerin Türk popülasyonuna uygunluğunu gösterecek, ve Türk popülasyonunun nomogramlarını ortaya koyacak daha geniş çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, çalışmamız bölümümüze rutin ikinci trimester organ taraması için yönlendirilen, 20-24. haftalardaki sağlıklı fetusların ventrikül genişlikleri ve oranı, atrium genişlikleri ve oranı, ventrikül duvar kalınlıkları ve oranı, kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oranının normal değerlerini ortaya koymaktadır. Bu değerlerin kullanımının patolojileri saptama ve konjenital kalp hastalıklarının ayırıcı tanısında yardımcı olacağını düşünüyoruz. Özellikle RV/LV genişlik oranı ve RA/LA genişlik oranı 20-24. haftalar arasında neredeyse sabit kaldığından patolojileri saptama ve takip açısından pratik birer yol gösterici olarak kullanılabilir. Ancak, nihai detaylı incelemede bu değerlerin üç damar çıkışı gibi diğer sonografik görüntüler ve dinamik inceleme bulgularıyla birlikte bütün olarak ele alınması gereklidir.

6. SONUÇLAR

Bölümümüze ikinci trimestr rutin obstetrik USG amacıyla yönlendirilen 20-24 haftalık gebelerde fetal kalbin morfolojik parametrelerinin normal değerlerini ve nomogramlarını saptamak için yaptığımız çalışmamızda şu sonuçlara vardık:

1. Sağ ventrikül genişliği, sol ventrikül genişliği, sağ atrium genişliği, sol atrium genişliği, sağ ventrikül duvar kalınlığı, sol ventrikül duvar kalınlığı, kalp çevresi ve toraks çevresi ölçümleri ile kardiyotorasik oranda gebelik haftasına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p değeri kardiyotorasik oran için 0,024, diğer tüm parametreler için <0,001).
2. Ventrikül genişlik oranı, atrium genişlik oranı ve ventrikül duvar kalınlık oranına baktığımızda, bu değerlerde gebelik haftasına göre anlamlı farklılık olmadığı görüldü (p değeri sırasıyla 0,958; 0,939; 0,433).
3. Çalışmamız sonucunda bölümümüze gödnerilen sağlıklı gebeliklerde bu parametrelerin normal değerleri, gebelik haftasına göre regresyon denklemleri ve nomogramları ortaya konmuştur.
4. Saptadığımız normal değerlerin ve nomogramların kullanımının patolojileri saptama ve konjenital kalp hastalıklarının ayırıcı tanısında yardımcı olacağını düşünüyoruz.
5. Özellikle RV/LV genişlik oranı ve RA/LA genişlik oranı 20-24. haftalar arasında neredeyse sabit kaldığından patolojileri saptama ve takip açısından pratik birer yol gösterici olarak kullanılabilir.
6. Nihai detaylı incelemede bu değerlerin üç damar çıkışı gibi diğer sonografik görüntüler ve dinamik inceleme bulgularıyla birlikte bütüncül olarak ele alınması gereklidir.

7. ÖZET

İkinci Trimestr Obstetrik Ultrasonografide Kardiyak Morfolojik Parametrelerin Nomogramları

Çalışmamızda, bölümümüze ikinci trimestr rutin obstetrik USG amacıyla yönlendirilen 20-24 haftalık gebelerde fetal kalbin sağ ve sol ventrikül genişlikleri, sağ ve sol atrium genişlikleri, sağ ve sol ventrikül duvar kalınlıkları, ventrikül genişlik oranı, atrium genişlik oranı, ventrikül duvar kalınlık oranı, kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oranının normal değerlerini ve nomogramlarını saptamayı amaçladık.

Aralık 2015-Haziran 2016 tarihleri arasında ikinci trimestr obstetrik organ taraması amacıyla bölümümüze refere edilen ardışık 371 gebe prospektif olarak değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen fetuslara detaylı kardiyak USG yapıldı. Dört odacık kesitinde diastol sırasında sağ ve sol ventrikül genişliği (RVw ve LVw), sağ ve sol atrium genişliği (RAw ve LAw), sağ ve sol ventrikül duvar kalınlığı (RVt ve LVt), sağ ve sol ventrikül genişlikleri oranı (VGO), sağ ve sol atrium genişlikleri oranı (AGO), sağ ve sol ventrikül duvar kalınlıkları oranı (VKO), kalp çevresi, toraks çevresi ve kardiyotorasik oran ölçümleri alındı. Bu parametrelerin nomogramları elde edildi.

RVw, LVw, RAw, LAw, RVt, LVt, kalp çevresi ve toraks çevresi ölçümleri ile kardiyotorasik oranda gebelik haftasına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p değeri kardiyotorasik oran için 0,024, diğer tüm parametreler için <0,001). VGO, AGO ve VKO'na baktığımızda, bu değerlerde gebelik haftasına göre anlamlı farklılık olmadığı görüldü (p değeri sırasıyla 0,958; 0,939; 0,433).

Saptadığımız normal değerlerin ve nomogramların kullanımının patolojileri saptama ve konjenital kalp hastalıklarının ayırıcı tanısında yardımcı olacağını düşünüyoruz. Özellikle VGO ve AGO 20-24. haftalar arasında neredeyse sabit kaldığından patolojileri saptama ve takip açısından pratik birer yol gösterici olarak kullanılabilir. Nihai detaylı incelemede bu değerlerin üç damar çıkışı gibi diğer

sonografik görüntüler ve dinamik inceleme bulgularıyla birlikte bütüncül olarak ele alınması gereklidir.

Anahtar Sözcükler: Ultrasonografi, Obstetrik, Fetal, Fetal kalp, İkinci trimestr



8. ABSTRACT

Nomograms of Cardiac Morphologic Parameters in Second Trimester Obstetric Ultrasonography

The purpose of this study is to determine the nomograms of atrium and ventricles in fetuses between 20 and 24 gestational weeks.

We measured right and left ventricular widths (RVw and LVw), right and left atrium widths (RAw and LAw), wall thickness of ventricles (RVt and LVt), the ratio of ventricle width, the ratio of atrium width, ventricle wall thickness ratio, heart circumference, thoracic circumference and cardiothoracic ratio of fetuses referred to our department for second trimester routine obstetric ultrasound in 20-24 gestational weeks. Between December 2015 and June 2016, 371 fetuses referred to our department were prospectively evaluated. Twin pregnancies, and fetuses with family history of cardiac disease were excluded study. Of 371, 281 fetuses were included our study. These fetuses underwent detailed fetal cardiac sonographic examination. Our landmark was under the atrioventricular valves in four chamber view during diastole in order to measure the parameters from ventricles and atrium we mentioned above. Nomograms of these parameters were obtained by using logistic regression analysis and one way ANOVA tests.

There were a statistically significant difference in RVw, LVw, RAw, LAw, RVt, LVt, right ventricle wall thickness, left ventricle wall thickness, heart circumference, thoracic circumference and cardiothoracic ratio according to gestational age ($p=0,024$ for cardiothoracic ratio, $p<0,001$ for other parameters). However, there was no statistically significant difference in ventricle width ratio, atrium with ratio and ventricle wall thickness ratio with respect to gestational age ($p=0,958$; $0,939$ and $p= 0,433$ respectively).

Our results showed that ventricle width ratio and atrium width ratio is almost stable between 20-24 weeks. As the fetus grows, parameters are increased in accordance with gestational age. These nomograms will be

beneficial in detection of pathologies and differential diagnosis of congenital heart disease. Also, in some uncertain cases, ratios can be used as practical guide to follow-up. We believe these values should be integrated with other sonographic views such as three vessel view and dynamic functional evaluation findings.

Key words: Ultrasonography, Obstetric, Fetal, Fetal heart, Second trimester.



9. KAYNAKLAR

- 1- Schneider DS. "The Cardiovascular Sistem." In: *Nelson Essentials of Pediatrics*. Ed. Kliegman RM, Marcante KJ, Jenson HB, Behrman RE. 5th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006. 655-688.
- 2- Young ID, Clarke M. Lethal malformations and perinatal mortality: a 10 year review with comparison of ethnic differences. *Br Med J Clin Re Ed* 1987;295:89-91.
- 3- Berg KA, Boughman JA, Astemborski J A, et al. Implications for prenatal cytogenetic analysis from Baltimore-Washington study of live born infants with confirmed congenital heart defects (CFID). *Am J Hum Genet* 1986;39:A50.
- 4- Kirk JS, Riggs TW, Comstock CH, et al. The prospective evaluation of fetal cardiac anatomy: a comparison of 4 and 5 chamber view in 5967 patients. *Am J Obstet Gynecol* 1993;168:291.
- 5- Shapiro I, Degani S, Leibovitz Z, Ohel G, Tal Y, Abinader EG. Fetal cardiac measurements derived by transvaginal and transabdominal cross-sectional echocardiography from 14 weeks of gestation to term. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1998 Dec;12(6):404-18.
- 6- Yeo L, Romero R. How to Acquire Cardiac Volumes for Sonographic Examination of the Fetal Heart: Part 1. *J Ultrasound Med*. 2016 May;35(5):1021-42.
- 7- Simpson LL. Screening for congenital heart disease. *Obstet Gynecol Clin North Am*. 2004 Mar;31(1):51-9.
- 8- Gabbay-Benziv R, Turan OM, Harman C, Turan S. Nomograms for Fetal Cardiac Ventricular Width and Right-to-Left Ventricular Ratio. *J Ultrasound Med*. 2015 Nov;34(11):2049-55.
- 9- Gómez-Montes E, Herraiz I, Gómez-Arriaga PI, Escribano D, Mendoza A, Galindo A. Gestational age-specific scoring systems for the prediction of coarctation of the aorta. *Prenat Diagn*. 2014 Dec;34(12):1198-206.
- 10- Schneider C, McCrindle BW, Carvalho JS, Hornberger LK, McCarthy KP, Daubeney PE. Development of Z-scores for fetal cardiac dimensions

- from echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005 Nov;26(6):599-605.
- 11- Köşüş A, Köşüş N, Usluoğulları B Fetal manyetik rezonans görüntülemenin obstetri pratiğindeki yeri. *J Turkish-German Gynecol Assoc.* 2011;12:39-46.
 - 12- Sadler TW. "Cardiovascular Sistem." In: *Langman's Medical Embryology.* 10th ed. Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins, 2006. 159-194.
 - 13- Stamm ER, Drose JA. "The Fetal Heart." In: *Diagnostic Ultrasound.* Ed. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW, Levine D. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Mosby. 2011. 1294-1326.
 - 14- Chung KW. "Thorax." *Gross Anatomy.* 5th ed. Philadelphia: Baltimore, Williams & Wilkins, 2005. 141-194.
 - 15- Cartier MS, Davidoff A, Warneke LA, et al. The normal diameter of the fetal aorta and pulmonary artery: echocardiographic evaluation in utero. *AJR Am J Roentgenol* 1987;149:1003-1007
 - 16- Aksoy C. Türk popülasyonunda 20-22 haftalık gebelerde fetal kalbin değerlendirilmesi ve 3 ana damar (pulmoner arter, vena cava süperior, aorta) çıkış çaplarının referans değerlerinin saptanması. Uzmanlık Tezi, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Antalya, 2013.
 - 17- Shipp TD, Bromley B, Hornberger LK, et al: Levorotation of the fetal cardiac axis: A clue for the presence of congenital heart disease. *Obstet Gynecol* 1995;85:97-102.
 - 18- John P. McGahan. Sonography of the Fetal Heart: Findings on the Four-Chamber View *AJR* March 1991 156:547-553.
 - 19- Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987;70:255-259.
 - 20- Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views: a proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;17:367-369.

- 21- Espinoza J, Gotsch F, Kusanovic JP, et al. Changes in fetal cardiac geometry with gestation: implications for 3- and 4-dimensional fetal echocardiography. *J Ultrasound Med* 2007;26:437–443.
- 22- Bromley B, Estroff JA, Sanders SP, et al: Fetal echocardiography: Accuracy and limitations in a population at high and low risk for heart defects. *Am J Obstet Gynecol* 1992;166:1473-1481.
- 23- Wigton TR, Sabbagha RE, Tamura RK, et al: Sonographic diagnosis of congenital heart disease: Comparison between the four-chamber view and multiple cardiac views. *Obstet Gynecol* 1993;82:219-224.
- 24- Filly RA. Efficient and Effective Interpretation of the Four Chamber Heart View and Views of the Great Arteries. *Sonoworld*, 26.03.2011. Web. Accessed 27.11.2016. <https://sonoworld.com/Client/Lectures/LectureDetails.aspx?Id=691&Sequence=1>.
- 25- Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart*. 2002 Oct;88(4):387-91.
- 26- Tegnander E, Eik-Nes SH, Johansen OJ, Linker DT. Prenatal detection of heart defects at the routine fetal examination at 18 weeks in a non-selected population. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1995 Jun;5(6):372-80.
- 27- Garne E, Stoll C, Clementi M, Euroscan Group. Evaluation of prenatal diagnosis of congenital heart diseases by ultrasound: experience from 20 European registries. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2001 May;17(5):386-91.
- 28- Beryl R. Benacerraf Sonographic Detection of Fetal Anomalies of the Aortic and Pulmonary Arteries: Value of Four-Chamber View Vs Direct Images *AJR* 1994;163:1483-1489.
- 29- Naheed ZJ, Strasburger JF, Deal BJ, et al: Fetal tachycardia: mechanisms and predictors of hydrops fetalis. *J Am Coll Cardio* 1996;27:1736-1740.
- 30- Selamet Tierney ES, Wald RM, McElhinney DB, Marshall AC, Benson CB, Colan SD, et al. Changes in left heart hemodynamics after technically

- successful in-utero aortic valvuloplasty. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007 Oct;30(5):715-20.
- 31- American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of fetal echocardiography. *J Ultrasound Med.* 2013 Jun;32(6):1067-82.
 - 32- Dolkart LA, Reimers FT. Transvaginal fetal echocardiography in early pregnancy: normative data. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 165: 688-691.
 - 33- Weiner Z, Lorbar A, Shalev E. Diagnosis of congenital cardiac defects between 11 and 14 weeks' gestation in high –risk patients .*J Ultrasound Med* 2002;21:23-29.
 - 34- Allan LD, Joseph MC, Boyd EG, et al. M-mode echocardiography in the developing human fetus. *Br Heart J* 1982;47:573-583.
 - 35- Reed KL. Fetal arrhythmias: etiology, diagnosis, pathophysiology, and treatment. *Semin Perinatol* 1989;13:294-304.
 - 36- Gembruch U, Chatterjee MS, Bald R, et al. Color Doppler flow mapping of fetal heart. *J Perinat Med* 1991;19:27-32.
 - 37- Sharland GK, Chita SK, Allan LD. The use of colour Doppler in fetal echocardiography. *Int J Cardiol* 1990;28:229-236.
 - 38- Yagel S, Cohen SM, Shapiro I, Valsky DV. 3D and 4D ultrasound in fetal cardiac scanning: a new look at the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;29:81-95.
 - 39- Brekke S, Tegnander E, Torp HG, Eik-Nes SH. Tissue Doppler gated (TDOG) dynamic three-dimensional ultrasound imaging of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004;24:192-198.
 - 40- Schmidt KG, Birk E, Silverman NH, et al: Echocardiographic evaluation of dilated cardiomyopathy in the human fetus. *Am J Cardiol* 1989;63:599-605.
 - 41- Tan J, Silverman NH, Hoffman JI, Villegas M, Schmidt KG. Cardiac dimensions determined by cross-sectional echocardiography in the normal human fetus from 18 weeks to term. *Am J Cardiol.* 1992 Dec 1;70(18):1459-67.

- 42- Awadh AM, Prefumo F, Bland JM, Carvalho JS. Assessment of the intraobserver variability in the measurement of fetal cardiothoracic ratio using ellipse and diameter methods. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006 Jul;28(1):53-6.
- 43- Paladini D, Chita SK, Allan LD. Prenatal measurement of cardiothoracic ratio in evaluation of heart disease. *Arch Dis Child.* 1990 Jan;65(1 Spec No):20-3.
- 44- Chaoui R, Bollmann R, Göldner B, Heling KS, Tennstedt C. Fetal cardiomegaly: echocardiographic findings and outcome in 19 cases. *Fetal Diagn Ther.* 1994 Mar-Apr;9(2):92-104.
- 45- Sharland GK, Allan LD. Normal fetal cardiac measurements derived by cross-sectional echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1992 May 1;2(3):175-81.
- 46- Quartermain MD, Cohen MS, Dominguez TE, Tian Z, Donaghue DD, Rychik J. Left ventricle to right ventricle size discrepancy in the fetus: the presence of critical congenital heart disease can be reliably predicted. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009 Nov;22(11):1296-301.
- 47- Matsui H, Mellander M, Roughton M, Jicinska H, Gardiner HM. Morphological and physiological predictors of fetal aortic coarctation. *Circulation.* 2008 Oct 28;118(18):1793-801.
- 48- Jatavan P, Tongprasert F, Srisupundit K, Luewan S, Traisrisilp K, Tongsong T. Quantitative Cardiac Assessment in Fetal Tetralogy of Fallot. *J Ultrasound Med.* 2016 Jul;35(7):1481-8.
- 49- Ren Y, Zhou Q, Yan Y, Chu C, Gui Y, Li X. Characterization of fetal cardiac structure and function detected by echocardiography in women with normal pregnancy and gestational diabetes mellitus. *Prenat Diagn.* 2011 May;31(5):459-65.
- 50- Perović M, Garalejić E, Gojnić M, Arsić B, Pantić I, Bojović DJ, Fazlagić A, Gardiner H. Sensitivity and specificity of ultrasonography as a screening tool for gestational diabetes mellitus. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2012 Aug;25(8):1348-53.

- 51- Traisrisilp K, Tongprasert F, Srisupundit K, Luewan S, Tongsong T. Reference ranges for the fetal cardiac circumference derived by cardio-spatiotemporal image correlation from 14 to 40 weeks' gestation. *J Ultrasound Med*. 2011 Sep;30(9):1191-6.
- 52- Tongsong T, Wanapirak C, Sirichotiyakul S, Chanprapaph P. Sonographic markers of hemoglobin Bart disease at midpregnancy. *J Ultrasound Med* 2004; 23:49–55.
- 53- Gembruch U, Shi C, Smrcek JM. Biometry of the fetal heart between 10 and 17 weeks of gestation. *Fetal Diagn Ther*. 2000 Jan-Feb;15(1):20-31.
- 54- Lee W, Riggs T, Amula V, Tsimis M, Cutler N, Bronsteen R, Comstock CH. Fetal echocardiography: z-score reference ranges for a large patient population. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010 Jan;35(1):28-34.
- 55- Guariglia L, Rosati P, Bartolozzi F. Cardiac circumference measurement: possible screening tool in early pregnancy for anomalous cardiac development. *Fetal Diagn Ther*. 2006;21(1):134-9.
- 56- Tongsong T, Tatiyapornkul T. Cardiothoracic ratio in the first half of pregnancy. *J Clin Ultrasound*. 2004 May;32(4):186-9.
- 57- DeVore GR, Tabsh K, Polanco B, Satou G, Sklansky M. Fetal Heart Size: A Comparison Between the Point-to-Point Trace and Automated Ellipse Methods Between 20 and 40 Weeks' Gestation. *J Ultrasound Med*. 2016 Dec;35(12):2543-2562.
- 58- Chanthasenont A, Somprasit C, Pongrojpaew D. Nomograms of the fetal heart between 16 and 39 weeks of gestation. *J Med Assoc Thai*. 2008 Dec;91(12):1774-8.
- 59- Steed RD, Strickland DM, Swanson MS, Hannon DW, McConnell ME, Dombroski RA, Webb SR. Normal fetal cardiac dimensions obtained by perpendicular imaging. *Am J Cardiol*. 1998 Apr 15;81(8):1059-62.
- 60- Luewan S, Yanase Y, Tongprasert F, Srisupundit K, Tongsong T. Fetal cardiac dimensions at 14-40 weeks' gestation obtained using cardio-STIC-M. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2011 Apr;37(4):416-22.

