



**T.C.**

**GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ**

**TIP FAKÜLTESİ**

**İNTRAUTERİN HEPATİK VE PORTAL VENÖZ SİSTEMİN  
RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ İLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. M. AKİF SARICA**

**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI**

**Prof. Dr. Reşat KERVANCIOĞLU**

**AĞUSTOS-2010**



**T.C.**  
**GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**

**İNTRAUTERİN HEPATİK VE PORTAL VENÖZ SİSTEMİN**  
**RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ İLE**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. M. Akif SARICA**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. Reşat KERVANCIOĞLU**

## I.ÖNSÖZ

Asistanlık eğitimim süresince her zaman bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocalarım sayın Prof. Dr. M. Metin BAYRAM'a, tezimin yazımında ve değerlendirilmesinde büyük emeği geçen tez danışmanım sayın Prof. Dr. Reşat KERVANCIOĞLU'na, sayın Prof.Dr. Akif ŞİRİKÇİ, sayın Doç.Dr. Ayhan ÖZKUR, sayın Doç.Dr. Selim KERVANCIOĞLU, sayın Yrd.Doç.Dr. Ahmet METE ve sayın Yrd.Doç.Dr. Çağatay ANDİÇ'e teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Katkılarından dolayı karşılıklı sevgi ve saygı ile birlikte çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Radyoloji Bölümü çalışanlarına ve bugüne kadar desteğini benden esirgemeyen aileme ve eşime teşekkür ederim.

Dr. M. Akif SARICA

Gaziantep 2010

## II.İÇİNDEKİLER

I.ÖNSÖZ .....	i
II.İÇİNDEKİLER .....	ii
III.ÖZET .....	v
IV.ABSTRACT .....	vii
V.KISALTMALAR.....	ix
VI. TABLO LİSTESİ.....	x
VII. ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
VIII. RESİM LİSTESİ.....	xii
1.GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Embriyoloji.....	2
2.1.1. Plasenta ve Embriyolojik Gelişim:.....	2
2.1.2. Plasentanın Normal Yapısı: .....	2
2.2. Fetal dolaşım: .....	3
2.2.1. Fetal venöz sistem Doppler .....	4
2.2.2. Fetal venöz sistem embriyolojisi.....	5
2.2.3. Fetal venöz sistem anatomisi.....	5
2.2.4. Fetal venöz sistem fizyolojisi.....	6
2.2.5. Normal Doppler bulguları.....	7

2.2.6. Fetal venöz sistemde yapısal anomaliler .....	9
2.2.7. Venöz sistem Doppleri ve fetal hastalıklar.....	11
2.3. Doppler ultrasonografi .....	12
2.3.1. Doppler ultrasonografi fiziği .....	12
2.3.1.1. Doppler Teorisi .....	12
2.3.1.2. Veri elde Edilmesi.....	14
2.3.1.3. Sinyal İşleme .....	16
2.3.1.4. Hız Değişiklikleri.....	17
2.3.1.5. Doppler İndeksleri .....	19
2.3.2. Doppler yöntemleri .....	20
2.3.2.1. Sürekli Dalga Doppleri (Continuous Wave Doppler) .....	21
2.3.2.2. Değişken Dalga Doppleri (Pulsed Wave Doppler = PW) .....	22
2.3.2.3. Renkli Doppler Sonografi .....	22
2.3.2.4. Power Doppler: .....	23
2.3.3. Gebelikte renkli Doppler ultrasonografinin yeri ve kullanım alanları.....	23
2.3.4. Obstetrik dopplerde incelenen damarlar .....	25
2.3.4.1. Maternal damarlar .....	25
2.3.4.2. Fetal damarlar.....	26
2.3.4.3. İlk trimesterde Renkli Doppler Görüntüleme özellikleri.....	32
2.3.4.4. İkinci ve üçüncü trimesterde Renkli Doppler Görüntüleme özellikleri ...	32
2.3.5. Patolojik doppler bulgularına yol açan durumlar .....	34
2.3.5.1. İntrauterin Gelişme Geriliği (IUGG).....	34
2.3.5.2. Preeklampsi .....	35
2.3.5.3. Çoğul Gebelik .....	36

3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	38
3.1. Çalışmanın yürütülmesi: .....	38
3.2. İstatistiksel değerlendirme: .....	39
4. BULGULAR.....	40
4.1. Umblikal arter.....	40
4.2. Uterin arter .....	41
4.3. Orta serebral arter .....	42
4.4. Umblikal ven .....	43
4.5. Duktus venozus .....	45
4.6. Vena kava inferior.....	46
5. OLGU ÖRNEKLERİ .....	63
6.TARTIŞMA .....	70
7.SONUÇ .....	81
8.KAYNAKLAR .....	82

### III.ÖZET

#### İNTRAUTERİN HEPATİK VE PORTAL VENÖZ SİSTEMİN RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. M. Akif SARICA

Uzmanlık Tezi, Radyoloji Anabilim Dalı

Tez yöneticisi: Prof. Dr. Reşat KERVANCIOĞLU

Ağustos 2010, 94 Sayfa

Çalışmamızın amacı 18–37. haftalardaki normal gebelerde Umblikal, Uterin ve fetal Orta Serebral Arterler (OSA) ile Umblikal Ven (UV), Duktus Venozus (DV), Vena Kava Inferior (VKİ) Doppler indeks değerlerinin terme kadar olan değişimini saptayarak kendi popülasyonumuz için normal değerleri oluşturmaktır.

Tüm gebelik boyunca ve doğumda, maternal ya da fetal herhangi bir komplikasyon yada patolojinin izlenmediği 66'sı 18–24, 53'ü 25–30 ve 44'ü 31–37 haftalık olmak üzere toplam 163 normal gebede bir kez, rutin obstetrik ultrasonografi incelemesini takiben, umblikal, uterin ve fetal OSA ile UV, DV, VKİ Doppler incelemeleri gerçekleştirildi. Doppler indeksleri olarak arterler ve VKİ için Sistol/Diastol (S/D), DV için preload indeksi, UV için ortalama hız değerleri hesaplandı. Tüm renkli Doppler ultrasonografi (RDUS) incelemeler, Siemens Acuson Antares RDUS cihazında tek uygulayıcı tarafından gerçekleştirildi. İncelemeler sırasında CH4-1 MHz konveks prob kullanıldı.

Gebeliğin ilerleyen haftaları ile birlikte S/D doppler indeks değerlerinde azalma tespit edildi. DV preload indeksinde gebelik haftaları ilerledikçe düşüş meydana geldi, UV ortalama hız değerlerinde anlamlı değişiklik saptanmadı. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi.

Sonuç olarak obstetrik RDUS incelemelerinde arteryel ölçümlere ek olarak venöz vasküler yapıların da incelenmesi gerekir. Bu yapıların incelenmesi Fetal İnter Uterin Gelişme Geriliği (İUGG), hipoksi gibi durumlarda erken tanıda önemli olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Obstetrik doppler, Umblikal arter, Uterin arter, Fetal orta serebral arter, Umblikal ven, Duktus venozus, Vena kava inferior

## **IV.ABSTRACT**

### **COLOUR DOPPLER ULTRASONOGRAPHIC EVALUATION OF THE INTRAUTERINE HEPATIC AND PORTAL VENOUS SYSTEM**

M. Akif SARICA, MD

Rhesidency Thesis, Department of Radiology

Thesis supervisor: Prof. Reşat KERVANCIOĞLU, MD

August 2010, 94 Pages

We aimed to determine the changes, varieties, differences of the Doppler index values of the umbilical, uterine and fetal middle cerebral artery (MCA) and umbilical vein (UV), ductus venosus (DV), inferior caval vein (ICV) of the normal pregnancies among the 18-37 th weeks and the term to determine the normal values of our population.

Umbilical, uterine and fetal MCA with UV, DV, ICV Doppler examinations were performed following the routine obstetric ultrasonographic evaluation once throughout the pregnancy and at the delivery of 163 normal pregnant with no maternal or fetal complications at 18-24 (66 patient), 25-30 (53 patients) and 31-37 weeks (44 patients). The rate of Systole/Diastole (S/D) for the arteries and the ICV, preload index for the DV, mean velocity for the UV were used as the Doppler indexes. All colour Doppler ultrasonographic examinations were performed by only one operator by using the Siemens Acuson Antares machine and the CH4-1 MHz convex probe.

During the following weeks of the pregnancy, S/D Doppler index and DV preload index were found out to be decreased. No significant changes were found out for the UV mean velocity. Results were statistically evaluated.

As a result, venous structures in addition to the arterial parameters should be evaluated during the obstetric colour Doppler ultrasonographic examination. The evaluation of these

structures can be importantly for the early diagnosis of the conditions such as intrauterine growth retardation and hypoxia.

**Key words:** Obstetric doppler, Umbilical artery, Uterine artery, Fetal middle cerebral artery, Umbilical vein, Ductus venosus, Inferior caval vein

## V.KISALTMALAR

BSE:	.....	Beyin koruyucu etki
DV:	.....	Duktus venozus
HV:	.....	Hepatik ven
İUGG:	.....	İntrauterin gelişme geriliği
OSA:	.....	Orta serebral arter
PI:	.....	Pulsatilite indeksi
PW:	.....	Pulsed Wave
RDUS:	.....	Renkli Doppler ultrasonografi
RI:	.....	Rezistans indeks
S/D:	.....	Sistol/diastol
UmA:	.....	Umblikal arter
UtA:	.....	Uterin arter
UV:	.....	Umblikal ven
VKİ:	.....	Vena kava inferior
VKS:	.....	Vena kava süperior

## VI. TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Kan akımını etkileyen faktörler .....	17
Tablo 2: Ultrason modelleri .....	21
Tablo 3: Umblikal arter Doppler bulguları .....	40
Tablo 4: Uterin arter Doppler bulguları .....	42
Tablo 5: Orta serebral arter Doppler bulguları.....	43
Tablo 6: Umblikal ven Doppler bulguları .....	44
Tablo 7: Duktus venozus Doppler bulguları .....	45
Tablo 8: Vena kava inferior Doppler bulguları.....	46
Tablo 9: 18-24 haftalar arası Doppler ölçümleri yapılan olgular. ....	48
Tablo 10: 25-30 hafta arası Doppler ölçümleri yapılan olgular.....	54
Tablo 11: 31-37. haftalar arası Doppler ölçümleri yapılan olgular. ....	59

## VII. ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Fetal dolaşım .....	4
Şekil 2: Fetal karaciğer içerisinde venöz kan akımının dağılımı.....	7
Şekil 3: Fetal venöz sistemin Şematik olarak sagittalden görünümü.....	8
Şekil 4: Vasküler ultrasonografide doppler etkisinin Şematik olarak gösterilmesi. ....	13
Şekil 5: Doppler indeksleri Şematizasyonu .....	19
Şekil 6: Fetal karaciğer beslenmesinin transvers görünümü.....	31
Şekil 7: Umblikal arter ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği .....	41
Şekil 8: Uterin arter ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği .....	42
Şekil 9: Orta serebral arter ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği .....	43
Şekil 10: Umblikal ven ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği.....	44
Şekil 11: Duktus venozus ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği.....	45
Şekil 12: Vena kava inferior ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği .....	47
Şekil 13: Umblikal arter S/D oranlarının haftalara göre dağılımı .....	73
Şekil 14: Uterin arter S/D oranlarının haftalara göre dağılım grafiği.....	74
Şekil 15: Orta serebral arter S/D oranlarının haftalara göre dağılım grafiği.....	75
Şekil 16: Duktus venozus preload indeksinin haftalara göre dağılım grafiği .....	78
Şekil 17: Vena kava inferior S/D indeksinin haftalara göre dağılım grafiği.....	79

## VIII. RESİM LİSTESİ

Resim 1:21 haftalık gebede umblikal vasküler yapıların tipik akım hızı dalga formları.....	14
Resim 2: Umblikal ven ve spektral incelemede dalga formu .....	28
Resim 3: Vena kava inferiorun gri skalada normal görüntüsü.....	29
Resim 4: Willis poligonu arterlerinin renkli Doppler görünümü. ....	30
Resim 5: Willis poligonu arterlerinden orta serebral arterin spektral incelemedeki görünümü.....	30
Resim 6: Umblikal arter ve venin amniyon içerisindeki serbest kısmı.....	63
Resim 7: Umblikal kordda iki arter ve bir ven görünümü .....	63
Resim 8: Umblikal arterden yapılan Doppler ölçümü.....	64
Resim 9: Umblikal venden yapılan Doppler ölçümü .....	64
Resim 10a: Umblikal vende solunumla mevcut olan pulsasyon .....	65
Resim 110b: Resim 10a'da umblikal vende izlenen pulsasyon bir süre sonra yapılan ölçümde izlenmemekte. ....	65
Resim 12: Willis poligonuna ait renkli Doppler US görüntüsü.....	66
Resim 13: Orta serebral artere ait Doppler ölçümü.....	67
Resim 14: Umblikal venin sol portal ven ile duktus venozus olarak ayrımının görüntülenmesi .....	67
Resim 15: Duktus venozus trasesinden yapılan ölçüm ve spektral analizde Doppler dalga formu görüntüsü. ....	68
Resim 16: Aort ve vena kava inferiorun gri skala görüntülenmesi. ....	68

Resim 17: Vena kava inferiordan yapılan ölçüm ve spektral analizde Doppler dalga formu görüntüsü.....	69
---	----

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Fetal büyüme ve gelişme, maternal sirkülasyondan yeterli oksijen ve besin alınmasını sağlayan , normal fetomaternal dolaşıma bağlıdır. B Mod ve Doppler kombinasyonundan oluşan dupleks ultrasonografi sistemleri tekrarlanabilir ve noninvaziv olması nedeniyle gebelik süresince uteroplasental ve fetal dolaşımda oluşan değişikliklerin belirlenmesinde kullanımı giderek artmaktadır. İntrauterin gelişme geriliği, plasental yetmezlik ve preeklampsi olmak üzere riskli gebelerde fetal distressi saptamada Doppler ultrasonografi önemli bir yardımcı tanı yöntemidir.

Renkli kodlama ile inceleme zamanı kısalmış ve çok küçük boyutlardaki fetal ya da uteroplasental damarları değerlendirmek mümkün olmuştur.

Bu çalışmada normal gebelik sürecinde umblikal, uterin, fetal orta serebral arterlerin yanısıra son zamanlarda önemi ortaya çıkmaya başlayan fetal UV, vena kava inferior (VKİ) ve duktus venozusdaki Doppler indekslerinin gebelik haftalarına göre değişimini saptayıp kendi popülasyonumuz için normal değerleri oluşturmak ve bu sayede riskli gebeliklerdeki Renkli Doppler ultrasonografinin kullanımını yaygınlaştırmak amaçlandı.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Embriyoloji

#### 2.1.1. Plasenta ve Embriyolojik Gelişim:

Yaşamın ilk adımları ovum ile spermin tuba uterinanın ampulla kısmında ( %90) karşılaşp döllenenin gerçekleşmesiyle başlamaktadır. Bu karşılaşmada haploid sayıda (22 somatik, 1 tane X veya Y) kromozom içeren iki hücrenin birleşmesiyle, normal 46 kromozom yapısına sahip zigot oluşmaktadır. Dölleniş olan ovum blastomer, morula ve blastokist aşamalarından geçer. Genellikle implantasyon blastokist aşamasında iken gerçekleşir. Tuba uterinada 3 gün kadar kalan embriyo daha sonra endometriuma gelmekte ve burada da 2–3 gün gelişimine devam edip 5–7. günlerde implantasyon gerçekleşmektedir. Plasentanın fonksiyonel yapısı villuslardır. Villus yapısı fertilizasyondan sonraki 12. günde izlenir. Fetal kan damarları ise 17. günde fonksiyonel olur ve plasental dolaşım başlar. Eğer villuslar vaskülarize olmaz ise (anjiogenez yokluğunda) içleri sıvı dolarak veziküller şekline dönüşür. Klinik olarak bu görünüm Mol Hidatiformda görülür (1).

#### 2.1.2. Plasentanın Normal Yapısı:

Plasenta, sayıları 10–38 arasında değışen kotiledon veya lob dediğimiz yapılardan oluşur. Loblar birbirinden plasental septalar ile ayrılmıştır. Kotiledon sayısı gebelik boyunca sabittir ve her kotiledonun bir arter ve bir veni vardır (1).

Plasental ağırlık, kalınlık gibi özellikleri gebelik haftasına göre değışir. Miadında plasenta, disk biçimli, 15-25 cm çapında, ortalama 3 cm kalınlığında ve 500-600 gram ağırlığındadır (2).

Gebelikte iki membran vardır. Bunlardan ilki plasentanın en dış kısmında bulunan dolayısı ile fütusa en yakın olan amnios zarı, diğeri de hemen onun altında bulunan korion

zarıdır. Bunun altında korionik villuslar, intervillus boşluk, desidua ve myometrium olarak sıralanmaktadır. Plasentanın hemen yerleştiği yerdeki desidua; desidua bazalis, karşı tarafta kalan kısmı desidua parietalis ve embriyonun üstünü örten ise desidua kapsularis adını almaktadır. Benzer şekilde plasental alan dışında olan korion; korion leave, plasental alandaki de korion frondozumdur (1). Korionun madde alışverişinde işlev gören tek yeri korion frondozum'dur. Korion frondosum desidua bazalis ile birleşerek placentayı oluşturur. Diğer yandan amnion ile korion kaynaşarak amniyokorionik zarı oluşturur (2).

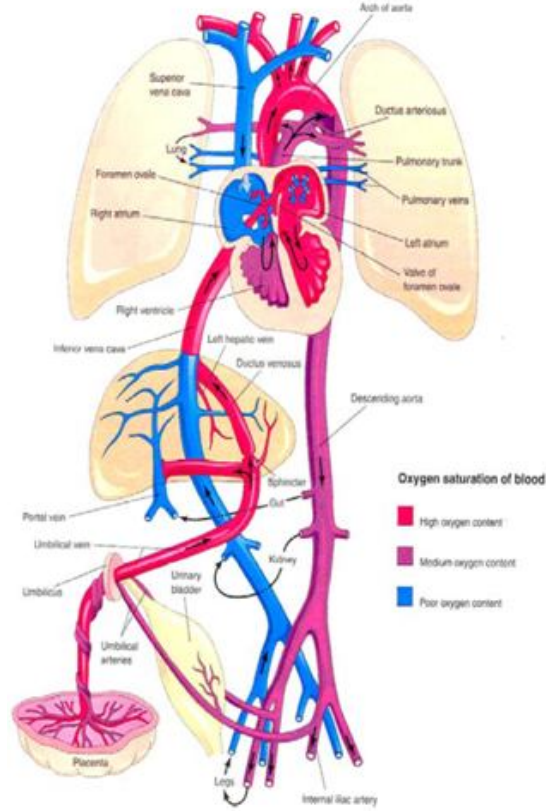
## 2.2. Fetal dolaşım:

Umbilikal kordon, fetusun göbeğinden plasentanın insersiyon yerine kadar uzanır. Kordondaki tek UV, oksijen ve besin taşıyan kanı plasentadan fetusa taşır. Fetusa girerken ön abdomen duvarı boyunca uzanıp karaciğere ulaşır. Kan plasentaya hipogastrik arterlerin distal dalları olan, iki Umbilikal Arter (UmA) ile döner. İçinde Wharton jölesi adı verilen jelatinsi bir maddenin dağıldığı az miktardaki bağ dokusu bu yapıları destekler. Miadda, umbilikal kordon 30–100 cm uzunluk ve yaklaşık 2cm çapındadır. Kordon içinde geçen total kan hacmi 500 ml/dk olarak saptanmıştır. Arterdeki sistolik basınç 60 mmHg ve diastolik basınç 30 mmHg'dır. Plasental kapiller yatak bu basıncı tamponladığından UV'de pulsatil olmayan 20 mmHg'lık basınç vardır (3).

Plasenta fetus için; akciğer (yani oksijen alımı karbondioksit atılımı) , barsak (gıda maddesi alımı kısmen aktif transport) ve böbrek (yıkım maddelerinin atılması) görevini yüklenir.

Fetal kan plasentada arteriyalize olduktan sonra göbek veni üzerinden fetusa gider ductus venosusda ilerler ve bir kısmı karaciğere gider (Şekil 1) (4). Aşağı taraf venaları ile ağızlaştıktan sonra alt tarafın venöz kanı ile karışır. Bu venlerin özel kıvrımları yardımıyla bu kan karışımı sağ kulakçıkta foramen ovaleden direkt olarak sol kulakçığa ve sol karıncığa geçer. Sol ventrikülün kısmen arteriyalize kanı ile beyin arterlerinin ve vücudun üst bölümü arterlerinin kan akımı sağlanmış olur. Doğumda plasenta yoluyla alışveriş aniden kesilir ve bu durumda kanın karbondioksidi yükselir. Kemoreseptör yoluyla çok kuvvetli bir solunum impulsu ortaya çıkar. Böylece oluşturulan inspirasyon hareketi toraks

boşluğunda bir alçak basınç oluşturur ve akciğerlerin şişmesi akciğer arterlerinin direncini düşürür. Buna karşılık kendiliğinden daralan veya bağlanan göbek kordonu vücut dolaşımında direnç artmasına sebep olur. Bu yüzden ductus arteriosus'da akım yönü değişir (4).



**Şekil 1:** Fetal dolaşım

### 2.2.1. Fetal venöz sistem Doppler

Fetal kan akımı ölçümleri yüksek riskli gebeliklerin takibinde önemli bir role sahiptir. Fetal arteriyel sistem sirkülasyonu konusunda literatürde çok geniş çalışmalar mevcuttur, ancak venöz dolaşım son zamanlarda değerlendirilmeye alınmıştır.

Yüksek çözünürlüklü US ile renkli Doppler görüntülemenin birleştirilmesiyle fetal venöz sistemdeki normal bulgular ile anormal dolaşım bulgularının değerlendirilmesi sağlanmıştır.

### **2.2.2. Fetal venöz sistem embriyolojisi**

4 haftalık embriyoda 3 çift ven bulunur. Vitellin venler karaciğer sinüzoidleri yolu ile yolk sak'tan sinüs venozusa doğru seyreder ve duodenum etrafında diğer anastomozlar ile pleksus oluştururlar. Umblikal ven (UV) oksijenize kanı koryondan karaciğeri geçerek sinüs venozusa taşır. Kardinal venler, embriyonik venlerin üçüncü çifti ile birleşir, bu embriyonun vücudundan köken alır ve ilkel kalbin sinüs venozusunun sağ ve sol hornlarına açılır.

Fetal karaciğer ve septum transversum UV ve ilkel vitellin morfolojinin oluşmasında önemli role sahiptir. Karaciğerin hızlı büyümesi ile birlikte UV'ler karaciğer sinüzoidleri ile ilişkili hale gelir. Kalbin asimetric gelişimi ve sindirim sisteminin rotasyonu soldan sağa tek venöz kan akımının oluşmasında en önemli değişikliktir.

Embriyo 6 mm ye geldiğinde sağ UV tamamen, sol UV'in kranial parçası, sol vitellin ven ve anastomoz kısmı oblitere olurken yeni bir damar olan Duktus Venozus (DV) gelişir. Gelişen bu şant damarları iki aşamada ayrılabilir. Birinci basamak, DV hepatik sinüslerin düzenlenmesinde en önemli damar olarak rol oynar. İkinci basamakta ise ilk aşamada oluşan simetrik hale gelmesi, ki bu yolla DV sol UV ve hepatokardiyak ven ile bağlantı kurar. Daha sonra inferior vena kava gelişir.

Bu aşamada tüm plasental kan; karaciğer sinüzoidlerini pas geçerek, sol distal UV, DV ve sağ vitellin venin proksimalini katederek sağ atriuma ulaşır. VKİ ve Vena Kava Süperior (VKS) kardinal venlerden köken alarak embriyonun vücudunda ana drenaj sistemini oluşturur. Ön ve arka kardinal venler sırasıyla, beyin ve embriyo gövdesinin kuyruk kısmını drene ederler.

### **2.2.3. Fetal venöz sistem anatomisi**

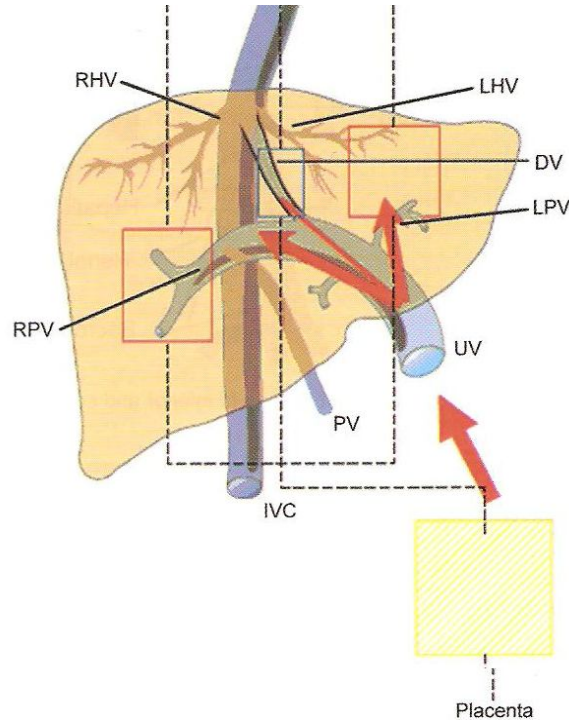
Fetal karaciğerde iki venöz sistem ayırt edilebilir: getirici sistem veya umblikal- portal sistem, plasentadan aldıkları kanı karaciğer ve barsağa taşırlar. Götürücü sistem, hepatik venler (HV) aracılığı ile karaciğerden kalbe kanı taşırlar. DV şantı oksijenize kanı umblikal- portal sistem yoluyla direkt kalbe taşır. Getirici venöz sistemde UV abdomene

falsiform ligament içinde girer ve sefalik yönde karaciğer yüzeyi boyunca devam eder. Bunların yani umbilikal ve portal venlerin birleşme yeri portal sinüs olarak adlandırılan damarların kesişme noktasıdır. Bu UV'in distal kısmı olan geniş L şekilli damar, sağ ve sol intrahepatik portal ven ile ilişki kurar. Bu venler sağ ve sol hepatik lobları sırasıyla beslerler. Süperior ve inferior olmak üzere iki ana sol intrahepatik portal ven vardır. Sağ intrahepatik portal ven daha çok dallanma paterni gösterir. Splenik ve süperior mezenterik venin birleşmesiyle karaciğer dışında ekstra hepatik portal ven meydana gelir.

DV portal sinüsten kaynaklanarak karaciğer sağ loba neredeyse dik bir açıyla döner. DV'un çapı UV'in yaklaşık üçte biri kadardır. Bu dal vermeyen kum saati şeklindeki damar yukarı doğru çıkarak diyaframı geçerek inferior vena kavaya ve sağ atrium girişine açılır. Toplayıcı sistem sağ ve sol hepatik lobları, sağ, orta ve sol HV'ler aracılığıyla subdiyafragmatik vestibuluma taşırlar. Bu huni şeklindeki HV'ler, DV ve VKİ subdiyafragmatik vestibuluma açıldıktan sonra diyaframı geçerek sağ atriyumda sonlanırlar.

#### **2.2.4. Fetal venöz sistem fizyolojisi**

Anatomik olarak birbiri ile ilişkili görünümde olan hepatik venöz getirici sistem plasentadan aldığı oksijenize kanı UV yolu ile portal sinüse taşırlar. Portal sinüs, sağ ve sol intrahepatik portal venler ve DV'a kan taşır. Deoksijenize kanı sağ hepatik loba taşıyan neredeyse tek damar ekstrahepatik portal vendir. Umbilikal vendeki kan akımının yaklaşık %50'si DV yoluyla olmaktadır ve kan akımının %98'i DV yoluyla iletilmektedir. Portal kan ise çoğunlukla direkt olarak karaciğer sağ lobu beslemektedir. Toplayıcı venöz sistem damarları birbirleriyle bir dereceye kadar ilişkili görünümde dirler. Sağ HV'in VKİ'a paralel seyrettiği izlenebilir, oysaki sol ve orta HV duktus DV'a paralel seyretmektedir. Bu uzaysal dağılımın, sonuç olarak daha fazla oksijenize kanın dağılımına neden olduğu varsayılmıştır. Aslında karaciğer sol lobu primer olarak UV'den sol portal vene olan kan akımı yolu ile beslenmektedir (Şekil 2).



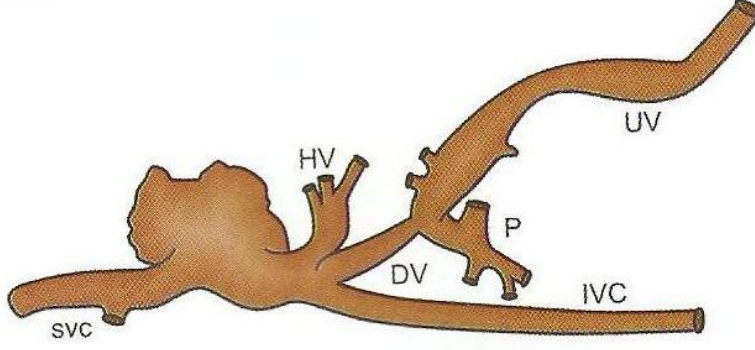
**Şekil 2:** Fetal karaciğer içerisinde venöz kan akımının dağılımı. Kırmızı ok plasentadan gelen direk kan akımını göstermektedir. DV: Duktus Venozus, IVC: Vena Kava İnférieur, LHV: Sol Hepatik Ven, LPV: İntrahepatik portal venin sol dalı, PV: Portal Ven, RHV: Sağ Hepatik Ven, RPV: intrahepatik portal venin sağ dalı, UV: Umbilikal Ven

DV ve fetal karaciğer arasındaki kan akımının yeniden dağılım mekanizması tam olarak anlaşılamamış olmakla birlikte, in vitro ve in vivo çalışmalar göstermiştir ki şant oranı farklı yollar aracılığı ile olabilmektedir. Hipoksik ortamda DV'tan geçen kan oranı artar. DV'taki bu açılmanın, DV'taki olası bir sfinkter mekanizmasının hipoksiye cevap olarak gevşemesine mi, yoksa fetal venöz basınçtaki artışımı bağlı olduğu tam anlaşılamamıştır (5).

### 2.2.5. Normal Doppler bulguları

Yüksek rezolüsyona sahip Doppler US cihazları fetal venöz sistemin yapısını ve fonksiyonunu detaylı araştırma özelliğine sahiptir. Umbilikal ven abdomende sagittal ve transvers kesitlerde sonografide görülebilir. Transvers kesitte üst abdomenin sağında portal ven kenarında izlenir. DV midsagittal longitudinal kesitte boylu boyunca görülür (Şekil 3).

DV UV'e göre Doppler hızının fazla olması ve bu nedenle bazen aliasinge neden olması sebebiyle Dopplerde kolayca tesbit edilebilir. UV'in akım hızı DV'a yaklaştıkça artar. UV'in çapı DV'a yaklaştıkça 2 mm.'ye kadar düşer (5).



**Şekil 3:** Fetal venöz sistemin şematik olarak sagittalden görünümü. RA: sağ atrium, DV: duktus venozus, UV: umbilikal ven, HV: hepatik venler, IVC: vena kava inferior, P: portal sistem, SVC: vena kava süperior.

VKİ en iyi longitudinal koronal planda görülür. Bu planda desenden aortanın önünde ve sağında aortaya paralel seyredir. HV'ler transvers kesitlerde üst abdomende veya sagittal koronal kesitlerde hepatik loblar arasında seyredir. PV ve UV hariç venöz yapıların tipik dalga formu kardiyak siklus ile ilişkili olarak trifazik karakterde izlenir. Venöz vasküler yapılar ile sağ atrium arasında oluşan en yüksek basınç gradienti ileri doğru ilk dalga olan ventriküler sistol (S) sırasında fetal kalbe doğru yüksek miktarda kanın gitmesi nedeniyle oluşur. Atrio ventriküler kapakların açılması ile birlikte erken diastolde ileri doğru daha küçük amplitüdü ikinci dalga erken diastol (D) sırasında oluşur. Erken diastolda ventrikül içerisine pasif dolum olur. Fetal venöz yapılarıdaki ters yöne doğru en düşük hızlı akım atrial kontraksiyon (A) sırasında oluşur. DV'ta kardiyak siklus boyunca kan kalbe doğru ilerlediğinden karakteristik akım formu trifazik öne doğru akımdır. Ayrıca erken gebelik döneminde dahi DV' ta retrograd akım patemi saptanmaz (5).

VKİ ve HV' lerde atrial kontraksiyon sırasında fizyolojik bir geriye akım izlenir. VKİ' daki bu geriye dönen akım gestasyonel yaşla birlikte azalır. Fetal venöz sistemi değerlendirirken esas önemli olan, örnek alınacak alanı iyi belirlemektir. DV' da izlenen en yüksek hız değeri UV' in hemen bitiminde DV başlangıcındadır. Hız azalarak VKİ' da en

düşük değerine ulaşır. Doppler dalga formu DV'un hemen giriş kısmından değerlendirilmelidir. VKİ ölçümleri yapılırken geniş standart sapmadan dolayı çok farklı kan akım sinyallerinin birbirinin üzerine bindiği subdiafragmatik infundubulumdan ölçüm yapılmaz. Bundan dolayı en yüksek doğrulukla ölçülecek yer olan renal ven ile DV' un VKİ' a açıldığı yer arasından ölçüm yapılır. VKİ ve DV için açıdan bağımsız ondan fazla farklı referans değerleri bulunmuştur. Hız ve akım volümleri ölçülebilirse de bu değerler araştırmacıdan araştırmacıya büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun esas nedeni damar çapının doğru ölçülememesi, açı değerinin yanlış veya çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Gestasyonel yaşın artmasıyla birlikte ortalama ve pik hız değerleri belirgin olarak artar. Hız en yüksek DV' da en düşük ise sağ HV'de ölçülür (5).

Fetal solunum sırasında arteriyel Doppler ölçümlerinin yapılmamasına dikkat edilmesi gerekir. Solunum hareketleri sırasında meydana gelen intratorasik basınç değişiklikleri Doppler dalgaları üzerinde belirgin farklar meydana getirir. İnspirasyon sırasında abdomen duvarının öne doğru hareketi kan akım hızının artmasına neden olurken, ekspirasyon sırasında azalmasına neden olur. Solunum hareketleri sırasında Doppler dalga formunun şeklinde meydana gelen değişiklikler basınçta meydana gelen değişikliklere sekonder oluşur. Bu nedenle fetal apne sırasında ölçümler yapılmalıdır. En kolay incelenecek venöz yapı UV'dir. Kantitatif olarak UV akımı bulunabilir. UV volümü= hız (mm/s) x damar çapı formülü ile hesaplanabilir. Bununla beraber pratikte kan akımı ve damar çapı ölçümündeki metodolojik farklılıklardan dolayı değerlendirme sınırlı kalmaktadır. Kalitatif ölçümde ise ilk trimester sonrasında fizyolojik monofazik akım formu şeklindedir (5).

34.-38. haftalar arasında bazı normal fetüslerde kalp hareketleri sırasında orta derecede sinüzoidal pulsasyonlar izlenmektedir ( UV serbest kısmından yapılan ölçümlerde 20. haftada ) Bu fizyolojik akım formunun ağır fetal tehlike ve non immun hidrops fetalisten ayırımı yapılmalıdır (5).

### **2.2.6. Fetal venöz sistemde yapısal anomaliler**

Fetal venöz sistemin yapısal anomalilerinin anlaşılabilmesi için embriyolojik gelişimin ana hatlarından bahsedilmiştir. Fetal venöz vasküler yapıların gelişim bozukluğu iki farklı

sebep olabilir. 1. Sebep dönüşümdeki bozukluk ve kritik anastomozların gelişimindeki bozukluktur. 2. sebep ise yeni dönüşmüş sistemde meydana gelen tıkanıklıktır. Etyolojisine, etkilenen damarlara ve embriyolojik prekürsörlerine göre 4 grup anomali saptanmıştır.

1. Büyük venlerin anormal bağlantıları
2. UV anomalileri
3. Vitellin venlerin anomalileri
4. Pulmoner ven bağlantılarının anomalileri

Fetal venöz sistem anomalileri basitçe şu şekilde de sınıflandırılabilir. Kaval venöz sistem anomalileri ile umbilikal, portal, hepatik venöz anomaliler.

Büyük venlerdeki bağlantı bozuklukları heterotaksi sendromlarının bir parçasıdır. VKİ ve azigos venlerin birlikte kesintiye uğraması veya yokluğu veyahut VKS' un persistansı embriyolojik periyod sırasındaki anastomozların oluşumunun yetersizliği sonucu oluşabilmektedir. Ayrıca kardiyosplenik sendromların da bir parçası olarak ortaya çıkabilmektedir. VKİ ve VKS anomalileri genellikle kalbin gelişimsel anomalileri ile birlikte seyreder. Bu anomalilere eşlik eden barsak ve vücut simetri bozuklukları prognozu belirgin olarak etkiler. UV anomalileri fetal venöz sistemin yapısal bozuklukları arasında en sık görülenidir (5).

Kritik anastomozların primer yetersizliğinin sonucu olarak plasenta ile sistemik dolaşım arasında direkt şant oluşur. Bu şantlar iliak venler, VKİ, VKS veya direkt olarak sağ atrium arasında oluşabilir. DV agenezisi bu hastalıklara sık eşlik eden bir durumdur. Bu şantlar iki şekilde izlenebilir;

- 1- Karaciğeri geçerek UV ile sistemik ven arasında şant oluşmasıdır. Bu sıklıkla Noonan's sendromu, plevral efüzyon, hidrops ile ilişkilidir.
- 2- UV'in portal ven ile yeterli ilişkisi mevcuttur ancak sağ vitellin ven proksimal kesimiyle ilişkisi bozulmuştur. Bundan dolayı karaciğerde hipo perfüzyon olup portal hipertansiyona neden olabilir.

Sağ sol venler arasındaki kritik anastomozların parsiyel bozukluğu sık görülür. Sağ UV'in varlığı en sık görülen anomalidir. Bunun 3 tipi vardır. İntrahepatik formu, ( Bu formunda UV sol portal ven yerine sağ portal vene açılır. ) diğer formunda direkt iliak vene sağ UV açılır. Her iki UV'in persiste olduğu durumda ise VKİ veya sağ atriuma persiste olurlar. İlk tipi en sık olarak izole görülür. Diğer ikisi kompleks anomalilerle özellikle de kardiak anomalilerle birliktelik gösterir (5).

### **2.2.7. Venöz sistem Doppleri ve fetal hastalıklar**

UV'de atrial kontraksiyonla senkronize orta-ağır çentiklenme ominous sign ( Uğursuz işaret ) olarak tanımlanır. Bunlar çok çeşitli fetal patolojik durumlarla ilişkilidir. Non immün hidrops fetalis, fetal aritmi, fetal konjestif kalp yetmezliği, plasental anomaliler, fetal büyüme geriliği, UmA'de end diastolik akım yokluğu veya akımın ters dönmesi ve anormal fetal kalp atım paternleri gibi. UV pulsasyonlarına çeşitli farklı patofizyolojik mekanizmalar yol açar. Monofazik pulsasyonlar plasentaya doğru olan akımların neden olduğu değişikliklerden dolayı olabilir. Bu da diastol veya bradikardi sırasında, umbilikal kord oklüzyonunda ve korda bası meydana gelen durumlarda UA'de diastol sırasında akım yokluğu veya ters dönmesiyle ilişkili olabilir. Difazik pulsasyon fetal hipoksi/asidemi veya konjestif kalp yetmezliğine sekonder olarak santral venöz basıncın artması ve/veya DV'un açık kalması sebebiyle olabilir. Non immün hidrops fetalis, çeşitli etyolojik antiteler ile ilişkili prognozu kötü ağır bir klinik tablodur. Prognozu tayin etmek açısından konjestif kalp yetmezliği ve diğer kalp dışı nedenlerin sebep olduğu non immün hidrops fetalisin ayırt edilmesi gerekmektedir (5).

Non immün hidrops fetalis ve umbilikal pulsasyonların varlığı, sağ ventriküler fraksiyonun belirgin azalması ve kardiak output'un azalması ile birliktelik gösteren azalmış venöz dönüş, konjestif kalp yetmezliği ve kötü fetal sonuç ile ilişkilidir. Hidrops ile beraber veya hidrops olmadan ventriküler atımı içeren yapısal kalp hastalıkları, sıklıkla anormal venöz kan akımı ile ilişkilidirler. Düşmüş pompa fonksiyonu iş yükünün artması ile birlikte atrial kontraksiyon boyunca kan akımının azalmasına veya geri dönmesine neden olur. Triküspit regürjitasyonu olan hastalarda VKİ'da artmış ters akım sıklıkla fetal hidrops ile

ilişkilidir. Atriumda izlenen geriye kaçmış akım artmış santral venöz basınçta neden olur. Bu da hidropsa yol açar ve kötü bir prognoza sahiptir (5).

Farklı tipte fetal aritmilerin tanısı VKİ ve aortadan alınan eş zamanlı dalga formlarının kaydedilmesi ile mümkün olmaktadır. Prematür atımların supra ventriküleri yoksa ventriküleri oldukları atrial kontraksiyon sırasında venöz yapılarda meydana getirdikleri karakteristik değişikliklerle ortaya konmaktadır. Venöz Doppler analizleri supra ventriküler taşikardiyi yönetmede hayati öneme sahiptir. Venöz akım paternleri (VKİ, DV) gözlemlenerek, eğer kalp hızı 210/dk altında ise aritmi tedavisi geciktirilebilir. Bu kritik kalp hızının altında DV ve VKİ'da anormal monofazik ileri doğru akım gözlemlenebilir (5).

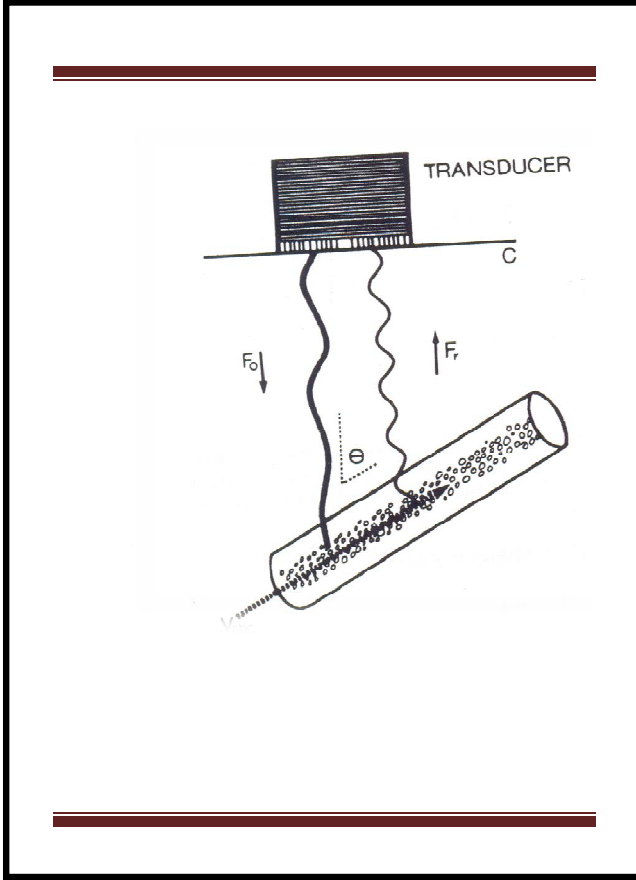
## **2.3. Doppler ultrasonografi**

### **2.3.1. Doppler ultrasonografi fiziği**

#### **2.3.1.1. Doppler Teorisi**

Doppler fenomeni ilk kez 1842 yılında Avusturya'lı fizikçi Johann Christian Doppler tarafında gökyüzü cisimlerinin açıklanması amacıyla tanımlanmıştır. RDUS obstetrik uygulama alanına ilk kez 1977 yılında Fitzgerald ve Durum tarafından umbilikal damarlar üzerinde yapılan çalışmalarla girmiştir. Avusturya'lı fizikçi Johann Christian Doppler tarafında Doppler etkisi şu şekilde tanımlanmıştır; Doppler etkisi, verici ve alıcı kaynaklar arası hareket eden bir objeye bağlı olarak meydana gelen akustik veya ultrasonik dalganın frekansındaki değişimdir. Bu araştırmacı ses kaynağına doğru gidildikçe ses frekansında artma, ses kaynağından uzaklaştıkça azalma olduğunu gözlemlemiştir (6). Dalga bir objeden yansıdığından, ekoların birçok belirleyicisi olacaktır, iletilen dalgaların karakteri, dalganın hareket ettiği ortam, dalganın yansıtıcısı ya da yansıtıcıdan uzaklaştığı mesafe, yansıtıcının özellikleri, geri dönen ekoyu belirlemektedir. Teorik olarak bütün elemanlar (iletici, yansıtıcı ya da alıcı) hareket edebilir. Klinik senaryodaki kan akımının ultrason ile tanımlanmasında, iletici ve alıcı (aynı transdüserde farklı kristaller) sabit, yansıtıcılar

(çalışılan kan damarlarındaki eritrositler) hareket halinde olup yolun uzunluğunu değiştirmektedir. Doppler etkisi, akustik ya da ultrason dalgasının frekansının değişmesidir, bu da iletili ve alıcı kaynaklar arasındaki toplam yol uzunluğu değiştiğinde ortaya çıkar. Doppler etkisi şematik olarak şekil 4’de gösterilmiştir (7).



$C$  = Sesin ortamdaki hızı

$V_{rbc}$  = Kan akım hızı

$\Theta$  = Akımın yönü ile ultrason ışını arasındaki açı

$F_0$  = İletilen ultrason frekansı

$F_r$  = Geri dönen ultrason frekansı

$FD$  = Frekansdaki Doppler kayması

$$= F_0 - F_r$$

$$= F_0 \frac{2 V_{rbc} \cos \Theta}{C}$$

$C$

$$FD = \frac{2 V_{rbc} \cos \Theta}{C} F_0$$

$$\text{Kan akım hızı} = \frac{C \times FD}{2 F_0 \cos \Theta}$$

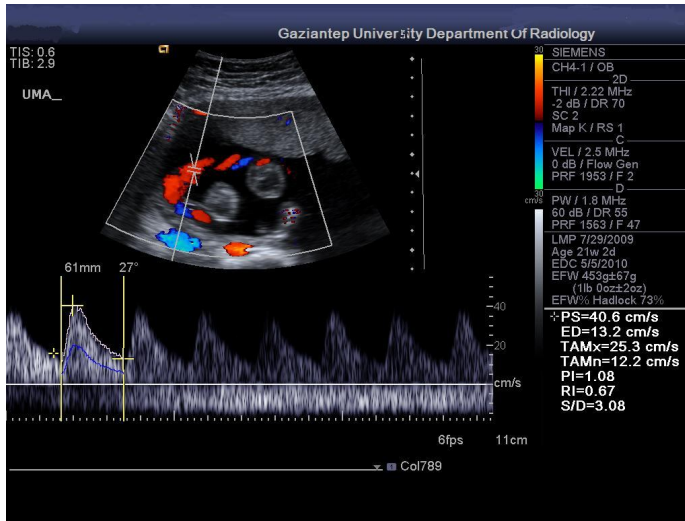
$$= \frac{C \times FD}{2 F_0 \cos \Theta}$$

**Şekil 4:** Vasküler ultrasonografide doppler etkisinin şematik olarak gösterilmesi (7).

Eğer akım transdüserine doğru ise, yol uzunluğu kısadır ve geri dönen frekans yüksektir. Eğer akım transdüserden uzaklaşıyorsa, yol uzar ve geri dönen frekans azalır. Frekansdaki bu değişme, Doppler kayması; kan akım hızı, iletilen ultrason frekansı, ultrason ışınları ile

damarın kesiştiği açı (Doppler açısı) ile doğru orantılı ve dalganın doku içinde ilerlemesi ile ters orantılıdır.

Doppler kan akımı çalışmalarında aralıklı (pulsed) ses dalgasının yolu üzerindeki kırmızı kan hücreleri ultrason ışını üzerine farklı etkiler oluşturur. Işımlar transdüserine doğru ya da ondan uzaklaşan tarzda yani her yöne doğru dağılmaktadır. Transdüserine geri dönen ultrason ışınlarının bir kısmı eko oluşturur. Transdüserine geri dönen ultrason ışınlarının oranı Doppler kaymasının hesaplandığı ve parçacık hızının ölçüldüğü bir eko oluşturur. Aletin gönderdiği frekans ayarlanabilmektedir. Doku içinde ilerleme hızını da sabit kabul edersek ve Doppler açısı da biliniyorsa, kan akım hızı ölçülen Doppler kaymasından hesaplanabilir. Eğer bu işlem saniyede birçok kez tekrarlanırsa, zamana göre hızdaki değişimler kan akım hızının dalga formu olarak gösterilebilir (Resim 1).



**Resim 1:**21 haftalık gebede umbilikal vasküler yapıların tipik akım hızı dalga formları. Transdüserine doğru pulsatil arteriyel akım (pozitif, sıfır çizgisinin üzerinde); transdüserden uzak devamlı düşük hızlı umbilikal venöz akım (negatif).

### 2.3.1.2. Veri elde Edilmesi

Akım hızı dalga formunu bilgisayarda oluşturmak basit bir işlem değildir. Rastgele dağıtım ve doku atenüasyonu ile dönen frekansların kaybolmasının yanında, dokuların

ultrason ışınlarına cevap olarak yaptığı titreşimlerden dokuların ultrasona bağlı olmayan hareketlerinden oluşan düşük frekanslı seslerin ve transdüser tarafından oluşturulan yüksek frekanslı seslerin elimine edilmesi bilgisayara bağlı birçok işlem gerektirir. Birçok mekanizma geriye dönen frekansları düzeltmek için kullanılmaktadır. Onların asıl sorumlulukları açıklanacaktır.

*Low-pass filtering (düşük-geçişli filtre)* sadece belli bir frekansın altındaki ses dalgalarının algılanmasını sağlamaktadır. Yüksek frekanslı alet seslerini elimine eder. Her ne kadar bazı bilgiler kaybolursa da, bu genellikle biyolojik Doppler uygulamasına engel olmaz.

*High-pass filtering (yüksek geçişli filtre)* (genellikle operatör-tarafından regüle edilebilen minimum frekansın üzerindeki frekansları gösterir) istenmeyen düşük frekanslı sinyalleri engeller, uzaklaştırır. Böylece damar duvarı titreşimlerinden ya da diğer doku hareketlerinden oluşan parazit önlenmiş olur. Fakat bu mekanizma düşük akımı gösteren düşük hızları da ortadan kaldırır. Yüksek geçişli filtre bu yüzden yanlış olarak var olduğu halde diyastolde akım bulunmadığını söyleyebilir.

*Örnek hacmi (ya da "range gate")* analiz edilecek alanı sınırlandırır. Dupleks taramada bu alan genişlik ve pozisyon için ayarlanabilir. Derinliği operatör tarafından ayarlanan bu alanın standart doku iletim zamanı içinde gönderilen ve yansıyan ekolar arasındaki standart bir zaman aralığı olduğu varsayılır. Alıcı kapı (gate) sadece geriye dönen ekonun beklenen zamanı için açıktır. Böylece ekrandaki kaliperler tarafından belirlenen alandan beklenen bilgiyi sınırlandırır. Doppler bilgisi istenen alanı sınırlandırırken bu mekanizmanın önemli şartları vardır. Örnek hacmi damardan daha geniş olmalı ve damarı tümüyle içine alacak şekilde yerleştirilmelidir. Eğer çok geniş kurulduysa dışarıdan gelen sinyaller dahil olabilir. Bu mekanizmalar, dalga formlarını arıtmak ve uygun şekil sunmak amacıyla, geri dönen ve analiz edilen bilgiyi sınırlandırır. Bu kurgu istenen (genellikle düşük) hızları atma potansiyeline de sahiptir.

### 2.3.1.3. Sinyal İşleme

İletilen ultrason ışınlarından sadece küçük bir kısmı transdüser yönüne doğru yansıtıldığı için esaslı bir amplifikasyon gereklidir. Daha sonra, bilgiler filtrasyon ve demodulasyon ile saflaştırılır. Demodulasyon transdüser çıkışından oluşturulan standart frekanslar ile, eko girişinin elde edilmesiyle hem faz içinde, hem de bir çeyrek fazda kaymış frekansların karşılaştırılmasını içerir. Doppler kaymış ekoları uzaysal bir alanda ultrason ışınlarının içinde ve fizyolojik akım hızlarının bilinen tipik sınırlarına tatbik edilerek saflaştırma işlemiyle ham bilgi oluşturur. Bu işlemde en son basamak akım yönüne bağlı olarak ayırmadır, 2 kanaldaki faz kareleme dedektöründen alınan çıktı ile transdüser doğru olan akım pozitif Doppler kayması, transdüserden uzaklaşan akım negatif Doppler kayması olarak tanımlanır.

Akım şeklinin sunumundan sonraki basamak saflaştırılmış bilginin zamana göre Doppler kayma değişimlerinin tanımlanmasının organizasyonudur. Kan, damarını geçerken, kalp kontraksiyonuyla oluşan akım dalgası değişmektedir ve merkezdeki hareket eden parçalar en hızlı, damar duvarına yakın olanlar az hareketli ya da hareketsiz olacak şekilde hızları azalmıştır. Sonuç olarak, herhangi enine kesitte, farklı hızlardaki parçacıklar vardır. Aynı zamanda kalp siklüsü boyunca farklı hızlarda farklı konsantrasyonlarda parçacıklar vardır.

Doppler işlemi, enine kesitsel herhangi bir anda zamana göre değişen akım hızlarını sunmaktadır. Örnekleme frekansı çok yüksektir. Farklı hızlar kardiyak siklüs boyunca değişik anlarda kan akım hızının dalga formunun tarifini sağlayacak şekilde kaydedilmiştir. Arterdeki pulsatil akım içinde parça hızları kardiyak siklüsün gidişi içinde değişmektedir ve farklı hızlardaki dalgalar ortaya çıkmaktadır. Venöz Dopplerde hızların dağılımı normal şartlarda aşağı yukarı sabit olmaktadır. Bu saflaştırılmış bilgi duyulabilir sinyal olarak sunulduğunda insan kulağı dalga formlarının çeşitlerini ayırd edebilir ve farklı parça hızlarının kompleks duyulabilir dalga yapması gerektiğini algılar. Doppler spektral analizi farklı hızları ayırmak ve sıraya koyulmuş formda göstermek işlemlerini içerir (8). Doppler spektrumu, dikey ekseninde hızı, alçaktan yükseğe doğru sıralamak için kullanılan dijital

analitik metot, hızlı Fourier transformasyonudur. Bu işlem gerçek zamanda alınan sinyalin farklı hızlardaki parçalarını ekranda kan akım hızı dalga formu olarak gösterir.

#### 2.3.1.4. Hız Değişiklikleri

Hız zamana karşı gösterilmektedir. Kan akım hızını gerçek değer olarak saniyedeki santimetre cinsinden kabul etmekte bazı problemler vardır. Fetal ekokardiyografide, ışınlar akım yönüne paralel kabul edilir ve Doppler açısı problem olmayabilir. (Doppler açısı:  $0^\circ$ :  $\cos = 1.00$ ). Bazı durumlarda, örneğin Orta Serebral Arterin (OSA) ilk kısmı anatomik olarak sabittir ve tek tip açı oluşturmaktadır ve hesaplanan hız daha gerçekçi olarak alınabilir. Çoğu obstetrik olguda Doppler açısı hem bilinmemekte hem de açı muayene sırasında dakikadan dakikaya değişmektedir. Açıdaki değişimler Doppler kaymasında ve hesaplanan hızda farklılıklara yol açmaktadır. Doppler ile bakış açısı  $60^\circ$ 'ye ulaştığında (20 derecenin  $\cos$  0.94,  $60^\circ$ 'ın 0.50 fakat  $80^\circ$ 'in sadece 0.17'dir)  $\cos$  çok hızlı değiştiğinden, kan akım hızı hakkında kesin bilgiler çok zahmetli ve mutlak doğru Doppler tekniğini gerektirmektedir. Birçok faktör kan akımını etkileyebilir (Tablo 1)(9) . Bundan başka, akımın doğası da (pulsatil ya da sabit, düzenli ya da türbülant, tek ya da dallanmış, parabolik ya da tıkanmış) dönen frekansta önemli şekilde etkindir. Böylece kan akımı hacmi ortalama kan akım hızı ve damar çapı dikkate alınarak hesaplanabilirse de, bu analiz çok güvenilir değildir (10,11).

**Tablo 1:** Kan akımını etkileyen faktörler

Basınç	Rezistans
Myokardiyal fonksiyon	Kesitsel çıkan akım alanı
Ön yüklenme, ard yüklenme	Kan viskozitesi
Valvüler yeterlilik	Metabolik durum
Damar tonusu (vasomotor durum)	Damar uzunluğu
Doku özellikleri	Damar geometrisi (dallanma, stenoz)
	Damar özellikleri (elastik impedans)

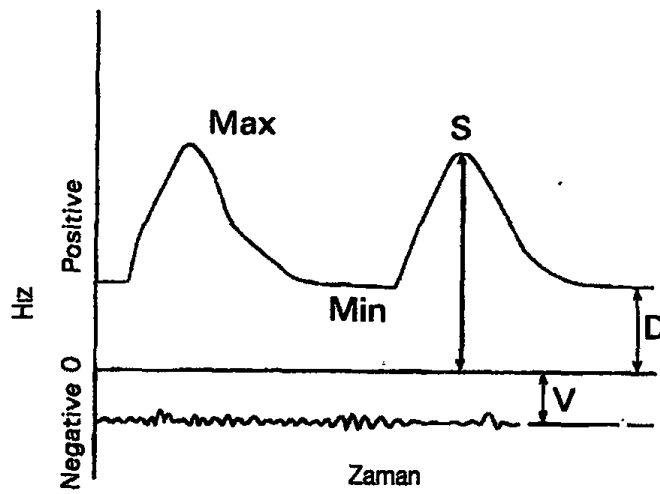
Damarın kesitsel alanının ölçüldüğü gri renkli imaj hataya çok duyarlıdır. 6–8 mm'lik bir damarda (örneğin umbilikal ven) 0,4 mm'lik hata hesaplanan akımda % 10'luk, aynı ölçekteki hata 4 mm'lik bir damarda ise % 25'lik hataya neden olur. Örneğin arterlerdeki pulsasyonlar fetal aortada belirlendiği gibi çapta % 19'lara varan değişiklikler oluşturur (12). Doppler ve elektromanyetik akım transdüser ölçümleri arasındaki iyi deneysel ilişkiler rapor edilmişken, perinatal pratikte sadece iki damar, fetal umbilikal ven ve aorta, ultrason imajından boyutlarının tam olarak ölçülebilmesi için yeteri kadar büyüktürler. Ölçümdeki diğer majör problem damar kesitinin karşısındaki kan akım hızındaki değişimlerdir. Çünkü tüm akım hızı kesitteki her noktada kanın bileşenlerinin toplamıdır ve bu, hız profil ortalaması için gereklidir (ortalama kan akım hızı). Bununla ilgili değişik yaklaşımlar tanımlanmıştır (13). Bunlar hız profilinin ölçülüp ortalamasının alınmasına göre (multigate vurulu = pulse Doppleri kullanarak) ya da bütün damarı kapsayan büyük miktarda örnek hacmin ortalamasına göre kategorize edilebilir. Hacim kan akımı, kilogram başına dakikada mililitre olarak ifade edilir. Fetal ağırlığın ultrason ölçüm formülleri ile tahmin edilmesi de yine hataya yatkındır. Kardiyak verimin tahmininde önümüze birçok engel çıkabilir. Yetişkin ve pediatrik kardiyojide kardiyak ve ventriküler verim ölçümü için geliştirilen teknikler fetusa da uygulanabilir. Pulse Doppler örnekleme ünitesi ventriküllerden birinin dış akım yönünün içine yerleştirilebilir. Normalde burada diyastol boyunca var olan anlık akselerasyondan dolayı hız sabit kabul edilebilir.

Genellikle Doppler açısı sıfır kabul edilir (kosinüs=0). Doppler kayması ölçülür, bilgisayarda Doppler denklemi kullanılarak hıza çevrilir ve kardiyak sıklusa göre ortalaması alınır. Bu ortalama hız, akımı hesaplamak için dış akım yönünün kesitsel alanı ile çarpılır. (Gri skala ya da M mode'dan tahmin edilmektedir).

Ultrasonik kardiyak boyutların kullanılması ile fetal ventriküler verim hesabı da yapılmaktadır. Metodolojide azami dikkat gösterilmek şartıyla, akım ölçümlerinin yararlı olabilmesi için Doppler uygulamalarının büyük damarlarla sınırlandırılma gereği oldukça açıktır. Fetal damarların çoğunda, kabul edilen görüşe göre, Doppler ultrason kan akımının kendisinin değil, yalnızca belirli bir komponentinin hızını belirler.

### 2.3.1.5. Doppler İndeksleri

Kan akımı belirlenmesindeki var olan bu zorluklardan dolayı, kan akım hızı dalga formu genellikle distal vasküler dallarda yüksek ve düşük rezistansla ilgili patemlerin ayrılmasında kullanılmaktadır. Yaygın kullanımdaki üç indeks, sistolik/diyastolik oran (S/D oranı) (14), pulsatil indeks (PI, aynı zamanda impedans indeks de denir) ve rezistans indeksidir (RI aynı zamanda Pourcelot oranı da denir) (15) (Şekil 5).



Şekil 5: Doppler indeksleri şematizasyonu

- Max** = Sistolde maksimum hızın tepe değeri (S)
- Min** = Diyastolde minimum hızın tepe değeri (D)
- V** = Venöz hız ("sabit")
- S/D** = Sistolik/diyastolik oran
- (S-D)/S** = Rezistans indeksi
- (S-D)/ mean** = Pulsatilité indeksi (PI)

S/D oranı basittir ve elle hesaplanabilir fakat diyastolik hızlar yoksa oran anlamsız olur. Yaygın pratikte 8.0'ın üzerindeki değerler tek bir kategoriye alınarak "aşırı yüksek"

olarak değerlendirilir. PI için ortalama hızın bilgisayar yardımıyla hesabı gerekir ki bu da çok büyük deneysel hatalara yol açabilir. Normal gebelikte, S/D oranı ya da PI normal olarak bütün gestasyonel yaşlara dağıtılır. RI biraz komplikedir fakat diyastolik hız anormal bir şekilde düşük olduğunda yani 1.00 değerine yaklaştığı zaman relatif olarak yüksek dirençli akımı işaret eder.

Bu indeksler aslında orandılar ve ultrason dalgasının geliş açısı ile damar arasındaki açıdan bağımsızdır ve gerçek hızın mutlak ölçüsüne bağımlı değildirler. Bu indeksler başlangıçta kötü sonuçlu klinik bulgular ile istatistikî ilişkilerinden dolayı türetilmişlerdir. Bunlar genellikle "resistans işareti" olarak kabul edilir ve akım yönündeki resistansı gösterirler (16,17). Umbilikal arterde yüksek resistans paterni elde edilebilir (18,19). RI kalp hızı, kalp kontraksiyonu, kan basıncı gibi fizyolojik etkenlerle değişebilir.

Üç indeksin de (katsayısı 0,9'u aşan) birbiriyle sıkı ilişkisi vardır (20). Bu yakın ilişki nedeniyle biri diğerine önemli avantaj sağlamaz. Hepsinde % 10 ile % 20 arasında intrinsek hata payı vardır (21). Diyastol sonu hızın normal olarak çok düşük olduğu erken gebelikte ya da akımın anormal bulgu olarak düşük bulunduğu dönemlerde RI ya da PI avantaj sağlayabilir. Literatürde önerilen modifikasyonlar ve uyarlamalar sonuçta belirli bir indeksin kişisel seçimine dayanmaktadır.

Birçok Doppler cihazı ile yapılan araştırmalarda kan akım hızına ait dalga formu, araştırılan damarların içindeki hücrelerin hızına ait bilgiler vermektedir. Eğimin altındaki verinin çoğu gözardı edilir, dalga formunun "şekli" ya da sistolde maksimum hızın tepe değeri çalışılır. Hızlı Fourier transform analizi ile elde edilen dalga şeklinin içerdiği hız bulguları göz ardı edilir. Maksimum akım hızı için kullanılan metod ile ortalama ve ilk andaki hızlar da hesaplanabilir, birbirine yakın sonuçlar elde edilebilir, fakat bunlarda daha fazla hata payı vardır (22).

### **2.3.2. Doppler yöntemleri**

Akım hızını anlatmak için dört farklı Doppler formatı kullanılır. Sürekli dalga (Continuous Wave = CW) Doppler, Değişken dalgalı (Pulsed Wave = PW) Doppler (eş zamanlı gri skala görüntüleme kullanıldığında dupleks Doppler adı verilir), renkli akım

Doppler ve renkli Doppler güç (power) ya da enerji analizi. (Tablo 2). Bir beşinci, time-domain renkli ultrasonografi, bir renk formatındaki akımı görüntülemek için farklı dalga özellikleri kullanılır.

**Tablo 2:** Ultrason modelleri

<u>Modality</u>	<u>Medium/Boyut</u>
İki Boyutlu Sonografi	Eko lokasyonu Eko şiddeti
Değişken Doppler (PW)	Doppler Kayması
Renkli Doppler Hız Akımı	Eko lokasyonu Doppler Kayması
Renkli Doppler Power Spektrumu "Enerji"	Eko şiddeti Eko lokasyonu
<u>Time-domain Ultrasonografi</u>	<u>Eko lokasyonu</u> Zaman kayması

### 2.3.2.1. Sürekli Dalga Doppleri (Continuous Wave Doppler)

CW, sürekli çalışan iki ultrason kristal seti kullanır. Ultrason demeti sürekli iletilir ve diğer kristal seti sürekli dinler. Hareket eden objelerin işaretleri ultrason demetinin her noktasından alınsın diye transdüserler yanyana yerleştirilir. Bu tip sistemler ucuzdur ve kullanımları kolaydır. Damarlar görüntülenmeden lokalize edilmektedir (yani ne oldukları ya da nerede oldukları bilinmemektedir). Transdüserin yönünün tespit edilmesi umut edilen akım dalga şekli görüntüleninceye kadar ayarlanır. Tekrar edilebilme şansı, işlemi yapan uygulayıcının paternleri tanıma yeteneğine bağlıdır. CW'nin fetal anatomi, fetusun sağlık durumu ve kan damarlarının araştırılmasındaki yalnız başına kullanılması popülaritesini yitirmektedir.

### 2.3.2.2. Değişken Dalga Doppleri (Pulsed Wave Doppler = PW)

PW, aynı ultrason kristali ile farklı aktivite siklusları gerçekleştirir. Artık çoğunlukla gri ultrason görüntüsü ile birlikte bulunmaktadır. Genellikle araştırılan damarlar tam tespit edilerek istenenin üzerinde örnekleme yapılır. Bu sistemde kısa süreli ultrason iletimini takiben uzun süreli yansıyan ekoların dinlenmesi mevcuttur.

Değişken Doppler sinyalleri eş zamanlı gerçek-zaman görüntülerinin de alınmasına olanak verir PW sistemi Doppler'in gösterdiği alan ile sınırlı kalır. Frekans örnek alma sıklığı demektir, bu yüzden eğer Doppler'in kayması, akımın tekrar eden frekanslarının % 50'sinden fazla ise başka tür görüntüler (aliasing) oluşur. Bu hem akımın yönü hem de Doppler bilgisinin yanlışlığına sebep olan ve en sık karşılaşılan Doppler artefaktıdır. Matematik olarak komplikedir ancak temel kavram olarak örnekleme frekansı, aşırı yüksek hızdaki Doppler kaymasına eşlik edecek değişiklikleri belirlemekte geç kalmakta ve sinema filmlerinde görülen tekerleklerin tersine dönüyor gibi görülmesine benzer algı kusuru oluşturmaktadır (23).

### 2.3.2.3. Renkli Doppler Sonografi

Radyoloji uygulamalarında en sık kullanılan Doppler ultrasonografi tipidir. Birçok örnekleme ile elde edilen akım bilgisi, akımın transdüserine göre yön ve hızına göre renklendirilip B-Mod' daki damar görüntüsünün içine yerleştirilir. Akım hakkında kalitatif bilgiler verdiğinden çoğunlukla Doppler spektrumu ile birlikte kullanılır. Dupleks Dopplerden tek farkı akımın renkli olarak gösterilmesidir. Bu nedenle Renkli Dupleks Doppler yöntemi de denir.

Renkli Doppler görüntüleme, B-Mod ve Doppler bilgileri aynı veya farklı ses demetlerinden elde edilebilir. Tek ses demeti kullanıldığında, çerçeve hızı yüksektir. Ancak B-mod ve Doppler' de kullanılan ses karakteristikleri birbirine karşıt olduğundan B-Mod görüntüsünün kalitesi, farklı ses demeti kullanılan sisteme göre daha düşüktür. Renkli görüntüleme rengi faz şifti, renk tonunu ise frekans şifti belirler. Renkli Doppler spektral değerlerin renk tonlarıyla veya farklı renklerle gösterildiği bir yöntemdir. Akımın hızı

renğin tonlarıyla belirlenir. Açık parlak tonlar hızlı akımı, koyu tonlar yavaş akımı gösterir. Renk saturasyon kodlamasında transdüsere göre akımın yönü mavi veya kırmızıdır (24-27).

Açı bağımlılığı, aliasing, tüm Doppler spektrumunun gösterilmemesi ve gürültü artefaktları Renkli Doppler görüntülemenin sınırlarını oluşturur.

#### **2.3.2.4. Power Doppler:**

Renkli Doppler ile frekans bilgisinin görüntülemesinde alternatif bir yoldur. Ortalama frekans kayması yerine Doppler sinyalinin entegre gücünü gösteren renk haritasıdır. Spektral değerlerin renk tonlarıyla veya farklı farklı renklerle gösterildiği yöntemdir.

Bu yöntemde renkleri tonu ve parlaklığı Doppler sinyalinin gücünü gösterir. Sinyal gücü de Doppler kaymasını oluşturan eritrositlerin sayıları ile ilişkilidir. Gürültünün daha az sorun olması, görüntü oluşturmada Doppler açısının kullanılmaması ve aliasing'in olmaması yöntemin avantajlarıdır. Gürültünün az olması dinamik range'i genişleterek aygıtın sensitivitesini ve yöntemin yavaş akımlara duyarlılığını artırmaktadır.

Bilgilerin daha uzun sürede toplanması nedeniyle harekete çok duyarlı olması, Doppler sinyalinin gücü ile oluşturulduğu için derinlerden gelen sinyalin zayıf olması yöntemin dezavantajlarıdır. Ayrıca Power Doppler'de Doppler kayma frekansı görüntü parametresi olmadığından akım yönü ve hızı ile ilgili bilgiler vermez (24,26,28).

#### **2.3.3. Gebelikte renkli Doppler ultrasonografinin yeri ve kullanım alanları**

Doppler ultrasonografi, fetal ve maternal fizyoloji ve patofizyolojiyi değerlendirmek için kullanılabilen, hızlı güvenilir ve noninvaziv bir inceleme yöntemidir (22). Özellikle fetal distress ile anormal Doppler dalga formları arasındaki yakın ilişki tetkikin kullanım alanlarını genişletmektedir. Anormal Doppler sonuçlarının ortaya çıkması ile şiddetli fetal distressin gelişmesi arasında geçen zaman, altta yatan nedene göre değişkenlik göstermektedir. İntrauterin gelişme geriliği (İUGG) için bu süre 5–6 hafta iken, şiddetli preeklampsi için 24–48 saat gibi kısa bir süre olabilmektedir.

Obstetrik Doppler incelemesinde, genel Doppler tekniğinde uyulacak kuralların yanı sıra, dikkat edilmesi gereken birkaç önemli özellik daha bulunmaktadır. Bunlardan ilki hastanın pozisyonudur. İnceleme genellikle supin ve hafif sola yatık pozisyonda gerçekleştirilir. Burada önemli olan nokta; uterin ve umblikal arter ölçümü değerlerinde değişikliklere yol açan, supin hipotansiyon sendromundan kaçınmaktır (23). Fetal hareket ve solunum, akım hızı ve dalga formlarında ciddi değişikliklere yol açan ve incelemeler sırasında özellikle dikkat edilmesi gereken noktalardır.

Fetal aorta, serebral damarlar ve UmA ile UV Doppler dalga formları üzerinde oluşturdukları değişiklikler, çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir (29). Örneğin yüksek amplitüdü fetal solunum, fetal internal karotid arter pulsalite indeksinde (-) %25' den (+) %30'a varan değişikliğe yol açmaktadır (30). Fetal hareketin varlığının direk olarak gözlenmesinin yanısıra, inceleme sırasında belirgin fetal hareket ya da solunumun olmadığı dönemde en az beş kardiyak siklusun kaydedilmesi idealdir. Belirgin değişken amplitüdülerin izlenmesi fetal solunumu düşündürmelidir. Genellikle ideal şartlarda elde edilmiş traselerde bile, üç farklı kardiyak sıklustan ölçülen ortalamaların alınması önerilmektedir (23). Dopplerin günümüzdeki obstetrik uygulamaları, dalga formu analizi, renkli Doppler, power Doppler ve 3-Boyutlu Power Doppler'i içerir. Umblikal, uterin, ovarian ve intraplasental arter ile venlerin akımlarının Doppler dalga formu analizlerinin yapılmasına olanak sağlar.

Doppler ultrasonografinin obstetrik incelemede başlıca kullanım alanları şunlardır;

1. İUGG
2. Maternal hipertansiyon, maternal lupus, diabet değerlendirilmesine yardım eder.
3. Umblikal kordun yapısının ve pozisyonunun incelenmesinde,
4. Hemolitik hastalıklarda (Rh uyumsuzluğu) aneminin şiddetinin ve transfüzyon gerekliliğinin değerlendirilmesinde,
5. Ektopik gebeliğin araştırılmasında,
6. Galen veni anevrizması tanımlanmasında,
7. Fetal kalp yetmezliği araştırılmasında,

8. Fetal hipoksinin değerlendirilmesinde kullanılır.

#### **2.3.4. Obstetrik dopplerde incelenen damarlar**

Gebelikte fetomaternal dolaşımdaki kan akımının değerlendirmesinde sıklıkla incelenen damarlar; UmA, maternal uterin arter (UtA), fetal serebral arterler ve UV, DV, VKİ olmakla beraber aşığıdaki damarların tümü incelenebilmektedir.

##### **1 ) Maternal damarlar;**

a-Uterin arterler

b-Arkuat arterler

##### **2 ) Fetal damarlar:**

a-Umblikal arterler

b-Umblikal ven

c-Aorta

d-İnferior vena kava

e-Serebral damarlar

f-Renal arterler

g-Duktus venozus

h-Diğer fetal damarlar (örneğin; Duktus arteriozus )

##### **2.3.4.1. Maternal damarlar**

###### **2.3.4.1.a. Uterin arterler:**

RDUS yardımı ile arteria uterina her iki eksternal iliak arterleri aprazladılan noktalarda kolayca bulunabilir. Bunun için ultrason probu iliak fossaya yerleştirilerek öncelikle eksternal iliak arter ve venler boylu boyunca görüntülenir. Daha sonra hafifçe umblikusa kaydırılması ile uterin arterler görünür hale gelir. Uterin arterleri boylu boyunca

görmek için bu esnada proba hafif rotasyon hareketi yapılır. Uterin arter üzerine PWD (Pulsed Wave Doppler)' nin örnekleme alanı yerleştirilir. Örnekleme alanı UtA'lerin periferik kısmına (iliak damarların üzerinde kalan kısmı) veya UtA'lerin arteria iliaca internadan çıkan proksimal kısmına yerleştirilebilir.

Yapılan çalışmalar her iki noktadan elde edilen Doppler sinyalleri arasında belirgin bir farkın olmadığını göstermiştir (31). Plasentanın bulunduğu taraftaki UtA'e ait PI ve S/D oranları daha düşük olabileceğinden her iki UtA'in incelenmesi gerekir (32-35). Plasentasyona bağlı olarak dirençte meydana gelen bu farklılık özellikle gebeliğin ilk yarısında belirgindir ve gebelik üçüncü trimestire yaklaştıkça ortadan kaybolur (31, 35).

İlk trimesterden sonra gebeliğin ilerlemesiyle birlikte uteroplasental damar yatağının giderek genişlemesi ile birlikte maksimum akım hızları ve kanlanmada artış meydana gelmekte buna bağlı olarak da kan akımına karşı olan dirençte progresif bir azalma ortaya çıkmaktadır. Gebeliğin 24 ile 26. haftaları arasında plasentasyona bağlı her iki UtA'in S/D oranları arasındaki fark ve diyastol sonu çentik kaybolmalıdır (36, 37).

#### **2.3.4.1.b. Arkuat arterler:**

Uterusun ön ve arka duvarının beslenmesi arteria uterinalardan kaynaklanan ve uterusu dairesel bir biçimde çepeçevre saran arkuat arterlerle olmaktadır. Arkuat arterlerden 90° ye yakın bir açıyla ayrılan miyometriümda ilerleyen radyal arterler ve onun dalları olan spiral arterler miyometriüm ve endometriümun kanlanmasından sorumludur.

Gebelik sırasında yaklaşık 100 tane spiral arter annenin kan dolmasını plasentanın intervillöz boşluğuna bağlamaktadır (38). Her bir UtA 12-15 arkuat artere bölündüğünden, arkuat arterlerin Doppler ölçümünün sınırlı, terminal bir alanın işlevini yansıtacağı görülmektedir. Bu nedenle tanısal değeri düşüktür.

#### **2.3.4.2. Fetal damarlar**

##### **2.3.4.2.a. Umblikal arter:**

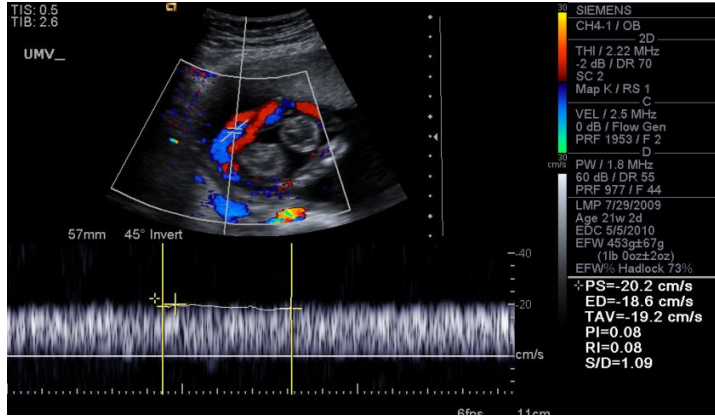
Obstetrikte üzerinde en fazla Doppler çalışması yapılan damardır. Her tipteki Doppler yöntemi ile kolaylıkla incelenebilir (23). Umblikal arterin klasik Doppler dalga formunda,

sistol sırasında hızlı yükselme, diastol sırasında dereceli olarak azalma ve bir sonraki kardiyak siklusa kadar süren yönünü değiştirmeyen akım paterni sözkonusudur. Umblikal arterde izlenen tipik düşük dirençli dalga formunda, gebelik ilerledikçe diastolik akım giderek artar.

Umblikal arterde diastol boyunca devam eden akım pasif olup, dolaşan kanı absorbe eden ve gebelik boyunca sayıları giderek artan tersiyer villusların ve küçük arteriyal kanalların sayıları ile ilişkilidir. Plasentadaki periferel direncin giderek azalması, diastol sonu kan akımında artışa yol açmaktadır. Doğal olarak bunun terside söz konusu olup, plasental yetmezlik durumlarında azalmış ya da tersine dönmüş akım izlenebilmektedir (29,39). Umblikal kordun ölçüm yapılan yerine bağlı olarak elde edilen Doppler indekslerinde ufak farklılıklar olabilmektedir. Fetal solunum ve fetal kalp hızındaki değişiklikler de bu değerleri etkileyebilmektedir (40).

#### **2.3.4.2.b. Umblikal ven:**

Normal gebelerde venöz akım düşük hızda ve sabittir. Fetal solunum hareketleri sırasında varyasyonlar izlenebilir. Akan kanın volumü gebelik süresince artmaktadır. Ancak fetal ağırlığa göre hesaplandığında sabit olduğu görülmektedir (110–125 ml/kg/dk). Umblikal kan akımının kantitatif analizi fetal aortik volüm hızında olduğu gibi problemlidir, çünkü aortadaki gibi, damar çapındaki küçük oynamalar kan akım değerlerinde geniş varyasyonlara yol açar (10). Umblikal ven dalga formu 10-15 cm/sn ortalama akım hızıyla birlikte monofazik bir patern gösterir (Resim 2). Fizyolojik olarak, UV pulsasyonu birinci trimesterin sonuna kadar ve fetal solunum hareketi sırasında görülebilir (41,42). 13. gebelik haftasından sonra normal şartlar altında pulsasyonlar artık saptanmaz. İkinci yada üçüncü trimesterde UV pulsasyon varlığı kardiyak anomali, aritmi ya da konjestif kalp yetmezliğine işaret edebilir. Bu pulsasyonlar aynı zamanda kronik plasental yetmezliğin sonucu olarak UmA'de diastol sonu akım kaybı ile de birliktelik gösterebilir (43,44). Bu vakalardaki UV pulsasyonları atrial sistole denk gelir ve myokard yetmezliğinin bir belirtisi olabilir. Umblikal vendeki pulsasyonlar tek yada çift pulsasyonlar olarak görülebilir ya da trifazik Doppler spektrumu oluşturabilir. Bu akım paternlerinin saptandığı vakalarda %50-60 oranında belirgin mortalite artışı bildirilmiştir (41,43,44).



**Resim 2:** Umbilikal ven ve spektral incelemede dalga formu

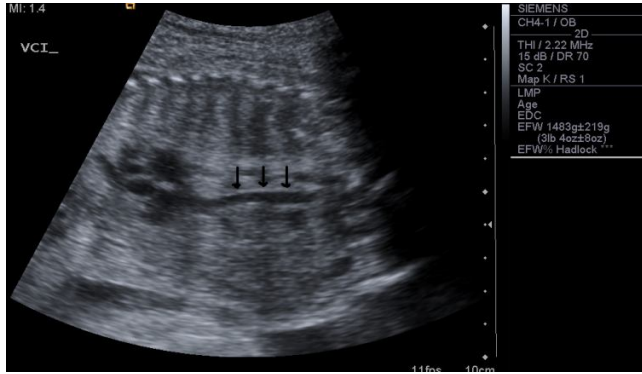
#### 2.3.4.2.c. Fetal aorta:

İlk kez Eik Nes ve ark. (45) PW Doppler kullanarak fetal torasik aortadan spektral dalga formu elde ettiler. Ölçüm genellikle, fetal solunum olmadığı dönemde ve diyaframın hemen üzerinden yapılır. Akan kanın volumü, sistolik, diastolik ve ortalama akım hızı gebelik ilerledikçe artar ve terme yakın sabit olur. Bunun nedeni, gebeliğin sonlarına doğru kan akımının önemli bir kısmının serebral dolaşıma doğru olmasıdır. Ana karotid arterde, ortalama akım hızındaki artış ve akıma karşı direncin azalması bu düşüncüyü desteklemektedir (46). Azalan plasental direnç nedeniyle, aort kanının %60–70 'inin plasentaya geçtiği düşünüldüğünde, gebeliğin ilerleyen haftalarında S/D oranı diastolik akımın artmasına bağlı olarak azalmaktadır. Aortik pulsallite, kardiyak kontraktileden, UmA pulsalitesinden daha fazla etkilenir. Ayrıca aynı uygulayıcı tarafından farklı ölçümler yapılabilme olasılığının en fazla olduğu damarlardan birisidir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen sonuçlar tartışmalı olsada diastol sonu akımın yokluğu her zaman için anormal olarak kabul edilir.

#### 2.3.4.2.d. İnférieur vena kava:

Bifazik akım paterni gösterir. Ventriküler sistol sırasında pik değere ulaşır, erken diastolde, hızlı ventriküler doluş fazında ikinci bir pik yapar. Diastol sonunda atriyal kontraksiyon sırasında akım kısa bir süre için durur. Genellikle diyaframın hemen altından

ölçülür. Sağ atriuma yakın ölçümlerde tersine dönmüş akım normalde izlenebilir. İnférieur vena kavada akım intratorasik basınçla ilişkili olup, fetal solunum hareketleri ve kalp atım hızından etkilenir (Resim 3)(22).



**Resim 3:** Vena kava inferiorun gri skalada normal görüntüsü

#### 2.3.4.2.e. Serebral damarlar:

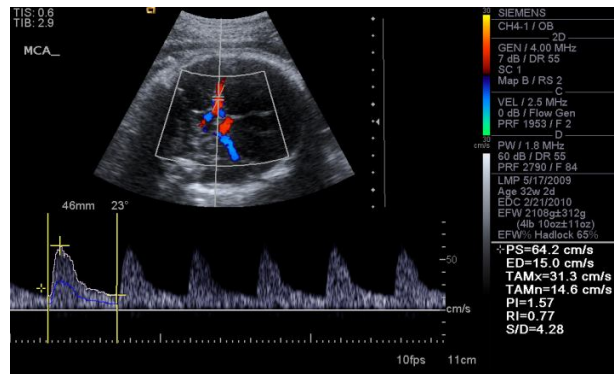
Özellikle otoregülasyon kapasitesi nedeniyle araştırmacıların sıklıkla ilgilendiği vasküler yapılandıdır. Ana karotid, internal karotid, anterior, orta ve posterior serebral arter Doppler dalga formları, çeşitli çalışmalarla irdelenmiştir (47,48). Ana karotid arter baş ve boyun bölgelerini beslediğinden, serebral perfüzyonun doğru olarak değerlendirilebilmesi için spesifik intrakraniyal damarlardaki kan akımının incelenmesi gerekmektedir. Bu amaçla en sık OSA üzerinde çalışılmaktadır (48,49).

Hipoksik gelişme geriliklerinde, torakal aorta ve Uma'de yüksek dirençli akım paterni mevcut iken ana karotid arter, OSA ve diğer majör intrakraniyal dallarda düşük dirençli akım paterni saptanmaktadır. Bu durumun, fetal kan akımının redistribüsyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir (Brain sparing efect) (49-51). Redistribüsyon, asimetrik gelişme geriliğinin bir özelliği olup, simetrik gelişme geriliğinde saptanmaz. Renkli kodlamanın yaygın kullanımıyla birlikte, Willis poligonunu oluşturan vasküler yapılar rahatlıkla değerlendirilebilir hale gelmiştir (Resim 4). Bunlardan OSA, kolay tespit edilebilir olması

nedeniyle longitudinal çalışmalar için idealdir (Resim 5). Özellikle İUGG 'de internal karotid arter'e göre daha duyarlı olduğu gösterilmiştir (49).



**Resim 4:** Willis poligonu arterlerinin renkli Doppler görünümü.



**Resim 5:** Willis poligonu arterlerinden orta serebral arterin spektral incelemesindeki görünümü.

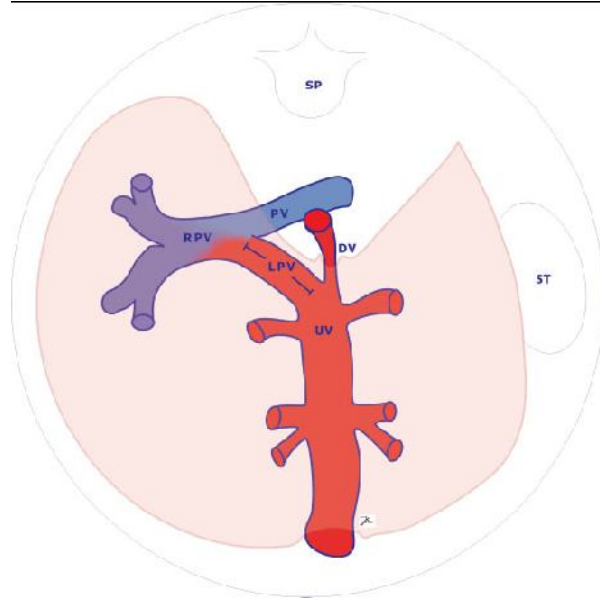
#### 2.3.4.2.f. Renal arter:

Genellikle renal arter Doppler ölçümleri, renal hiluslar düzeyinden yapılır. Son yıllarda renkli kodlama sayesinde inceleme süresi belirgin olarak azalmıştır. Normal gebelikte ilerleyen gebelik haftalarıyla birlikte, fetal renal arterlerde diastolik akım giderek artar. Gelişme geriliği olan bebeklerde, renal arterlerdeki pulsatile indeksleri belirgin olarak yüksek bulunmuş olup, bu bulgunun redistribüsyona bağlı olarak böbreklere giden kanın azalmasıyla bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca gelişme geriliği ile birlikte

oligohidroamniyozun saptandığı olgularda renal arter Doppler indekslerindeki yükselmenin daha belirgin olduğu belirtilmektedir (48,52).

#### 2.3.4.2.g. Duktus Venozus:

Hem iki boyutlu gerçek zamanlı ultrasonografi hem de renkli Doppler, DV'un görüntülenmesi ve spektral örnek alınabilmesi amacıyla kullanılabilir. Tüm prekardiyal venler arasında DV fetal myokardiyal hemodinami ve kardiyak fonksiyon üzerinde en iyi ve en güvenilir bilgiyi sağlarken aynı zamanda kolay bulunabilir spektrum sunar (53,54). Doppler sinyalleri en kolay ve en çabuk olarak fetüs dorsoposterior yatış pozisyonunda olduğunda elde edilebilir. Hızlı bir venöz oryantasyon kazanabilmek için ilk olarak UV'in intrahepatik segmenti görüntülenmelidir. Umbilikal venin intrahepatik segmenti venin DV'ya girdiği yeri işaret eder. DV çapı nadiren 2 mm'yi geçer ve huni şeklinde genişleme göstererek toplamda 20 mm uzunluğa kadar ulaşır (55). Akım sinyallerini kayıt edebilmek için, örnek volüm direkt olarak UV'le DV bileşkesine yerleştirilir. Postnatal hayatta karaciğerin venöz beslenmesini portal ven sağlarken, prenatal hayatta karaciğerin venöz kanı UV ile portal venden olmaktadır (Şekil 6)(56).



**Şekil 6:** Fetal karaciğer beslenmesinin transvers görünümü. Kırmızı görünenler iyi oksijenize olmuş kanı, mavi olanlar ise zayıf oksijenize kanı göstermektedir. Mor renk ise ikisinin karışımını göstermektedir. DV, duktus venozus; LPV, sol portal ven; PV, ana portal ven; RPV, sağ portal ven; ST, mide; SP, vertebra; UV, umbilikal ven.

### **2.3.4.3. İlk trimesterde Renkli Doppler Görüntüleme özellikleri**

Tüm canlı gebeliklerin ilk trimesterinde Doppler, korpus luteumun düşük impedans vaskülaritesini gösterir. Bu durumda, genellikle  $0,5 \pm 0,2$  veya daha düşük RI indeksleri düşük impedanslı sinyaller olarak kabul edilir. Overler menotropinler (Pergonal) veya klomifen sitrat (Klomid) ile uyarılmadığı sürece düşük RI genellikle sadece bir overde izlenir. Böyle hastalarda ise sıklıkla bilateral korpora lutea görülür. Luteal akım yokluğunun canlı bir ilk trimester gebelikle uyuşmadığını gösteren deliller mevcuttur.

Gebeliğin ilk trimesterinde, uterin kanlanma nispeten az değişiklik gösterir. Pek çok çalışma ikinci trimesterde, özellikle gebeliğin 14 ve 18. haftalarında oluşan dramatik değişiklikleri göstermiştir. Bu süre içerisinde yüksek impedanslı uterin dalga formu, geç ikinci ve üçüncü trimester boyunca görülen düşük impedanslı akıma dönüşür. Azalmış impedans, histolojik olarak trofoblastların sekonder invazyonu sonucu oluşan, maternal spiral arterlerin elastik laminasının destrüksiyonu ile ilişkilidir. Böyle bir değişim uteroplental dolaşımın artık yüksek impedanslı alanlara göre daha fazla kan taşıyacak bir şanta dönüştüğünü göstermektedir.

Erken gebelikteki trofoblastik halka normal olarak Doppler sinyali içermez. Ancak hem normal hem anormal gebeliklerde trofoblastik halkanın dış kenarı ile myometriumun iç 1/3 kesimi arasında belirgin diastolik komponenti bulunan pulsatil akım formları mevcuttur. Ölü fetüs retansiyonu durumlarında, trofoblastik halkada sürekli akım saptanır. Doppler ile 6-7. haftalarda kardiyak akım ve 7. haftadan itibaren de umblikal kord akımı rutin saptanır. İlk trimesterde, umblikal akım tipik olarak izlenmez.

### **2.3.4.4. İkinci ve üçüncü trimesterde Renkli Doppler Görüntüleme özellikleri**

Gebeliğin ikinci ve üçüncü trimesterlerinde Doppler Ultrasonografinin temel kullanım alanı umblikal, uterin ve OSA'larda ve venöz yapılarda saptanan akımın değerlendirilmesidir. "Pulsed" Doppler kullanılarak yapılan pek çok çalışmada fetal ve uteroplental dolaşımdaki değişikliklerin, intrauterin gelişme geriliği, maternal hipertansiyon, fetal anomaliler ve konjenital anomaliler ile birlikte bulunan durumlarla olan

ilişkisi araştırılmıştır (30,47,48,50). Renkli Doppler ikinci ve üçüncü trimesterlerde fetüsün "real time " görüntülenmesi için değerli katkılar sağlar ve spektral Doppler incelemesine yardım eder. Renkli Doppler ve "real time " ultrasonografi görüntüleri ile elde edilen yapısal bilgiler, fetal plasental ve uterin damarlanmanın grafik gösterimi ile kombine edilerek normal gelişim ve fonksiyonun değerlendirilmesine katkıda bulunur. Renkli Dopplerin özellikle önemli bir kullanımı fetusta spektral Doppler örnekleme için optimal alanların seçimidir.

Umblikal arteryal Doppler örnekleme için örnekleme bölgesi seçiminin Doppler indeksleri ölçümleri üzerine önemli etkisi olduğu gösterilmiştir. Renkli Doppler ile umblikal kord fetustan plasental insersiyona kadar takip edilebilir ve örnekleme bölgeleri ile optimal Doppler açıları kolaylıkla seçilebilir. Kordun seyrini izlemeye renkli Doppler görüntülemenin değeri, özellikle oligohidroamnionun bulunduğu ve kord looplarının güçlükle tanımlanabildiği zamanlarda büyüktür.

Umblikal arterden alınan arteryal sinyallerin dalga formu analizi, yüksek riskli gebeliklerde özel bir anlam taşımaktadır. Ölçümler fetal nefes alma hareketi olmadığı sırada yapılmalıdır. Korddaki örnekleme alanı ölçümleri etkileyebilir. Vasküler impedans indeksleri plasental uçta en düşük, fetal abdomende en yüksek değerlere sahiptir. Kordun plasental ucundan ve orta kısmından alınan ölçümler klinik olarak güvenilir olmasına rağmen fetal abdomenden yapılan ölçümler hatalı olabilir. Umblikal arter S/D oranı normal olarak 20. haftadan (ortalama 4,5) 40. haftaya (ortalama 2,3) doğru azalır. Fetüslerin çoğunda bu oran 20–30. haftalarda 3,0 veya daha az bir orana ulaşırken bazılarında bu seviyeye düşüş yaklaşık 35. haftaya kadar olmaz (57).

S/D oranında yükselme, İUGG, maternal hipertansiyon, diabet, lupus, fetal anemi ve fetal anomalilerle birlikte izlenir. Genel olarak UmA Doppleri gestasyonel yaşa göre küçük gebeliklerin tespiti için duyarlı değildir. Bununla birlikte anormal UmA oranları potansiyel fetal uyumsuzluğun tahmininde yararlı bulunmuştur. Artmış S /D oranının saptanması, daha sık ultrasonografi incelemesini ve eğer daha önceden normal olan nonstress test veya biofizik profil anormal hale gelmişse veya diastolik akım tersine dönmüşse doğumu gerekli kılar. Yüksek S/D oranı ( $>4,5$ ) fetal hipoksi ile ilişkilidir. Diastol sonu akımın yokluğu da

aynı zamanda fetal hipoksiyi haber verir ve şiddetli İUGG, trizomi 13 veya 18, güçlükle kontrol edilebilen diabet ile birlikte bulunabilir. Diastol sonu akım yokluğu 1–3 gün içinde fetal ölümle belirgin birliktelik göstermektedir.

Doppler, fetal anomalili komplike gebeliklerin görüntülemesinde yararlı bir ek incelemedir. Fetal böbrekler tam olarak vizualize edilemediğinde fetal renal indekslerin demonstrasyonu ciddi oligohidroamniyozun nedeni olabilecek renal ageneziyi ekarte ettirebilir. Tek UmA, kord tümörleri ve nukal kord gibi umblikal kord anomalileri kolaylıkla tanımlanabilir. Doppler ayrıca fetal ekokardiyografide de septal defektler, mitral ve triküspit atrezi, hipoplastik sol kalp, endokardiyal fibroelastozis, pulmoner ve triküspit regürjitastionunu da içeren konjenital kalp hastalıklarının tanımlanması ve karakterizasyonunda, görüntülemeye ve spektral Dopplere yardımcı olarak önemli rol oynar (58-61).

### **2.3.5. Patolojik doppler bulgularına yol açan durumlar**

#### **2.3.5.1. İntrauterin Gelişme Geriliği (İUGG)**

Büyüklüğü ve gelişimi normalin altında olan fetüsün içinde bulunduğu durumu tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Değişik tanımlamaları olmakla birlikte en sık kullanılan tanımlama kriteri gestasyonel yaşa göre fetal ağırlığın 10 persantilden daha az olmasıdır. Çoğu araştırmacı intrauterin gelişme geriliği (İUGG) tanımı için bu kriteri tek başına yeterli bulmamakta olup, anormal biyofizik profil ya da anormal Doppler bulgularını kriterlere eklemektedir (46,62-64).

İUGG birçok nedenden kaynaklanabilir. Bunlar arasında primer ve maternal hastalığa sekonder gelişen plasental yetmezlik, fetal kromozomal anomaliler ve fetal enfeksiyonlar yer almaktadır. Plasental yetmezliğin maternal nedenleri arasında hipertansiyon, kollajen doku hastalığı, renal hastalıklar, yetersiz beslenme, alkol ya da ilaç bağımlılığı mevcuttur. Viral enfeksiyonlar (örneğin; CMV, toksoplazmozis ) ve fetal anomaliler (triploidi, trizomi 13 ve 18 ) de ciddi İUGG' ye yol açabilirler (65).

İUGG'lerin az bir kısmında fetus boyutlarında simetrik bir küçüklük söz konusudur. Gövde, baş ve ekstremiteler simetrik olarak küçüktür (simetrik İUGG). Buna karşın önemli bir çoğunluğunda, fetal abdomen belirgin olarak küçük, baş ve ekstremiteler ise ya normale yakın ya da normaldir (asimetrik İUGG). Primer ya da sekonder plasental yetmezlikte sıklıkla izlenen durum asimetrik İUGG'dir. Simetrik İUGG ise çoğunlukla gebeliğin daha erken döneminde etkili olan, kromozomal anomali ya da enfeksiyonlarda rastlanır. İUGG'nin nedeni prognozda oldukça önemlidir. Örneğin trizomi 19'daki İUGG, plasental yetmezliğe bağlı İUGG'ye oranla daha kötü prognoza sahiptir.

İUGG olan fetüslerde, perinatal mortalite normal fetüslere oranla 4-8 kat artmıştır (66,67). Yaşayanların % 50'sinde ise intrapartum fetal distress, hipoglisemi, hipokalsemi ve mekonyum aspirasyonu gibi kısa ya da uzun dönem morbidite söz konusudur. Ayrıca zayıf nörolojik gelişim sıklığı da İUGG'de daha fazladır. İUGG'nin nedenlerinden biri olan plasental yetmezlik durumunda herhangi bir nedenle intervillöz mesafedeki kan akımında azalma, plasental dirençte artış izlenmektedir. Umbilikal arterde diastolik kan akımının azalması İUGG'nin en erken belirtisi olabilmektedir. Bazı ciddi vakalarda diastolde akım tamamen kaybolabilir ve hatta tersine dönebilir. Ayrıca uterin ve arkuat arterlerde azalmış diastolik akım izlenebilmektedir. Buna karşın serebral damarlarda direncin azalması ve diastolde kan akımının artması söz konusudur. Bu durumun hipoksiye sekonder redistribüsyondan kaynaklandığı düşünülmektedir(68-70).

### **2.3.5.2. Preeklampsi**

Gebeliğin indüklediği hipertansiyon tüm primiparların yaklaşık %7'sinde izlenebilmektedir. Ortaya çıkma zamanı ve şiddeti farklılık göstermekle birlikte, yüksek perinatal morbidite ve mortaliteye sahiptir. Patolojik olarak intervillöz boşluk perfüzyonunda azalma mevcuttur. Bu vakalarda İUGG'ye benzer Doppler bulguları saptanmaktadır. Hafif ya da orta şiddetli preeklampsilerde, İUGG oluşmadıkça herhangi bir patolojik Doppler bulgusu saptanmayabilir. Şiddetli preeklampsilerde ise doppler bulguları sıklıkla patolojiktir (46,71-73).

### **2.3.5.3. oğul Gebelik**

Perinatal ölümlerin %10-12'si çoğul gebelikte olmaktadır. Mortalitenin nedenleri, genellikle prematürite ve İUGG, nadiren de ikizden ikize transfüzyon sendromudur (74). İviz gebeliklerde İUGG sıklığı % 25 'tir (75). Doppler ultrasonografide, ikiz gebeliklerde, 30. haftadan sonra ölçülen ortalama S/D oranlarının normal (tek) gebeliklerdeki fetüslerde ölçülen değerlere oranla daha yüksek olduğu gösterilmiştir (76).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışmanın yürütülmesi:

Çalışmamız Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Etik Kurulunun 21/05/2009 tarihli, 05-2009/146 karar no'lu izni ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamıza Ocak 2009 ile Mart 2010 tarihleri arasında Kadın Doğum kliniğinden Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalına gönderilen 175 gebe dahil edildi. Ancak Doppler US sırasında çeşitli problemler saptanan 12 gebe daha sonra çalışmadan çıkarıldı. Saptanan problemler arasında ikiz gebelik, tek UmA, meningosel, genişlemiş lateral ventriküller mevcuttu. Klinik muayenesi ve laboratuvar sonucu normal olan diğer gebelerin hiçbirisinde problem saptanmadı.

Bu çalışmada gebeler 18-37. haftalar arasında takip edilerek RDUS yapıldı. Gebelerin yaşları 17 ile 45 arasında değişmekte idi. RDUS ile incelemeler 18-24 haftalık 66, 25-30 haftalık 53, 31-37 haftalık 44 gebeden oluşan 3 ayrı grupta gerçekleştirildi. Toplam 163 olgu çalışmaya dahil edildi. Tüm RDUS incelemeler, Siemens Acuson Antares cihazında tek uygulayıcı tarafından gerçekleştirildi. İncelemeler sırasında CH4-1 MHz konveks prob kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen gebelerde öncelikle rutin obstetrik değerlendirme yapıldı. Fetal yaş ve büyüme, amniyon sıvı miktarı, fetüs sayısı, fetal kalp aktivitesi, fetal prezentasyon, plasentanın yerleşimi ve yapısı ile fetal anatomi değerlendirildi. Ayrıca uterusunda myom veya adneksiyal kitle lezyonlarının varlığı araştırıldı. Bu incelemeden sonra RDUS değerlendirmeye geçildi. İncelemede, arteryel sisteme ait üç damarın akım paternleri değerlendirilerek Doppler indeksleri ölçüldü. İncelenen arteryel damarlar;

1-Umblikal arter

2-Uterin arter

3-Fetal orta serebral arter

Bu damarlarda akımı değerlendirmek için ölçülen Doppler indeksi ise Sistolik hız/Diastolik hız oranı (S /D) olarak belirlendi.

Venöz sisteme ait üç ana damarın akım paternleri değerlendirilerek Doppler indeksleri ölçüldü.

1-Umblikal ven

2-Duktus venozus

3-Vena kava inferior

Bu damarlardan yapılan ölçümlerde UV'de akım hızına ve akım formuna, DV'ta preload indeksine bakıldı. Preload indeksi Ventriküler sistol (S)-Atrial kontraksiyon (A)/ Ventriküler diastol (D) hesaplanarak bulundu. Vena kava inferiorunda Ventriküler sistol (S)/ Ventriküler diastol (D) oranına ve akım formuna bakıldı.

Tüm Doppler indekslerinin ölçümü sırasında, fetal solunum ya da hareketin olmamasına dikkat edildi. Solunum sırasında yapılan ölçümler daha sonra tekrarlandı. Elde edilen dalga formlarının en az 4 saniye boyunca sabit kaldığının izlenmesini takiben üç farklı sikludan ölçümler yapılarak ortalamaları hesaplandı.

Umblikal arterden yapılan ölçümlerde, öncelikle kordun yapısına, iki arter bir ven olmasına ve yerleşimine dikkat edildi. Tüm ölçümler iki arterden herhangi birisinden ve orta 1/3 kesimden gerçekleştirildi. Fetüse ve plasentaya yakın lokalizasyonlardan ölçümler yapılmadı.

Uterin arter ölçümleri için öncelikle plasentanın yerleşimine bakıldı. Plasenin yerleştiği taraftaki UtA'den ölçümler yapıldı. Plasentanın orta hatta yerleştiği olgularda, iki UtA'den herhangi birisi değerlendirmeye alındı veya iki taraftan ölçüm yapılarak ortalaması alındı.

Fetal OSA ölçümlerinde ise, Willis poligonuna ait vasküler yapılar, renkli kodlamanın yardımıyla tespit edildikten sonra herhangi birisinden Doppler indekslerinin ölçümü gerçekleştirildi.

Umblikal venden yapılan ölçümler orta 1/3 kesimden yapıldı. Fetal solunum sırasında yapılan ölçümler tekrarlanarak değerlendirildi.

DV'tan yapılan ölçümler karaciğer içerisinde UV'in bittiği yerden yapılarak değerlendirmeye alındı.

VKİ'dan yapılan ölçümler ise renal venler ile subdiyafragmatik HV'ler arasından ölçüldü.

### **3.2. İstatistiksel değerlendirme:**

Üç ayrı gruba ait Doppler indeks ölçümleri her gebe için ayrı ayrı kaydedildi ve elde edilen veriler doğrultusunda, incelenen arter ve venlere ait ölçümlerde görülen değişiklikler istatistiksel olarak SPSS 13,00 paket programına girildi. Arter ve venlerin minimum, maksimum değerleri, ortalama ve Standard sapmaları tanımlayıcı istatistiksel yöntem ile tablo haline getirildi.

## 4. BULGULAR

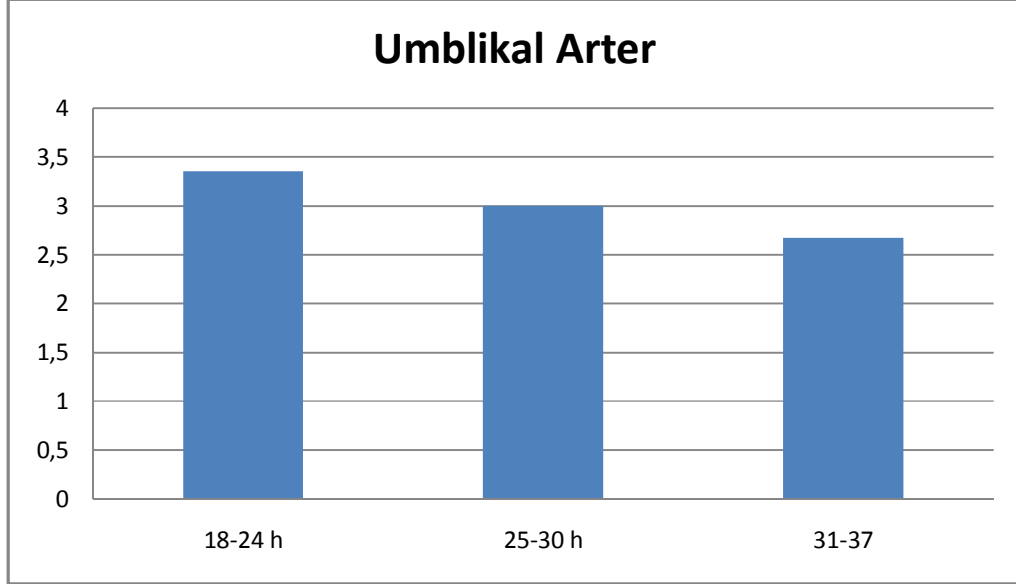
Çalışmamızda incelenen arteriyel ve venöz damarlarda gebeliğin ilerleyen dönemlerinde elde edilen Doppler indeks değerlerinin değişiklikler gösterdiği, sabit kalmadığı gözlemlendi. Yaşları 17 ile 45 arasında toplam 163 olgu çalışmaya alındı. Olgularda umblikal, uterin, OSA'ler ile UV, DV, VKI'dan ölçümler yapılarak karşılaştırıldı. Olguların arteriyel ve venöz farklı Doppler indekslerine bakılarak bunların haftalara göre değişiklik miktarları incelendi.

### 4.1. Umblikal arter

Umblikal arter ölçümlerinde S/D hız oranlarına bakıldı. Gebelik haftasının ilerlemesiyle birlikte UmA Doppler indekslerinde düşüş gözlemlendi ve istatistiksel değerlendirmede her üç Doppler indeksinde izlenen düşüşün anlamlı olduğu saptandı. S/D hız oranı: 18–24. haftalar arasında yapılan ölçümlerde ortalama ve standart sapması  $3.35 \pm 0.86$ 'dan, 25–30. haftalarda  $3.00 \pm 0.61$ 'e, 31–37. haftalarda  $2.67 \pm 0.62$ 'e geriledi (Tablo 3)(Şekil 7). Uygulanan varyans analizinde değişim anlamlı bulundu ( $P < 0.001$ ). Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde 18-24. haftalar ile 25-30. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlıydı ( $P < 0.05$ ). 18-24. haftalar ile 31-37. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.001$ ). Ancak 25-30. haftalar ile 31-37. haftalar arası yapılan değerlendirmede ise aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$ ).

Tablo 3: Umblikal arter Doppler bulguları

İndeks	Ölçüm Aralığı	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum	Minumum
S/D	18-24 Hafta	3.35	0.86	5.46	1.09
S/D	25-30 Hafta	3.00	0.61	4.95	2.13
S/D	31-37 Hafta	2.67	0.62	4.21	1.94



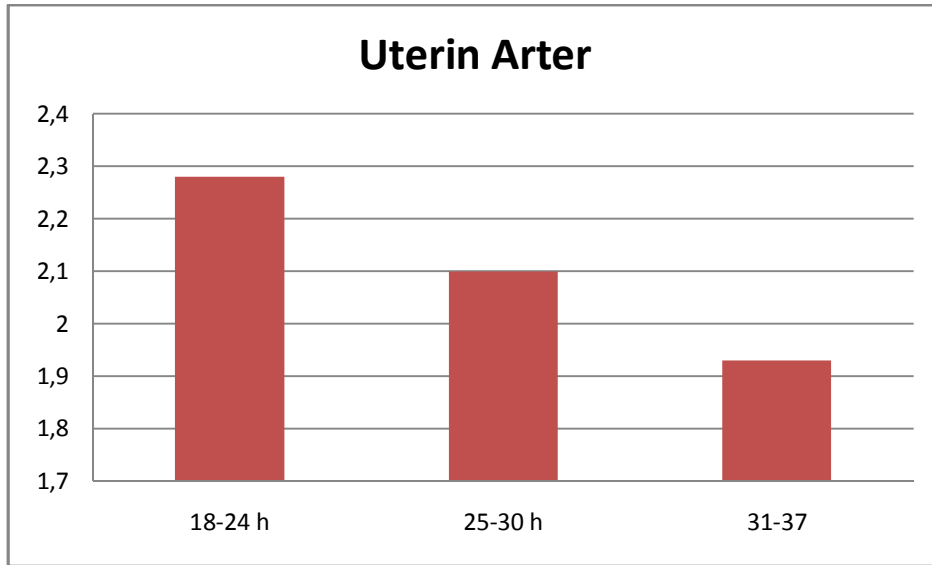
**Şekil 7:** Umbilikal arter ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği

#### 4.2. Uterin arter

Uterin arter ölçümlerinde Sistolik/Diastolik hız oranlarına bakıldı. Gebelik haftasının ilerlemesiyle birlikte UtA Doppler indekslerinde düşüş gözlemlendi ve istatistiksel değerlendirmede her üç Doppler indeksinde izlenen düşüşün anlamlı olduğu saptandı. Sistolik / Diastolik hız oranı: 18–24. haftalar arasında yapılan ölçümlerde ortalama ve standart sapması  $2.28 \pm 0.54$ 'den, 25–30. haftalarda  $2.10 \pm 0.38$ 'e, 31–37. haftalarda  $1.97 \pm 0.22$ 'ye geriledi (Tablo 4)(Şekil 8). Uygulanan varyans analizinde değişim anlamlı bulundu ( $P < 0.001$ ). Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde 18-24. haftalar ile 25-30. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $P > 0.05$ ). 18-24. haftalar ile 31-37. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.001$ ). 25-30. haftalar ile 31-37. haftalar arası yapılan değerlendirmede ise aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$ ).

**Tablo 4:** Uterin arter Doppler bulguları

İndeks	Ölçüm Aralığı	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum	Minumum
S/D	18-24 Hafta	2.28	0.54	4.13	1.44
S/D	25-30 Hafta	2.10	0.38	3.55	1.26
S/D	31-37 Hafta	1.93	0.22	2.47	1.58

**Şekil 8:** Uterin arter ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği

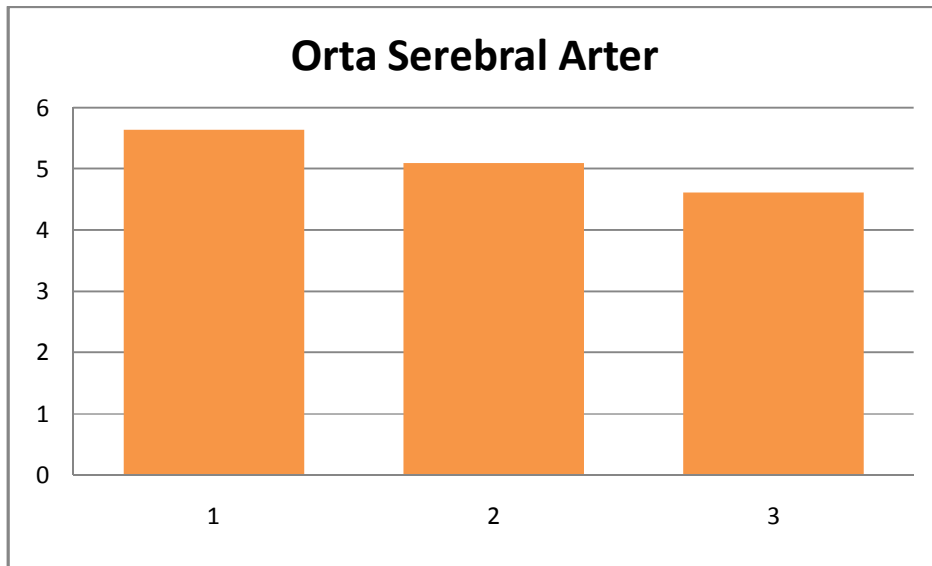
### 4.3. Orta serebral arter

OSA ölçümlerinde Sistolik/Diastolik hız oranlarına bakıldı. Gebelik haftasının ilerlemesiyle birlikte OSA Doppler indekslerinde düşüş gözlemlendi ve istatistiksel değerlendirmede her üç Doppler indeksinde izlenen düşüşün anlamlı olduğu saptandı. Sistolik / Diastolik hız oranı: 18–24. haftalar arasında yapılan ölçümlerde ortalama ve standart sapması  $5.64 \pm 1.69$ 'dan, 25–30. haftalarda  $5.09 \pm 1.50$ 'ye, 31–37. haftalarda  $4.61 \pm 1.59$ 'a geriledi (Tablo 5)(Şekil 9). Uygulanan varyans analizinde değişim anlamlı

bulundu ( $P<0.001$ ). Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde 18-24. haftalar ile 25-30. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $P>0.05$ ). 18-24. haftalar ile 31-37. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P<0.05$ ). 25-30. haftalar ile 31-37. haftalar arası yapılan değerlendirmede ise aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P>0.05$ ).

**Tablo 5:** Orta serebral arter Doppler bulguları

İndeks	Ölçüm Aralığı	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum	Minumum
S/D	18-24 Hafta	5.64	1.69	9.62	2.90
S/D	25-30 Hafta	5.09	1.50	8.49	2.18
S/D	31-37 Hafta	4.61	1.59	9.80	2.89



**Şekil 9:** Orta serebral arter ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği

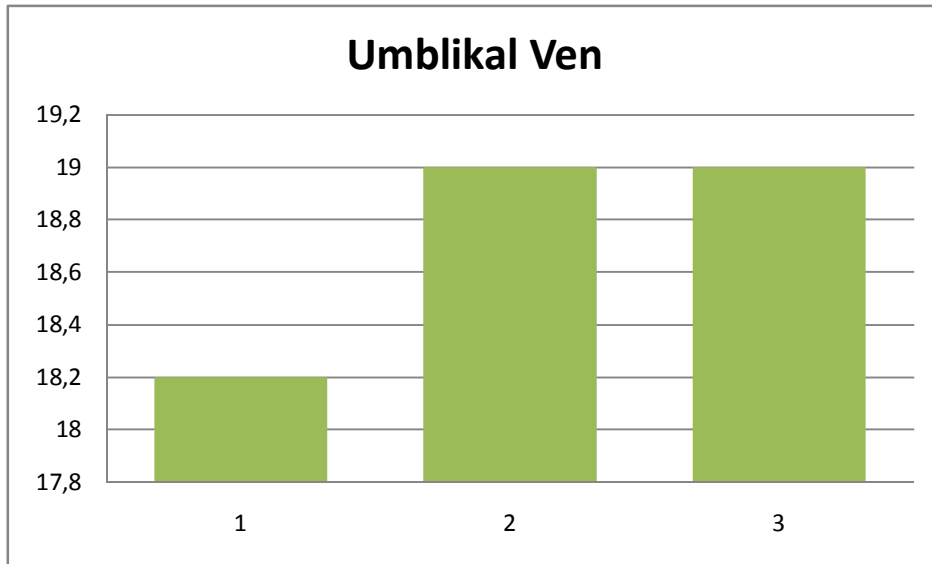
#### 4.4. Umblikal ven

Umblikal ven ölçümlerinde ortalama hız değerlerine bakıldı. Gebelik haftasının ilerlemesiyle birlikte UV Doppler indekslerinde belirgin fark saptanmadı ve istatistiksel

değerlendirmede her üç Doppler indeksinde izlenen değişikliğin anlamlı olmadığı görüldü. Sistolik / Diastolik hız oranı: 18–24. haftalar arasında yapılan ölçümlerde ortalama ve standart sapması  $18.2 \pm 3.70$ 'den, 25–30. haftalar arasında  $19 \pm 4.57$ 'ye, 31–37. haftalarda  $19 \pm 3.72$ 'ye çıktığı izlendi (Tablo 6)(Şekil 10). Uygulanan varyans analizinde değişim anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$ ). Umblikal ven akımı Doppler dalga formu 13 olguda fetal solunumla pulsasyon gösterdi. 5 dakika sonra yapılan ölçümlerde fetal apne sırasında pulsasyonlar kayboldu.

Tablo 6: Umblikal ven Doppler bulguları

İndeks	Ölçüm Aralığı	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum	Minumum
Ortalama Hız	18-24 Hafta	18.2	3.70	27.10	10.40
Ortalama Hız	25-30 Hafta	19	4.57	35.50	11.70
Ortalama Hız	31-37 Hafta	19	3.72	28.20	10.40



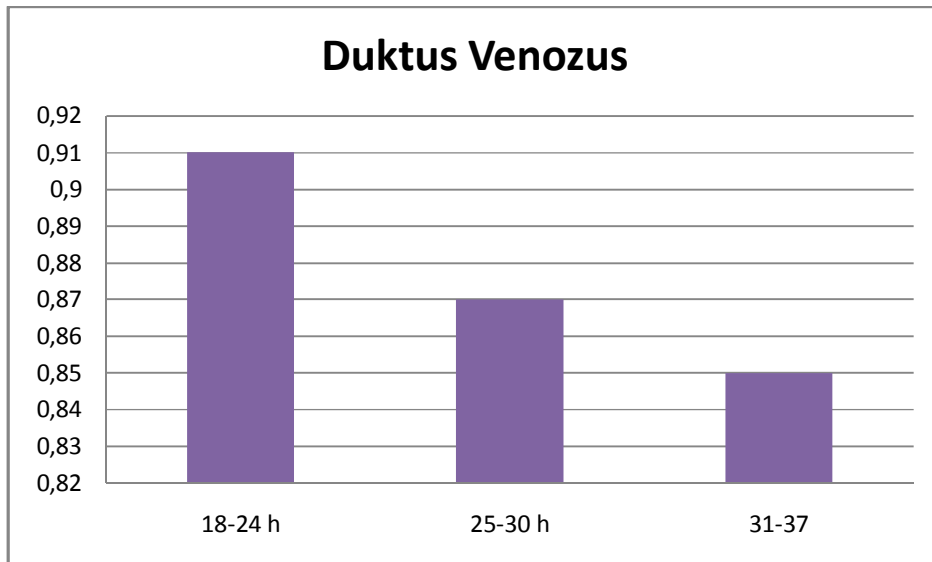
Şekil 10: Umblikal ven ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği

#### 4.5. Duktus venozus

Duktus venozus ölçümlerinde preload indeks oranlarına bakıldı. Gebelik haftasının ilerlemesiyle birlikte DV Doppler indekslerinde düşüş gözlemlendi ve istatistiksel değerlendirmede her üç Doppler indeksinde izlenen düşüşün anlamlı olmadığı saptandı. Preload indeksi oranı: 18–24. haftalar arasında yapılan ölçümlerde Ortalama ve standart sapması  $0.91 \pm 0.20$ 'den, 25–30. haftalarda  $0.87 \pm 0.16$ 'ya, 31–37. haftalarda  $0.85 \pm 0.14$ 'e geriledi (Tablo 7)(Şekil 11). Uygulanan varyans analizinde değişim anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$ ).

**Tablo 7:** Duktus venozus Doppler bulguları

İndeks	Ölçüm aralığı	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum	Minumum
Preload indeks	18-24 Hafta	0.91	0.20	1.37	0.57
Preload indeks	25-30 Hafta	0.87	0.16	1.35	0.58
Preload indeks	31-37 Hafta	0.85	0.14	1.32	0.59



**Şekil 11:** Duktus venozus ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği

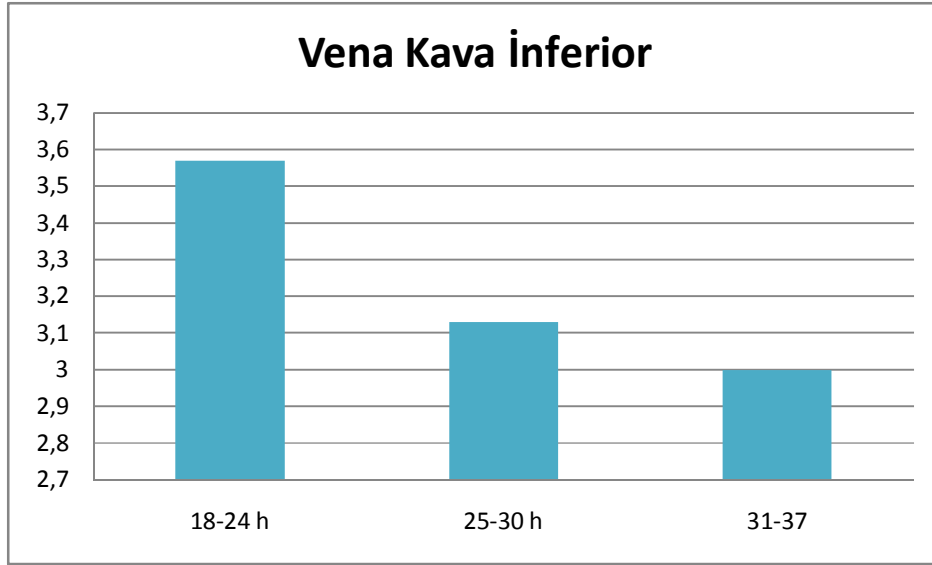
#### 4.6. Vena kava inferior

Vena kava inferior ölçümlerinde S/D hız oranlarına bakıldı. Gebelik haftasının ilerlemesiyle birlikte VKİ Doppler indekslerinde düşüş gözlemlendi ve istatistiksel değerlendirmede her üç Doppler indeksinde izlenen düşüşün anlamlı olduğu saptandı. S/D hız oranı: 18–24. haftalar arasında yapılan ölçümlerde ortalama ve standart sapması  $3.57 \pm 1.14$ 'den, 25–30. haftalarda  $3.13 \pm 0.68$ 'e, 31–37. haftalarda  $3.00 \pm 0.79$ 'a geriledi (Tablo 8)(Şekil 12). Uygulanan varyans analizinde değişim anlamlı bulundu ( $P < 0.001$ ). Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde 18-24. haftalar ile 25-30. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$ ). 18-24. haftalar ile 31-37. haftalar arası değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $P < 0.05$ ). 25-30. haftalar ile 31-37. haftalar arası yapılan değerlendirmede ise aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $P > 0.05$ ). Vena Kava İnférieur akım formunu değerlendirdiğimizde toplam 24 olguda (%14.72) atrial kontraksiyon sırasında görülen ters akım paterni saptanmadı. Diğer olgularda ise ters akım mevcuttu.

**Tablo 8:** Vena kava inferior Doppler bulguları

İndeks	Ölçüm Aralığı	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum	Minimum
S/D	18-24 Hafta	3.57	1.14	6.22	1.55
S/D	25-30 Hafta	3.13	0.68	4.87	1.91
S/D	31-37 Hafta	3.00	0.79	5.21	1.75

Çalışma kapsamına alınan 163 olgunun haftalara göre dağılımı tablo 9, 10, 11'de gösterilmektedir.



**Şekil 12:** Vena kava inferior ölçümlerinin haftalara göre dağılım grafiği

**Tablo 9:** 18-24. haftalar arası Doppler ölçümleri yapılan olgular.

Olgu	Ad Soyad	Umbilikal arter	Uterin Arter	Orta Serebral Arter	Duktus Venozus	Umbilikal Ven		Vena Kava İnferior	
						Hız	Akım Formu	S/D	Akım Formu
1	F.P.	3.67	3.01	8.23	1.09	19.7	Monofazik	4.73	Trifazik
2	Y.K.	2.40	2.14	3.92	1.04	24.3	Monofazik	1.80	Trifazik
3	Ö.D.	3.78	1.92	6.95	0.78	26.1	Monofazik	4.56	Trifazik
4	A.Y.	2.76	1.84	3.44	0.84	24.7	Monofazik	2.48	Trifazik
5	S.K.	2.82	1.59	6.22	0.74	18.5	Monofazik	2.87	Trifazik
6	V.G.	5.12	2.34	7.93	1.34	15.7	Monofazik	3.44	Trifazik
7	İ.Ö.	2.67	2.23	5.81	0.89	18.1	Monofazik	5.03	Trifazik
8	A.D.	3.83	1.99	9.07	1.21	20.6	Monofazik	2.15	Bifazik
9	M.A.	2.80	2.52	4.56	0.69	20.1	Monofazik	2.95	Trifazik

10	F.K	4.72	2.83	6.39	0.93	22.4	Monofazik	4.44	Trifazik
11	H.B.	3.51	1.87	3.78	0.91	16.3	Monofazik	5.57	Trifazik
12	Ü.D.	3.15	2.22	3.19	0.86	17.5	Monofazik	2.52	Trifazik
13	S.Ö	4.16	2.38	5.47	1.15	21.8	Monofazik	1.94	Trifazik
14	D.K.	3.43	3.27	7.32	0.92	12.9	Monofazik	4.23	Bifazik
15	Y.K.	2.31	2.15	5.56	0.79	15.0	Monofazik	3.71	Trifazik
16	B.Ö.	2.45	1.44	4.08	0.74	14.6	Monofazik	2.63	Trifazik
17	E.A.	2.43	2.05	5.96	0.94	15.7	Monofazik	4.96	Trifazik
18	S.A.	3.84	1.66	7.38	1.28	16.7	Monofazik	2.49	Trifazik
19	Z.Ö.	2.06	1.68	4.11	1.03	18.9	Monofazik	4.66	Trifazik
20	F.T.	3.41	2.16	3.63	0.67	17.3	Monofazik	2.92	Bifazik
21	A.Y.	2.48	1.48	2.90	1.16	27.1	Monofazik	3.28	Trifazik
22	H.A.	4.62	2.48	8.33	0.94	23.4	Monofazik	2.27	Trifazik

23	D.Ö.	3.90	3.29	3.46	1.31	15.3	Monofazik	2.84	Bifazik
24	D.Y.	3.86	2.32	4.45	0.83	14.8	Monofazik	2.75	Trifazik
25	G.G.	5.41	4.13	7.94	0.86	17.5	Monofazik	5.21	Trifazik
26	G.Ö.	2.97	1.94	4.04	0.57	12.2	Monofazik	3.66	Bifazik
27	N.Y.	5.46	2.71	7.39	0.84	16.9	Monofazik	5.52	Trifazik
28	H.Ö.	4.79	3.22	6.96	0.93	20.9	Monofazik	3.81	Trifazik
29	Ş.İ.	3.23	2.28	4.20	0.79	13.3	Monofazik	2.16	Trifazik
30	N.B.	2.64	2.49	4.83	1.12	14.0	Monofazik	4.08	Trifazik
31	S.S.	1.09	2.14	3.76	0.81	22.5	Monofazik	5.21	Trifazik
32	F.K.	2.90	1.68	5.78	0.62	10.4	Monofazik	2.59	Trifazik
33	F.A.	3.32	2.20	4.44	0.63	15.5	Monofazik	2.40	Bifazik
34	G.D.	3.35	1.76	8.07	0.69	21.3	Monofazik	4.57	Trifazik
35	M.Ö.	2.81	3.81	5.97	1.06	13.8	Monofazik	3.49	Trifazik

36	G.B.	2.25	1.85	3.43	0.75	16.1	Monofazik	4.64	Trifazik
37	S.G.	3.08	2.07	3.72	0.65	18.6	Monofazik	4.19	Bifazik
38	E.A.	3.21	2.33	4.38	1.02	21.1	Monofazik	3.34	Trifazik
39	E.Ü.	1.89	1.77	3.41	1.30	19.4	Monofazik	3.63	Trifazik
40	A.O.	3.18	2.51	6.20	0.83	13.5	Monofazik	3.76	Trifazik
41	S.G.	2.96	2.34	5.97	0.75	12.6	Monofazik	3.48	Trifazik
42	L.A.	3.04	2.41	6.16	0.82	17.3	Monofazik	3.51	Trifazik
43	R.G.	4.60	3.45	9.37	1.31	18.9	Monofazik	6.22	Trifazik
44	N.A.	2.94	1.83	5.42	0.68	12.4	Monofazik	2.45	Trifazik
45	H.T.	3.39	1.78	5.05	1.06	18.5	Monofazik	4.14	Trifazik
46	M.S.	3.70	2.45	7.84	1.05	19.8	Monofazik	5.41	Trifazik
47	S.E.	4.17	2.93	6.62	0.78	15.6	Monofazik	4.72	Trifazik
48	A.A.	3.05	2.36	5.97	0.83	14.2	Monofazik	3.08	Trifazik

49	F.A.	2.97	2.40	3.67	0.96	13.7	Monofazik	5.13	Trifazik
50	G.C.	3.31	2.54	6.44	0.86	20.8	Monofazik	3.21	Trifazik
51	E.E.	2.94	2.48	5.83	0.79	16.4	Monofazik	2.99	Trifazik
52	S.B.	2.73	2.22	6.54	0.75	22.7	Monofazik	5.18	Bifazik
53	M.Y.	3.26	2.60	7.58	0.93	17.4	Monofazik	4.43	Trifazik
54	A.G.	4.26	1.69	9.62	0.88	18.5	Monofazik	3.73	Trifazik
55	Y.S.	3.99	2.71	5.84	1.37	22.4	Monofazik	3.24	Trifazik
56	Ç.T.	2.72	1.44	3.98	0.76	16.7	Monofazik	1.71	Trifazik
57	F.T.	4.69	1.71	5.80	0.85	16.2	Monofazik	2.34	Trifazik
58	S.Y.	3.26	2.33	4.40	0.72	19.5	Monofazik	3.34	Trifazik
59	F.Y.	3.85	2.56	7.86	0.96	22.2	Monofazik	2.56	Bifazik
60	K.K.	2.45	2.28	6.71	0.83	21.3	Monofazik	3.94	Trifazik
61	Z.K.	3.78	1.93	3.97	0.75	24.7	Monofazik	1.72	Trifazik

62	G.A.	4.85	2.27	5.33	1.16	20.2	Monofazik	3.59	Trifazik
63	D.T.	2.84	2.19	5.89	1.01	15.8	Monofazik	4.41	Trifazik
64	N.B.	3.66	1.88	4.53	1.10	17	Monofazik	1.69	Trifazik
65	Ş.B.	3.03	1.85	5.15	1.03	22.9	Monofazik	1.55	Trifazik
66	F.Ç.	2.99	1.96	4.29	0.67	18	Monofazik	4.17	Trifazik

**Tablo 10:** 25-30. haftalar arası Doppler ölçümleri yapılan olgular.

Olgu	Ad Soyad	Umblikal	Uterin	Orta Serebral	Duktus	Umblikal Ven		Vena Kava İnferior	
		Arter	Arter	Arter	Venozus	Hız	Akım Formu	S/D	Akım Formu
1	S.Ş.	3.03	2.41	5.04	0.58	17.4	Monofazik	2.87	Trifazik
2	E.G.	2.18	2.76	3.29	0.69	20.3	Monofazik	2.32	Trifazik
3	H.T.	2.54	1.98	4.81	0.72	15.4	Monofazik	3.22	Bifazik
4	S.K.	2.39	1.63	5.78	0.75	18.0	Monofazik	3.46	Trifazik
5	S.K.	3.43	1.71	4.61	0.99	20.8	Monofazik	3.57	Trifazik
6	V.G.	2.86	2.3	5.07	1.10	27.1	Monofazik	4.43	Trifazik
7	İ.Ö.	3.79	1.77	8.00	0.90	20.9	Monofazik	3.99	Trifazik
8	Z.S.	3.20	3.55	5.56	0.89	25.6	Monofazik	2.91	Trifazik
9	A.D.	2.67	1.26	6.23	0.63	13.5	Monofazik	3.48	Trifazik
10	S.Ö.	3.83	2.67	3.07	0.86	18.3	Monofazik	3.49	Trifazik

11	S.A.	2.66	1.74	7.63	0.84	12.6	Monofazik	2.29	Trifazik
12	İ.K.	2.45	1.98	7.91	0.94	11.7	Monofazik	3.61	Trifazik
13	F.T.	2.56	2.18	3.16	0.76	12.6	Monofazik	2.24	Bifazik
14	N.M.	2.13	2.00	3.91	0.83	18.3	Monofazik	2.63	Bifazik
15	F.A.	3.42	2.43	3.95	1.35	14.2	Monofazik	1.91	Trifazik
16	H.K.	3.24	2.11	4.67	1.16	16.4	Monofazik	3.02	Trifazik
17	B.Y.	4.27	2.38	6.33	0.70	15.5	Monofazik	2.92	Bifazik
18	F.Y.	2.81	2.23	4.82	0.85	20.2	Monofazik	2.56	Trifazik
19	D.Y.	2.93	2.00	5.46	0.96	22.8	Monofazik	2.50	Trifazik
20	H.C.	2.87	2.14	4.82	0.76	19.4	Monofazik	3.21	Trifazik
21	N.B.	3.06	2.04	5.81	0.87	14.3	Monofazik	3.71	Bifazik
22	Ö.D.	2.44	1.87	5.64	0.97	23.2	Monofazik	4.18	Trifazik
23	E.Ç.	2.45	2.26	6.57	0.72	17.9	Monofazik	2.84	Trifazik

24	Z.D.	3.08	2.45	4.92	1.06	15.3	Monofazik	3.46	Trifazik
25	H.Ç.	3.66	2.27	8.27	0.68	17.0	Monofazik	2.41	Trifazik
26	M.İ.	2.19	1.99	7.86	0.92	19.1	Monofazik	3.19	Bifazik
27	Y.K.	3.48	1.97	7.90	0.70	12.2	Monofazik	2.90	Trifazik
28	M.T.	3.00	2.02	4.42	0.87	20.0	Monofazik	3.06	Trifazik
29	H.P.	2.41	1.98	5.39	0.93	21.9	Monofazik	3.42	Trifazik
30	S.G.	2.20	1.78	8.49	0.86	19.8	Monofazik	2.28	Trifazik
31	T.P.	2.34	1.93	6.69	0.71	16.6	Monofazik	4.13	Trifazik
32	A.Y.	2.95	2.31	4.08	0.61	14.2	Monofazik	2.97	Trifazik
33	B.Y.	2.48	2.03	3.54	1.11	26.4	Monofazik	2.86	Trifazik
34	A.O.	3.73	2.25	4.31	0.92	19.5	Monofazik	3.77	Trifazik
35	F.Y.	2.40	2.44	2.18	0.89	16.5	Monofazik	2.73	Trifazik
36	Y.B.	3.62	1.88	4.29	0.94	24.4	Monofazik	2.89	Trifazik

37	N.K.	4.07	2.71	5.98	0.78	18.3	Monofazik	3.05	Trifazik
38	Z.A.	3.28	1.89	3.32	0.76	24.0	Monofazik	2.14	Trifazik
39	E.D.	4.95	1.96	5.05	1.09	15.7	Monofazik	3.44	Bifazik
40	G.C.	2.93	1.79	3.16	0.86	23.3	Monofazik	3.95	Trifazik
41	F.S.	3.45	2.93	4.59	1.04	16.5	Monofazik	4.87	Trifazik
42	E.E.	2.19	1.46	5.13	1.13	22.2	Monofazik	3.52	Trifazik
43	M.A.	2.41	1.84	4.62	0.73	12.6	Monofazik	4.40	Trifazik
44	F.Ç.	2.49	1.75	4.18	0.87	27.5	Monofazik	2.74	Trifazik
45	L.İ.	3.17	2.31	3.99	0.97	19.6	Monofazik	3.20	Trifazik
46	İ.P.	2.73	1.69	3.73	0.86	15.3	Monofazik	1.91	Bifazik
47	N.K.	2.45	2.14	5.93	0.90	17.9	Monofazik	2.69	Trifazik
48	F.C.	3.52	2.25	4.77	0.91	17.2	Monofazik	2.93	Trifazik
49	F.Ç.	3.12	1.90	3.56	1.11	22.8	Monofazik	2.31	Trifazik

50	Y.E.	3.66	2.14	4.90	0.85	35.5	Monofazik	3.38	Trifazik
51	A.G.	2.68	1.82	3.44	0.83	17.6	Monofazik	4.17	Trifazik
52	E.K.	3.75	1.78	4.69	0.69	20.4	Monofazik	2.18	Trifazik
53	N.S.	3.51	2.10	4.12	0.75	19.1	Monofazik	3.70	Trifazik

**Tablo 11:** 31-37. haftalar arası Doppler ölçümleri yapılan olgular.

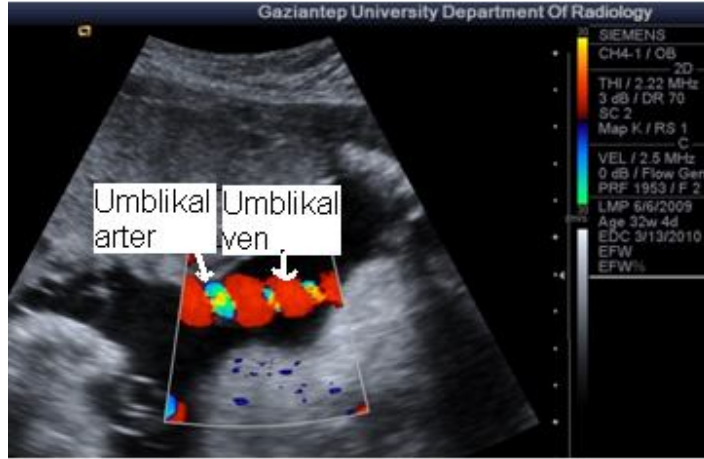
Olgu	Ad Soyad	Umblikal Arter	Uterin Arter	Orta Serebral Arter	Duktus Venozus	Umblikal Ven		Vena Kava İnfierior	
		S/D	S/D	S/D	Preload indeks	Hız	Akım Formu	S/D	Akım Formu
1	F.P.	2.53	1.98	3.70	0.69	17.5	Monofazik	4.62	Trifazik
2	A.D.	3.70	2.06	6.90	0.72	24.8	Monofazik	3.73	Trifazik
3	F.K.	2.17	1.64	3.05	0.59	19.3	Monofazik	2.88	Trifazik
4	E.A.	2.66	1.67	4.94	0.87	28.2	Monofazik	3.46	Trifazik
5	S.A.	3.84	1.86	4.38	0.84	16.7	Monofazik	5.21	Trifazik
6	Z.Ö.	3.14	2.28	3.79	0.95	21.3	Monofazik	3.64	Bifazik
7	G.K.	2.39	2.00	4.79	0.76	22.6	Monofazik	2.39	Trifazik

8	K.B.	2.92	2.09	5.83	1.03	16.7	Monofazik	2.84	Trifazik
9	Ö.D.	2.25	1.84	3.54	0.86	25.7	Monofazik	3.25	Trifazik
10	E.A.	2.28	2.21	3.18	0.83	20.9	Monofazik	3.41	Bifazik
11	M.E.	2.29	1.80	2.90	0.77	19.1	Monofazik	2.84	Trifazik
12	S.S.	2.17	1.75	3.17	0.71	17.8	Monofazik	3.17	Trifazik
13	F.K.	2.90	1.68	5.78	0.67	10.4	Monofazik	3.62	Trifazik
14	S.K.	2.38	1.63	4.00	0.93	15.7	Monofazik	1.75	Trifazik
15	E.A.	3.26	2.09	9.80	1.12	16.3	Monofazik	3.33	Trifazik
16	M.D.	2.76	2.14	4.28	0.89	11.4	Monofazik	3.84	Trifazik
17	E.S.	2.18	2.21	5.20	0.91	20.2	Monofazik	2.19	Trifazik
18	F.Ö.	4.21	2.35	3.54	0.75	15.8	Monofazik	1.93	Bifazik
19	A.O.	2.66	1.98	7.14	0.73	23.7	Monofazik	3.34	Trifazik
20	M.Ç.	3.35	1.48	4.57	0.86	21.4	Monofazik	4.07	Trifazik

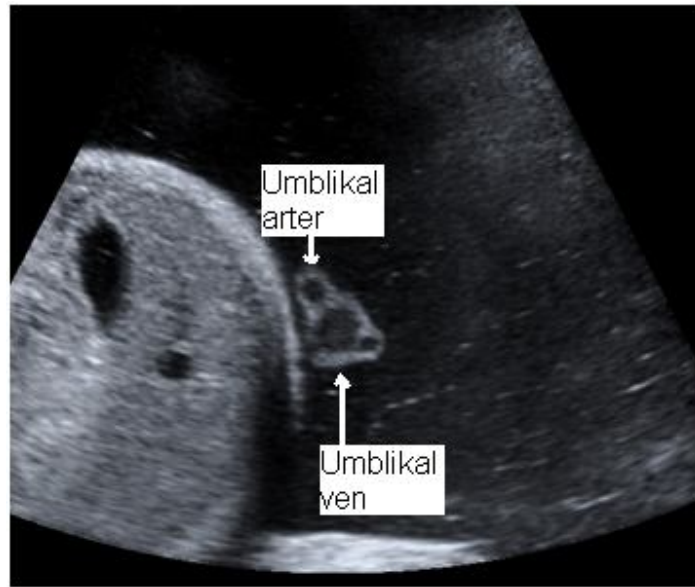
21	M.B.	2.32	1.72	3.09	0.85	17.1	Monofazik	2.16	Trifazik
22	N.A.	2.19	1.80	3.33	0.73	20.9	Monofazik	2.65	Bifazik
23	Ü.S.	3.94	1.69	4.31	0.81	16.9	Monofazik	3.70	Trifazik
24	E.O.	2.08	1.64	5.96	1.04	17.5	Monofazik	2.42	Trifazik
25	D.T.	2.91	1.99	7.95	0.78	18.8	Monofazik	2.73	Trifazik
26	P.A.	3.17	2.33	4.14	0.73	14.3	Monofazik	3.42	Trifazik
27	D.Y.	3.54	1.87	4.48	0.91	16.1	Monofazik	4.81	Trifazik
28	F.P.	3.93	2.04	3.70	0.87	18.4	Monofazik	2.13	Trifazik
29	S.A.	2.28	2.00	5.64	0.89	19.1	Monofazik	3.08	Trifazik
30	G.Ö.	1.97	1.67	4.04	1.32	15.2	Monofazik	3.44	Trifazik
31	Ç.A.	2.57	2.47	4.53	0.98	24.6	Monofazik	1.86	Bifazik
32	N.P.	2.23	1.90	6.22	0.80	16.7	Monofazik	2.25	Trifazik
33	Z.K.	2.09	1.85	8.86	0.96	20.7	Monofazik	2.44	Trifazik

34	H.Ç.	2.28	1.76	4.99	0.79	17.8	Monofazik	3.03	Trifazik
35	H.K.	3.49	1.84	3.77	1.16	23.0	Monofazik	2.45	Bifazik
36	N.K.	2.33	1.98	3.15	1.02	25.4	Monofazik	3.14	Trifazik
37	F.S.	2.85	1.94	3.21	0.64	17.5	Monofazik	2.46	Trifazik
38	F.Y	2.12	1.90	3.42	0.88	21.6	Monofazik	3.07	Trifazik
39	M.T.	2.61	1.85	5.21	0.77	15.9	Monofazik	1.95	Trifazik
40	G.D.	2.21	2.32	3.85	0.89	16.2	Monofazik	2.61	Trifazik
41	N.B.	2.28	2.01	4.08	1.02	19.6	Monofazik	1.97	Bifazik
42	E.K.	1.94	1.78	3.23	0.75	18.7	Monofazik	2.83	Trifazik
43	S.T.	2.06	1.83	4.46	0.84	15.3	Monofazik	3.19	Trifazik
44	A.K.	2.19	2.04	2.89	0.81	22.1	Monofazik	2.82	Trifazik

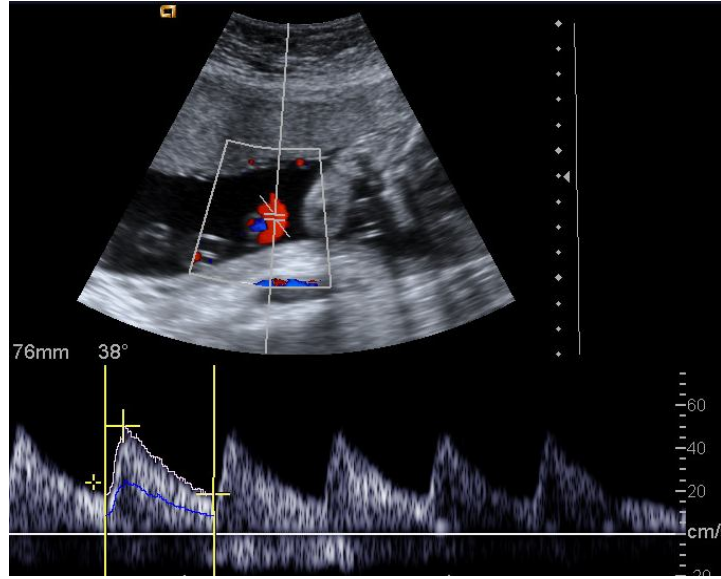
## 5. OLGU ÖRNEKLERİ



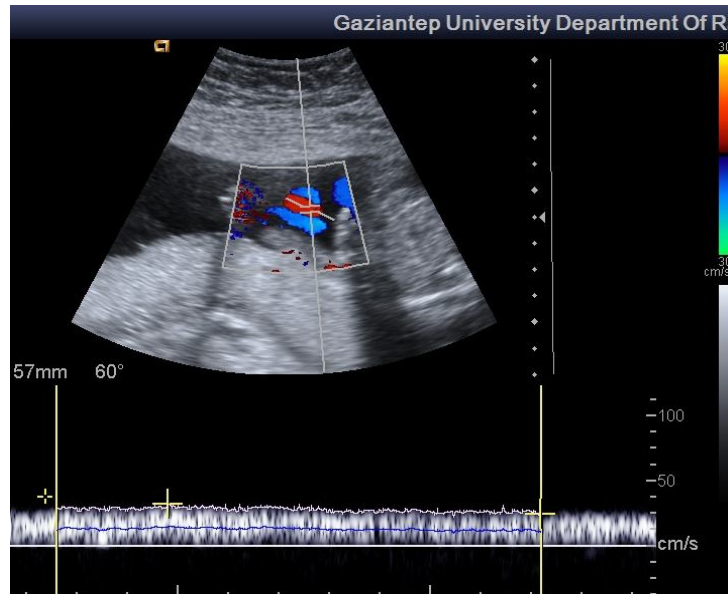
**Resim 6:** Umblikal arter ve venin amniyon içerisindeki serbest kısmı



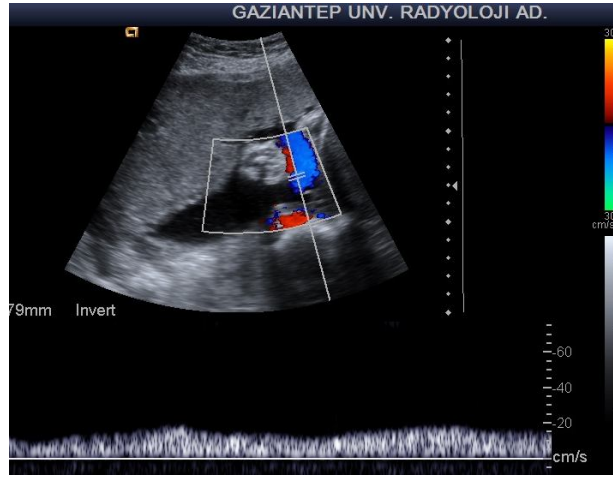
**Resim 7:** Umblikal kordda iki arter ve bir ven görünümü



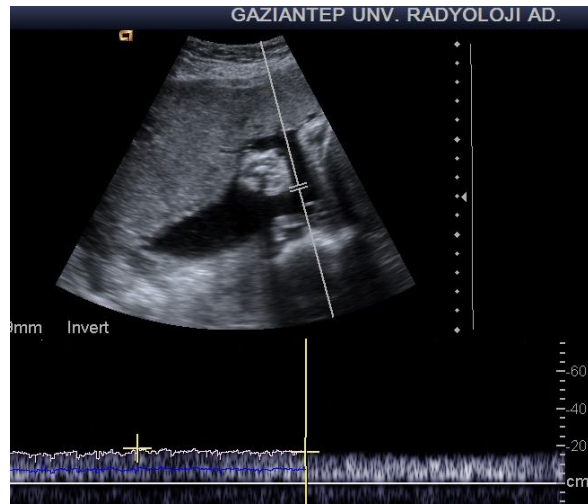
**Resim 8:** Umbilikal arterden yapılan Doppler ölçümü



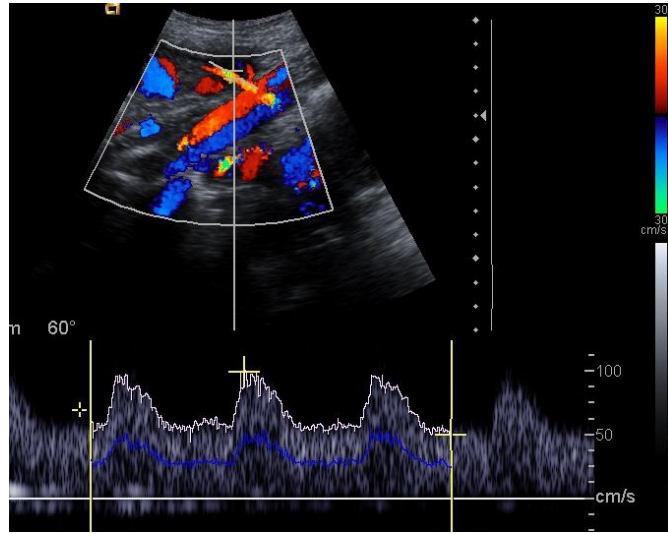
**Resim 9:** Umbilikal venden yapılan Doppler ölçümü



**Resim 10a:** Umblikal vende solunumla mevcut olan pulsasyon



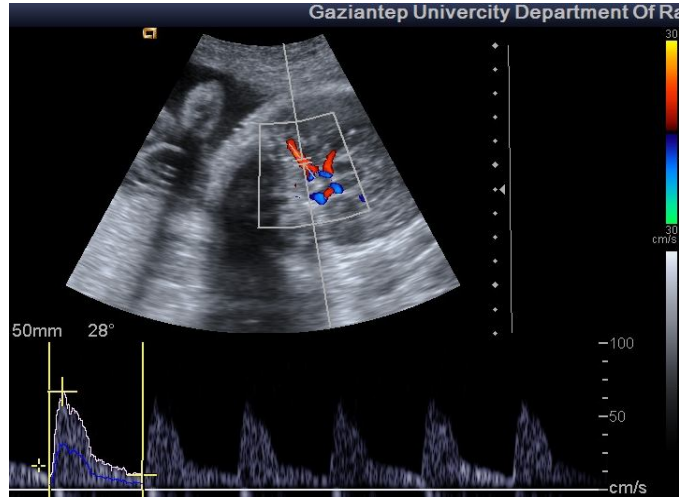
**Resim 110b:** Resim 10a'da umblikal vende izlenen pulsasyon bir süre sonra yapılan ölçümde izlenmemekte.



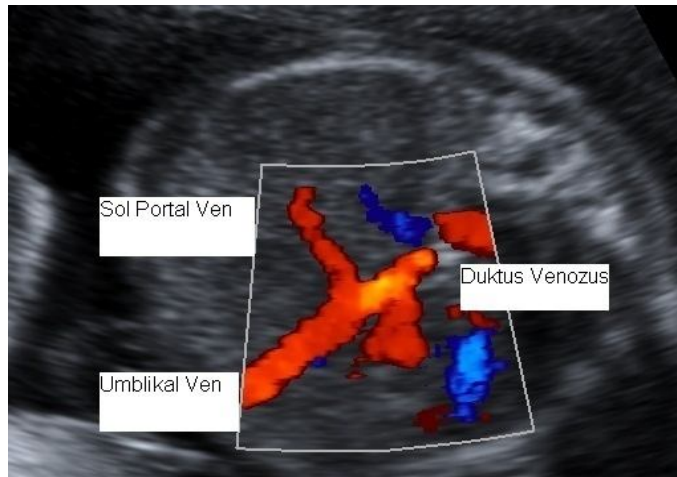
**Resim 11:** Uterin arterden yapılan Doppler ölçümü



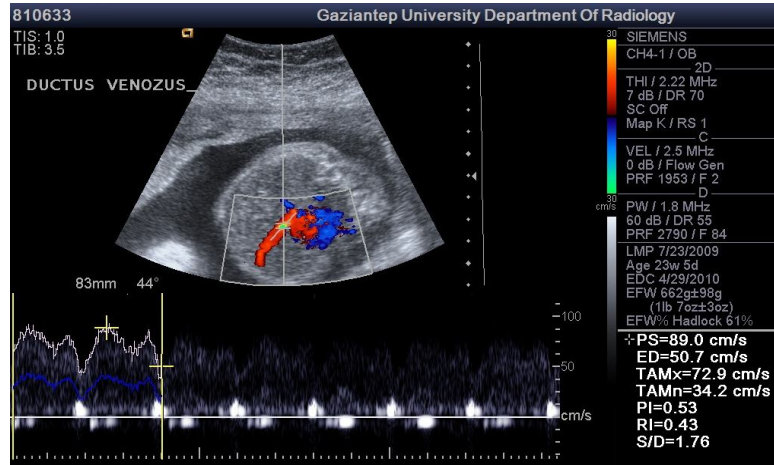
**Resim 12:** Willis poligonuna ait renkli Doppler US görüntüsü



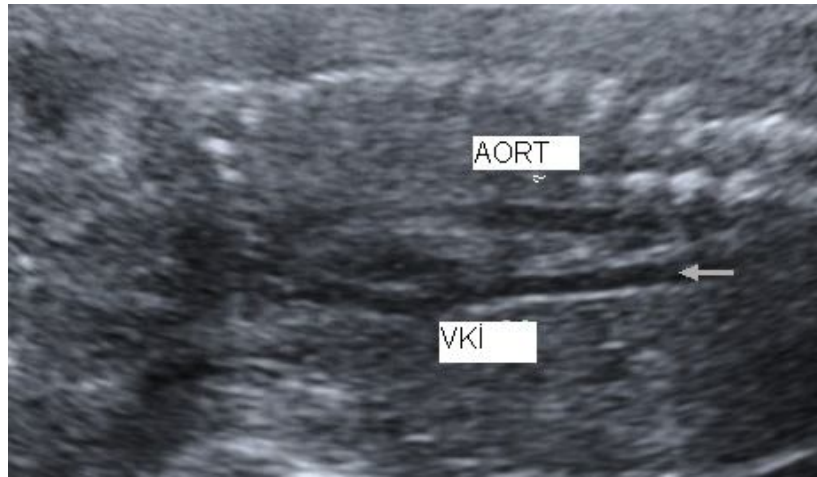
**Resim 13:** Orta serebral artere ait Doppler ölçümü



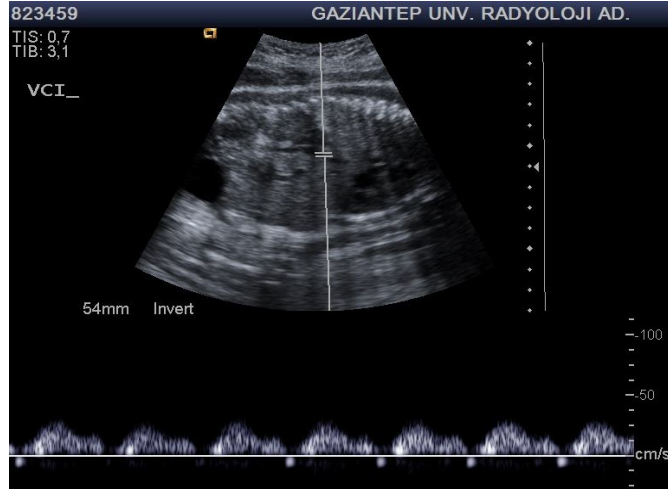
**Resim 14:** Umblikal venin sol portal ven ile duktus venozus olarak ayırımının görüntülenmesi



**Resim 15:** Duktus venozus trasesinden yapılan ölçüm ve spektral analizde Doppler dalga formu görüntüsü.



**Resim 16:** Aort ve vena kava inferiorun gri skala görüntülemesi.



**Resim 17:** Vena kava inferiordan yapılan ölçüm ve spektral analizde Doppler dalga formu görüntüsü.

## 6.TARTIŞMA

Doppler sonografi, fetomaternal dolaşımın fizyolojik ve fizyopatolojik değişikliklerinin noninvaziv olarak hızlı ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlar. Fetal distresin erken tanısında diğer testlerden önce bulgu vermesi, tekrarlanabilir olması, invaziv olmaması, radyasyon içermemesi ve kolay uygulanabilirliği Doppler sonografinin önemli üstünlükleri olarak sayılabilir.

Preeklampsi ve intrauterin gelişme kısıtlılığı maternal ve fetal perinatal morbidite ve mortalitenin en önemli sebepleri arasındadır. Plasentasyon maternal uterin ve fetal umbilikal dolaşımın arasındaki bağlantıyı sağlar. Bu iki yatağın perfüzyonu madde alışverişinin optimal olabilmesi için daima dengede olmalıdır. Prenatal fetal değerlendirme yapılmasının temel amacı fetal iyiliğin saptanması, perinatal morbidite ve mortalitenin önlenmesi ayrıca fetusa zamanlı bir doğum sağlayarak uzun dönem nöral defisitlerin önlenmesidir. Örnek olarak Korsdorp ve arkadaşları (77), çok merkezli bir çalışmada yüksek riskli gebeliklerin takibine Doppler velosimetrenin dahil edilmesi halinde antepartum testlerde, doğum indüksiyonunda, fetal distres endikasyonu ile yapılan sezaryen sayısında ve nörolojik hasarda belirgin azalma olabileceğini göstermişlerdir. Doppler bulgularını doğru olarak yorumlamak ve obstetrik yönetimine dahil edebilmek için fetal hemodinaminin fizyolojik ve patofizyolojik yönlerinin ve Doppler tekniğinin doğru kullanımının tam olarak bilinmesi gerekir.

Preterm dönemde plasental yetmezliğe bağlı şiddetli İUGG önemli bir obstetrik problem olmaya devam etmektedir. Günümüzde, doğum dışında, İUGG'nın progresif sürecini durduracak veya geri döndürecek etkin bir tedavi yoktur. İntrauterin gelişme kısıtlılığı gebelik sürecinde, hayati organların korunması amacıyla oluşan dolaşımın yeniden düzenlenmesi, bir süre sonra hipoperfüzyona bağlı olarak fetal organ hasarıyla sonuçlanmaktadır.

Pek çok araştırmacı maternal ve fetal sirkülasyondaki bozukluklar ile gebelikteki birçok anormal durum arasında ilişki olduğunu saptamışlardır. Anormal dalga formlarına, gelişme geriliği ve fetal distreste rastlanmaktadır (78). Gebelikte normal fetal gelişme yeterli oksijen ve besleyici madde desteği ile sağlanabilmektedir. Bu da umbilikal - plasental dolaşımın gebelik

boyunca süren devamlı değişim ve gelişimi ile gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmalar normal gebelikte trofoblastik hücreler maternal spiral arterlerin duvarlarını invaze ederek müköelastik yapının yerini aldığını göstermiştir. Fizyolojik değişim adı verilen bu olay sonucu spiral arterler düşük dirençli vasküler kanallar haline gelir. Yapısal olarak değişikliğe uğramış spiral arterler vasoaktif uyarılara yanıt veremedikleri için uteroplasental yatağa yüksek debili kan akımı gerçekleşir. Bu nedenle uterin kan akımının majör karakteristiği, belirgin diastolik kan akımının varlığıdır (79). İUGG ve hipertansiyon başta olmak üzere gebeliği komplike hale getiren bazı durumlarda normal fizyolojik değişim yeterince gerçekleşmez. Khong ve ark. (52) hipertansif hastaların sezaryen histerektomi ve plasental biyopsi spesmenlerinin histopatolojik incelemelerinde, fizyolojik değişimin total ya da parsiyel eksikliğini göstermişlerdir. Bunun sonucu olarak plasental yatakta yüksek dirençli akım paterni korunmakta ve uteroplasental perfüzyon yetersiz olmaktadır.

Schulman ve ark. (80) erken gebelikte trofoblastik invazyon eksikliği ya da yokluğunun preeklampsi, İUGG ve artmış vasküler rezistans ile ilişkili olduğunu, 3.trimestirdeki diastol sonu kan akımındaki karakteristik artışın saptanmamasının İUGG ile yakından ilişkili olduğunu, bu durumu belirlemede Doppler US ölçümlerinin uteroplasental ve fetoplasental dolaşımı gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Fetal intraplasental arteryal dolaşım ana, sekonder ve tersiyer villuslardan oluşur. Giles ve ark. (81) normal gebelik seyrinde villöz vasküler yatakta özellikle tersiyer villuslarda ufak müköler damarlarda gerçekleşen anjiogenezin, plasental direncin azalmasında büyük rolü olduğunu belirtmişler ve yaptıkları çalışmada İUGG ve preeklempside anormal UmA Doppler formlarının bulunduğu olgularda bu ufak müköler damarların sayısında belirgin azalma olduğunu saptamışlardır.

### **UMBLİKAL ARTER:**

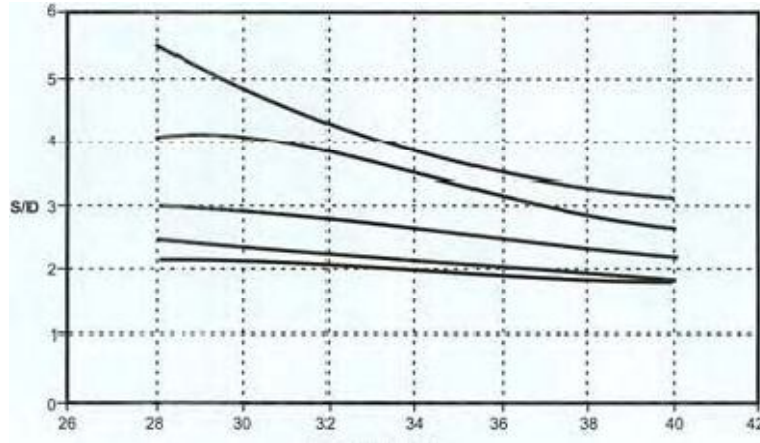
Obstetrikte bugüne kadar üzerinde en fazla Doppler ultrasonografik çalışma yapılan ve en kolay incelenebilen damar UmA'dır. Hangi teknikle incelenirse incelenir, tipik testere dişi görünümündeki Doppler dalga formu, kolaylıkla elde edilebilmektedir. Normal gebelikte, gebeliğin yaklaşık 16-20. haftalarından sonra yani plasental vasküler yataktaki trofoblast invazyonunun gerçekleşip, plasental direncin düşmesinden sonra ilerleyen gebelik haftaları ile birlikte diastol sonu hızlarında belirgin artış saptanmaktadır. Bu düşük dirençli akım paternine bağlı olarak; S/D, RI ve PI değerlerinde progresif azalma izlenir. En sık kullanılan indeksler S/D

oranı ve PI'dir. Olumsuz perinatal olaylarda S/D oranı ve PI benzer prediktif değerlere sahiptir. Umblikal arter dalga formlarını tanımlamada en yaygın olarak kullanılan alan indeksi S/D olduğundan (82-87) çalışmamızda bu oran kullanıldı.

Umblikal arter kolay incelenebilir özellikte olmasına rağmen birçok fizyolojik faktörün Doppler indekslerini değiştirebileceği göz önünde bulundurularak dikkatli değerlendirilmesi gerekir. Fetal kalp hızının yavaşladığı durumlarda uzamış kardiyak siklusun, diastolik akım hızının düşmesine bu nedenle de S/D oranında artmaya neden olacağı gösterilmiştir (83,88).

Umblikal arter Doppler indeksleri, kordun hangi lokalizasyonundan ölçüm yapıldığına bağlı olarak da değişiklik gösterebilmektedir. Kordun tüm segmentlerinde, Doppler dalga formu uniform özellik göstermemektedir (89). Genellikle plasentaya yakın tarafta indeksler biraz daha düşük, fetal abdominal duvara yakın lokalizasyonda ise biraz daha yüksek saptanmaktadır. Bu farklılık, normal gebelikte önemli değilken özellikle fetoplasental ve uteroplasental dolaşımda akıma direncin arttığı durumlarda belirginleşmektedir. Literatürde en sık kordun orta kesiminden yapılan ölçümler kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda ölçümler literatürde olduğu gibi kordun orta 1/3'lük kısmından yapıldı (73,90).

Trudinger ve ark. (91) normal gebelerde UmA'lerde yaptıkları çalışmada S/D oranları 20. haftada 3-7 arasında ve ortalamaları 4,5 ölçülmüş olup 30. haftadan sonra 3'ün altına inmektedir. Şener ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada S/D oranları 20. haftada 3.46 30. haftada 2.89 35. haftada 2.60 olarak belirtilmektedir (92). Kurjak ve arkadaşları ise haftalara göre ortalama değerleri grafik halinde ortaya koymuşlardır (Şekil 13)(93). Flescher ve arkadaşları 189 yüksek riskli gebede gerçekleştirdikleri UmA Doppler çalışmasında, doğum ağırlığı azaldıkça S/D oranının yükseldiğini göstermiştir. 30. haftadan sonra S/D oranı 3,0 üzerinde olduğu olgularda duyarlılık ve özgüllük sırasıyla % 78 ve % 85 olarak bulunmuştur (94). Çalışmamızda 18-24. haftalar arası gebeleri kapsayan 1.grupta S/D oranı  $3.35 \pm 0.86$ , 25-30. haftalar arası gebeleri kapsayan 2. grupta  $3.00 \pm 0.61$ , 31-37. haftalar arası gebeleri kapsayan 3. grupta ise  $2.67 \pm 0.62$  olarak bulundu. Farklı çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiş olup bulgularımız literatür ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.



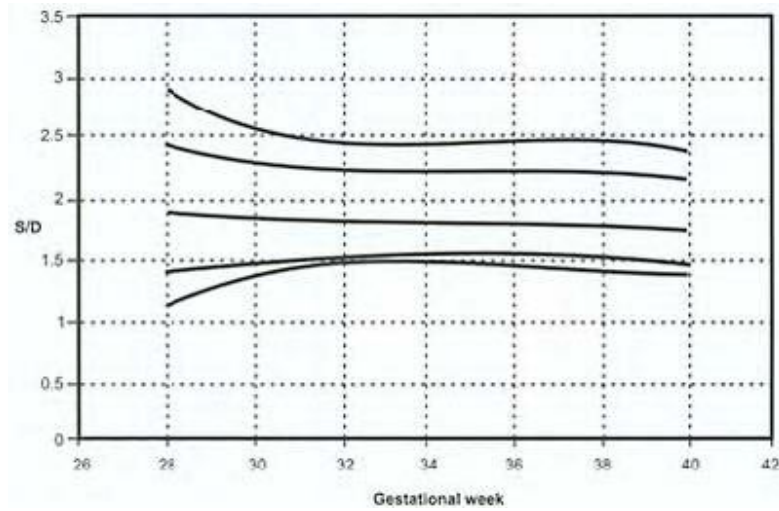
**Şekil 13:** Umbilikal arter S/D oranlarının haftalara göre dağılımı

### UTERİN ARTER

Uterin arter Dopplerindeki değişikliklerin kötü gebelik sonuçları ile ilgili olduğu gösterilmiştir (95). Uterin arter gestasyonel dönemde gerçekleşen fizyolojik değişimden direkt olarak etkilenmektedir. Yaklaşık 12. gebelik haftasına kadar izlenen yüksek dirençli akım paterni, spiral arterlerdeki trofoblast invazyonu sonrası yerini gebelik boyunca devam eden düşük dirençli akıma bırakmaktadır. Schulman ve ark. (96) ilerleyen gebelik haftaları ile birlikte, uterin vasküler yatağın akım karakteristiklerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, ilerleyen gebelik haftaları ile birlikte UtA kan akımının diastolik komponentinde belirgin artış olduğunu göstermişlerdir. 3. trimesterdeki diastol sonu kan akımındaki karakteristik artışın saptanmamasının İUGG ile yakın ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir. Fleisher ve ark. (94) gebeliğin 26. haftasından sonra UtA S/D oranının 2,6 üzerinde olması yada spektral analizde erken diastolik çentiklenmenin saptanması ile preeklampsi arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir.

Plasenta yerleşim yeri UtA Doppler indekslerini etkileyen önemli bir faktördür. Kofinas ve ark. (33) yaptıkları çalışmada plasentaya daha yakın UtA'deki direncin karşı taraftaki UtA'e oranla daha düşük olduğunu göstermişlerdir. Plasentanın orta hatta yerleştiği olgularda ise her iki taraftaki UtA dirençlerinde belirgin farklılık saptanmamıştır. Çalışmamızda literatür göz önünde bulundurularak ölçümlerimiz plasentanın yerleştiği taraftaki UtA'den yapıldı. Plasentanın orta hatta yerleştiği olgularda ise ölçümler iki UtA'den herhangi birisinden gerçekleştirildi.

Doppler örneği alınırken, uygun damarın belirlenmesi oldukça önemlidir. Kurjak ve ark.'larının (93) yaptığı ölçümler sonucu gebelik haftalarına göre S/D oranları grafik halinde sunulmuştur (Şekil 14). Deutinger ve ark. (35) normal gebelerde doğuma kadar UtA'lerde yaptıkları ölçümlerde S/D oranını hesaplamışlardır. Ortalama değerler 20. haftada 3.0, 24. haftada 2.7, 32. haftada 2.1, 36. haftada 2.0 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda UtA S/D ortalamaları haftalara göre şu şekilde değişiklik göstermekteydi; 18-24. haftalar arası ilk grupta S/D oranı  $2.28 \pm 0.54$ , 25-30. haftalar arası grupta  $2.10 \pm 0.38$ , 31-37. haftalar arası grupta ise  $1.93 \pm 0.22$  olarak hesaplandı. İlk grup ölçümleri Deutinger ve ark.'larının (35) bildirdikleri orana kıyasla düşük ancak Kurjak ve ark.'larının (93) bulgularına oranla yüksektir. Bu haftalarda (18-24. haftalar) yaptığımız ölçümlerin ortalamasını değerlendirmeye aldığımızda bulgular normal persentil aralığı içerisinde yer almaktadır. Diğer haftalarda yaptığımız ölçümler literatür ile uyumlu bulunmuştur.



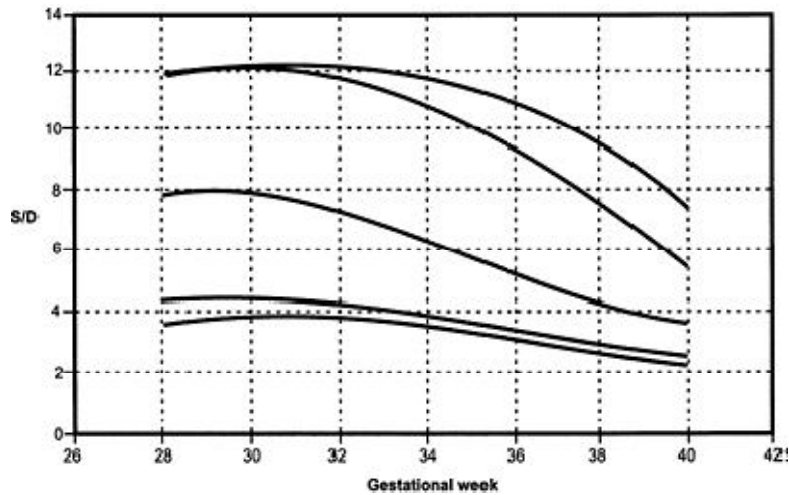
Şekil 14: Uterin arter S/D oranlarının haftalara göre dağılım grafiği

### ORTA SEREBRAL ARTER

Willis poligonu hem B mod, hem de renkli Doppler US ile rahatlıkla görüntülenir. OSA özellikle çıkış şekli ile Doppler pulsuna paralel yöndedir. Doppler açısının düşük olması nedeni ile bu arterden anterior ve posterior serebral arterlere göre daha kolay ve iyi sinyal alınır. Bu nedenle OSA Doppler ölçümleri görüntüleme kolaylığı bakımından diğerlerine tercih edilmiştir ve daha sık kullanılır.

Willis poligonu, anteriorda internal karotid arterin dalı olan ve anterior kominikan arterle ilişkisi olan anterior serebral arter ile posteriorda basiler arterin dalı olan ve her iki yanda posterior komminikan arterlerle internal karotid artere bağlı olan posterior serebral arterden oluşur. Bu dallar ve internal karotid arterin anterior dalı olan OSA her iki serebral hemisferi besler.

Kronik fetal hipokside, hayati organlara yeterli oksijen sağlayabilmek ve asit baz dengesini normal sınırlarda sürdürebilmek amacıyla fetal dolaşım yeniden düzenlenir ve sonuçta beyin, miyokardiyum ve adrenallere olan kan akımı artarken, gastrointestinal sistem, böbrekler ve periferik giden kan akımı azalır (97). İntrauterin gelişme kısıtlılığı sürecinde, hayati organlara kan akımının arttığı bu kompensatuar fazda, klinik olarak tipik Doppler ve ultrasonografik bulgular mevcuttur; bunlar, OSA'de diastolde kan akım hızının artması yani direncin azalması, amniotik sıvı volümünde azalma ve barsak ekojenitesidir (98-100). OSA'de diastolik kan akımının artması ve direncin azalması, "brain sparing effect" (BSE)(Beyin koruyucu etki) olarak da adlandırılmaktadır. Yapılan güncel çalışmaların sonuçları, BSE'in fetal hipoksinin bir göstergesi olduğunu ancak asidoz ve nörolojik sekelle birlikte olmadığını ve bu nedenle İUGR nedeni ile fetusta ortaya çıkabilecek morbidite ve mortalite riskinin çok erken bir belirtisi olduğunu göstermektedir (101). Kurjak ve ark.'larının (93) yaptığı ölçümler sonucu gebelik haftalarına göre S/D oranları grafik halinde sunulmuştur (Şekil 15).



**Şekil 15:** Orta serebral arter S/D oranlarının haftalara göre dağılım grafiği

Tarzamni ve ark.'larının (102) yaptığı çalışmada S/D oranları 20. haftada ortalama  $5.34 \pm 1.55$ , 26. haftada  $6.36 \pm 1.47$ , 36. haftada ise  $4.31 \pm 1.15$  olarak hesaplanmıştır. Orta serebral arter S/D ortalamaları bizim yaptığımız çalışmada ise haftalara göre şu şekilde değişiklik göstermekteydi; 18-24. haftalar arası ilk grupta S/D oranı  $5.64 \pm 1.69$ , 25-30. haftalar arası grupta  $5.09 \pm 1.50$  ve 31-37. haftalar arası grupta ise  $4.61 \pm 1.59$  olarak hesaplandı. Bulgular literatur ile uyumlu olarak değerlendirildi.

### UMBLİKAL VEN

Umbilikal ven oksijenize kanı plasentadan fetusa taşımaktadır. Umbilikal ven'deki kan akımının yaklaşık yarısı karaciğere giderken, kalan kısmı karaciğeri bypass ederek DV'dan geçer. Umbilikal ven fetal abdomene falciform ligament içinde girdikten sonra, karaciğerin alt yüzeyinde seyrederek ve "portal sinus" denen portal venin transvers bölümü ile birleşir (103). Umbilikal ven'de Doppler ölçümleri intra-abdominal olarak gerçekleştirilebileceği gibi, serbest kordon bölümünde ekstra-abdominal olarak da yapılabilmektedir (104). Ekstra-abdominal olarak ölçülen UV pulsed Doppler akım trasesinde 15. gebelik haftasına kadar düzenli pulsasyonlar görülebilir (105). Daha sonra bu pulsasyonlar giderek kaybolur.

Kord oklüzyonunda, fetal kalp yetmezliğinde, hidrops fetalis ve asfiksiye yakın dönemde UV'de pulsasyon görülebilir (106-109). Gebeliğin geç dönemlerinde venöz pulsasyon görülmesi, risk altındaki İUGR'li fetuslarda konjestif kalp yetmezliğinin belirtisi olup, kötü prognostik bir bulgudur. Bu pulsasyonlar diastol sonunda akım hızında yavaşlama şeklindedir. Kord oklüzyonunda ise, UV pulsasyonları sistol sırasında ortaya çıkar (106,107,110).

Umbilikal ven kan akımı fetal solunumdan etkileneceğinden, Doppler ölçümleri fetal apne sırasında yapılmalıdır (104). Fetal solunumun neden olduğu pulsasyonlar kardiyak siklusla ilişkili olmadığından, anormal venöz pulsasyonlardan kolayca ayrılabilirler.

Gudmundsson ve ark.'nın (110) çalışmasında, diastol sonu akımın yokluğu veya ters dönmesi bulgusu olan 17 fetusun takibinde, anormal umbilikal venöz pulsasyon olan 5 fetustan hepsi daha sonra ölmüştür. Yaşayanların hiçbirinde venöz pulsasyon görülmemiştir. Tulzer ve ark. nın (109) çalışmasında, nonimmün hidrops fetalisi olan fetuslarda venöz pulsasyonların varlığında mortalite önemli ölçüde artmış bulunmaktadır. Ancak bu sonuçları desteklemeyen çalışmalar da vardır. Van Splunder ve ark. (111) normal gebelerde serbest umbilikal kordda venöz pulsasyon görülme insidansının %20, umbilikusa yakın bölgede %33 ve umbilikal sinüse

yakın bölgede hemen DV'un proksimalinde %78 olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmacılar umbilikal venöz pulsasyonların güvenilirliğini kuşkuyla karşılamaktadırlar.

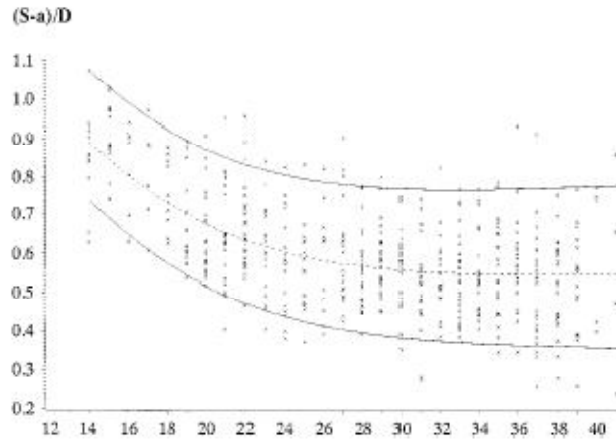
Umbilikal kan akım hızının kantitatif analizi, volümünün hesaplanması problemlidir. Çünkü kan akımı değerlerindeki küçük oynamalar kan akım değerlerinde geniş varyasyonlara yol açar. Umbilikal ven dalga formu 10-15 cm/sn ortalama akım hızıyla beraber monofazik bir patern gösterir(108). Bizim çalışmamızda UV ölçümleri intraamniyotik segmentten yapılmıştır. 13 olguda solunumla pulsasyon mevcut idi ancak 5 dakika sonra yapılan ölçümlerde pulsasyon kayboldu. Diğer olgularda monofazik, pulsatil olmayan akım paterni izlenmiştir. Umbilikal ven akım hızı ortalamaları haftalara göre şu şekilde değişiklik göstermekteydi; 18-24. haftalar arası ilk grupta ortalama hız  $18.2 \pm 3.70$ , 25-30. haftalar arası grupta  $19 \pm 4.57$  ve 31-37. haftalar arası grupta  $19 \pm 3.72$  olarak hesaplandı. Bulduğumuz ortalama kan akımı hızları Eberhard M. ve ark.'larının yaptığı (112) çalışmaya kıyasla yüksek bulunmuştur. Bu konuda yapılmış sınırlı çalışma mevcuttur. Ancak bu sonucun UV kan akımı değerlerindeki küçük oynamaların kan akımı değerlerinde geniş varyasyonlara yol açtığından kaynaklandığı düşüncesindeyiz.

## DUKTUS VENOZUS

Duktus venozus, umbilikal sinüsü VKİ ve HV'lere birleştirir. Plasentadan gelen oksijenize kanı foramen ovale yoluyla sol atriuma ulaştırır; böylece koroner arterler ve beyine oksijen sağlanması garanti altına alınmış olur (104). Duktus venosusun proksimali distaline göre daha dardır. Duktus venozus, UV ile VKİ arasında hem kan akımına hem de basınç dalgalarına bir filtre görevi yapmaktadır (113). Umbilikal venden gelen kanın yaklaşık %40-50'si DV'dan geçmektedir (104,113). Hipoksik ortamda DV'dan geçen kan oranı artar. Ductus venosusdaki bu açılmanın, DV'daki olası bir sfinkter mekanizmasının hipoksiye cevap olarak gevşemesine mi, yoksa fetal santral venöz basıncındaki artıma mı bağlı olduğu tam olarak anlaşılamamıştır (113). Ductus venosusdaki bu açılma sonucunda, VKİ'daki basınç dalgaları umbilikal vene iletilmektedir.

Ductus venosus, üst fetal abdomenin transvers kesitinde, umbilikal venden çıktığı yerde en kolay görüntülenebilir. Renkli Doppler'de, DV'daki nisbeten yüksek akım hızı, onun çevre damarlardan kolayca ayırıldığını sağlar (104). Pulsed Doppler incelemede en tutarlı ölçümler, DV'un başlangıç ve orta kısımlarından elde edilen Doppler dalga formunda yapılabilir

(104). Normal şartlarda DV'daki kan akımı tüm kalp siklusu süresince ileri doğru ve bifazik karakterdedir. İlk akım piki ventriküler sistole karşılık gelir (S dalgası), ikincisi ise ventriküler diastol sırasında oluşur (D dalgası). Bu iki dalgayı takiben atrial kontraksiyon sırasında akım hızı yavaşlaması söz konusudur (A dalgası). Olguların % 11'inde D dalgası belirgin olmayabilir ve %3'ünde A dalgası görülmeyebilir (113). Bahlmann ve ark.'ları (114) yaptıkları çalışmada preload indeksini hesaplamışlardır. Preload indeksi=  $S(\text{Ventriküler Sistol})-A(\text{Atrial kontraksiyon})/D(\text{Ventriküler Diastol})$ . Preload indeksini 18. haftada 0.74-1.07 arasında ve 37. haftada yaptıkları ölçümde ise 0.36-0.77 aralığında bulmuşlardır (Şekil 16). Çalışmamızda DV preload indeks ortalamaları haftalara göre şu şekilde değişiklik göstermekteydi; 18-24. haftalar arası ilk grupta  $0.91 \pm 0.20$ , 25-30. haftalar arası grupta  $0.87 \pm 0.16$  ve 31-37. haftalar arası grupta  $0.85 \pm 0.14$  olarak hesaplandı. Bulgularımız 18-24. haftalar arası literatür bulguları ile uyumlu idi. Ancak 31-37. haftalar arası yaptığımız ölçümler Bahlmann ve arkadaşlarının (114) yaptığı çalışmaya göre yüksek olmasına rağmen 95. persentilin altında olduğu görülmektedir.



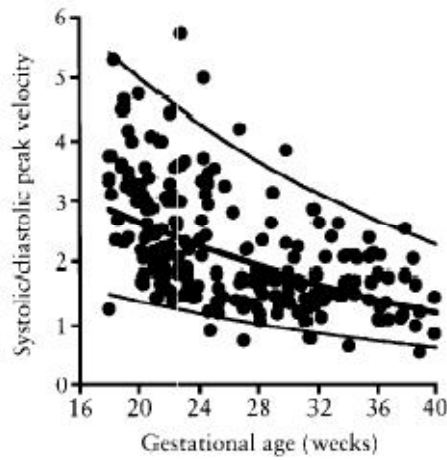
**Şekil 16:** Duktus venozus preload indeksinin haftalara göre dağılım grafiği

## VENA KAVA İNFERİOR

Vena kava inferior Doppler incelemesi, DV'un birleşim yerinin hemen distalinden ve renal venlerin birleşim yerinin proksimalinden yapılır (104). Vena kava inferior Doppler dalga formu (flow velocity waveform=FVW), trifazik karakterdedir. İleri doğru ilk dalga ventriküler sistol (S), ileri doğru daha küçük amplitüdümlü ikinci dalga erken diastol (D) ve ters yöndeki üçüncü

dalga atrial kontraksiyon (A) sırasında oluşmaktadır. Olguların % 10-36'sında, özellikle de ölçüm VKİ'un distal kısmından yapılmışsa, ters akım görülmeyebilir (110,115). VKİ'daki akımın Doppler değerlendirilmesinde, açığa bağımlı olmayan bazı indeksler kullanılmaktadır.

Fetal hipokside VKİ'daki kan akımının pulsatilitesi artar (116). İntrauterin gelişme geriliği olan fetuslarda kardiotokografi veya biofizik profilde anormallikler başlamadan hemen önceki dönemde, VKİ'da ters akım oranında progresif bir artış olduğu bildirilmektedir (117,118). VKİ pulsatilitesi ile kan gazları arasında bir ilişki gösteremeyen çalışmalar da vardır (110,116). Çalışmalar arasındaki bu uyumsuz sonuçların nedeni, VKİ'da Doppler ölçümü yaparken örnekleme aralığının yerleştirileceği yerin belirlenmesindeki güçlülüdür (116). Fetal kalbe daha yakın bölgede, distal kısma göre, VKİ Doppler dalga formu pulsatilitesi daha yüksek ve ters akım oranı daha fazla olmaktadır (104). Rizzo ve ark. (119) ölçümlerini DV'un birleşim yerinin hemen distalinden ve renal venlerin birleşim yerinin proksimalinden yapmışlardır. 209 normal gelişim gösteren fetüste yaptığı çalışmada 95 percentil aralığındaki S/D değerlerini hesaplamışlardır (Şekil 17).



Şekil 17: Vena kava inferior S/D indeksinin haftalara göre dağılım grafiği

Çalışmamızda VKİ ölçümleri DV'un birleşim yerinin hemen distalinden ve renal venlerin birleşim yerinin proksimalinden yapılmıştır. VKİ S/D oranı ortalamaları haftalara göre şu şekilde değişiklik göstermekteydi; 18-24. haftalar arası ilk grupta ortalama S/D  $3.57 \pm 1.14$ , 25-30. haftalar arası grupta  $3.13 \pm 0.68$  ve 31-37. haftalar arası grupta  $3.00 \pm 0.79$  olarak hesaplandı. Rizzo

ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ile kıyaslandığında, bizim çalışmamızda S/D oranları 50. persentilin üzerinde bulunmuştur ancak 5 ile 95 persentil değerleri arasındadır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak gebelik boyunca, doğumda ve doğumdan hemen sonra hiçbir maternal ya da fetal anormalliğin saptanmadığı, tamamen normal gebelerde, UmA, UtA ve fetal OSA'deki S/D indeks değerlerini; UV ortalama hız değerlerini, DV preload indeksini, VKİ S/D değerlerini gebeliğin ilerleyen dönemlerindeki gösterdikleri değişimler hesaplandı. Kendi popülasyonumuz için elde ettiğimiz bu normal değerler literatür bilgileri ile birlikte değerlendirildi. Başta İUGG ve preeklampsi olmak üzere gebeliği komplike hale getiren birçok patolojik durumda, RDUS tanı ve takipte önemli bir modalitedir. Pratikte arteriyel ve venöz Doppler yapmanın esas amacı fetüsün iyilik halinin değerlendirilerek doğum endikasyonuna karar vermektir.

Termden uzak, özellikle 32. haftadan küçük, risk altındaki İUGG olan fetusların takibinde, UmA, UtA ve OSA gibi arteriyel Doppler incelemeleri ile birlikte mutlaka venöz Doppler ölçümleri de yapılmalıdır. Anormal arteriyel Doppler bulguları olan fetuslarda aynı zamanda anormal venöz Doppler sonuçlarının elde edilmesi, özellikle de DV'da progresif direnç artımı veya ters akım saptanması ya da UV'de pulsasyonların varlığı durumunda bulgular ciddi fetal distressi gösterdiğinden doğum yönünde düşünülmelidir. Eğer doğum gerçekleştirilmeyecekse, bu bulgular yaklaşmakta olan ani biofizik profil kötüleşmesinin habercisi olabileceğinden, biofizik profil takiplerinin sıklığı arttırılmalıdır. Son yıllarda yapılan çalışmaların sonuçları, arteriyel bulgulardan önce venöz yapılarda anormal bulguların ortaya çıktığı yönündedir.

## 8.KAYNAKLAR

1. Tayip Ş.: Maternal Plasental Ünite. Kadın Hastalıkları ve Doğum Bilgisi. Ed. Çiçek M. N. Öncü Basımevi. Ankara, 2004, 175–176
2. Sadler T. W.: Langman's Medical Embryology Seventh Edition. 1995, 98-117
3. Julian E., De Lia.:Plasental Ve Fetal Gelişim . Obstetrik ve Jinekoloji Ed. James R.S., Philip J.D., Chales B. H., William N. Spellacy., Alemdar Ofset, İstanbul, 1992 ; 6–123
4. Silbermagl S., Despopulos A.: Doğumdan Önce Kan Dolaşımı (Fetal Dolaşım) Fizyoloji Atlası. Ed. Hariri N. Sermet matbaası, Kırklareli, 1985;1–176,
5. Kurjak A, Chervenak F, Donald School Textbook of Ultrasound in Obstetric&Gynecology 2008; 545-557
6. Callen PW .: Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology. 1997 Chapter 24.: 425-437.
7. Fleischer AC., Manning FA., Jeanty P., Romero R.: Sonography in Obstetrics and Gynecology. Principles and Practice, Fifth Edition, 1996; Chapter 12. 223-249
8. Maulik D. Principles of Doppier signal processing and hemodynamic analysis. in: Copel JA, Reed KL, eds. Doppier Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. New York: Raven;1995;1:1–18.
9. Hannan CR, Menticoglou SM, Manning FA, et al. Doppler ultrasound in obstetrics - An overview of practical applications. YSOGC. 1994;Aug:2043–2054.
10. Eik-Nes SH, Marshal K, Kristoffersen K. Methodology and basic problems related to blood flow studies in the human fetus. Ultrasound Med Biol. 1984; 10:329–337.

11. Gill RW. Pulsed Doppler with B-mode imaging for quantitative blood flow measurement. *Ultrasound Med Biol.* 1979;5:223-235.
12. Lingman G, Gennser G, Marsal K. Ultrasonic measurements of the blood velocity and pulsatile diameter changes in the fetal descending aorta. in: Rolfe P, ed. *Fetal Physiological Measurements*. London: Butterworths; 1986;206-210.
13. Gill RW. Doppler ultrasound—Physical aspects. *Semin Perinatol.* 1987; 11:292-299.
14. Stuart B, Drumm J, Fitzgerald DE, et al. Fetal blood velocity waveforms in normal pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol.* 1980;87:780-785.
15. Pourcelot L. Applications cliniques de l'examen Doppler transcutané. in: Pourcelot L, ed. *Seminaire INSERM*. Paris: Editions INSERM; 1974:213-240.
16. Trudinger BJ, Stevens D, Connelly A, et al. Umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance. The effects of embolization of the umbilical circulation. *Am J Obstet Gynecol.* 1987;157:1443-449.
17. Mon-ow RJ, Adamson SL, Buli SB, et al. Effect of placental embolization on the umbilical arterial waveform in fetal sheep. *Am J Obstet Gynecol.* 1989; 161:1055-1060.
18. Guiot C, Pianta PG, Todros T. Modelling the feto-placental circulation. 1: A distributed network predicting umbilical haemodynamics throughout pregnancy. *Ultrasound Med Biol.* 1992;18:535-544.
19. Todros T, Guiot C, Pianta PG. Modelling the feto-placental circulation. 2: A continuous approach to explain normal and abnormal flow velocity waveforms in the umbilical arteries. *Ultrasound Med Biol.* 1992; 18:545-551.

20. Thompson RS, Trudinger BJ, Cook CM. A comparison of Doppler ultrasound waveform indices in the umbilical artery. I: indices derived from the maximum velocity waveform. *Ultrasound Med Biol.* 1986; 12:835-844.

21. Thompson RS, Trudinger BJ, Cook CM. Doppler ultrasound waveform indices. AB ratio, pulsatility index and Pourcelot ratio. *Br J Obstet Gynecol.* 1988;95:581-588.

22. Thompson RS, Trudinger BJ, Cook CM. A comparison of Doppler ultrasound waveform indices in the umbilical artery. II: indices derived from the mean velocity and first moment waveforms. *Ultrasound Med Biol.* 1986; 12:845-854.

23. Kremkau FW. *Diagnostic Ultrasound Principles and Instruments*, 4th ed. Philadelphia: Saunders; 1993:240-249.

24. Fleischer A, Goldstein RB, Bruner JB, Wannell JA. Obstetrik ve jinekolojide Doppler sonografi. In: Callen W.C. Editor. Çeviri ed.: Güner H. *Obstetrik ve jinekolojide Ultrasonografi*. 3. baskı atlas kitapçılık. Ankara, 1997;576-600.

25. Tuncel E. *Klinik Radyoloji*. 1. baskı Güneş, Nobel kitabevleri, Bursa, 1994; 35-51.

26. Nivholson S, Nimmod C, Doppler assesment of pregnancy. In: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. *Diagnostic Ultrasound*. 1st ed. St Louis: Mosby, 1991; 2: 955-970

27. Grant EG, Tessler FN, Parrele RR. Clinical Doppler imaging. *AJR*, 1989; 152: 707-712.

28. Marshall K, Olosson PA, Lindström K. Doppler ultrasonography. Physics and techniques In: kurjak A, editor: *Textbook of Perinatal Medicine*. London, Parthenon Pupliching Group, 1998; 36: 409-421.

29. Lee W, Bendick P, Best AM, et al. Time-domain ultrasonography during pregnancy. *J Ultrasound Med.* 1994;13:457-463.

30. Abuhamad AZ, Copel JA. Color applications and limitations in obstetrics. in: Copel JA, Reed KL, eds. Doppler Ultra-sound in Obstetrics and Gynecology. New York: Raven; 1995;8:87-93.

31. Oosterhof H, Aarnoudse JG. Ultrasound pulsed Doppler studies of the uteroplacental circulation: the influence of sampling site and placenta implantation. *Gynecol Obstet Invest* 1992; 33: 75-79.

32. Kofinas AD, Penry M, Simon NV, Swain M. Interrelationship and clinical significance of increased resistance in the uterine arteries in patients with hypertension or preeclampsia or both. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 601-606.

33. Kofinas AD, Penry M, Swain M, Hatjis CG. Effect of placental laterality on uterine artery resistance and development of preeclampsia and intrauterine growth retardation. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 1536-1539.

34. Kofinas AD, Penry M, Greiss FC Jr, Meis PJ, Nelson LH. The effect of placental location on uterine artery flow velocity waveforms. *Am J Obstet Gynecol* 1988; 159: 1504-1508.

35. Deutinger J, Rudelstorfer R, Bernaschek G. Vaginosonographic velocimetry of both main uterine arteries by visual vessel recognition and pulsed Doppler method during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1988; 159: 1072-1076.

36. Thaler I, Manor D, Itskovitz J, Rottem S, Levit N, Timor-Tritsch I, Brandes JM. Changes in uterine blood flow during human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1990; 162: 121-125.

37. Thoresen M, Wesche J. Doppler measurements of changes in human mammary and uterine blood flow during pregnancy and lactation. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1988; 67: 741-745.

38. Brosens I, Dixon HG. The anatomy of the maternal side of the placenta. *J Obstet Gynecol Br Common* 1966; 73: 357-363.

39. Dixon HG, Robertson WB. A study of the vessels of the placental bed in non-tensive and hypertensive women. *J Obstet Gynecol Br Emp.* 1958;65:803-810.
40. Clapp JF. The relationship between blood flow and oxygen uptake in the uterine and umbilical circulations. *Am J Obstet Gynecol.* 1978;132:410-413.
41. Indik, J., Chen, V., Reed, K.L.: Association of umbilical venous with inferior vena cava blood flow velocities. *Obstet Gynecol.* 1991;77:551-557.
42. Rizzo. G., Arduini, D., Romanini, C.: Umbilical vein pulsations: A physiologic finding in early gestation. *Am J Obstet Gynecol.* 1992;167:675-677.
43. Gudmundson, S., Huhta. J.C., Wood , D.C., Tulzer, G., Cohen A.W., Weiner, S.: Doppler Ultrasonography in the fetus with non-immune hydrops. *Am J Obstet Gynecol.* 1991;164:33-37.
44. Nakai. Y., Miyazaki Y., Matsuoka, Y.: Pulsatile umbilical venous flow and its clinical significance. *Brit. J. Obstet. Gynecol.* 1992;99:977-980.
45. Brosens I, Robertson WB, Dixon HC. The physiological response of the vessels of the placental bed to normal pregnancy. *J Pathol Bacteriol.* 1967;93:569-579.
46. Bude RO, Rubin JM, Adler RS. Power versus conventional color Doppler sonography: Comparison in the depiction of normal intrarenal vasculature. *Radiology.* 1994; 192:777-780.
47. Robertson WB, Brosen I, Dixon G. Uteroplacental vascular pathology. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 1975;5:47-65.
48. Pijnenborg R, Dixon G, Robertson WB, et al. Trophoblastic invasion of human decidua from 8 to 18 weeks of pregnancy. *Placenta.* 1973;3-19.

49. Sheppard BL, Bonnar J. The ultrastructure of the arterial supply of the human placenta in early and late pregnancy. *J Obstet Gynaecol Br Common*. 1974;81:497-511.
50. Robertson WB. Uteroplacental vasculature. *Clin Pathol*. 1976;29(suppl 10):9-17.
51. Hüsün J, Schaaps JP, Lambotte R. Anatomical studies of Uteroplacental vascularization in the first trimester of pregnancy. *Trophoblast Res*. 1988;3:49-60.
52. Khong TY, De Wolf P, Robertson WB, et al. Inadequate maternal vascular response to placentation in pregnancies complicated by preeclampsia and small for gestational age infants. *Br J Obstet gynaecol*. 1986;93:1049-1059.
53. Bahlmann, F., Merz, E., Insights into normal and abnormal fetal ductus venosus blood velocities. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1995;6 (Suppl. 2):72
54. DeVore, G.R., Horenstein, J.: Ductus venosus index: a method for evaluating right ventricular preload in the second-trimester fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1993;3:338-342
55. Kiserud, T., Eik-Nes, S.H., Hellevik, L.R., Blaas, H.G.: Ductus venosus - A longitudinal Doppler velocimetric study of the human fetus. *J Matern Fetal Invest*. 1992;2:5-11
56. Kessler J, Rasmussen S, Kiserud T. The fetal portal vein: normal blood flow development during the second half of human pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 30: 52–60
57. Thompson RS, Trudinger BJ, Cook CM. et al. Umbilical Artery Velocity waveforms: Normal reference values for A/B ratio and Pourcelot ratio. *Br J Obstet Gynaecol*. 1988;95:589-591.
58. Hamid R, Robson M, Pearce JM. Low dose aspirin in women with raised maternal serum alpha-fetoprotein and abnormal Doppler waveform patterns from the Uteroplacental circulation. *Br J Obstet Gynaecol*. 1994; 101:481-84.

59. Brosens IA, Robenson WB, Dixon HG. The rôle of the spiral arteries in the pathogenesis of preeclampsia. *Obstet Gynecol Ann.* 1972;1:177-191.

60. Zeek PM, Assali NS. Vascular changes in the decidua associated with eclamptic toxemia of pregnancy. *Am J Clin Pathol.* 1950;20:1099. 38. Brosens I, Renaer M. On the pathogenesis of placental infarcts in pre-eclampsia. *Br J Obstet Gynecol.* 1972;79:794-799.

61. Roberts JM, Taylor RN, Musci J, et al. Preeclampsia: an endothelial disorder. *Am J Obstet Gynecol.* 1989;161:1200-1204.

62. Clapp JF, Szeto HH, Larrow R, et al. Umbilical blood flow response to embolization of the uterine circulation. *Am J Obstet Gynecol.* 1980;138:60-67.

63. Clapp JF, McLaughlin MK, Larrow R, et al. The uterine hemodynamic response to repetitive unilateral vascular embolization in the pregnant ewe. *Am J Obstet Gynecol.* 1982;144:309-318.

64. Block BSB, Llanos AJ, Creasy RK. Response of the growth retarded fetus to acute hypoxemia. *Am J Obstet Gynecol.* 1984;148:879-885.

65. Makowski EL, Battaglia FC, Meschia G, et al. Effects of maternal exposure to high altitude upon fetal oxygenation. *Am J Obstet Gynecol.* 1968;100:852-861.

66. Walsh SW, Farisi VM. The rôle of arachidonic acid metabolites in preeclampsia. *Semin Perinatol.* 1986;10:334—355.

67. Walsh SW. Preeclampsia: An imbalance in placental prostacyclin and thromboxane production. *Am J Obstet Gynecol.* 1985;152:335-340.

68. Loscalzo J. Endothelial dysfunction in pulmonary hypertension. *N Eng J Med.* 1992;327:117-119.

69. Taylor RN, Musci TJ, Kuhn RW, et al. Partial characterization of a novel growth factor from the blood of women with preeclampsia. *J Clin Endocrinol Metab*. 1990;70:1285-1291.

70. Harman CR. The routine 18-20 week ultrasound scan. in: James D, Steer P, Weiner C, et al, eds. *High-Risk Pregnancy: Management Options*. London: Saunders; 1994;661-691.

71. Harman C, Menticoglou S, Manning F, et al. Prenatal fetal monitoring: Abnormalities of fetal behaviour. in: James D, Steer P, Weiner C, et al, eds. *High-Risk Pregnancy: Management Options*. London: saunders; 1994; 693-734.

72. Campbell S, Griffin DR, Pearce JMF, et al. New Doppler technique for assessing Uteroplacental blood flow. *Lancet*. 1983;1:675-677.

73. Trudinger BJ, Giles WB, Cook CM. Uteroplacental blood flow velocity-time waveforms in normal and complicated pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol*. 1985;92:39-45.

74. Bower SJ, Campbell S. Doppler velocimetry of the uterine artery as a screening test in pregnancy. in: Chervenak FA, Isaacson GC, Campbell S, eds. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Vol 1*. Boston: Little, Brown; 1993; 579-586.

75. Rotmensch S, Liberali M, Santolaya-Forgas J, et al. Uteroplacental and intraplacental circulation. in: Copel JA, Reed KL, eds. *Doppler Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. New York: Raven; 1995; 1:115-124.

76. Cohen-Overbeek TE, Pearce JM, Campbell S. The antenatal assessment of uteroplacental and fetoplacental blood flow using Doppler ultrasound. *Ultrasound Med Biol*. 1985;11:329-339.

77. Karsdorp. V.H.M., van Vugt, J.M.G., Kostense, P.J., Arduini, D., Montenegro, N., Todros, T.: Clinical significance of absent or reversed end diastolic velocity waveforms in umbilical artery. *Lancet* 1994;344:1208-1216

78. Pearce JM, Campbell S, Cohen-Overbeek T, et al. References, ranges and sources of variations for indices of pulsed Doppler flow velocity waveforms from the Uteroplacental and fetal circulation. *Br J Obstet Gynaecol.* 1988;95:248-256.

79. Kofinas AD, Penry M, Greiss FC Jr, et al. The effect of placental location on uterine artery flow velocity waveforms. *Am J Obstet Gynecol.* 1988; 159:1504-1508.

80. Schulman H, Fleischer A, Farmakides G, et al. Development of uterine artery compliance in pregnancy as detected by Doppler ultrasound. *Am J Obstet Gynecol.* 1986;155:1031-1036.

81. Giles wb, Trudinger BJ, Baird BJ. Fetal umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: pathological correlation. *Br j obstet gynecol.* 1985; jan;92(1):31-38.

82. Hendricks SK, Sorensen TK, Wang KY. Doppler umbilical artery waveform indices: normal value from fourteen to forty two weeks. *Am J Obstet Gynecol,* 1989; 161: 761-765.

83. Cameron A, Nicholson S, Nimrod CA. Duplex ultrasonography of the fetal aorta, umbilical artery and placental arcuate artery throughout normal human pregnancy. *J Ultr Med,* 1988; 7: 671-673.

84. Fleischer A, Schulman H, Farmakides G. Umbilical artery velocity wave ratios in intrauterin growth retardation. *Am J. Obstet Gynecol,* 1985; 151: 502-506.

85. Campbell S, Vyas S, Nicolaides KH. Doppler investigation of the fetal circulation. *J perinatol Med* 1991; 19-21.

86. Kurjak A, Alfrevic Z, Miljan M. Conventional and color Doppler in the assessment of the fetal and maternal circulation. *Ultrasound Med Biol,* 1988; 4: 337-354.

87. Schulman H, Fleischer A, Stern W. Umbilical velocity wave ratios in human pregnancy. *Am J Obstet,* 1984; 148: 985-990.

88. Yarlagadda P, Willoughby L, Maulik D. Effect of fetal heart rate on umbilical artery Doppler indices. *J. Ultrasound Med.*, 1989; 8: 215-218

89. Mehalek KE, Rosenberg J, Berkowitz GS, et al. Umbilical and uterine artery flow velocity waveforms. Effect of the Sampling site on Doppler ratios. *J. Ultrasound Med.* 1989; 8: 171-176

90. Gerson A, Wallace DM, Stiller RJ, et al. Doppler Evaluation of Umbilical venous and arterial blood flow in the second and third trimesters of normal pregnancy. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 622-626.

91. Trudinger B, Cook CM. Doppler ultrasound waveform indices: AB ratio, pulsatility index and Pourcelot ratio. *Br. J Obstet Gynecol.* 1988;95:589-591

92. Şener T., Özalp S., ve ark. Toplumumuzda fetal Umbilikal arter S/D oranı normogramı farklı mı? *T. Klin Jinekoloj Obst* 1996, 6: 208-211

93. Kurjak A, Chervenak F, Donald School Textbook of Ultrasound in Obstetric&Gynecology 2003; Chapter 32: 567-586

94. Fleischer A, Schulman H, Farmakides G, et al. Uterine artery Doppler velocimetry in pregnant women with hypertension. *Am J Obstet Gynecol.* 1986;154:806-813.

95. Becker R, Vonk R, Vollert W, Entezami M. Doppler sonography of uterine arteries at 20 – 23 weeks: risk assessment of adverse pregnancy outcome by quantification of impedance and notch. *J Perinat Med* 2002 ; 30: 388-94

96. Schulman H.; Doppler ultrasound in: Eden RD, Boehm RH: Assessment and care of the fetus. Norwalk, CT, Appleton and Lange, 1990

97. Beherman RE, Lees MH, Peterson EN, DeLannoy CW, Seeds AE. Distribution of the circulation in the normal and asphyxiated fetal primate. *Am J Obstet Gynecol* 1970; 108: 956-969

98. Dubiel M, Gudmundsson S, Gunnarsson G, Marsal K. Middle cerebral artery velocimetry as a predictor of hypoxemia in fetuses with increased resistance to blood flow in the umbilical artery. *Early Hum Dev* 1997; 47: 177-184

99. Arduini D, Rizzo G. Fetal renal artery velocity waveforms and amniotic fluid volume in growth-retarded and post-term fetuses. *Obstet Gynecol* 1991; 77: 370-373

100. Hill LM, Fries J, Hecker J, Grzybek P. Second-trimester echogenic small bowel: an increased risk for adverse perinatal outcome. *Prenat Diagn* 1994; 14: 845-850

101. Müller T, Nanan R, Rehn M, Kristen P, Dietl J. Arterial and ductus venosus Doppler in fetuses with absent or reverse end-diastolic flow in the umbilical artery: correlation with short-term perinatal outcome. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2002; 81: 860-866

102. Tarzamni M, Nezami N. et al. Nomograms of Iranian fetal middle cerebral artery Doppler waveforms and uniformity of their pattern with other populations' nomograms *BMC Pregnancy and Childbirth* 2008, 8:50 doi:10.1186/1471-2393-8-50

103. Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, Campbell S, Thilaganathan B. The anatomy of the umbilical, portal and hepatic venous systems in the human fetus at 14-19 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 598-604

104. Tekay A, Campbell S. Doppler ultrasonography in obstetrics. In: Callen PW (Ed). *Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology*. 4th ed. Philadelphia, W.B.Saunders; 2000; p: 677-723

105. Nakai Y, Imanaka M, Nishio J. Umbilical cord venous pulsation in normal fetuses and its incidence after 13 weeks gestation. *Ultrasound Med Biol* 1994; 21: 443

106. Hofstaetter C, Gudmundsson S, Hansmann. Venous Doppler velocimetry in the surveillance of severely compromised fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 233-239

107. Hofstaetter C, Dubiel M, Gudmundsson S. Two types of umbilical venous pulsations and outcome of high-risk pregnancy. *Early Hum Dev* 2001; 61: 111-117
108. Gudmundsson S. Importance of venous flow assessment for clinical decision making. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1999; 84: 173-178
109. Tulzer G, Gudmundsson S, Wood DC, Cohen AW, Weiner S, Huhta JC. Doppler in non-immune hydrops fetalis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 279-283
110. Gudmundsson S, Tulzer G, Huhta JC, Marsal K. Venous Doppler in the fetus with absent end-diastolic flow in the umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 262-267
111. Van Splunder P, Huisman TWA, Stijnen T. Presence of pulsations and reproducibility of waveform recording in the umbilical and left portal vein in normal pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 49
112. Eberhard M. Çeviri: Özden S. *Obstetrik ve jinekolojide ultrason*. 2005 Cilt 1. 495-499
113. Kiserud T. Hemodynamics of the ductus venosus. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1999; 84: 139-147
114. F. Bahlmann, S. Wellek, I. Reinhardt, E. Merz, E. Steiner and C. Welter Reference values of ductus venosus flow velocities and calculated waveform indices *Prenat Diagn* 2000; 20: 623-634.
115. Huisman TW, Stewart PA, Wladimiroff JW. Flow velocity waveforms in the fetal inferior vena cava during the second half of normal pregnancy. *Ultrasound Med Biol* 1991; 17: 679-682
116. Hecher K, Snijders R, Campbell S, Nicolaides K. Fetal venous, intracardiac, and arterial blood flow measurements in intrauterine growth retardation: relationship with fetal blood gases. *Am J Obstet Gynecol* 1995; 173: 10-15

117. Baschat AA, Gembruch U, Harman CR. The sequence of changes in Doppler and biophysical parameters as severe fetal growth restriction worsens. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 571-577.

118. Rizzo G, Arduini D, Romanini C. Inferior vena cava flow velocity waveforms in appropriate- and small-for-gestationalage fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 1271-1280.

119. Rizzo G, Capponi A, Talone E, Arduini D, Romanini C. Doppler indices from VCI and ductus venozus in predicting pH and oxygen tension in umbilical blood at cordocentesis in growth-retarded fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1996;7:401-410.