

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI



PREEKLAMPSİLİ GEBELERDE SOL VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ
“SPECKLE TRACKING” EKOKARDİYOGRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kardiyoloji Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Kürşat TİGEN

Dr. Ashok Paudel

İSTANBUL -2017

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI



PREEKLAMPSİLİ GEBELERDE SOL VENTRİKÜL FONKSİYONLARININ
“SPECKLE TRACKING” EKOKARDİYOGRAFI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kardiyoloji Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa Kürşat TİGEN

Dr. Ashok Paudel

İSTANBUL -2017

ÖNSÖZ

Eğitim sürem boyunca gerek tıbbi gerek tıp dışı konularda engin bilgi ve tecrübesinden faydalanma fırsatı bulduğum değerli Hocam ve Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Ayşe Yelda BAŞARAN' a,

Tez çalışmamın planlanması ve gerçekleştirilmesinde fikir ve katkılarıyla yardımlarını esirgemeyen, bilgi birikimi ile eğitimime katkısı olan değerli tez hocam Prof. Dr. M. Kürşat TİGEN' e,

Asistanlığa başladığım ilk günden itibaren beni her şekilde destekleyen, tezimin tüm aşamalarında sonsuz desteğini esirgemeyen, kendisi ile birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum sevgili hocam Doç. Dr. Beste ÖZBEN SADIÇ' a,

Eğitim sürem boyunca bilgi ve becerilerimin gelişmesinde önemli katkıları olan değerli öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Osman YEŞİLDAĞ' a, Prof. Dr. Okan ERDOĞAN' a, Prof. Dr. Bülent MUTLU' ya, Prof. Dr. İbrahim SARI' ya, ve Doç. Dr. Nurten SAYAR' a,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve tecrübelerinden eğitim sürem boyunca faydalandığım Doç. Dr. Alper KEPEZ' e , Doç. Dr. Ahmet Altuğ ÇİNÇİN' e, Yrd. Doç. Dr. Murat SÜNBÜL' e, Uzm. Dr. Halil ATAŞ' a, Uzm. Dr. Emre GÜREL' e, ve Uz. Dr. Batur Gönenç KANAR'a,

Sevgileriyle sorgusuz sualsiz yanımda olan dönem arkadaşlarım Dr. Sena SERT ve Dr. Deniz KAPTAN başta olmak üzere değerli mesai arkadaşlarım kardiyoloji asistanlarına,

Uzmanlık sürecince varlıkları, çalışkanlıkları ve iyi niyetleri ile tüm zorlukları kolay kılan klinik sekreterlerimize, hemşirelerimize ve personelimize,

Her zor anımda yardımlarıyla, sabırlarıyla, ve hiç bir fedakarlıktan kaçınmayan, varlıkları en büyük şükür sebebim olan kıymetli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Dr. Ashok PAUDEL

Ocak 2017, İstanbul

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
ÖNSÖZ	iii
TABLolar LİSTESİ	vii
RESİMLER LİSTESİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	ix
ÖZET	1
İNGİLİZCE ÖZET (SUMMARY)	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Gebelikte Kardiyovasküler Sistem Değişiklikleri	4
2.1.1. Gebelikte kan hacmindeki değişiklikler	4
2.1.2. Gebelikte kardiyak output	5
2.1.3. Gebelikte vasküler direnç ve kan basıncı	5
2.1.4. Doğum sonrası (Postpartum) hemodinamik değişiklikler	6
2.2. Preeklampsi	6
2.2.1. Preeklampsi tanımı	6
2.2.2. Preeklampsinin patofizyolojisi	7
2.2.3. Preeklampsi risk faktörleri	8
2.2.4. Preeklampsinin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkisi	8
	iv

2.2.4.1. Hipertansiyon	8
2.2.4.2. Damar içi hacim ve ödem	8
2.2.4.3. Kalp fonksiyonları	8
2.2.4.4. Pulmoner ödem	9
2.3. Ekokardiyografi	9
2.3.1. M-Mode ekokardiyografik inceleme	9
2.3.2. İki boyutlu ekokardiyografik inceleme	10
2.3.3. Doppler ve renkli akım Doppler inceleme	10
2.3.4. Doku Doppler	11
2.3.5. “Strain” ve “strain rate” değerlendirilmesi	12
2.3.5.1. Temel prensipler ve teknik	12
2.3.5.2. Gri skala temelli strain rate (“Speckle tracking”)	17
2.3.5.3. Sağ ventrikülün “speckle tracking” ekokardiyografi ile değerlendirilmesi	18
2.3.5.4. “Time to peak standard deviation”	20
3. ARAÇ VE YÖNTEM	21
3.1. Çalışmanın Tasarımı	21
3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Ölçütleri	21
3.3. Çalışmaya Dahil Edilmeme Ölçütleri	22
3.4. Çalışma Protokolü	22
3.5. Ekokardiyografik Değerlendirme	23

3.6. İstatistiksel Analiz	25
4. BULGULAR	26
5. TARTIŞMA	36
5.1. Çalışmanın Kısıtlılıkları	39
5.2. Çalışmanın Klinik Faydaları	40
6. SONUÇ	41
7. KAYNAKLAR	43
8. ETİK KURUL ONAYI	49

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1: “Speckle tracking” ekokardiyografi ile ölçülen kardiyak mekanik parametrelerin normal değer aralıkları

Tablo 2. Preeklampsili ve sağlıklı gebe hastaların genel özellikleri

Tablo 3. Doğum öncesi preeklampsili ve sağlıklı gebelerin konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

Tablo 4. Doğum öncesi preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

Tablo 5. Doğum öncesi preeklampsili ve sağlıklı gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametreleri

Tablo 6. Doğum öncesi ve sonrası preeklampsili gebelerin sol ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerindeki değişim

Tablo 7. Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sol ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

Tablo 8. Doğum öncesi ve sonrası preeklampsili gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerindeki değişim

Tablo 9. Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

Tablo 10. Doğum öncesi ve sonrası preeklampsili gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametrelerindeki değişim

Tablo 11. Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametreleri

RESİM ve ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Deforme olan bir cismin basitçe şematize edildiği bu örnekte kalp kasında olduğu gibi uzunlamasına kısalma şeklindeki bir deformasyon görülmekte. ΔL : uzunluk değişimi, L_0 : kısalmamış orijinal uzunluk, L : kontraksiyon sonundaki uzunluk.

Şekil 2. Çeşitli tiplerdeki sol ventrikül duvar strain örnekleri

Şekil 3. “Speckle-tracking” ekokardiyografi analizi ile miyokard deformasyonunun çeşitli strain örnekleri ile ölçülmesi. Longitudinal strain örneği (A), radyal strain örneği (B), ve sirkumferensiyel strain örneği (C)

Şekil 4: Deforme olan bir cismin basitçe şematize edildiği strain rate örneği. V_1 : velosite noktası, V_2 : velosite noktası, d : İki uzaklık arası mesafe.

Şekil 5: Preeklampsili gebe grubundan sol ventrikül global longitudinal strain analiz örneği.

Şekil 6: Preeklampsili gebe grubundan sağ ventrikül “Speckle tracking” ekokardiyografi örneği

SİMGELER ve KISALTMALAR:

BNP: Beyin natriüretik peptid

CW: “Continuous wave”

DD: Doku Doppler

EF: Ejeksiyon fraksiyonu

GCS: “Global circumferential strain”

GCS-SD: “Global circumferential strain time to peak standard deviation”

GLS: “Global longitudinal strain”

GLS-SD: “Global longitudinal strain time to peak standard deviation”

GRS: “Global radial strain”

mEQ: “Mili equivalent”

PW: “Pulsed wave”

RFS: “Radial fractional shortening”

TAPSE: Triküspit anüler plan sistolik yerdeğiştirme

2D: İki boyutlu

ÖZET

Amaç: Preeklampsi afterload ve preload artışının birlikte seyrettiği, uç organ hasarının eşlik ettiği, maternal ve fetal mortalite ve morbiditenin normal gebelere oranla yüksek seyrettiği bir klinik sendromdur. Preeklampsi tanı kriterlerinde yer alan uç organ hasarında kardiyak hasar ile ilgili herhangi kriter bulunmamaktadır. Preeklampsili gebelerde konvansiyonel ekokardiyografi ile bakılan ejeksiyon fraksiyonunda negatif etkilenme gözlenmemiştir. Çalışmamızın amacı ileri bir ekokardiyografik yöntem olan “speckle tracking” ekokardiyografi kullanılarak preeklampsili gebelerde sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesidir.

Metod: Çalışmamıza ardışık 55 preeklampsili gebe ile yaş ve gebelik haftası benzer 35 normal gebe dahil edilmiştir. Preeklampsi tanısı “American College of Obstetricians and Gynecologists” tarafından önerilen kriterlere göre konulmuştur. Tüm hastalara gebeliğin 20. haftasından sonra ve postpartum üç ve altıncı aylar arasında ekokardiyografik inceleme yapılmış, sol ventrikül fonksiyonları konvansiyonel ve “speckle tracking” ekokardiyografi ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Doğum öncesinde sol ventriküler ejeksiyon fraksiyonu açısından preeklampsili gebeler ile kontrol grubu açısından fark izlenmemekle birlikte (%66,2 ± 3,2 'e karşılık %65,5 ± 3,6 p=0,377); sol ve sağ ventrikül “global longitudinal strain” (GLS) değerleri sağlıklı gebelere göre düşük saptandı (sırasıyla; %-18,0 ± 2,6 'e karşılık %-19,8 ± 2,1 p=0,001 ve %-26,7 ± 3,3 'e karşılık %-28,9 ± 3,3 p=0,002). Doğum sonrası preeklampsili gebelerde sol ventriküler GLS ve “global circumferential strain” (GCS) değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdiği (sırasıyla; %-18,0 ± 2,6 'e karşılık %-20,4 ± 2,4 p< 0,001 ve %-21,7 ± 3,2 'e karşılık %-23,6 ± 3,7 p< 0,001) ve kontrol grubuna benzer değerlere ulaştığı saptandı. Buna karşılık; sağ ventrikül GLS değerlerinin doğum sonrası daha da azaldığı ve kontrol grubuyla aradaki farkın arttığı gözlemlendi (%-25,8±2,7 'e karşılık %-29,0±3,4 p<0,001).

Sonuçlar: Preeklampsi sol ventrikül fonksiyonlarında subklinik bozulmaya neden olmakla birlikte doğum sonrası ventrikül fonksiyonları normal değerlere dönmektedir. “Speckle tracking” ekokardiyografi preeklampsiye bağlı sol ventrikül fonksiyonlarındaki bozulmayı göstermede konvansiyonel ekokardiyografik parametrelere göre daha üstündür.

Anahtar Sözcükler: “Global longitudinal strain”, preeklampsi, “speckle tracking” ekokardiyografi

SUMMARY

Background: Preeclampsia is a maternal disorder of pregnancy characterized by concomitant increase in preload and afterload with end organ dysfunction. It is associated with increased maternal mortality and morbidity. Heart is not involved as a criterion for end organ damage in the diagnosis of preeclampsia. No difference has been shown in ejection fraction measured by conventional echocardiography between preeclamptic and normal pregnancy. The aim of our study is to determine left ventricular functions with speckle tracking echocardiography in preeclamptic patients.

Methods: Fifty-five preeclamptic and 35 healthy pregnant women of the same race, similar age and gestational week were consecutively included in our study. The diagnosis of preeclampsia was based on the criteria proposed by the American College of Obstetricians and Gynecologists. All patients underwent echocardiographic examination after the 20th gestational week and at the postpartum 3rd–6th months and left ventricular functions were assessed by both conventional and speckle tracking echocardiography.

Results: There was not any significant difference in prepartum left ventricular ejection fraction values between preeclamptic patients and controls ($66.2\pm 3.2\%$ vs $65.5\pm 3.6\%$ $p=0.377$) while left and right ventricular global longitudinal strain (GLS) values were significantly lower in preeclamptic patients ($-18.0\pm 2.6\%$ vs $-19.8\pm 2.1\%$ $p=0.001$ and $-26.7\pm 3.3\%$ vs $-28.9\pm 3.3\%$ $p=0.002$, respectively). After birth, there were significant increases in left ventricular GLS and global circumferential strain (GCS) ($-18.0\pm 2.6\%$ vs $-20.4 \pm 2.4\%$ $p<0.001$ and $-21.7\pm 3.2\%$ vs $-23.6\pm 3.7\%$ $p<0.001$, respectively) reaching to values similar to those of controls. However, right ventricular GLS values further decreased and the difference became more prominent ($-25.8\pm 2.7\%$ vs $-29.0\pm 3.4\%$ $p<0.001$).

Conclusion: Preeclampsia is associated with subclinical left ventricular dysfunction, which returns to normal after birth. Speckle tracking echocardiography is superior to conventional echocardiographic parameters in detecting preeclampsia associated subtle changes in left ventricular function.

Keywords: Global longitudinal strain, preeclampsia, speckle tracking echocardiography

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Gebelikte anne kalbinin adaptasyon sürecine yönelik çok sayıda çalışma yayımlanmış olmasına rağmen sol ventrikül performansındaki değişimler konusunda görüş farklılıkları mevcuttur. Periferik vasküler rezistanstaki düşme ile beraber kardiyak debide artış görülmekle birlikte, kavite boyutları, miyokard kütlesi ve hacmi ile ilgili veriler tutarlı değildir. Benzer şekilde miyokard fonksiyonu değişik çalışmalarda normal, azalmış veya artmış olarak bildirilmiştir. Bu farklılık ejeksiyon fraksiyonunu değerlendirmede farklı formüller kullanılması, cihaz ve yazılım farklılıkları, incelenen populasyon arasındaki etnik farklılıklar, gebelik haftasındaki farklılıklar gibi nedenlerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Preeklampitik hastalarda gebelik sırasında hacim ve basınç yüklenmesinin olup “preload” ve “afterload” artmaktadır. Postpartum dönemde ise bu parametreler normal değerlere gerilemektedir. Yapılan bir çalışmada preeklampitik hastalarda normal gebelere göre gebelik sırasında beyin natriüretik peptid (BNP) değerinde anlamlı artış saptanmış olup, postpartum dönemde her iki grubun BNP değerlerinde azalma görülmüş ve ortalama BNP değerleri birbirine yakın saptanmıştır. Preeklampsili gebelerde konvansiyonel ekokardiyografi ile bakılan ejeksiyon fraksiyonunda negatif etkilenme gözlenmemiştir.

Miyokard deformasyonu gösteren “strain” ve “strain rate” hesaplamalarının miyokardın fonksiyonel durumu ile yakından ilişkili olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Bu parametreler miyokard fonksiyonundaki minimal değişimi göstermede daha hassas olup normal bireylerde ve farklı hasta gruplarında sol ventrikül fonksiyonunu değerlendirmede kullanılmıştır. Preeklampsisi hastalarında gebelik esnasında görülen “preload” ve “afterload” artışı miyokard deformasyon parametrelerinde bozulmaya sebep olabilir ve “speckle tracking” ekokardiyografi ile gösterilebilir.

Çalışmamızın amacı preeklampsisi sürecinde gelişen “preload” ve “afterload” artışının sol ventrikül fonksiyonları üzerine etkisini konvansiyonel ve “speckle tracking” ekokardiyografi ile değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gebelikte Kardiyovasküler Sistem Değişiklikleri

Normal gebelik, tuz ve su tutulumuna sekonder olarak dolaşan kan hacmi, “preload” ve kardiyak debi artışına neden olurken periferik vazodilatasyona ikincil olarak sistemik vasküler dirençte azalmaya yol açar. Bu değişiklikler gebeliğin ilk trimesterinde başlar, ikinci trimesterde zirve yapar ve doğuma kadar bu şekilde devam eder (1). Gebeliğin son döneminde sağ kalpte daha belirgin olmak üzere tüm kapaklarda fizyolojik hafif yetersizlik saptanması normal bir bulgu olup, bu durum erken postpartum döneme kadar devam etmektedir. Kalp boşluklarında genişleme, kapak anülüsünde dilatasyon ve fizyolojik hafif düzeydeki kapak yetersizliklerinin gebelikte meydana gelen hipervolemiye sekonder geliştiği düşünülmektedir. Bu bulgular patolojik olarak yorumlanmamalıdır.

2.1.1. Gebelikte kan hacmindeki değişiklikler:

Plazma hacmi ve kırmızı hücre kütlesi gebelikte artmaktadır; ancak plazma hacmindeki artış daha fazla olduğundan hematokrit değerinde göreceli düşme olur. Bu düşüş fizyolojik anemiye neden olur. Toplamda 900-1000 “Miliequivalent” (mEQ) tuz tutulumu ve 6-8 litre su tutulumu meydana gelir (100 ml/kg). Bu artmış sıvının bir kısmı intravasküler ve ekstravasküler alanda dağılacığı gibi bir kısmı fetus ve amniyon sıvısına katılır. Doğuma yakın dönemde plazma hacminde gebe olmayan bir kadına göre %30-50 daha fazla artış olmak üzere toplamda 1100-1600 ml artış meydana gelir (2).

2.1.2. Gebelikte kardiyak output:

Plazma hacmindeki artışa paralel olarak “Starling” yasasına göre kardiyak debide %30-50 oranında artış meydana gelir (3). Kardiyak debideki artış üç önemli faktördeki değişimin sonucudur. Bunlar; artmış plazma hacmine bağlı “preload” artışı, sistemik vasküler dirençte azalmaya bağlı “afterload” da azalma ve kalp hızındaki artıştır (dakikada 15-20 atım) (4).

Gebeliğin ilk haftalarında kardiyak debideki artış, primer olarak artmış atım hacmine bağlı iken gebeliğin son aylarında bunun ana belirleyicisi kalp hızındaki artıştır. Gebeliğin sol ventrikül kontraktilitesi üzerindeki etkisi ile ilgili bilgiler çelişkili olup ejeksiyon fraksiyonunda anlamlı bir değişiklik olmadığı bilinmektedir (5). Sol ventrikül strain parametreleri konusunda ise birbiriyle çelişen sonuçlar rapor edilmiş olup görüş birliği bulunmamaktadır.

2.1.3. Gebelikte vasküler direnç ve kan basıncı:

Sistolik ve diyastolik kan basıncı gebeliğin ilk aylarında düşmeye başlar ve ikinci trimesterde bazal seviyenin 5-10 mmHg aşığına kadar iner. Üçüncü trimesterde tekrar gebelik öncesi değerlere geri döner (6). Gebelikte periferik vasküler direnç azalmaktadır. Bunun nedeni tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte damar duvarının anjiyotensin II ve norepinefrine karşı duyarlılığının azalması, endotelden salgılanan prostasiklin, nitrikoksit miktarındaki artış ve aortik “stiffness” ta azalmaya bağlı olabileceği düşünülmektedir (7). Östrojen, progesteron ve prolaktin gibi gebelik hormonlarının vasküler direnç üzerindeki etkisi ise net bilinmemektedir.

Benzer şekilde, sağ ventrikülün de “preload”u artmakta, ancak pulmoner vasküler dirençteki azalma nedeniyle “afterload” azalmaktadır. Santal venöz basınç, pulmoner kapiller kama basıncı ve pulmoner arter sistolik ve diyastolik basınç değerleri ise normal seyretmektedir (8).

2.1.4. Doğum sonrası (Postpartum) hemodinamik değişiklikler:

Doğum sonrasında kardiyovasküler değişiklikler yavaş yavaş normale dönmeye başlar. Doğumdan sonraki ilk iki haftada değişimin büyük bir kısmı geriler ancak tüm parametrelerin gebelik öncesi haline geri dönmesi 12-24 hafta kadar sürer (9).

2.2. Preeklampsi

2.2.1. Preeklampsi tanımı:

Preeklampsi doğum öncesinde normotansif olan kadınlarda gebeliğin 20. haftasından sonra ortaya çıkan hipertansiyon ve eşlik eden proteinüri veya uç organ disfonksiyonu ile seyreden multi-sistem bir hastalıktır. Preeklamptik hastaların çoğu termde veya terme yakın doğum yapıp sağlıklı anne ve fetus ile seyreterse de bu hastalık normal gebelere göre artmış maternal ve/veya fetal mortalite ve ciddi morbidite ile ilişkilidir (10).

Preeklampsi tanı kriterleri aşağıda sıralanmıştır.

- Sistolik kan basıncı ≥ 140 mmHg veya diyastolik kan basıncı ≥ 90 mmHg, **ve**
- 24 saatlik idrarda proteinüri ≥ 0.3 gram veya protein: kreatinin oranı ≥ 0.3 , **veya**
- Uç organ hasar bulguları (trombosit sayısı $< 100,000$ /ml, serum kreatinin $> 1,1$ mg/dl veya serum kreatininin normal değerinin iki katına çıkması, serum transaminazların normal değerinin iki katına çıkması).

2013 yılında, “The American College of Obstetricians and Gynecologists” cemiyeti proteinüriyi preeklampsinin tanı kriterlerinden çıkarmıştır (11). Ciddi tansiyon yüksekliği ve uç organ hasarının semptom ve bulgularından bir veya birden fazlasının varlığı, ciddi preeklampsi olarak adlandırılır. Bu semptom ve bulgular:

1. Santral sinir sistemi semptomları (yeni başlayan görme bozuklukları, fotofobi, skotom, kortikal körlük, ciddi baş ağrısı, analjeziklere dirençli baş ağrısı, bilinç değişikliği vs.)
2. Karaciğer bozukluğu (tedaviye dirençli ciddi sağ üst kadranda ağrısı veya serum transaminazların normal aralığın üst limitinin ≥ 2 katına çıkması veya ikisinin birlikte varlığı)
3. Ciddi kan basıncı yüksekliği (sistolik kan basıncı ≥ 160 mmHg veya diastolik kan basıncı ≥ 110 mmHg; 4 saat arayla ölçülen en az iki değer olması)
4. Trombositopeni (Trombosit sayısı $< 100.000/ml$)
5. Böbrek hasarı (ilerleyici böbrek hasarı, serum kreatininin $> 1,1$ mg/dl veya serum kreatininin normalin iki katına çıkması)
6. Pulmoner ödem

Eklampsi ise preeklamptik hastalarda herhangi nörolojik sebebe bağlanamayan grand mal nöbetin gelişmesidir.

2.2.2. Preeklampsinin patofizyolojisi:

Preeklampsi patofizyolojisinde maternal ve fetal/plasental faktörler rol oynar. Plasental damarlanmanın gelişmesindeki bozukluğun, hastalığın ortaya çıkmasından haftalar/aylar öncesinde ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu bozukluk plasental perfüzyonun bozulmasına ve hipoksi/iskeminin gelişmesine neden olmaktadır. Plasentalın hipoperfüzyon, hipoksi ve iskeminin sonucunda ortaya çıkan maddeler endotel disfonksiyonuna (artmış damar geçirgenliği, vazokonstriksiyon, koagülasyon sisteminin aktivasyonu, mikroangiopatik hemoliz) neden olup preeklampside görülen hipertansiyon, proteinüri ve diğer organ bozukluklarına yol

açmaktadır (12).

6.2.3. Preeklampsi risk faktörleri:

Bazı gebelerde preeklampsi gelişme riskinin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu durumlar; daha önce preeklampsi tanısının olması, birinci gebelik, ailede preeklampsi tanısının olması, anne yaşının ileri olması, ikiz gebelik, gebelik öncesi diyabet, tansiyon >130/80 mmHg, vücut kitle indeksi >26,1 kg/m², antifosfolipit antikor sendromu, kronik böbrek hastalığıdır (13).

2.2.4. Preeklampsinin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkisi:

2.2.4.1. Hipertansiyon: Preeklampsinin en erken bulgusu olup hastalığın tanısı için de en önemli klinik ipucudur. Kan basıncı tedricen yükselir ve bazen hipertansif seviyeye üçüncü trimesterde, hatta 37. haftadan sonra veya postpartum dönemde ulaşır (14). Dört saat ara ile ölçülen kan basıncı ölçümlerinde sistolik kan basıncı ≥ 160 mmHg veya diyastolik kan basıncı ≥ 110 mmHg olması kritik hastalığın bulgusudur. (11)

2.2.4.2. Damar içi hacim ve ödem: Preeklampitik hastalarda da normal gebelikte olduğu gibi su ve tuz tutulumuna bağlı vücuttaki sıvı miktar artmaktadır, ancak vasküler rezistanstaki ve kapiller permeabilededeki artış nedeniyle bu hastalarda normal gebelere oranla damar içi hacim azalmış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle normal gebelikte de ödem görülmekle beraber preeklampitik hastalarda ani ve hızlı kilo alımı ve yüz ödemi daha sıktır ancak konudaki bilgiler kısıtlıdır.

2.2.4.3. Kalp fonksiyonları: Preeklampsi miyokardı direkt olarak etkilememektedir. Ancak preeklampsinin meydana getirdiği değişikliklere (periferik vasküler direnç ve “afterload” artışı) miyokard maruz kalmaktadır. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (EF) genellikle normal sınırlardadır (15), fakat yapılmış çalışmalarda sol ventrikül “longitudinal”, “circumferential” ve

radyal sistolik strain değerlerinde azalma saptanmıştır (16). Bu sol ventrikül performansındaki azalış preeklampsideki “afterload” artışına verilen fizyolojik cevap olarak yorumlanmaktadır. Preeklampsideki bu y¼ksek “afterload” aynı zamanda kardiyak dolum basıncı artışı ile beraberdir. Aynı şekilde ventrikül y¼klenmesi ve miyokard gerilimine ikincil artan BNP değerleri de preeklamptik hastalarda, normotansif gebelere veya kronik hipertansiyonu olan gebelere oranla d¼rt kat daha y¼ksektir (17).

2.2.4.4. Pulmoner dem: Pulmoner ödem varlığı, ciddi preeklampsinin göstergesidir. Pulmoner yatakta onkotik basıncı aşan hidrostatik basınç, özellikle postpartum dönemde bazı hastalarda pulmoner ödeme neden olabilir. Pulmoner demin diğer nedenleri ise; kapiller sızma, sol ventrikül yetersizliği veya iyatrojenik hacim y¼klenmesidir.

2.3. Ekokardiyografi

2.3.1. M-Mode ekokardiyografik inceleme:

M-Mod gr¼nt¼ler; göstergeyi (k¼rsr), gr¼nt¼lenmek istenen bölgenin üst¼ne dik açıyla yerleştirilerek elde edilir. M-Mod gr¼nt¼leme ile, sadece göstergenin üzerinde olduğu bölgenin kesit gr¼nt¼s¼ elde edilmektedir. Zaman horizontal eksene kaydedilirken, vertikal eksen yapıların derinliğini göstermektedir. M-Mod gr¼nt¼leme tekniği kullanılarak yapılan ölç¼mlerle, kalp duvarının kalınlığı, kalp boşluklarının boyutları, perikard kalınlığı, kapak hareketleri hakkında net bilgiler elde edilebilir. Sağ ventrik¼l¼n sistolik fonksiyonu hakkında kantitatif bilgi veren trik¼spit an¼ler d¼zlem sistolik hareket (TAPSE) lç¼m¼ de trik¼spit an¼l¼s d¼zlemin M-Mod gr¼nt¼leme esasına dayanır.

2.3.2. İki boyutlu ekokardiyografik inceleme:

Gerçek zamanlı iki boyutlu (2D) görüntüleme kardiyak yapıların anatomisi ve onların gerçek zamanlı hareketleri görüntüleyerek kalbin morfolojisi ve fonksiyonu hakkında detaylı bilgi sağlar. Kalp boşluklarının çap, alan ve hacminin kantitatif olarak hesaplanmasına olanak sağlayacağı gibi Doppler ve renkli akım ölçümleri için gereken görüntünün elde edilmesini sağlar. Parasternal uzun aks, parasternal kısa aks, apikal dört boşluk, apikal iki boşluk, apikal üç boşluk, subksifoid, suprasternal ve sağ parasternal pencerelerden alınan görüntülerle kalbin, büyük damarların (aorta, pulmoner arter, pulmoner venler vs), kalp kapaklarının anatomisi (prolapsus, vejetasyon, kitle vs) ve fonksiyonları (yetersizlikleri, darlıkları vs) hakkında detaylı bilgi sağlamaya çalışılır.

2.3.3. Doppler ve renkli akım Doppler inceleme:

Doppler ekokardiyografi, kalp ve büyük damarlardaki kan akım hızı ve yönünün ölçüldüğü bir tekniktir. Bununla birlikte, Doppler bilgisayar sistemlerinde türbülans akımları da belirleyebilen programlar vardır. Kalp ve büyük damarlar içindeki normal kan akımı Doppler ile görüntüleme sırasında karakteristik bulgular göstermektedir. Pek çok kardiyovasküler lezyon, kan akım hızı ve yönünde anormalliklere neden olduğu ve akımda türbülans meydana getirdiğinden Doppler görüntüleme sonuçlarıyla, 2D ekokardiyografi bulguları kombine edilerek oldukça spesifik bilgiler elde edilmektedir. Günümüzde klinik uygulamalarda; pulsed wave Doppler (PW), continuous wave Doppler (CW) ve Colour Doppler (renkli Doppler) olmak üzere üç değişik Doppler tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır.

CW ve PW Doppler grafik spektrumlarında; zaman, saniyeler horizontal çizgi (X eksen) üzerinde gösterilirken; frekans ve hız ise kHz veya cm olarak Y eksen üzerinde gösterilir. Kan akım yönü, horizontal çizginin alt ve üst tarafları ile belirlenir. PW Doppler, anormal kan akımı örneklerinin kalp içerisindeki anatomik lokalizasyonlarını ve akımın niceliğini (laminar veya türbülans) doğru olarak belirleyebilir. Ancak, sadece düşük hızların değerlerini doğru olarak

ölçülebilir. Buna karşılık CW Doppler, oldukça yüksek hızları ölçülebilmekte, ancak akımın lokalizasyonunu belirleyememektedir. PW ve CW Doppler teknikleri birlikte kullanıldığında anormal kan akımının maksimal hızını, niceliğini, yönünü ve lokalizasyonunu tam olarak belirlenebildiğinden, birbirini tamamlayan bu iki teknik kullanılmalıdır.

Renkli Doppler teknikte, kan akımıyla ilgili bilgiler renklerle görüntülenmektedir. Renk kodlamasında, kırmızı renk proba doğru olan kan akımını; mavi renk ise uzaklaşan kan akımını temsil etmek üzere seçilmiştir. Proba yaklaşan ve uzaklaşan kanların birbirine karıştığı durumlarda, mavi-kırmızı karışımı bir mozaik görünümü ortaya çıkmaktadır. Rengin, kan akım hızı ile de yakın ilişkisi vardır. Akım hızı arttıkça, rengin parlaklığı da fazlalaşır, hız azaldıkça renk soluklaşır. Türbülans akımlar kırmızı, yeşil, sarı renklerle kodlanmıştır. Bu renk akımına mozaiklenme denir. Kapak yetersizliklerinde ve darlıklarında türbülans akım oluşacağından, mozaik görüntü belirgindir. Mozaiklenme olayından faydalanılarak, kardiyak fonksiyonlar hakkında çok ayrıntılı bilgiler elde etmek mümkündür. Doppler incelemesi; laminar akım, türbülans akım, ventrikül sistolü ile birlikte kanın büyük damarlara atılmasının şiddeti ve zamanı, hız-zaman grafiği ve basınç eğimini göstermede kullanılmaktadır.



2.3.4. Doku Doppler:

Doku Doppler (DD) görüntüleme miyokard hareket hızının analiz esasına dayanan bir ekokardiyografik yaklaşımdır (18). Doku Doppler görüntülemeye aynı Doppler kuralları geçerlidir. Ancak konvansiyonel Dopplerde yüksek frekanslı ve düşük amplitüdü kan hücrelerinin hızı ölçülürken, DD düşük hız ve yüksek amplitüde sahip miyokarddan gelen sinyalleri analiz eder. Kardiyak yapılar 0,06-0,24 m/sn hızla hareket eder. Bu kan akım hızının yaklaşık onda biri kadardır. Doku Doppler görüntüleme ile elde edilen hızlar, sadece miyokard kasılması ve gevşemesinden değil; aynı zamanda kalbin rotasyonundan da etkilenir. Ancak uzun aks boyunca ventriküllerin rotasyonu minimaldir ve apeks kalp siklusu boyunca sabittir. Bu yüzden DD ile anülüs hareketlerin izlenmesi global ventrikül fonksiyonu hakkında bilgi sağlar. Spektral PW DD yöntemi ile maksimal hızlar ölçülür. Miyokard diyastolik/sistolik fonksiyonların objektif değerlendirilmesine olanak sağlar.

Doku Doppler görüntüleme ile sol ventrikül lateral duvar ve septal duvarından ölçülen miyokard hareket hızı parametreleri olan E', A' ve S dalgaları sırasıyla sol ventrikülün diyastolik hızlı doluşu sırasındaki ventrikül gevşemesi, atriyal kontraksiyon sırasındaki ventrikülün gevşemesi ve sistoldeki miyokard hareket hızını yansıtmaktadır. Bu parametreler sol ventrikül diyastolik ve sistolik fonksiyonunu değerlendirmede kullanılmaktadır.

2.3.5. “Strain” ve “strain rate” değerlendirilmesi:

“Strain” ve “strain rate inceleme”, doku Doppler prensibine dayalı kardiyak görüntüleme metodudur. İlk kez Mirskey ve Parmley miyokardın mekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla miyokardiyal straini tanımlamışlardır (19). Klasik yöntemlerden olan M-mod, 2D ve Doppler ekokardiyografi yöntemleriyle elde edilen verilerle, sınırlı bir anatomik ve işlevsel kalp değerlendirilmesi yapılmaktadır. Strain ve “strain rate” ekokardiyografi, DD ekokardiyografideki miyokardiyal komşu segmentlerin translasyon ve gerilmesinden etkilenmediğinden bölgesel miyokardiyal işlevin değerlendirilmesinde daha üstün bir yöntemdir. Aynı zamanda DD incelemede görüntülenen bölgedeki miyokardiyal segmentin ölçülen hızının açıya bağımlı olması ve maksimal hızların kesin belirlenmesini zorlaştırması da “Speckle Tracking” ekokardiyografinin bölgesel duvar hareketlerinin nicel olarak incelenmesinde daha ön planda olmasını sağlamaktadır (20).

2.3.5.1. Temel prensipler ve teknik:

Hareket ve deformasyon: Farklı ekokardiyografik görüntüleme yöntemleri dikkate alındığında hareket ve deformasyon ayırımı yapmak önemlidir. Yer değiştirme ve hız “hareketi”, “strain” ve “strain rate” ise “deformasyonu” gösterir. Hareket genel anlamda bir cismin zaman içerisinde yer değiştirmesidir. Hareket eden bir cisim deforme olmadığı sürece her bir noktasının hareket hızı aynıdır. Hız kalp dokuları için cm/sn veya m/sn olarak ifade edilir. Renkli DD görüntüleme tekniği ile kan akımına göre daha düşük hızlı fakat yüksek frekanslı kalp kası hareketlerine ait vektör bilgisi (hız ve yön) gri skala 2D görüntüler üzerinde haritalanır. Normal kasılan sol

ventrikülün uzun eksenini boyunca en yüksek doku hızları bazal segmentlerde kaydedilir ve 15-20 cm/sn dolaylarındadır. Bazal segmentlerden apekse doğru hareket hızları azalır ve apeks göreceli olarak sabittir (21). Bu bilgi bizi, aynı siklus içinde bazalden apekse doğru kalp kası segmentlerinin farklı miktarlarda yer değiştirdiği doğal sonucuna götürür. Renkli DD görüntülerinin içerdiği hız ve yön bilgisi kullanılarak kalp siklusunun istenilen bir diliminde (genellikle sistolde) komşu segmentlerin hız-zaman integrali hesaplanarak her segmentin sistol boyunca yer değiştirme miktarları bulunabilir. Farklı yer değiştirme miktarlarının farklı renklerle kodlanması ile de doku yer değiştirme miktarını görüntüleyen teknik geliştirilmiştir. Bu görüntüleme tekniği sayesinde bir siklus içerisinde EKG' den belirlenen istediğimiz bir zaman aralığı boyunca kalp kası segmentlerinin renk kodları yardımıyla hareket miktarları karşılaştırılabilir (22).

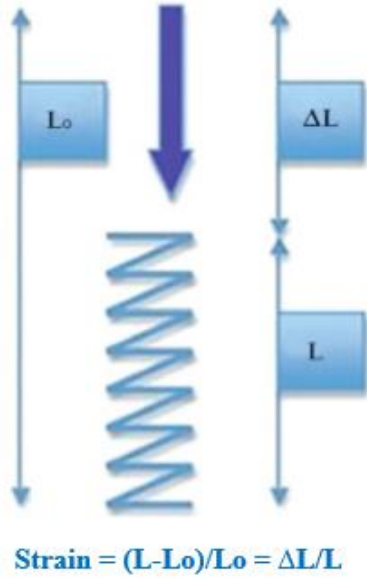
Sol ventrikül duvar hareketlerinin komşu segmentlerde farklı hızlarda ve miktarlarda oluşu, sol ventrikülün kasılıp gevşerken 'deforme' olduğunu göstermektedir. Hareket ve deformasyon birbiriyle ilişkili ancak bir o kadar da farklı kavramlardır. Deforme olmadan hareket eden bir cismin her noktasının hızı sabittir. Bir başka deyişle kalp kasında olduğu gibi intakt bir dokunun hareketi sırasında iki ucu arasında bir hız farkı varsa bu doku deforme olarak hareket etmektedir.

Günlük dilde "strain" sözcüğü gerilme anlamında kullanılmakla birlikte bir fizik terimi olarak strain; elastik bir cisme uygulanan bir yük neticesi cismin orijinal boyutuna göre meydana gelen göreceli deformasyon miktarı olarak ifade edilir ve $e = (L-L_0)/L_0 = \Delta L/L_0$ formülü ile hesaplanır (23). Bu uzunlamasına deformasyon formülünün de L_0 cismin başlangıç uzunluğu, L uygulanan yük sonrası oluşan uzunluğu, ΔL ise göreceli deformasyon miktarıdır (**Şekil 1**).

Deformasyon miktarı boyuttan bağımsız bir ölçüt olup birimi % olarak ifade edilir. Pozitif strain değerleri uzama-kalınlaşma, negatif strain değerleri kılma-incelme şeklinde olan deformasyonu gösterir.

Normal sol ventrikül kalp kasında siklus boyunca üç düzlemde deformasyon olur. Uzun ekseninde sistolde kılma, diyastolde uzama; transvers ekseninde (radyal) sistolde kalınlaşma, diyastolde incelme; sirkumferansiyal ekseninde ise sistolde kılma, diyastolde uzama kaydedilir (**Şekil 2 ve Şekil 3**). Kalp kasının sıkıştırılmaz olma özelliği nedeniyle her üç boyuttaki deformasyon birbiriyle ilişkilidir. Bir düzlemdeki strain aslında birden fazla düzlemdeki straini

yansıttığı için bir segmentte duvar kalınlaşması ile kısılması aynı bölgesel işlevi gösterir (24).

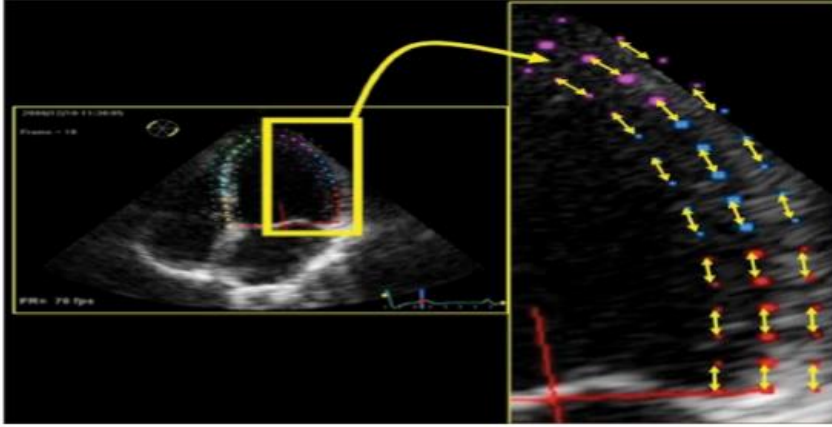


Şekil 1. Deforme olan bir cismin basitçe şematize edildiği bu örnekte kalp kasında olduğu gibi uzunlamasına kısılma şeklindeki bir deformasyon görülmekte. ΔL : uzunluk değişimi, L_0 : kısılmamış orijinal uzunluk, L : kontraksiyon sonundaki uzunluk.

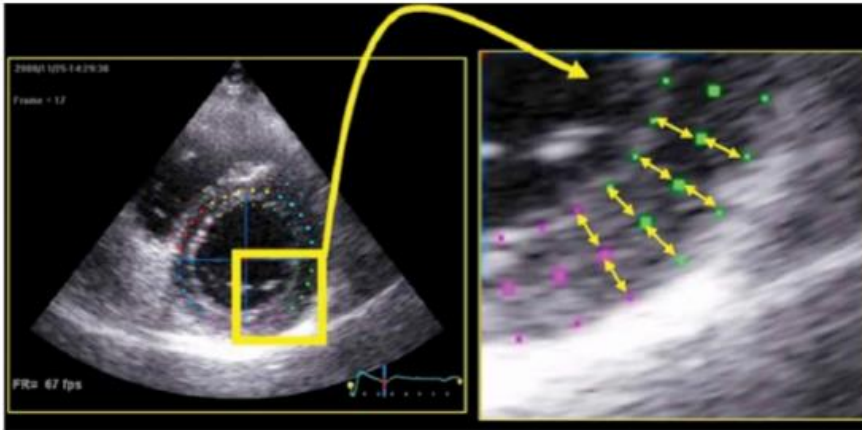


Şekil 2. Çeşitli tiplerdeki sol ventrikül duvar strain örnekleri

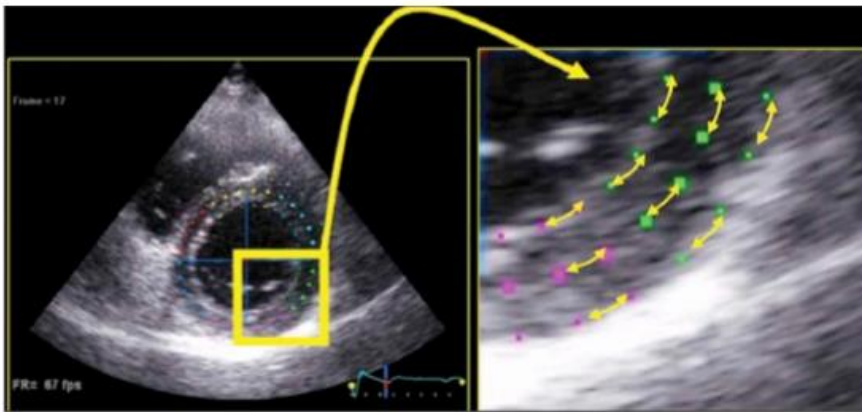
A



B

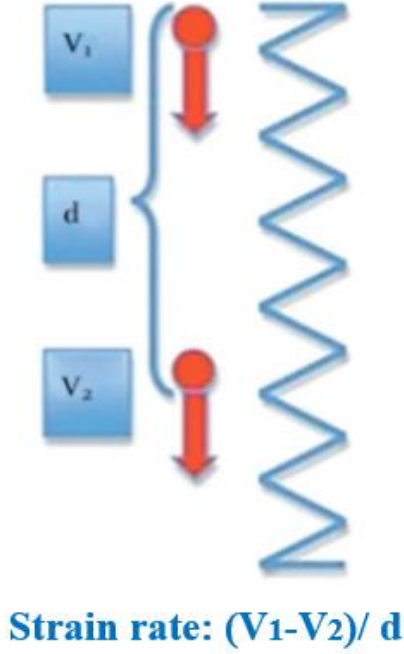


C



Şekil 3: “Speckle-tracking” ekokardiyografi analizi ile miyokard deformasyonunun çeşitli strain örnekleri ile ölçülmesi. Longitudinal strain örneği (A), radyal strain örneği (B), ve sirkumferensiyel strain örneği (C)

Strain rate ise deformasyon hızı olup, birim zamanda oluşan instantenöz straine (veya strain değişimine) eşittir ve s^{-1} olarak ifade edilir (**Şekil 4**).



Şekil 4: Deforme olan bir cismin basitçe şematize edildiği strain rate örneği. V1: velosite noktası, V2: velosite noktası, d: İki uzaklık arası mesafe.

Normal kasılma paterni gösteren bir sol ventrikülün uzun eksen boyunca apikal, mid ve bazal segmentlerdeki hız, hareket, strain rate ve strain eğrileri birbirinden farklıdır. Sistol boyunca apeksin göreceli olarak sabit kaldığı, bazalden apekse doğru uzun eksende miyokard segmentleri kısalarak deforme olduğu için bazalden apekse doğru miyokard segmentlerinin hız ve hareket miktarları azalırken deformasyon hızları (strain rate) ve miktarları (strain) ise göreceli olarak sabittir.

Araştırma geliştirme amaçlı çok sayıda değişik teknikler denenmekle birlikte günümüzde strain ve strain rate görüntüleme, renkli DD görüntü içeriğinin işlenmesi veya 2D gri skala görüntülerde 'speckle tracking' yöntemiyle kasılma ve gevşeme süresince doku yansımalarının takip edilmesine dayalı iki şekilde klinik kullanıma sunulmuştur.

2.3.5.2. Gri skala temelli strain rate (“Speckle tracking”):

Kalp kasından yansıyan ultrason dalgalarının interferansı 2D gri skala görüntüde her bir bölgede diğerinden farklı, rastgele ve düzensiz bir parlaklık (speckle) oluşturur. Bu parlaklıkların rastgele dizilişi aynı zamanda her bir miyokard bölgesi için parmak izi gibi özel görünümünü sağlar. Parlak yansımalar miyokard hareketiyle birlikte hareket ettiği için bir “frame” den diğerine geçildiğinde bu parmak izi niteliğindeki parlak yansımalar kısmen şeklini koruyarak farklı bir konuma hareket eder. Böylece, bir “frame”den gri skala yansımaları tanımlanmış referans bir bölgenin sonraki “frame”de farklı lokasyonları tarayarak en benzer yansıma paterni gösteren bölgeyi bulan bir arama algoritması yardımıyla yeni pozisyonu tespit edilebilir (23). Bu durumda 2D gri skala görüntüde “speckle tracking” yöntemiyle bir miyokard bölgesinin siklus boyunca hareket-zaman eğrisi elde edilebilir. Buradan ilgi alanının hızı, hareket eğrisinin zaman derivatifi alınarak veya hareket miktarının “frame” zaman aralıklarına bölünmesiyle bulunabilir. İki miyokard alanı eş zamanlı takip edilirse bunlar arasındaki deformasyon miktarı (“lagrangian strain”) birim uzunluğa düşen rölatif hareket oranlarının ölçümüyle ve birim zamana düşen strain (yani strain rate) benzer şekilde strain eğrisinin zaman derivatifi alınarak hesaplanır. “Speckle tracking” tekniğiyle segment sınırları arasına otomatik olarak yerleştirilen ilgi alanları sayesinde segment uzunluklarındaki değişim ölçülerek her bir segmentin ayrı ayrı ve tüm segmentlerin ortalama straini hesaplanabilir. Bu yöntemle, ultrason ışını geliş yönünde değil, iki boyutta duvar hareket yönü boyunca doku takip edildiği için açı bağımsız gerçek segmenter strain ve strain rate hesaplanmaktadır. Ayrıca uygulama otomatik segmentasyon olanağı sağlayarak elle tespit edilen ilgi alanlarına göre sonuçların daha tekrarlanabilir olmasını sağlar. Prensipite “speckle tracking” tekniği hareketin yönünden bağımsızdır ve çapraz yönlü hareketi de takip edebilir (25). Bu özellikten faydalanılarak aynı apikal uzun eksen 2D görüntüde çok sayıda ilgi alanı takip edilerek hem uzun hem de transvers ekseninde strain ve strain rate görüntülenebilmektedir. Bununla birlikte tekniğin başarısı büyük ölçüde frame hızı ve lateral çözünürlüğünün iyi olmasına bağlıdır; lateral çözünürlük derinlik ve frame hızı arttıkça azalmaktadır. Lateral çözünürlüğü arttırmak için düşük frame hızları kullanıldığında ise özellikle yüksek kalp hızlarında, frame geçişleri arasında ilgi alanı fazla miktarda yer değiştirdiğinden doğru takibi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle günümüz teknolojisi ile “speckle tracking” tekniği optimal 50-70/sn frame hızlarında işlemektedir. Ayrıca eko boşlukları, reverbarasyon artefakları, kontraksiyon sırasında kalbin kısmen kendi eksenini etrafında dönmesi ve translasyon etkileri gibi çeşitli faktörlerden dolayı aynı kesitin görüntülenememesi “speckle” paterninde değişiklikler yaparak ilgi alanlarının doğru

takibini zorlaştırabilir. Bir ilgi alanı doğru takip edilemediğinde o segmentin strain ve strain rate değerleri olduğundan daha düşük ölçüldüğü gibi doğru takip edilen komşu segmentte olduğundan daha yüksek ölçülür.

Strain rate görüntüleme yeterli kalitede olmayan 2D görüntüyü daha iyi hale getirebilecek ve daha doğru algılamamızı sağlayabilecek bir teknik değildir. Aksine, çok iyi kalitede 2D görüntüler gerektirir ve düşük sinyal/gürültü oranı nedeniyle klinik kullanımda zorluklar çıkarma eğiliminde olan bir tekniktir. Deformasyonun çok hızlı olduğu izovolemik fazlar, zirve diyastolik ve sistolik strain rate ölçümlerinin güvenilir olarak yapılabilmesi için yüksek görüntü yenileme hızlarına ulaşmak gereklidir. Özellikle kalp hızının arttığı stres ekokardiyografide strain rate zirve hızlarının aslında olduğundan daha düşük ölçülebileceği unutulmamalıdır.

Strain ve strain rate için normal değerler Tablo 1’ de sıralanmıştır. Normal değerlerin bu denli geniş aralıkta olması kullanılan cihaz, yazılım, bakılan hastaların yaş, cinsiyet ve ırk farklılıklarından kaynaklanmaktadır (26,27).

2.3.5.3. Sağ ventrikülün “speckle tracking” ekokardiyografi ile değerlendirilmesi:

“Speckle tracking” ekokardiyografi, miyokardın belirli segmentinin özellikli hareketinin değerlendirilmesine olanak sağlar (longitudinal, radyal, “circumferential” hareketler, “twisting”, rotasyon, fraksiyonel kısalma vs). Bu parametrelerden sağ ventrikülün değerlendirilmesi için en kullanışlı ve önemli parametre global longitudinal strain (GLS) dir. Teknik olarak sağ ventrikül strain ve strain rate apikal dört boşluk görüntüden “speckle tracking” ekokardiyografi ile elde edilir. Klasik olarak sağ ventrikül miyokardı önce lateral ve septal olmak üzere ikiye ve her iki segment de bazal, mid ve apikal olarak üçe ayrılır ve toplamda altı segment elde edilir. Önce bölgesel strain ve strain rate elde edilir ve sonrasında GLS hesaplanır (28).

Sağ ventrikül strain ile ilgili yeteri veri olmadığından referans değerler henüz belirlenememiştir. Ancak Kannan ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada sağ ventrikül GLS’ nin -%25 olmasının %81 sensitivite ile sağ ventrikül EF’ nun normal olduğunu gösterdiği bulunmuştur (29).

Tablo 1: “Speckle tracking” ekokardiyografi ile ölçülen kardiyak mekanik parametrelerin normal değer aralıkları

Parameter	Normal Values
	-22.1 ± 2.0
	-22.1 ± 2.1
Global Longitudinal strain (%)	-18.7 ± 2.2
	-19.9 ± 5.3
	-16.7 ± 4.1
Basal Longitudinal strain (%)	-16.2 ± 4.3
Mid-Ventricle Longitudinal strain (%)	-17.3 ± 3.6
Apical Longitudinal strain (%)	-16.4 ± 4.3
	-1.3 ± 0.2
Longitudinal strain rate (s ⁻¹)	-1.45 ± 0.2
	-1.03 ± 0.27
Basal Longitudinal strain rate (s ⁻¹)	-0.99 ± 0.27
Mid-ventricle Longitudinal strain rate (s ⁻¹)	-1.05 ± 0.26
Apical Longitudinal strain rate (s ⁻¹)	-1.04 ± 0.26
	-21.8 ± 4.2
Circumferential strain (%)	-22.1 ± 3.4
	-27.8 ± 6.9
Circumferential strain rate (s ⁻¹)	-1.7 ± 0.2
	59.0 ± 14.0
Radial strain (%)	73.2 ± 10.5
	35.1 ± 11.8
Radial strain rate (s ⁻¹)	2.6 ± 0.6
Basal rotation (°)	-5.8 ± 2.0
	-4.6 ± 1.3
Apical rotation (°)	11.7 ± 3.5
	10.9 ± 3.3
	17.4 ± 3.7
	14.5 ± 3.2
Twist (°)	9.0 ± 2.0
	19.3 ± 7.2
Torsion (°/cm)	2.47 ± 0.94

Sol ventrikülde olduğu gibi sağ ventrikül strain değerlerinin de sağ kalp yetersizliği, pulmoner arter hipertansiyonu, aritmojenik sağ ventrikül displazisi, konjenital kalp hastalıkları gibi bazı hastalıklarda tanı ve prognostik öneme sahip olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (29). Pulmoner hipertansiyonlu hastalarda normal pulmoner arter basıncına sahip kontrol hastalarla kıyaslandığında sağ ventrikül serbest duvar strain değerlerinde azalma saptanmış olup bu değişiklik sağ ventrikül EF ile iyi bir korelasyon göstermektedir ve 14-44 aylık takipte diğer parametrelerden bağımsız olarak prognoz hakkında bilgi vermektedir (30). Pulmoner hipertansiyonda artmış olan “afterload” sağ ventrikülde geometrik değişime ve sağ ventrikül sistolik strain ile birlikte sağ ventrikül fonksiyonunda azalmaya neden olmakta. Benzer şekilde açık kalp cerrahisine gidecek hastalara operasyon öncesi dönemde yapılmış ekokardiyografi ile bakılan sağ ventrikül sistolik parametrelerinden sağ ventrikül GLS değerinin operasyon sonrası bir aylık mortalitenin bağımsız prediktörü olduğu gösterilmiştir (31). Guendouz ve arkadaşları kalp yetersizliği hastalarında sağ ventrikül GLS mutlak değerinin %21’ in altında olmasının advers kardiyak olay için yüksek risk taşıdığını bildirmiştir (32). Benzer şekilde pulmoner arter hipertansiyonu olan hastalarda GLS’nin %19,4’ ün altında olması advers kardiyovasküler olay için yüksek risk taşıyan hastaları belirlemede yardımcıdır (33). Gebelerde veya preeklampitik hastalarda sağ ventrikül strain ile ilgili değerler ise henüz bilinmemektedir.

2.3.5.4. “Time to peak standard deviation”:

Ekokardiyografi yazılımları sayesinde kalbin her bir segment için QRS başlangıcından maksimum strain’ e kadar geçen süre elde edilir ve bunların standard sapması hesaplanır. Bu değerler hem “longitudinal strain” hem “circumferential strain” için hesaplanabilir ve miyokardiyal dissenkroninin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Resenkronizasyon tedavisi yapılan hastalarda “circumferential strain” için hesaplanan “time to peak” standart deviasyonun dissenkroniyi göstermede önemli bir parametre olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (34). “Time to peak longitudinal strain” standart deviasyon ile hesaplanan sol ventrikül miyokardiyal dissenkroninin ileri derece kalp yetersizliği olan hastalarda ventriküler aritminin önemli bir prediktörü olduğunu gösterilmiştir (35).

3. ARAÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Tasarımı

Kohort tipte ve prospektif olarak veri toplama yönteminin kullanıldığı çalışmamız Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kardiyoloji ve Kadın Doğum Anabilim Dalları tarafından yürütülmüştür. Hedef hasta grubunu, 01.01.2014 – 30.11.2016 tarihleri arasında Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum servisinde preeklampsi tanısıyla yatırılan 18 yaşının üzerinde gebe hastalar oluşturmaktadır.

Çalışma Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik kurulu tarafından değerlendirilmiş ve 09.2014.02284 protokol kodlu kararı doğrultusunda onay almıştır. Çalışmaya katılan tüm hastalardan yazılı bilgilendirilmiş onam formları alınmıştır.

3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Ölçütleri

Çalışmamıza, preeklampsi tanısıyla takip ve tedavi amacıyla Kadın Hastalıkları ve Doğum servisine yatırılmış olan, hemodinamisi stabil, hem fetus hem anne açısından sürekli monitorizasyon gerektirmeyen, doğum sancısı başlamamış ve bilgilendirilmiş onam formu okuyup kabul eden hastalar ardışık olarak dahil edilmiştir. Kontrol grubuna preeklampsi hastaları ile aynı ırktan, benzer yaş ve gebelik haftasında olan kadınlar ardışık olarak alınmıştır.

3.3. Çalışmaya Dahil Edilmeme Ölçütleri

Daha önceden bilinen hipertansiyonu olan, preeklampsi tanı kriterlerini karşılamayan veya eklampsi tanısı alan, hemodinamik olarak stabil olmayan, fetus veya anne açısından sürekli monitorizasyon gerektiren ve ekokardiyografi laboratuvarına gidemeyen, doğum sancısı başlamış olan veya doğumu tamamlamış olan, aydınlatılmış onam formunu imzalamayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.4. Çalışma Protokolü

“American College of Obstetricians and Gynecologists” tarafından önerilen kriterlere göre preeklampsi tanısı konularak Kadın Hastalıkları ve Doğum servisine yatırılmış olan hastalara çalışmamızın amacı, yapılacak işlemin ayrıntıları, doğumdan sonraki takip konusunda bilgi verilerek aydınlatılmış onamları alındı. Toplamda ardışık 74 preeklampsi hastasından 64 hasta çalışmaya katılmayı kabul etti. Tüm hastaların detaylı hikayeleri alındı; yaşı, gebelik sayısı, gebelik haftası, ek hastalıkların olup olmadığı not alındı, arteriyal kan basıncı ölçümü ve fizik muayeneleri yapıldı. Tüm hastalara ekokardiyografik inceleme yapıldı ve görüntüler kaydedildi. Bir hastada atriyoventriküler tam blok gelişmesi, bir hastanın peripartum dönemde ölmesi, bir hastada peripartum kardiyomiyopati gelişmesi ve bir hastada biküspit aort kapak ile birlikte orta düzeyde aort darlığı ve yetersizliği saptanması nedeniyle bu dört hasta çalışmadan çıkarıldı. Takibe alınan 60 hasta doğumdan sonra üç ile altıncı aylar arasında ekokardiyografik inceleme yapılmak üzere tekrar kontrole çağırıldı. Beş hastanın takibe gelmemesi üzerine 55 hastanın verileri incelemeye alındı.

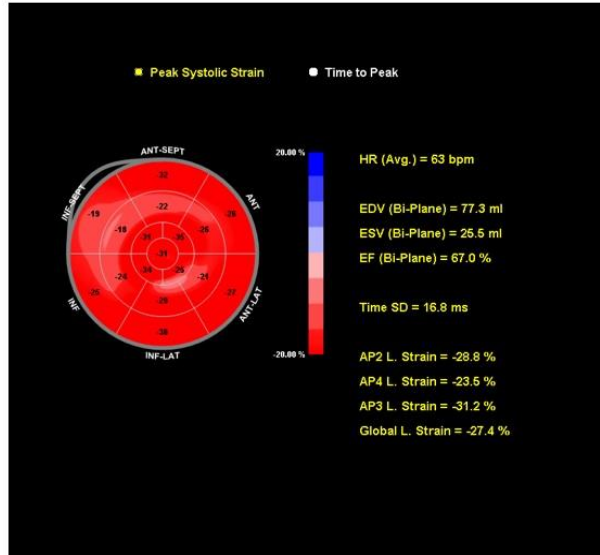
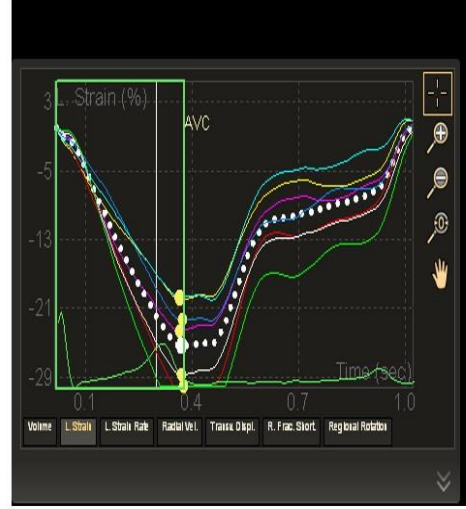
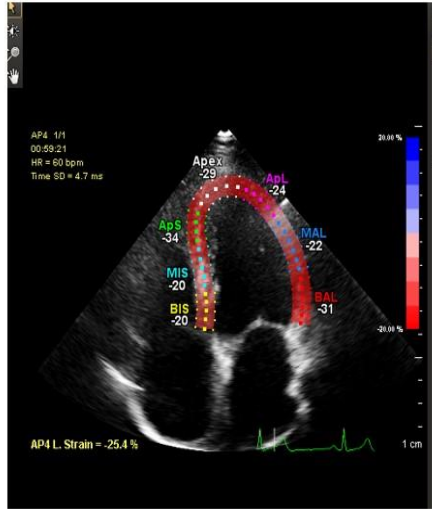
Gebe polikliniğine başvuran herhangi bir ek hastalığı olmayan, preeklampşik hastalar ile aynı yaş grubunda ve yakın gebelik haftasında olan ardışık 40 hasta, kontrol hasta grubu olarak çalışmaya dahil edildi. Risk faktör sorgulaması, fizik muayeneleri ve ekokardiyografik incelemeleri yapıldı. Doğumdan sonra üç ile altıncı aylar arasında kontrole çağırılan hastalardan beş tanesinin kontrole gelmemesi üzerine toplam 35 hastanın verileri incelemeye alındı.

3.5. Ekokardiyografik Değerlendirme

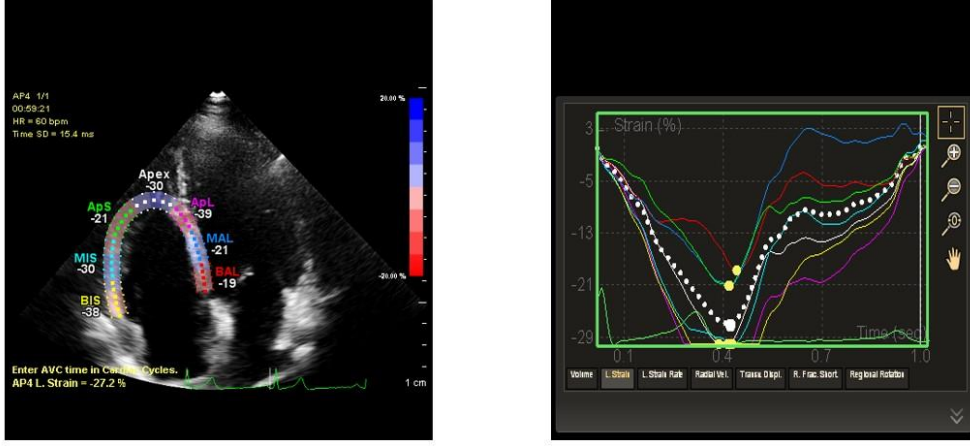
Transtorasik ekokardiyografik inceleme Philips EPIQ 7 (Philips Medical Systems, Bothell, WA) transtorasik ekokardiyografi cihazında yapıldı. Veri toplama işlemi Philips X5-1 xMatrix 3.5MHz erişkin prob kullanılarak parasternal ve apikal (parasternal kısa aks; bazal, midventriküler ve apikal seviyeden, apikal pencereden; 2 boşluk, 3 boşluk ve 4 boşluk) görüntülerde yapıldı. Standart M-mod, 2D ve renkli akım, DD görüntüleri hastanın nefes tutması esnasında ardışık üç atım boyunca kaydedildi ve ileri analiz yapılabilmesi için elektronik ortama aktarıldı. Gain ayarları, filtreler, nabız tekrarlama frekansları ve renk doygunluğu optimize edildi. Renkli akım DD görüntüler için renkli Doppler frame tarama hızı 100-140Hz, gri skala görüntüler için de frame hızı 44-82 frames/sn olarak ayarlandı.

Konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti kılavuzundaki esaslara dayanılarak hesaplandı (36). Sol ventrikül EF biplane “Simpson’s” metodu kullanılarak ölçüldü. Duvar kalınlıkları parasternal uzun aks M-mod ölçümleri ile hesaplandı. Sol ventrikül diyastolik fonksiyonunun değerlendirilmesinde E zirve velositesi, A zirve velositesi, deselerasyon zamanı, mitral lateral anülüs E’ parametreleri kullanıldı. Elde edilen parametrelerden E/e’ değeri hesaplandı.

Sol ventrikül “Speckle tracking” ekokardiyografi analizi “Xcelera QLAB” (Philips Medical Systems, Bothell, WA) programı kullanılarak yapıldı. Longitudinal strain ve strain rate analizinde apikal 4-boşluk, 3-boşluk ve 2-boşluk görüntüleri kullanılırken, sağ ventrikül longitudinal strain analizinde apikal 4-boşluk görüntü kullanıldı. “Speckle tracking” ekokardiyografi verileri görüntü üzerine yerleştirilen noktalarının hareketinin cihaz tarafından otomatik olarak analiz edilmesiyle hesaplandı. GLS değeri apikal 4-boşluk, 2-boşluk ve 3-boşluk görüntülerinden elde edilen longitudinal strain değerlerinin ortalaması alınarak elde edildi. Global sirkumferansiyal strain (GCS) ve global radyal strain (GRS) değerleri de midsirkumferansiyal ve mid-radyal strain değerlerinin ortalaması alınarak elde edildi. GLS ve GCS için time to peak standard deviyasyon, GLS ve GCS hesaplanması sırasında cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanmış olup kaydedildi. Şekil 5 ve şekil 6’ da sırasıyla, preeklampsili gebe grubundan sol ventrikül global longitudinal strain analiz ve sağ ventrikül “Speckle tracking” ekokardiyografi örneği gösterilmiştir.



Şekil 5: Preeklampsili gebe grubundan sol ventrikül global longitudinal strain analiz örneği.



Şekil 6: Preeklampsili gebe grubundan sağ ventrikül “Speckle tracking” ekokardiyografi örneği

3.6. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için “Statistical Package for the Social Science (SPSS) 20.0 for Windows, Chicago, IL, USA” yazılımı kullanıldı. Sayısal değişkenler, ortalama \pm standart sapma şeklinde belirtildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Kolmogorov-Smirnova veya Shapiro-Wilk testleri yapılmıştır. Normalite testlerine göre $p \geq 0,05$ olanların normal dağıldıkları kabul edilmiştir. Sayısal değişkenlerin iki grup arasında karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren bağımsız değişkenler "Student T-testi" ile, normal dağılım göstermeyenler ise “Mann-Whitney U-testi” ile karşılaştırılmıştır. Aynı grup içinde sayısal değişkenlerin önceki sonraki değerlerinin karşılaştırılmasında ise normal dağılım gösteren bağımlı değişkenler için “Paired sample t-testi”, normal dağılım göstermeyen bağımlı değişkenler için ise “Wilcoxon” testi kullanıldı. $P < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza yaşları 18 ve 45 arasında değişen, “American College of Obstetricians and Gynecologists” tarafından önerilen kriterlere göre preeklampsi tanısı konularak Kadın Hastalıkları ve Doğum servisine yatırılmış olan 55 gebe hasta ile 35 sağlıklı gebe kontrol grubu olmak üzere ardışık olarak dahil edilmiştir. Hastaların ve kontrol grubunun genel özellikleri Tablo 2’ de gösterilmiştir. İki grup yaş ve gebelik haftası açısından benzerlik göstermekte iken sistolik ve diyastolik kan basıncı preeklampsi gebelerde anlamlı olarak yüksekti.

Tablo 2. Preeklampsi ve sağlıklı gebe hastaların genel özellikleri

	Preeklampsi Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	p
Yaş (yıl)	30,7 ± 5,9	28,8 ± 5,7	0,139
Gebelik haftası (hafta)	33 ± 4	34 ± 3	0,121
Sistolik kan basıncı (mmHg)	164 ± 11	111 ± 12	< 0,001
Diyastolik kan basıncı (mmHg)	91 ± 9	71 ± 7	< 0,001
Kilo (kg)	81 ± 5	77 ± 4	0,001
Boy (m)	161 ± 2	161 ± 2	0,691

Preeklampsi ve sağlıklı gebelerin gebelik esnasındaki konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri Tablo 3’ te gösterilmiştir. Preeklampsi hastalarda sol atriyum genişliği ile interventriküler septum kalınlığı anlamlı olarak fazla idi (sırasıyla; 37,4±4,5mm’ e karşılık 35,3±4,3mm p=0,029 ve 10,3±1,75mm’ e karşılık 9,4±1,0mm p=0,003). Doku Doppler parametrelerinden mitral lateral anülüs e’ değeri preeklampsi hastalarda kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük saptanırken (12,5 ± 3,35cm/s’ e karşılık 15,1 ± 3,0cm/s p< 0,001), E/e’ oranı

ve sol ventrikül miyokard performans indeksi yüksek bulundu ($7,3 \pm 2,25$ ' e karşılık $5,8 \pm 1,3$ $p < 0,001$; $0,59 \pm 0,12$ ' e karşılık $0,49 \pm 0,09$ $p < 0,001$).

Tablo 3. Doğum öncesi preeklampsili ve sağlıklı gebelerin konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

	Preeklampsili Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	p
Sol atriyum (mm)	$37,4 \pm 4,5$	$35,3 \pm 4,3$	0,029
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (mm)	$47,2 \pm 4,9$	$48,5 \pm 3,6$	0,131
Sol ventrikül sistol sonu çap (mm)	$28,4 \pm 4,4$	$29,7 \pm 3,2$	0,147
İnterventriküler septum kalınlığı (mm)	$10,3 \pm 1,7$	$9,4 \pm 1,0$	0,003
Arka duvar kalınlığı (mm)	$10,6 \pm 1,5$	$10,4 \pm 1,0$	0,500
Sol ventrikül diyastol sonu hacmi (mL)	$110,6 \pm 16,1$	$111,3 \pm 14,5$	0,840
Sol ventrikül sistol sonu hacmi (mL)	$38,1 \pm 9,2$	$35,8 \pm 7,9$	0,222
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (%)	$66,9 \pm 3,7$	$67,6 \pm 4,5$	0,427
Mitral E akım hızı (m/s)	$0,87 \pm 0,22$	$0,85 \pm 0,16$	0,676
Mitral A akım hızı (m/s)	$0,74 \pm 0,16$	$0,70 \pm 0,14$	0,307
E/A	$1,2 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,3$	0,570
Deselerasyon zamanı (ms)	$180,7 \pm 30,2$	$188,6 \pm 36,1$	0,264
Mitral lateral anülüs e' (cm/s)	$12,5 \pm 3,3$	$15,1 \pm 3,0$	<0,001
E/e'	$7,3 \pm 2,2$	$5,8 \pm 1,3$	<0,001
Sol ventrikül miyokard performans indeksi	$0,59 \pm 0,12$	$0,49 \pm 0,09$	<0,001

Preeklampsili ve sağlıklı gebelerin doğum öncesi sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri Tablo 4’ te gösterilmiştir. Preeklampsili gebelerde TAPSE kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük saptanırken ($23,7 \pm 3,5$ mm’ e karşılık $25,8 \pm 3,5$ mm $p=0,006$), pulmoner arter sistolik basıncı kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulundu (27 ± 5 mmHg’ e karşılık 24 ± 5 mmHg $p=0,044$).

Tablo 4. Doğum öncesi preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

	Preeklampsili Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	p
Triküspit lateral anülüs s (cm/s)	$13,5 \pm 2,7$	$13,9 \pm 2,1$	0,470
TAPSE (mm)	$23,7 \pm 3,5$	$25,8 \pm 3,5$	0,006
Triküspit yetersizlik jet velosite (m/s)	$2,4 \pm 0,3$	$2,3 \pm 0,3$	0,094
Pulmoner arter sistolik basıncı (mmHg)	27 ± 5	24 ± 5	0,044
Pulmoner akselerasyon zamanı (ms)	$117,9 \pm 14,6$	$118,4 \pm 13,0$	0,874
Sağ ventrikül miyokard performans indeksi	$0,56 \pm 0,13$	$0,52 \pm 0,09$	0,209

TAPSE: Triküspit anüler plan sistolik yerdeğiştirme

Preeklampsili ve sağlıklı gebelerin doğum öncesi “Speckle tracking” ekokardiyografi parametreleri Tablo 5’ te gösterilmiştir. Preeklampsili gebelerde sol ve sağ ventrikül GLS değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olarak düşüktü (sırasıyla $-18,0 \pm 2,6$ ’e karşılık $-19,8 \pm 2,1$ $p=0,001$ ve $-26,7 \pm 3,3$ ’e karşılık $-28,9 \pm 3,3$ $p=0,002$). Benzer olarak radyal displacement ve RFS değerleri de düşük olarak saptandı (sırasıyla $0,39 \pm 0,06$ ’e karşılık $0,44 \pm 0,06$ $p<0,001$; $14,3 \pm 1,8$ ’e karşılık $16,8 \pm 1,8$ $p<0,001$).

Tablo 5. Doğum öncesi preeklampsili ve sağlıklı gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametreleri

	Preeklampsili Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	P
Sol ventrikül GLS (%)	18,0 ± 2,6	19,8 ± 2,1	0,001
GLSSD	29,4 ± 10,1	26,6 ± 7,5	0,170
GCS (%)	21,7 ± 3,2	22,8 ± 3,7	0,123
GCSSD	21,1 ± 9,9	19,4 ± 10,0	0,430
“Radial displacement”	0,39 ± 0,06	0,44 ± 0,06	<0,001
RFS	14,3 ± 1,8	16,8 ± 1,8	<0,001
Sağ ventrikül GLS (%)	26,7 ± 3,3	28,9 ± 3,3	0,002

GLS: “Global longitudinal strain”; GLSSD: “GLS time to peak standard deviation”; GCS: “Global circumferential strain”; GCSSD: “GCS time to peak circumferential strain”; RFS: “Radial fractional shortening”.

Preeklampsili gebelerin doğum öncesi ve sonrası konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerindeki değişim Tablo 6’ da; doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinin karşılaştırılması ise Tablo 7’ de gösterilmiştir. Doğum sonrası preeklampsili gebelerin sol atriyum genişliği, sol ventrikül diyastol ve sistol sonu çap ve hacimleri ile interventriküler septum kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlemlendi (sırasıyla 37,4±4,5mm’ e karşılık 33,8±4,4mm p<0,001; 47,2±4,9mm’ e karşılık 44,6±5,1mm p<0,001; 28,4±4,4mm’ e karşılık 26,0±3,7mm p<0,001; 110,6±16,1ml’ e karşılık 93,0±22,1ml p<0,001; 38,1±9,2ml’ e karşılık 33,3±14,0ml p=0,008). Mitral lateral anülüs e’ değerlerinde doğum sonrasında anlamlı artış gözlenirken (12,5 ± 3,3cm/s’ e karşılık 14,0±3,2cm/s p=0,001) E/e’ oranı ve sol ventrikül miyokard performans indeksinde azalma saptandı (sırasıyla 7,3±2,2cm/s’ e karşılık 6,0±1,2cm/s p<0,001 ve 0,59±0,12’ e karşılık 0,52±0,12 p<0,001). Ancak doğum sonrasında da preeklampsili gebelerde E/e’ oranı kontrol grubuna göre yüksek idi (6,0±1,2’ e karşılık 5,3±1,0 p=0,005).

Tablo 6. Doğum öncesi ve sonrası preeklampsili gebelerin sol ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerindeki değişim

	Doğum Öncesi (n= 55)	Doğum Sonrası (n= 55)	P
Sol atriyum (mm)	37,4 ± 4,5	33,8 ± 4,4	< 0,001
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (mm)	47,2 ± 4,9	44,6 ± 5,1	< 0,001
Sol ventrikül sistol sonu çap (mm)	28,4 ± 4,4	26,0 ± 3,7	< 0,001
İnterventriküler septum kalınlığı (mm)	10,3 ± 1,7	9,5 ± 1,5	< 0,001
Arka duvar kalınlığı (mm)	10,6 ± 1,5	10,2 ± 1,5	0,078
Sol ventrikül diyastol sonu hacmi (mL)	110,6 ± 16,1	93,0 ± 22,1	< 0,001
Sol ventrikül sistol sonu hacmi (mL)	38,1 ± 9,2	33,3 ± 14,0	0,008
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (%)	66,9 ± 3,7	66,2 ± 3,2	0,103
Mitral E akım hızı (m/s)	0,87 ± 0,22	0,82 ± 0,19	0,077
Mitral A akım hızı (m/s)	0,74 ± 0,16	0,72 ± 0,15	0,490
E/A	1,2 ± 0,3	1,2 ± 0,3	0,601
Deselerasyon zamanı (ms)	180,7 ± 30,2	193,4 ± 28,1	0,023
Mitral lateral anülüs e' (cm/s)	12,5 ± 3,3	14,0 ± 3,2	0,001
E/e'	7,3 ± 2,2	6,0 ± 1,2	< 0,001
Sol ventrikül miyokard performans indeksi	0,59 ± 0,12	0,52 ± 0,12	< 0,001

Tablo 7. Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sol ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

	Preeklampsili Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	P
Sol atriyum (mm)	33,8 ± 4,4	33,7 ± 4,0	0,966
Sol ventrikül diyastol sonu çapı (mm)	44,6 ± 5,1	45,1 ± 2,7	0,552
Sol ventrikül sistol sonu çap (mm)	26,0 ± 3,7	27,5 ± 3,3	0,061
İnterventriküler septum kalınlığı (mm)	9,5 ± 1,5	9,6 ± 1,1	0,885
Arka duvar kalınlığı (mm)	10,2 ± 1,5	9,8 ± 0,9	0,128
Sol ventrikül diyastol sonu hacmi (mL)	93,0 ± 22,1	93,9 ± 11,8	0,813
Sol ventrikül sistol sonu hacmi (mL)	33,3 ± 14,0	29,9 ± 5,2	0,110
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (%)	66,2 ± 3,2	65,5 ± 3,6	0,377
Mitral E akım hızı (m/s)	0,82 ± 0,19	0,78 ± 0,12	0,241
Mitral A akım hızı (m/s)	0,72 ± 0,15	0,64 ± 0,14	0,010
E/A	1,2 ± 0,3	1,3 ± 0,3	0,145
Deselerasyon zamanı (ms)	193,4 ± 28,1	189,5 ± 20,3	0,454
Mitral lateral anülüs e' (cm/s)	14,0 ± 3,2	15,1 ± 2,4	0,068
E/e'	6,0 ± 1,2	5,3 ± 1,0	0,005
Sol ventrikül miyokard performans indeksi	0,52 ± 0,12	0,51 ± 0,08	0,569

Preeklampsili gebelerin doğum öncesi ve sonrası sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerindeki değişim Tablo 8' de; doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinin karşılaştırılması ise

Tablo 9’ da gösterilmiştir. Doğum sonrası preeklampsili gebelerin triküspit yetersizlik jet velosite hızı ($2,4\pm 0,3\text{m/s}$ ’e karşılık $2,2\pm 0,3\text{m/s}$ $p=0,005$) ve pulmoner arter sistolik basıncında ($27\pm 5\text{mmHg}$ ’ e karşılık $24\pm 5\text{mmHg}$ $p=0,002$) istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlenerek pulmoner arter sistolik basıncı değerlerinin kontrol grubuna benzer düzeye indiği saptandı. Doğum sonrasında preeklampsili hastalarda sağ ventrikül miyokard performans indeksinde anlamlı azalma saptandı ($0,56\pm 0,13$ ’ e karşılık $0,51\pm 0,11$ $p=0,031$). Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinde anlamlı farklılık saptanmadı.

Tablo 8. Doğum öncesi ve sonrası preeklampsili gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografik parametrelerindeki değişim

	Doğum Öncesi (n= 55)	Doğum Sonrası (n= 55)	P
Triküspit lateral anülüs s (cm/s)	$13,5 \pm 2,7$	$13,4 \pm 2,1$	0,729
TAPSE (mm)	$23,7 \pm 3,5$	$23,5 \pm 3,3$	0,777
Triküspit yetersizlik jet velosite (m/s)	$2,4 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,3$	0,005
Pulmoner arter sistolik basıncı (mmHg)	27 ± 5	24 ± 5	0,002
Pulmoner akselerasyon zamanı (ms)	$117,9 \pm 14,6$	$116,2 \pm 13,0$	0,389
Sağ ventrikül miyokard performans indeksi	$0,56 \pm 0,13$	$0,51 \pm 0,11$	0,031

TAPSE: Triküspit anüler plan sistolik yerdeğiştirme

Tablo 9. Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri

	Preeklampsili Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	P
Triküspit lateral anülüs s (cm/s)	13,4 ± 2,1	13,2 ± 1,7	0,771
TAPSE (mm)	23,5 ± 3,3	24,6 ± 3,1	0,116
Triküspit yetersizlik jet velosite (m/s)	2,2 ± 0,3	2,1 ± 0,2	0,063
Pulmoner arter sistolik basıncı (mmHg)	24 ± 5	22 ± 4	0,056
Pulmoner akselerasyon zamanı (ms)	116,2 ± 13,0	119,9 ± 11,1	0,170
Sağ ventrikül miyokard performans indeksi	0,51 ± 0,11	0,49 ± 0,08	0,324

TAPSE: Triküspit anüler plan sistolik yerdeğiştirme

Preeklampsili gebelerin doğum öncesi ve sonrası “Speckle tracking” ekokardiyografi parametrelerindeki değişim Tablo 10’ da; doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametrelerinin karşılaştırılması ise Tablo 11’ de gösterilmiştir. Doğum sonrası preeklampsili gebelerin GLS (-%18,0±2,6’ a karşılık -%20,4±2,4 p<0,001) ve GCS (-%21,7±3,2’ e karşılık -%23,6±3,7 p<0,001) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenerek kontrol grubuna benzer değerlere ulaştığı saptandı. Doğum sonrası preeklampsili gebelerin “radial displacement” ve RFS değerlerinde artış izlenmekle birlikte kontrol grubuna göre “radial displacement” ve RFS değerleri doğum sonrasında da anlamlı olarak düşük idi (sırasıyla 0,40±0,05’e karşılık 0,45±0,06 p<0,001; 14,5±1,5’e karşılık 16,3±1,6 p<0,001). Preeklampsili gebelerin sağ ventrikül GLS değerlerinin doğum sonrası istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha da düştüğü (-%26,7±3,3’ e karşılık -%25,8±2,7 p<0,001) ve kontrol grubuyla aradaki farkın arttığı gözlendi (-%25,8±2,7’ e karşılık -%29,0±3,4 p<0,001)

Tablo 10. Doğum öncesi ve sonrası preeklampsili gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametrelerindeki değişim

	Doğum Öncesi (n= 55)	Doğum Sonrası (n= 55)	P
Sol ventrikül GLS (%)	18,0 ± 2,6	20,4 ± 2,4	<0,001
GLSSD	29,4 ± 10,1	24,6 ± 10,7	0,003
GCS (%)	21,7 ± 3,2	23,6 ± 3,7	<0,001
GCSSD	21,1 ± 9,9	20,2 ± 9,1	0,590
“Radial displacement”	0,39 ± 0,06	0,40 ± 0,05	0,296
RFS	14,3 ± 1,8	14,5 ± 1,5	0,019
Sağ ventrikül GLS (%)	26,7 ± 3,3	25,8 ± 2,7	0,003

GLS: “Global longitudinal strain”; GLSSD: “GLS time to peak standard deviation”; GCS: “Global circumferential strain”; GCSSD: “GCS time to peak circumferential strain”; RFS: “Radial fractional shortening”.

Tablo 11. Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin “Speckle tracking” ekokardiyografi parametreleri

	Preeklampsili Gebeler (n= 55)	Kontrol Grubu (n= 35)	P
Sol ventrikül GLS (%)	20,4 ± 2,4	20,4 ± 2,1	0,973
GLSSD	24,6 ± 10,7	27,7 ± 6,5	0,087
GCS (%)	23,6 ± 3,7	23,9 ± 3,7	0,700
GCSSD	20,2 ± 9,1	21,6 ± 7,7	0,459
“Radial displacement”	0,40 ± 0,05	0,45 ± 0,06	<0,001

RFS	14,5 ± 1,5	16,3 ± 1,6	<0,001
Sağ ventrikül GLS (%)	25,8 ± 2,7	29,0 ± 3,4	<0,001

GLS: “Global longitudinal strain”; GLSSD: “GLS time to peak standard deviation”; GCS: “Global circumferential strain”; GCSSD: “GCS time to peak circumferential strain”; RFS: “Radial fractional shortening”.



5. TARTIŞMA

Preeklampsi afterload ve preload artışının birlikte seyrettiği, uç organ hasarının eşlik ettiği, maternal ve fetal mortalite ve morbiditenin normal gebelere oranla yüksek olduğu bir klinik sendromdur. Preeklampsi tanısında kardiyak hasar ile ilgili herhangi bir kriter bulunmamaktadır. Preeklampside sol ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmeye yönelik çalışmalarda sol ventrikül EF değerleri normal, düşük veya artmış olarak bildirilmiştir (3). Bu nedenle gündelik pratikte kullandığımız konvansiyonel ekokardiyografi parametreleriyle ölçülen EF preeklampsideki miyokardiyal etkilenmeyi göstermede yetersiz kalmaktadır. “Speckle tracking” ekokardiyografi ile ölçülen “strain” verilerinin miyokard fonksiyonundaki değişimleri göstermede daha duyarlı olduğu hem normal bireylerde hem de çeşitli hastalık gruplarında gösterilmiştir (37-39). Sağlıklı gebelerde gebeliğin ikinci ve üçüncü trimesterlerinde “Speckle tracking” ekokardiyografi ile bakılan sol ventrikül GLS, GRS ve GCS değerleri benzer yaşlardaki gebe olmayan kadınlar ile benzer bulunmuştur (40). Ancak yine aynı yıl yapılan bir başka çalışmada ise gebeliğin son trimesterinde GLS, GCS, GRS, ve “global area strain” ve sol ventrikül EF azalırken postpartum dönemde normal sınırlardaki bazal değerlere ulaştığı görülmüştür (41).

Preeklampsili gebelerde ise “Speckle tracking” ekokardiyografi ile ventrikül fonksiyonlarının değerlendirildiği az sayıda çalışma mevcuttur. Çalışmamızda ventrikül fonksiyonlarını değerlendirmede EF’ una göre daha hassas bir yöntem olan “Speckle tracking” ekokardiyografi tekniği ile sol ve sağ ventrikül strain analizi yapılmış ve sağlıklı gebelere göre preeklampsili gebelerde doğumdan önce bakılan sol ve sağ ventrikül GLS değerlerinde anlamlı olarak düşüklük saptanmıştır. Bu bulgu preeklampsinin subklinik sol ve sağ ventrikül disfonksiyonuna yol açabildiğini ve “Speckle tracking” ekokardiyografinin konvansiyonel yöntemlere göre bu etkilenmeyi tespitinde tercih edilmesini göstermektedir. Çalışmamıza benzer olarak, Shahul ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da; sol ventrikül EF değerleri normal olmasına rağmen preeklampsili gebelerde normotansif hastalara göre sol ventrikül GLS, GCS ve GRS değerleri anlamlı olarak düşük bulunmuştur (16). Ancak literatürde preeklampsili gebelerde sağ ventrikül GLS’ nin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda doğum öncesi sağ ve sol ventrikül GLS değerlerindeki düşüklüğün preeklampsi ile ilişkili “afterload” artışına bağlı olabileceğini düşünmekteyiz. “Afterload” un yüksek olduğu hipertansif hastalarda normotensif hastalara göre EF değerleri benzer olsa dahi GLS, GCS ve GRS değerlerinde anlamlı azalma saptanmıştır (42). Asemptomatik aort kapak darlığı olan hastalarda yapılan bir başka çalışmada da sol ventrikül EF değerleri normal olmasına karşın “Speckle tracking” ile ölçülen “strain” değerlerinde “afterload” artışı ile korele şekilde azalma saptanmıştır (43). Benzer olarak, çıkış yolunda obstrüksiyona bağlı “afterload” un yüksek olduğu hipertrofik kardiyomyopati hastalarda da “strain” değerleri düşük bulunmuştur (44).

Serum fizyolojik verilerek “preload” ve “afterload” un arttırıldığı ve gliseril trinitrat ile “afterload” un düşürüldüğü bir çalışmada, hastaların sol ventrikül fonksiyonları “Speckle tracking” ekokardiyografi ile değerlendirilmiş ve “afterload” u arttırılan hastaların GLS ve GCS değerlerinde azalma izlenirken “afterload” u azalan hastalarda GLS ve GCS değerlerinde artış saptanmış (45). Çalışmamızda da preeklampsili gebelerde doğum sonrası bakılan sol ventrikül GLS ve GCS değerlerinde anlamlı artış saptanmıştır. Strain değerlerindeki bu artışın doğum sonrası “afterload” azalmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Bu bulgumuz preeklampsiye bağlı sol ventrikül disfonksiyonunun kalıcı olmadığını, “afterload” un azalması ile paralel olarak düzeldiğini göstermektedir. Çalışmamıza benzer olarak, Estensen ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada normal gebeliğin 36. haftasında bakılan sol ventrikül EF ve global peak sistolik strain değerleri postpartum 6. ayda ölçülen değerlere oranla daha düşük saptanmıştır (46).

Çalışmamızda doğum sonrası bakılan sol ventrikül GLS değerleri her iki grupta benzer bulunmuştur. Ancak, yakın zamanda yapılan bir başka çalışmada, postpartum altıncı ayda yapılan ekokardiyografik incelemelerde preeklampsili gebelerde normal gebelik geçiren kadınlara göre sistolik strain ve “strain rate” değerlerinde anlamlı olarak düşüklük saptanmıştır (47). Ancak bu çalışma kesitsel bir çalışma olup hastaların doğum öncesi değerlendirmeleri yapılmamıştır. Doku Doppler ile yapılan çalışmalarda da çalışmamıza benzer şekilde preeklampitik hastalarda gebelik sırasında saptanan sol ventrikül fonksiyonlarındaki azalmanın postpartum üçüncü ayda normale döndüğü gösterilmiştir (48).

Preklampsi hastalarında doğum sonrasında biventriküler diyastolik disfonksiyon ve miyokard geometrisinde değişme izlenmiştir (49). Aynı çalışmada preterm preeklampsi hastalarında biventriküler sistolik disfonksiyon ve sol ventrikül hipertrofisi de saptanmıştır. Yine

preeklampsili gebelerde diyastolik disfonksiyon ile sol atriyum hacminde normal sağlıklı gebelere göre daha ileri artış saptanmıştır (50). Çalışmamızda, preeklampsili gebelerde sağlıklı gebelere göre sol atriyum genişliği ile interventriküler septum kalınlığında artış izlendi. Doku Doppler parametrelerinden mitral lateral anülüs e' değeri preeklampsili hastalarda kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük saptanırken E/e' oranı ve sol ventrikül miyokard performans indeksi yüksek bulundu. Benzer olarak, Tyldum ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da, preeklampsili hastalarda normal gebe hastalara kıyasla ventrikül dolum basıncında artma olduğunu gösteren rölatif düşük e' ve artmış E/e' saptanırken erken diyastolik mitral ileri akım deselerasyon zamanı ve izovolümetrik relaksasyon zamanında fark saptanmamıştır (48).

Çalışmamızda doğum sonrası sol atriyum genişliği, interventriküler septum kalınlığı ve sol ventrikül miyokard performans indeksi açısından iki grup arasında fark saptanmazken normal değerler içinde olsa dahi E/e' değerleri preeklampsili gebe grubunda sağlıklı gebelere göre halen anlamlı olarak yüksekti. Ghi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da, preeklampitik hastalarda postpartum dönemde sol ventrikül kontraktilite ve diyastolik fonksiyon parametreleri normal aralıkta olmasına rağmen, doku Doppler ile ölçülen parametrelerde kontrol gruba göre anlamlı olarak negatif etkilenme saptanmıştır (51). Estensen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada doğum sonrası mitral inflow E velosite, doku Doppler e' velosite de artış, sol atriyum alanında azalma saptanmıştır (46). Fayers ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada doğum öncesinde ve travay sırasında preeklampitik hastaların BNP değerleri kontrol hastalara göre anlamlı olarak yüksek saptanırken postpartum dönemde her iki grubun BNP değerlerinde azalma görülmüş ve ortalama BNP değerleri birbirine yakın saptanmıştır (52).

Yakın zamanda yayımlanmış bir çalışmada, preeklampsili gebelerde TAPSE, triküspit lateral anülüs S velosite ve sağ ventrikül miyokard performans indeksi kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük saptanmıştır (53). Çalışmamızda sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinden TAPSE preeklampsili hastalarda sağlıklı gebelere göre düşük saptanırken pulmoner arter sistolik basıncı kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulundu. Doğum sonrası her iki grupta sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametreleri benzerdi.

İlginç olarak, çalışmamızda doğum sonrası preeklampsili gebelerde sağ ventrikül GLS değerlerinde doğum öncesine göre azalma saptanmıştır. Çalışmamıza benzer olarak, aort kapak

replasmanı yapılan hastaların ele alındığı bir çalışmada kapak replasmanı öncesi ve sonrası hastaların sağ ve sol ventrikül fonksiyonları “Speckle tracking” ekokardiyografi ile değerlendirilmiş ve sol ventrikül “strain” değerlerinde anlamlı bir değişiklik gözlenmezken sağ ventrikül “strain” değerlerinde azalma saptanmıştır (54). Çalışmamızda, preeklampsili gebelerde doğum sonrası sol ventrikül GLS değerlerinde artış, pulmoner arter sistolik basıncı değerlerinde düşme ve sağlıklı gebelerle karşılaştırıldıklarında sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinde benzerlik izlenirken sağ ventrikül GLS değerlerindeki azalma görülmesinin teknik nedenlere bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

5.1. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın majör kısıtlılıkları vaka sayısının az olması ve bulgularımızın sağ ve sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde altın standart olan kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile desteklenmemiş olmasıdır. Özellikle doğuma çok yakın olan hastalarda optimal pozisyon verilememesi, diyafragmanın yukarı doğru yer değiştirmesiyle kalbin pozisyonunun değişmesi ve meme dokusunun sertleşmesi nedeniyle görüntü kalitesinde azalma meydana gelmiştir. Bu durum özellikle yüksek görüntü kalitesi gerektiren speckle tracking ile ölçülen değerlerde değişikliğe yol açmış olabilir. Apikal dört-boşluk incelemede sağ ventrikül serbest duvar sınırlarının sol ventrikül kadar iyi belirlenememesi (özellikle dar interkostal aralığı olan, gebeliğin son döneminde doğuma yakın olan preeklampitik hastalar ve kontrol hastalarında) speckle tracking incelemede kısıtlılığa sebep olmuştur. Ayrıca, sağ ventrikülün trabeküler yapısı, retrosternal yerleşimi ve kompleks geometrik yapısı speckle tracking ve Doppler incelemede sorun oluşturmuştur. Doku Doppler yönteminin başlıca kısıtlılığı hedef miyokard segmentinin hızının, komşu miyokardiyal segmentin hareketinden ve kalbin rotasyonel hareketinden de etkilenmesidir. Bu kısıtlama speckle tracking gibi açı ve yük bağımsız yeni yöntemlerle giderilmeye çalışılmıştır (55). Çalışmamızda sadece ekokardiyografi parametrelerdeki etkilenmeye bakılmış olup bu bulguların klinik ile korelasyonu gösterilmemiştir. Ekokardiyografik parametrelerdeki negatif etkilenmenin klinik düzeyde hastanın kardiyovasküler

sistemini ne düzeyde etkilediği ve takip eden doğumlarında veya hayatının ileri dönemlerinde kardiyovasküler risk oluşturup oluşturmadığı bilinmemektedir. Daha fazla vaka sayısı ve kontrol grubuyla yapılacak olan geniş kapsamlı ve klinik ile korelasyonu ve prognozu da değerlendiren prospektif çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

9.2. Çalışmanın Klinik Faydaları:

Çalışmamızda preeklampsinin “afterload” artışına bağlı olarak sol ve sağ ventrikül sistolik fonksiyonları subklinik bozulmaya yol açtığı ve doğum sonrası sol ventrikül sistolik fonksiyonlarında düzelme izlenirken sağ ventrikül fonksiyonlarındaki bozulmanın devam ettiği gösterilmiştir. Konvansiyonel ekokardiyografik parametrelere nazaran “speckle tracking” ekokardiyografi ile bu etkilenmenin tespit edilebileceği gösterilmiştir. Çalışmamızın preeklampsi hastalarında “Speckle tracking” ekokardiyografi ile ölçülen parametrelerin klinik ve prognostik öneminin de araştırılacağı büyük kapsamlı çalışmalara ışık tutacağına inanmaktayız.

6. SONUÇ:

Çalışmamıza yaşları 18 ve 45 arasında değişen, “American College of Obstetricians and Gynecologists” tarafından önerilen kriterlere göre preeklampsi tanısı konularak Kadın Hastalıkları ve Doğum servisine yatırılmış olan 55 gebe hasta ile 35 sağlıklı gebe kontrol grubu olmak üzere ardışık olarak dahil edilmiştir. İki grup yaş ve gebelik haftası açısından benzerlik göstermekte iken sistolik ve diyastolik kan basıncı preeklampsili gebelerde anlamlı olarak yüksekti.

Preeklampsili gebelerde sol ve sağ ventrikül GLS değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olarak düşüktü (sırasıyla $-18,0 \pm 2,6$ 'e karşılık $-19,8 \pm 2,1$ $p=0,001$ ve $-26,7 \pm 3,3$ 'e karşılık $-28,9 \pm 3,3$ $p=0,002$). Benzer olarak radyal displacement ve RFS değerleri de düşük olarak saptandı (sırasıyla $0,39 \pm 0,06$ 'e karşılık $0,44 \pm 0,06$ $p<0,001$; $14,3 \pm 1,8$ 'e karşılık $16,8 \pm 1,8$ $p<0,001$).

Doğum sonrası preeklampsili gebelerin GLS ($-18,0 \pm 2,6$ ' a karşılık $-20,4 \pm 2,4$ $p<0,001$) ve GCS ($-21,7 \pm 3,2$ ' e karşılık $-23,6 \pm 3,7$ $p<0,001$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenerek kontrol grubuna benzer değerlere ulaştığı saptandı. Doğum sonrası preeklampsili gebelerin “radyal displacement” ve RFS değerlerinde artış izlenmekle birlikte kontrol grubuna göre “radyal displacement” ve RFS değerleri doğum sonrasında da anlamlı olarak düşük idi (sırasıyla $0,40 \pm 0,05$ 'e karşılık $0,45 \pm 0,06$ $p<0,001$; $14,5 \pm 1,5$ 'e karşılık $16,3 \pm 1,6$ $p<0,001$).

Preeklampsili gebelerin sağ ventrikül GLS değerlerinin doğum sonrası istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha da düştüğü ($-26,7 \pm 3,3$ ' e karşılık $-25,8 \pm 2,7$ $p<0,001$) ve kontrol grubuyla arasındaki farkın arttığı gözlemlendi ($-25,8 \pm 2,7$ ' e karşılık $-29,0 \pm 3,4$ $p<0,001$)

Preeklampsili hastalarda sol atriyum genişliği ile interventriküler septum kalınlığı anlamlı olarak fazla idi (sırasıyla; $37,4 \pm 4,5$ mm' e karşılık $35,3 \pm 4,3$ mm $p=0,029$ ve $10,3 \pm 1,75$ mm' e karşılık $9,4 \pm 1,0$ mm $p=0,003$). Doku Doppler parametrelerinden mitral lateral anülüs e' değeri preeklampsili hastalarda kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük saptanırken ($12,5 \pm 3,35$ cm/s' e karşılık $15,1 \pm 3,0$ cm/s $p< 0,001$), E/e' oranı ve sol ventrikül miyokard performans indeksi yüksek bulundu ($7,3 \pm 2,25$ ' e karşılık $5,8 \pm 1,3$ $p<0,001$; $0,59 \pm 0,12$ ' e karşılık $0,49 \pm 0,09$ $p< 0,001$).

Doğum sonrası preeklampsili gebelerin sol atriyum genişliği, sol ventrikül diyastol ve sistol sonu çap ve hacimleri ile interventriküler septum kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlemlendi (sırasıyla $37,4 \pm 4,5 \text{ mm}$ ' e karşılık $33,8 \pm 4,4 \text{ mm}$ $p < 0,001$; $47,2 \pm 4,9 \text{ mm}$ ' e karşılık $44,6 \pm 5,1 \text{ mm}$ $p < 0,001$; $28,4 \pm 4,4 \text{ mm}$ ' e karşılık $26,0 \pm 3,7 \text{ mm}$ $p < 0,001$; $110,6 \pm 16,1 \text{ ml}$ ' e karşılık $93,0 \pm 22,1 \text{ ml}$ $p < 0,001$; $38,1 \pm 9,2 \text{ ml}$ ' e karşılık $33,3 \pm 14,0 \text{ ml}$ $p = 0,008$). Mitral lateral anülüs e' değerlerinde doğum sonrasında anlamlı artış gözlenirken ($12,5 \pm 3,3 \text{ cm/s}$ ' e karşılık $14,0 \pm 3,2 \text{ cm/s}$ $p = 0,001$) E/e' oranı ve sol ventrikül miyokard performans indeksinde azalma saptandı (sırasıyla $7,3 \pm 2,2 \text{ cm/s}$ ' e karşılık $6,0 \pm 1,2 \text{ cm/s}$ $p < 0,001$ ve $0,59 \pm 0,12$ ' e karşılık $0,52 \pm 0,12$ $p < 0,001$). Ancak doğum sonrasında da preeklampsili gebelerde E/e' oranı kontrol grubuna göre yüksek idi ($6,0 \pm 1,2$ ' e karşılık $5,3 \pm 1,0$ $p = 0,005$).

Preeklampsili gebelerde TAPSE kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük saptanırken ($23,7 \pm 3,5 \text{ mm}$ ' e karşılık $25,8 \pm 3,5 \text{ mm}$ $p = 0,006$), pulmoner arter sistolik basıncı kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($27 \pm 5 \text{ mmHg}$ ' e karşılık $24 \pm 5 \text{ mmHg}$ $p = 0,044$).

Doğum sonrası preeklampsili gebelerin triküspit yetersizlik jet velosite hızı ($2,4 \pm 0,3 \text{ m/s}$ ' e karşılık $2,2 \pm 0,3 \text{ m/s}$ $p = 0,005$) ve pulmoner arter sistolik basıncında ($27 \pm 5 \text{ mmHg}$ ' e karşılık $24 \pm 5 \text{ mmHg}$ $p = 0,002$) istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlenerek pulmoner arter sistolik basıncı değerlerinin kontrol grubuna benzer düzeye indiği saptandı. Doğum sonrasında preeklampsili hastalarda sağ ventrikül miyokard performans indeksinde anlamlı azalma saptandı ($0,56 \pm 0,13$ ' e karşılık $0,51 \pm 0,11$ $p = 0,031$). Doğum sonrası preeklampsili ve sağlıklı gebelerin sağ ventrikül konvansiyonel ekokardiyografi parametrelerinde anlamlı farklılık saptanmadı.

7. KAYNAKLAR:

1. Chapman AB, Abraham WT, Zamudio S, Coffin C, Merouani A, Young D, Johnson A, Osorio F, Goldberg C, Moore LG, Dahms T, Schrier RW. Temporal relationships between hormonal and hemodynamic changes in early human pregnancy. *Kidney Int.* 1998;54: 2056-2063.
2. Lund CJ, Donovan JC. Blood volume during pregnancy. Significance of plasma and red cell volumes. *Am J Obstet Gynecol.* 1967;98: 394-403.
3. Katz R, Karliner JS, Resnik R. Effects of a natural volume overload state (pregnancy) on left ventricular performance in normal human subjects. *Circulation.* 1978;58: 434-441.
4. Robson SC, Hunter S, Boys RJ, Dunlop W. Serial study of factors influencing changes in cardiac output during human pregnancy. *Am J Physiol.* 1989;256: H1060-1065.
5. Lang, RM, Borow, KM. Heart disease. In: *Medical Disorders During Pregnancy*, Barron, WM, Lindheimer, MD, (Eds), Mosby Year Book, St. Louis; 1991, p:184.
6. Grindheim G, Estensen ME, Langesaeter E, Rosseland LA, Toska K. Changes in blood pressure during healthy pregnancy: a longitudinal cohort study. *J Hypertens.* 2012;30: 342-350.
7. Curran-Everett D, Morris KG Jr, Moore LG. Regional circulatory contributions to increased systemic vascular conductance of pregnancy. *Am J Physiol.* 1991;261: H1842-1847.
8. Duvekot JJ, Cheriex EC, Pieters FA, Menheere PP, Peeters LH. Early pregnancy changes in hemodynamics and volume homeostasis are consecutive adjustments triggered by a primary fall in systemic vascular tone. *Am J Obstet Gynecol.* 1993;169: 1382-1392.
9. Robson SC, Dunlop W, Moore M, Hunter S. Combined Doppler and echocardiographic measurement of cardiac output: theory and application in pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol.* 1987;94: 1014-1027.
10. Hutcheon JA, Lisonkova S, Joseph KS. Epidemiology of pre-eclampsia and the other hypertensive disorders of pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2011;25: 391-403.
11. American College of Obstetricians and Gynecologists, Task Force on Hypertension in Pregnancy. *Hypertension in pregnancy. Report of the American College of Obstetricians and*

- Gynecologists' Task Force on Hypertension in Pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2013;122:1122-1131.
12. Maynard SE, Karumanchi SA. Angiogenic factors and preeclampsia. *Semin Nephrol.* 2011;31: 33-46.
 13. Duckitt K, Harrington D. Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies. *BMJ.* 2005;330: 565.
 14. Cunningham FG, Lindheimer MD. Hypertension in pregnancy. *N Engl J Med.* 1992;326: 927-932.
 15. Rafik Hamad R, Larsson A, Pernow J, Bremme K, Eriksson MJ. Assessment of left ventricular structure and function in preeclampsia by echocardiography and cardiovascular biomarkers. *J Hypertens.* 2009;27: 2257-2264.
 16. Shahul S1, Rhee J, Hacker MR, Gulati G, Mitchell JD, Hess P, Mahmood F, Arany Z, Rana S, Talmor D. Subclinical left ventricular dysfunction in preeclamptic women with preserved left ventricular ejection fraction: a 2D speckle-tracking imaging study. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2012;5: 734-739.
 17. Cotton DB, Lee W, Huhta JC, Dorman KF. Hemodynamic profile of severe pregnancy-induced hypertension. *Am J Obstet Gynecol.* 1988;158: 523-529.
 18. Miyatake K, Yamagishi M, Tanaka N, Uematsu M, Yamazaki N, Mine Y, Sano A, Hirama M. New method for evaluating left ventricular wall motion by color-coded tissue Doppler imaging: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25: 717-724.
 19. Mirsky I, Parmley WW. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. *Circ Res.* 1973;33: 233-243.
 20. Tsutsui H, Uematsu M, Shimizu H, Yamagishi M, Tanaka N, Matsuda H, Miyatake K. Comparative usefulness of myocardial velocity gradient in detecting ischemic myocardium by a dobutamine challenge. *J Am Coll Cardiol.* 1998;31: 89-93.
 21. Wilkenshoff UM, Sovany A, Wigström L, Olstad B, Lindström L, Engvall J, Janerot-Sjöberg B, Wranne B, Hatle L, Sutherland GR. Regional mean systolic myocardial velocity estimation by real-time color Doppler myocardial imaging: a new technique for quantifying regional systolic function. *J Am Soc Echocardiogr.* 1998;11: 683-692.
 22. Pan C, Hoffmann R, Kuhl H, Severin E, Franke A, Hanrath P. Tissue tracking allows rapid

- and accurate visual evaluation of left ventricular function. *Eur J Echocardiogr.* 2001;2: 197-202.
23. Bohs LN, Trahey GE. A novel method for angle independent ultrasonic imaging of blood flow and tissue motion. *IEEE Trans Biomed Eng* 1991;38: 280-286.
24. Støylen A, Heimdal A, Bjørnstad K, Wiseth R, Vik-Mo H, Torp H, Angelsen B, Skjaerpe T. Strain rate imaging by ultrasonography in the diagnosis of coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr.* 2000;13: 1053-1064.
25. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, Lyseggen E, Amundsen BH, Smith HJ, Rosen BD, Lima JA, Torp H, Ihlen H, Smiseth OA. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation: speckle tracking echocardiography. *Circulation.* 2005;112: 3149-3156.
26. D'hooge J, Heimdal A, Jamal F, Kukulski T, Bijnens B, Rademakers F, Hatle L, Suetens P, Sutherland GR. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. *Eur J Echocardiogr.* 2000;1: 154-170.
27. Saito K, Okura H, Watanabe N, Hayashida A, Obase K, Imai K, Maehama T, Kawamoto T, Neishi Y, Yoshida K. Comprehensive evaluation of left ventricular strain using speckle tracking echocardiography in normal adults: comparison of three-dimensional and two-dimensional approaches. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22: 1025-1030.
28. Geyer H, Caracciolo G, Abe H. Assessment of myocardial mechanics using speckle tracking echocardiography: fundamentals and clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23: 351–369.
29. Kannan A, Poongkunran C, Jayaraj M, Janardhanan R. Role of strain imaging in right heart disease: a comprehensive review. *J Clin Med Res.* 2014;6: 309–313.
30. Smith BC, Dobson G, Dawson D, Charalampopoulos A, Grapsa J, Nihoyannopoulos P. Three-dimensional speckle tracking of the right ventricle: toward optimal quantification of right ventricular dysfunction in pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64: 41–51.
31. Ternacle J, Berry M, Cognet T, Kloeckner M, Damy T, Monin JL, Couetil JP, Dubois-Randé JL, Gueret P, Lim P. Prognostic value of right ventricular two-dimensional global strain in patients referred for cardiac surgery. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26: 721-726.
32. Guendouz S, Rappeneau S, Nahum J, Dubois-Randé JL, Gueret P, Monin JL, Lim P, Adnot S, Hittinger L, Damy T. Prognostic significance and normal values of 2D strain to assess right

ventricular systolic function in chronic heart failure. *Circ J*. 2012;76: 127-136.

33. Motoji Y, Tanaka H, Fukuda Y. Efficacy of right ventricular free-wall longitudinal speckle-tracking strain for predicting long-term outcome in patients with pulmonary hypertension. *Circ J*. 2013;77: 756–763.

34. Seo Y, Ishizu T, Machino-Ohtsuka T, Yamamoto M, Machino T, Kuroki K, Yamasaki H, Sekiguchi Y, Nogami A, Aonuma K. Incremental Value of Speckle Tracking Echocardiography to Predict Cardiac Resynchronization Therapy (CRT) Responders. *J Am Heart Assoc*. 2016 Oct 19;5(10). pii: e003882.

35. Banasik G, Segiet O, Elwart M, Szulik M, Lenarczyk R, Kalarus Z, Kukulski T. LV mechanical dispersion as a predictor of ventricular arrhythmia in patients with advanced systolic heart failure : A pilot study. *Herz*. 2016;41: 599-604.

36. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard MH, Rietzschel ER, Rudski L, Spencer KT, Tsang W, Voigt JU. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16: 233-270.

37. Weidemann F, Jamal F, Sutherland GR, Claus P, Kowalski M, Hatle L, De Scheerder I, Bijmens B, Rademakers FE. Myocardial function defined by strain rate and strain during alterations in inotropic states and heart rate. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2002;283: H792–H799.

38. Voigt JU, Exner B, Schmiedehausen K, Huchzermeyer C, Reulbach U, Nixdorff U, Platsch G, Kuwert T, Daniel WG, Flachskampf FA. Strain-rate imaging during dobutamine stress echocardiography provides objective evidence of inducible ischemia. *Circulation*. 2003;107: 2120–2126.

39. Jurcu t R, Wildiers H, Ganame J, D’hooge J, De Backer J, Denys H, Paridaens R, Rademakers F, Voigt JU. Strain rate imaging detects early cardiac effects of pegylated liposomal doxorubicin as adjuvant therapy in elderly patients with breast cancer. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21: 1283–1289.

40. Ando T, Kaur R, Holmes AA, Brusati A, Fujikura K, Taub CC. Physiological adaptation of

the left ventricle during the second and third trimesters of a healthy pregnancy: a speckle tracking echocardiography study. *Am J Cardiovasc Dis.* 2015;5: 119-126.

41. Cong J, Fan T, Yang X, Squires JW, Cheng G, Zhang L, Zhang Z. Structural and functional changes in maternal left ventricle during pregnancy: a three-dimensional speckle-tracking echocardiography study. *Cardiovasc Ultrasound.* 2015;13: 6.

42. Chen XJ, Sun XL, Zhang Q, Gao XL, Liang YJ, Jiang J, Kang Y, Chen YC, Zeng Z, Yu CM. Uncontrolled blood pressure as an independent risk factor of early impaired left ventricular systolic function in treated hypertension. *Echocardiography.* 2016;33: 1488-1494.

43. Lancellotti P, Donal E, Magne J, O'Connor K, Moonen ML, Cosyns B, Pierard LA. Impact of global left ventricular afterload on left ventricular function in asymptomatic severe aortic stenosis: a two-dimensional speckle-tracking study. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11: 537-543.

44. Tigen K, Sunbul M, Karaahmet T, Dundar C, Ozben B, Guler A, Cincin A, Bulut M, Sari I, Basaran Y. Left ventricular and atrial functions in hypertrophic cardiomyopathy patients with very high LVOT gradient: a speckle tracking echocardiographic study. *Echocardiography.* 2014; 31: 833-841.

45. Burns AT, La Gerche A, D'hooge J, MacIsaac AI, Prior DL. Left ventricular strain and strain rate: characterization of the effect of load in human subjects. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11: 283-289.

46. Estensen ME, Beitnes JO, Grindheim G, Aaberge L, Smiseth OA, Henriksen T, Aakhus S. Altered maternal left ventricular contractility and function during normal pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013;41: 659-666.

47. Attalla W, Gaber R, Bayomy S. Detection of early left ventricular dysfunction in patients with maternal placental syndrome using tissue Doppler and strain rate imaging. *Hypertens Pregnancy.* 2015;34: 80-89.

48. Tyldum EV, Backe B, Støylen A, Slørdahl SA. Maternal left ventricular and endothelial functions in preeclampsia. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2012;91: 566-573.

49. Melchiorre K, Sutherland GR, Watt-Coote I, Liberati M, Thilaganathan B. Severe myocardial impairment and chamber dysfunction in preterm preeclampsia. *Hypertens Pregnancy.* 2012;31: 454-471.

50. Cong J, Yang X, Zhang N, Shen J, Fan T, Zhang Z. Quantitative analysis of left atrial volume and function during normotensive and preeclamptic pregnancy: a real-time three-dimensional echocardiography study. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2015;31: 805-812.
51. Ghi T, Degli Esposti D, Montaguti E, Rosticci M, De Musso F, Youssef A, Salsi G, Pilu G, Borghi C, Rizzo N. Post-partum evaluation of maternal cardiac function after severe preeclampsia. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2014;27: 696-701.
52. Fayers S, Moodley J, Naidoo DP. Cardiovascular haemodynamics in pre-eclampsia using brain natriuretic peptide and tissue Doppler studies. *Cardiovasc J Afr*. 2013;24: 130-136.
53. Çağlar FN, Ozde C, Bostancı E, Çağlar İM, Çiftçi S, Unğan İ, Demir B, Karakaya O. Assessment of right heart function in preeclampsia by echocardiography. *Pregnancy Hypertens*. 2016;6: 89-94.
54. Duncan AE, Sarwar S, Kateby Kashy B, Sonny A, Sale S, Alfirevic A, Yang D, Thomas JD, Gillinov M, Sessler DI. Early Left and Right Ventricular Response to Aortic Valve Replacement. *Anesth Analg*. 2017;124: 406-418.
55. Urheim S, Edvardsen T, Torp H, Angelsen B, Smiseth OA. Myocardial strain by Doppler echocardiography validation of a new method to quantify regional myocardial function. *Circulation*. 2000;102: 1158-1164.

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	09.2014.0228	70737436-050.06.04-
	PROJE ADI	Preeklamsi hastaları ve HT olmayan sağlık gebelerde sol ventrikül strain ve strain rate parametrelerinin 2D speckle tracing ile değerlendirilmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI	Doç.Dr. Mustafa Kürşat TİGEN	

KARAR BİLGİLERİ	Tarih	09.01.2015
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkat alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Oysa sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek prouayının yenilenmesi gerekmektedir.	

ÜYELER						İmza	
Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeligi	Onaylanan Proje ile İlişkisi		Toplantıya katılım		
Prof.Dr. Haner DİRESKENELİ	Romatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof.Dr. Tülin ERGUN	Dermatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof.Dr. Handan KAYA	Patoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof.Dr. M.Bahadır GÜLLÜOĞLU	Genel Cerrahi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof.Dr. Atilla KARAALP	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof.Dr. Semra SARDAŞ	Eczacı	M.Ü Eczacılar Fak./Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof.Dr. Başak DOĞAN	Diş Hekimi	M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç.Dr. Elif AYDINER KARAKOÇ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç.Dr. Beste Melik ATASOY	Radyasyon Onkolojisi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç.Dr. Meltem KORAY	Diş Hekimi	İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç.Dr. Tolga GÜVEN	Tıp Tarihi ve Etik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç. Dr. Gürkan SERT	Hakukçu	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Yrd.Doç.Dr. Figen DE MİR	Halk Sağlığı	Acıbadem Üniv. Tıp Fak.	Var	Yok	Evet	Hayır	
Yrd.Doç.Dr. Pınar Mega TİBER	Biyofizik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Av. Ümit ERDEM	Sağlık Mensubu olmayan kişi	Serbest	Var	Yok	Evet		