

T.C.  
PTT GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
SANATORYUMU VE HASTANESİ  
RADYOLOJİ KLİNİĞİ  
ŞEF:DR. BÜLENT SAYDAM

775874

**GLOKOMLU OLGULARDA RENKLİ DOPPLER  
ULTRASONOGRAFİ İLE RETROBULBER KAN  
AKIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ  
(Uzmanlık Tezi)**

115874

Dr. E. Esin Derin

İSTANBUL-2002

## ÖNSÖZ

Asistanlık eğitimime katkılarından dolayı Sayın Hocam Klinik Şefi Dr. Bülent Saydam'a, şef yardımcımız Dr. Rana Cumalı'ya, başasistanımız Dr. Mümtaz Özarar'a, kliniğimiz uzmanlarından Dr. Yahya Baca'ya, Dr. Rifat Akın'a ve Dr. Nuri Tasalı'ya saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Hastanemiz başhekimi Sayın Dr. Turgut Alp şahsında eğitimim sırasında bilgi ve deneyimleriyle katkılarını esirgemeyen hocalarıma, birlikte uyum ve dayanışma içinde çalıştığım, daima sevgi ile hatırlayacağım asistan arkadaşlarıma ve kliniğimiz çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu çalışmamı, hayatını vatanına ve milletine hizmet aşkıyla geçiren, örnek insan, çok erken kaybettiğimiz canım herşeyim biricik babama ithaf ediyorum; Ayrıca, sevgi ve desteklerini hep yüreğimde hissettiğim, fedakar anneme de sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunuyorum.

Dr. Esin Derin

## İÇİNDEKİLER

I-GİRİŞ.....	1
II-GENEL BİLGİLER.....	2
III-GEREÇ VE YÖNTEM.....	35
IV-BULGULAR.....	43
V-TARTIŞMA.....	52
VI-ÖZET.....	57
VII-KAYNAKLAR.....	58

## **GİRİŞ VE AMAÇ**

Glokom, yüksek göz içi basıncı, optik sinir başı çukurlaşması ve atrofisi, görme alanı kaybı gibi ortak belirtiler içeren bir grup hastalığa verilen addır. Sebebi tam olarak bilinmeyen, multifaktöriyel bir hastalıktır. Önlenebilir körlük nedenlerinin başında gelmektedir; yaygınlığı, iş gücü kaybı ve diğer sonuçları açısından önemli bir toplum sağlığı sorunu oluşturmaktadır.

Sessiz ve ilerleyici bir seyir gösteren bu hastalıkta, erken tanı ardından planlanacak takip ve tedaviyle körlüğe gidiş engellenebilmektedir. Belirti veren ileri evre glokom olgularında tanı koymakta çok güçlük çekilmemekle birlikte, yakınması olmayan veya göz içi basıncının normal sınırlarda olduğu bir grupta erken tanı zorlaşmaktadır.

Son yıllarda glokom üzerine yoğunlaşan mikroanatomik, fizyolojik ve farmakolojik çalışmalar, hastalığın fizyopatolojisi , tanı ve prognozu ile ilgili yeni gelişmeler ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Çalışmamızın ana konusu, glokomlu hastalarda, renkli doppler ultrasonografi ile retrobulber bölgenin akım özelliklerinde ortaya çıkabilecek hemodinamik değişiklikleri araştırmaktır. Amacımız ise glokomun fizyopatolojisi, tanısı ve tedavi etkinliğinin takibinde renkli doppler görüntülemenin rolünü ortaya koymaktır.

## GENEL BİLGİLER

Optik sinir başı çukurlaşması ve atrofisi, görme alanı kaybı gibi ortak belirtiler içeren ve göz içi basıncı değeri ile ilişkili bir grup hastalık glokom ana başlığı altında toplanmaktadır(3,24). Hastalığın en belirgin risk faktörü göz içi basıncı yükselmesidir.Bunun yanında myopi, diyabet, yetersiz kan dolaşımı, lamina kribrosa bağ dokusu anomalileri, kafa içi basıncı düşüklükleri, otoimmün reaksiyonlar, birincil ganglion hücre hasarları diğer risk faktörlerini oluşturmaktadır(6,7,8,9).

**Glokom sınıflamasında iki metod kullanılır:**

- 1) Etiyoloji (Aköz humor dinamiğinde değişiklik oluşturan nedene göre) (Tablo 1).
- 2) Mekanizma (Ön kamara açısında değişiklik oluşturan nedene göre) (Tablo 2).

**Tablo 1:** Glokomların etyolojik sınıflanması:

### A) Primer glokomlar

- 1) Primer açık açılı glokom
- 2) Primer açılı kapanması glokomu

### B) Gelişimsel glokomlar

- 1) Primer konjenital glokom
- 2) Eşlik eden anomaliler bulunan gelişimsel glokomlar

### C) Sekonder glokomlar

- 1) Korneal epitelin primer bozukluklarına bağlı glokomlar
- 2) İris bozukluklarına bağlı glokomlar
- 3) Lens bozukluklarına bağlı glokomlar
- 4) Retina, Vitreus ve Koroid bozukluklarına bağlı glokomlar
- 5) Artmış episkleral venöz basınca bağlı glokomlar
- 6) Intraoküler tümörlere bağlı glokomlar
- 7) Oküler inflamasyona bağlı glokomlar

- 8) Steroide bağlı glokomlar
- 9) Intraoküler hemorajiye bağlı glokomlar
- 10) Oküler travmaya bağlı glokomlar
- 11) Oküler cerrahi sonrası glokomlar

**Tablo 2 : Glokomların mekanizmaya dayalı sınıflanması :**

**I) Açık açılı glokomlar**

**A) Primer açık açılı glokomlar**

**B) Sekonder açık açılı glokomlar**

- 1) Pretrabeküler tip (membranlı)
- 2) Trabeküler tip
  - a) Materyal birikimi
  - b) Yapısal değişiklikler
- 3) Posttrabeküler tip

**C) Gelişimsel açık açılı glokomları**

- 1) Primer konjenital glokom
- 2) Eşlik eden anomaliler bulunan gelişimsel glokomlar

**II) Açık kapanması glokomları**

**A) Primer açık kapanması glokomu**

**B) Sekonder açık kapanması glokomları**

- 1) Anterior tip (çekme mekanizması )
- 2) Posterior tip (itme mekanizması )
  - a) Pupiller bloklü
  - b) Pupiller bloksuz

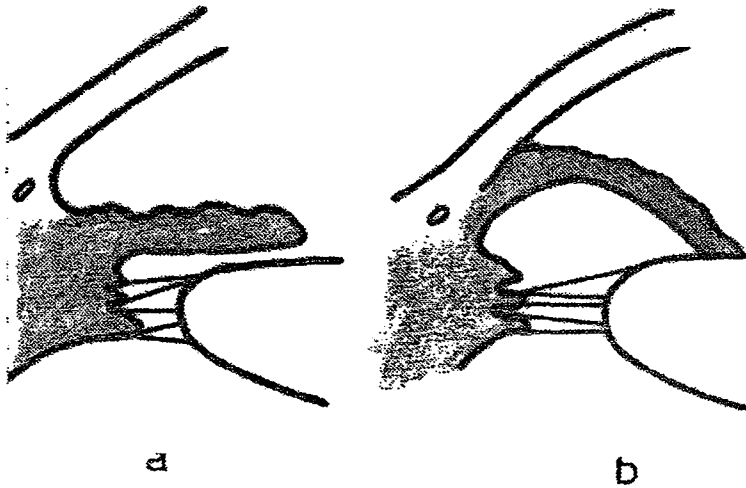
**C) Gelişimsel açık kapanması glokomları**

Bir başka sınıflandırmaya göre (61)(Tablo 3) ;

**Tablo 3 .I-AÇIK AÇILI GLOKOM**

- 1.Primer açık açılı glokom
- 2.Okuler Hipertansiyon
- 3.Normal tansiyonlu glokom
- 4.Sekonder açık açılı glokom
  - a) İltihaba bağlı glokom
  - b) Pigmenter glokom
  - c) Psödoeksfoliyasyon glokomu
  - d) Tümöre bağlı glokom
  - e) Kortizon glokomu

**II-KAPALI AÇILI GLOKOM(Şekil 1)**



**Şekil 1-a) İridokorneal açı tam açıktır(35-40 derece), b)Açı tam kapalıdır(0 derece).**

Çalışmamıza dahil edilen iki glokom tipi hakkında kısaca bilgi vereceğiz.

## Primer Açık Açılı Glokom (PAAG)

PAAG, glokom başlığı altında toplanan hastalıkların %60-70'ini oluşturmaktadır ve en sık görülen glokom tipidir. Literatürde açık açılı glokom, kronik açık açılı glokom, kronik basit glokom ve hasarlı açık açılı glokom eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. PAAG kronik, ilerleyici bir optik nöropati olup optik sinir başında çukurlaşma ve atrofi, görme alanı kayıpları, gonyoskopik olarak açık bir açı ve yüksek göz içi basıncı ile karakterize bir glokom grubu hastalığıdır.

PAAG'de ön kamara sıvısının dışa akımına karşı bir direnç söz konusudur. Bu direncin artmasına neden olan herhangi bir göz hastalığı yoktur(18). PAAG'de trabeküler ağdaki hücre sayısında azalma, ekstrasellüler plak oluşumu, ağ yapısında daralma ve bozulma gibi histopatolojik değişikliklere bağlı olarak humor aközün dışa akımının güçleştiği ve bunun sonucunda göz içi basıncının yükseldiği ileri sürülmektedir(41). Optik sinir başı çukurluğunun artması ile seyreden akson harabiyetinin mekanik nedenlerle mi, yoksa eşlik eden vasküler nedenlerle mi olduğu açıklık kazanmamıştır. Maymunlarda göz içi basıncının deneysel olarak yükseltilmesi ile optik diskte tipik çukurlaşmanın meydana geldiği ve bu çukurlaşmanın lamina kribrosada oluşan anatomik değişikliklerle ilişkili olabileceği söylenmiştir(1).

PAAG, artan yaş, siyah ırk, miyopi, diabetes mellitus ve sistemik vasküler hastalıklar(69) ile daha sık görülür. En sık 60-70 yaşlar arasında görülür. Ancak gençlerde hatta çocuklarda da görülebilir. Her iki cinste görülme sıklığı eşittir.

PAAG'de ailesel yatkınlık izlenmektedir. Poligenik (birden fazla gende kodlanan) ve multifaktöriyel genetik geçiş gösteren bu hastalıkta, ailelerde glokom prevalansının %5-9 arasında olduğu bildirilmiştir(2).

## Normotansif Glokom (NTG)

NTG, normal göz içi basıncı, açık açı, tipik optik sinir başı glokom çukurluğu, görme alanı kaybı ile karakterize bir hastalıktır. Göz içi basıncının normal olması dışında PAAG'e

benzerlik gösteren bu glokom formunun terminolojisi, ayırıcı tanısı , olası farklı formları ve patofizyolojisi oldukça tartışmalıdır. Normal tansiyonlu glokom hızlı ve ilerleyici bir seyirle körlüğe kadar gitmektedir.

Göz içi basıncının, optik siniri besleyen küçük kan damarlarına yaptığı mekanik bası sonucu oluşan iskemi ve bunun neden olduğu optik sinir başındaki küçük damar hastalığının normotansif glokomlularda, bu kez sıradışı bir biçimde normal göz içi basıncında oluşabilmesi ek bir patofizyolojiyi düşündürmektedir(2).

Normotansif glokom oluşumunda genetik geçişin rol oynadığını gösteren araştırmalar mevcuttur. Goldberg ve arkadaşları, normotansif glokomlu hastaların %21'inde pozitif aile öyküsü saptamışlardır. Geijsen'in NTG ile birlikte PAAG'u da kapsayan çalışmasında bu oran %40'lara çıkmaktadır(2).

## GLOKOMDA TANI KRİTERLERİ

Glokomda tanı, göz içi basıncının 21mmHg'nın üzerinde olması, optik sinir başında tipik değişimlerin ve görme alanı kayıplarının varlığı ile konur. Ancak bu kriterlerle tanı koyduğumuzda hastalık çoktan ileri dönemlere geçmiştir. Bu sebeple erken glokom tanısında güçlükler vardır. Özellikle primer açık açılı ve normal tansiyonlu glokomun üzerinde yoğunlaşan araştırmaların sonucunda, bu hastalıkların erken tanısı için yeni yöntemler geliştirilmiştir(19,20).

### Glokomda Tanı Yöntemleri ;

- 1- Ön kamara sıvısı yapımı ve dışa akımını inceleyen yöntemler ve göz içi basıncı ölçümü
- 2- Perimetri
- 3- Optik sinir başının değerlendirilmesi
- 4- Retina sinir lifleri fotografisi
- 5- Elektrofizyolojik testler
- 6- Psikofiziksel testler (19,20)

Ön ve arka kamarayı dolduran sıvının, kornea ve skleraya yaptığı basınca göz içi basıncı denir. Normalde 10-21mmHg arasındadır. Göz içi basıncında en önemli etken kamaralar sıvısındaki hacim değişiklikleridir. Kamaralar sıvısı korpus siliarede üretilir. Daha sonra arka kamara-pupilla yoluyla ön kamaraya geçer. Sıvının %80'i trabeküler ağ, %20'si üveaskleral yol ile gözü terkeder(61).

Glokomda göz dibi muayenesinde optik sinir başı(papilla) ve çevresinde patolojik bulgular saptanır. Glokomun en belirgin bulgusu, retina ganglion hücreleri aksonlarının atrofisi sonucu papilladaki fizyolojik çukurluğun genişlemesi, derinleşmesi ve atrofi oluşmasıdır. Hastalığın ilk devrelerinde çukurluk, aşağı ve yukarı ilerleyerek ovalleşir. Daha sonra bütün meridyenlere yayılan çukurlaşma, hastalığın son devrelerinde papillanın tümünü kaplar. Papilla sedef rengini alır, çukurluk lamina kribrosaya kadar indiğinde laminanın delikleri görülür. Çukurluğun, papilla kenarına yaklaştığı ve derinleştiği olgularda papilladan çıkan damarlar retina yüzeyine gelebilmek için dirsek yaparlar(damarlarda süngüleşme)(61).

Papilla çevresinde kanamalar oluşur, koroid dokusunun atrofisine bağlı olarak glokom halesi gelişir ve retina sinir lifleri kaybolur. Glokomlularda papilla kenarında, gelip geçici, çoğunlukla mum alevi şeklinde küçük kanamalar görülür. Bunlar papilladan çıkan damarlarla karıştırılabirler. Birkaç hafta veya ay içinde kaybolurlar. Papillanın alt veya üst temporal kadranlarında ortaya çıkarlar; nazal tarafta görülmezler. Papilla kanamalarını izleyen süre içinde görme alanındaki bozulmanın ve papillada atrofinin artması, kanamaların küçük infarktüslerle bağlı olduğu düşüncesini getirmiştir. Başka kuramlara göre, göz içi basıncının artışının neden olduğu mekanik etkilerle küçük kapiller duvarlarının yırtılması, kanamalara neden olmaktadır. Papilla çevresinde izlenen glokom halesi, glokomlu kişiler dışında miyoplarda, yaşlılarda ve doğuştan da olabilmektedir(61).

Düz karşıya bakan bir gözün gördüğü alan, görme alanıdır. Üstte 60 derece, altta 75 derece, içte 60 derece ve dışta 110 derecedir. Merkezin 15 derece temporalinde optik sinirin neden olduğu kör nokta vardır. Glokomlularda görme alanı bozuklukları 30 derecelik merkezi alanda ortaya çıkar. Optik siniri oluşturan retina ganglion hücrelerinin aksonlarının, papillada meydana gelen atrofileri, görme alanında kayıplar(skotomlar)a neden olmaktadır(61).

## FİZYOPATOLOJİ

Pek çok hastada optik diskte atrofi ve görme alanı değişiklikleri oluşmadan önce , optik sinirin glokom lehine sinyaller verdiği iddia edilmektedir. Dolayısıyla etyopatogenezi tam kesinlik kazanmamış olan bu hastalıkta, tüm dikkatler optik sinir başı, optik sinir ve çevresindeki yapılara odaklanmıştır.

Papilla çukurluğunun patogenezi için 3 kuram söz konusudur: (61)

1. İskemi kuramı
2. Mekanik kuram
3. Apoptozis kuramı

Mekanik kurama göre; göz içi basıncı yükselmesiyle lamina kribrosaya itilen aksonların içlerindeki akımın durmasına bağlı olarak atrofi ortaya çıkmaktadır(61).

Yakın zamanlara kadar glokom fizyopatolojisinde optik sinir başı bozukluğuna yol açan en önemli etken olarak, göz içi basıncının yükselmesinden bahsedilirdi(3). Ancak bu teori, birçok klinik duruma açıklık getirememektedir. Çünkü kimi glokomlu hastaların göz içi basıncı hastalık süreci boyunca hiç normal değerlerin üstüne çıkmamaktadır; kiminde ise sadece orta şiddetli basınç artışı bulunmaktadır. Hatta bazı glokomlu hastalarda göz içi basıncının tedaviyle sürekli düşük değerlerde tutulmasına karşın optik sinir başındaki değişiklikler ilerleme göstermektedir(4).

Glokom fizyopatolojisindeki bu sorunları açıklamak amacıyla , yukarıda anlatılan mekanik teoriden farklı olarak vazojenik teori veya iskemi teorisi ileri sürülmüştür(5): Oftalmik arter basıncıyla göz içi basıncı arasındaki farka eşit olan perfüzyon basıncı , papilla beslenmesinde önemli rol oynar. Göz içi basıncının yükselmesi , perfüzyon basıncının düşmesine ve optik sinir başının beslenmesinin bozulmasına ve aksonların atrofilerine neden olmaktadır. Bu kurama göre; yaşlı ve aterosklerotik kişilerde, göz içi basıncı yükselmeden de sadece perfüzyon basıncı düşmesine bağlı, papilla çukurluğu ve atrofisi ortaya çıkabilmektedir. Normal tansiyonlu glokom bu mekanizma ile açıklanmaya çalışılmıştır(61).

Glokom etyolojisinde mikrovasküler faktörlerin önemli olduklarını düşündüren birçok kanıt mevcuttur. Bazı mikrovasküler hastalıklar sıklıkla glokomatöz optik nöropati ile birlikte seyredebilir; diabetes mellitus, sistemik hipertansiyon ve periferik vasküler hastalıklar bunların en önemli olanlarıdır(6,7,69). Ayrıca migren tipi baş ağrısı ve soğuk el-ayak gibi bazı vazospastik durumlara, glokomlu hastalarda sık olarak rastlanır(8,9). Vazospastik glokomlu hastalarda kalsiyum kanal blokerlerinin görme alanı kaybının ilerlemesini önleyip, iyileştirici etkisi olduğu bile ileri sürülmüştür(9).

Hayreh(10), komşu posterior silier arterler arasında kalan ve “Watershed zonları” adını verdiği bazı bölgeler tanımlamıştır. End-arterler ile beslenen iki bölgenin sınırında kalan bölüme “watershed zonu” denmektedir. Bu bölgelerin perfüzyonu rölatif olarak daha düşüktür. Eğer optik sinir başı bu bölgenin içinde ise vasküler yetersizliklerden kolay etkilenir. Watershed zonları Hayreh’in bildirdiğine göre, glokomlu hastaların %60’ında optik sinirin temporal yüzeyinde bulunmaktadır. Bu buluştan yola çıkarak, optik sinirin süperior ve inferior temporal bölgelerinin, iskemik olaylardan daha fazla etkilendiği ve glokomda görülen tipik görme alanı kayıplarının buna bağlı olduğu teorisi öne sürülmüştür(10,11).

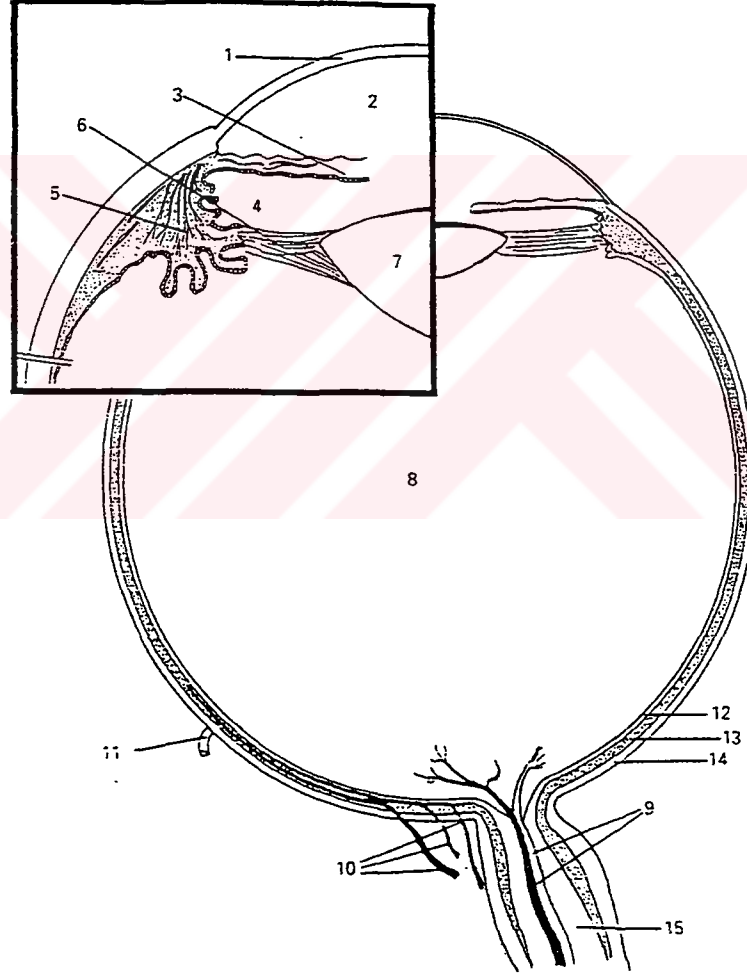
Vasküler yatak içindeki kan akımı, damar çapı ve birçok düzenleyici faktör etkisi ile sürekli olarak değişmektedir. Bu olaya otoregülasyon denir. Optik sinir başındaki kan akımı, perfüzyon basıncı ile doğrudan orantılı iken, damar yatağı içindeki akım direnci ile ters orantılıdır(11). Optik sinir kan akımı, göz içi basıncı değişikliği, arteriel kan basıncı veya venöz akım miktarından bağımsız biçimde otoregülasyon mekanizması ile ayarlanır. Otoregülasyon mekanizmasında oluşabilen yetersizlik, optik sinir kan akımını bozarak bölgesel iskemik değişikliklere yol açabilir. Optik sinir başında kan akımı lokal otoregülasyon gösterir ve akım paterni retina dolaşımına benzemektedir. Otoregülasyon yeri tam açıklanabilmiş değildir, ancak hem endotel hücreleri, hem de perisitler muhtemelen otoregülasyonda rol sahibidirler.

Apoptozis, hücrenin genetik programlama sonucu intiharıdır. İçinde oluşan endonükleazın kendi DNA’sını yok etmesi sonucu hücre ölür ve komşu hücreler tarafından fagosite edilir. “Sinir büyüme faktörü”ndeki azalma nöronda apoptozis başlamasına neden olur(61).

Retina ganglion hücrelerinin büyüme faktörü, korpus genikulatum lateraleden gelen nörotrofik faktördür. Yeni kuramlara göre glokom, büyüme faktörünün gelişini lamina kribrosa düzeyinde bloke etmekte veya düşük büyüme faktörü düzeyi, ganglion hücrelerinin kendisini fetus ortamında sanmasına ve apoptozisi başlatmasına yolaçmaktadır(61).

İskemi kuramı taraftarları, glokomda yapılan doppler ve optik disk fluorescein anjiyografilerinde kan dolaşımının yavaşladığının saptandığını bildirmektedirler. Apoptozis kuramını destekleyenlere göre bu bulgular, bir neden olmaktan çok atrofiye uğramış hücrelerin oksijene gereksinimlerinin olmamasından kaynaklanmaktadır.

## ANATOMİ



**Şekil 2: Okuler bulbusun şematik anatomisi. 1)kornea 2)ön kamara 3) iris 4) arka kamara 5) silier cisim 6)zonüler lifler 7) lens 8)vitre 9)santral retinal arter ve ven 10)uzun ve kısa posterior silier arterler 11)vorteks ven 12)retina 13)koroid 14)sklera 15)optik sinir**

## Orbitanın anatomisi:

Orbita yedi kemikten oluşur. Bunlar frontal, sfenoid, zigomatik, palatin, lakrimal, etmoid ve maksiller kemiklerdir.

Orbita tavanı, önde frontal kemiğin orbita parçası, arkada optik kanalın içinden geçtiği sfenoid kemiğin küçük kanadı tarafından oluşturulur.

Dış duvar, önde frontal kemiğin zigomatik çıkıntısı ve zigomatik kemik, arkada süperior ve inferior orbital fissürlerle sınırlanan sfenoid kemiğin büyük kanadı tarafından oluşturulur.

İç duvar, arkadan öne doğru sfenoidin gövdesi, etmoid, lakrimal ve maksiller kemikler tarafından oluşturulur.

Orbitanın ön alt ve iç kesiminde, içine göz yaşı kesesinin yerleştiği lakrimal fossa bulunur.

Orbitanın alt duvarı (orbita tabanı) ise, üst maksiller kemiğin orbita parçası, zigomatik (malar) kemik ve palatin kemik tarafından oluşturulur.

Fissura orbitalis süperior: Sfenoidin büyük ve küçük kanatları arasındadır. Orbita ile kraniumu birleştirir. İçerisinden okülomotor, troklear, oftalmik ve abduzens sinirleri ve superior oftalmik ven geçer.

Fissura orbitalis inferior: Orbita tavanının alt dış kısmında sfenoidin büyük kanadı ile maksiller kemik arasındadır. Orbita ile pterigomaksiller fossayı birleştirir. İçerisinden infraorbital ve zigomatik sinir ile infraorbital arter ve ven geçer.

Etmoidal kanallar: Orbitanın tavanı ile iç duvarı arasındadır. Ön ve arka olmak üzere iki tanedirler. Orbita ile etmoid sinüsleri birleştirirler.

Ektrensek oküler kaslar: Üst, alt, dış, iç rektus, üst ve alt oblik kaslardır. Levator palpebra süperior kası üst rektus kasının üzerindedir. Alt oblik dışında kalan kasların

tümü,orbita tepesinde fissura orbitalis superiora yapışmış olan zinn tendonundan çıkarlar.Alt oblik orbita tabanında alt, ön ve içe yapışmıştır(61).

### Gözün anatomisi : (Şekil 2)

**Sklera:** globun duvarı yoğun, tamamen elastik olmayan bir destek membranından oluşmuştur. Bu membranın ön kısmı saydam olan kornea, geri kalanı ise opak olan skleradır(şekil 2). Skleranın ön kısmı sklera üzerinden kapaklara kadar uzanan konjunktiva adı verilen müköz bir membranla kaplıdır. Kornea sklera üzerinde saat camı gibi yerleşmiştir. Öyle ki kornea tüm periferde skleranın üzerine biner. İki dokunun birleşme bölgesi limbus olarak bilinir(27,33,40).

**Uvea:** Üç kısımdan oluşur. Arkadaki iki kısım olan koroid ve korpus siliare sklerayı örterken öndeki kısım yani iris serbest, sirküler bir diafram oluşturur. İrisin arkasında ve pupilla kenarına temas halinde lens yer alır (Şekil-2 ). Ön kamara aköz humör adı verilen sıvı ile dolu bir boşluktur. Önde kornea, arkada iris ve pupilla alanından görülen lensin ön yüzeyi tarafından sınırlandırılmıştır. Periferik girintisi ön kamara açısı olarak bilinir. Erişkinde ön kamara açısı 2.5 mm derinliğindedir. Küçük çocuklarda ve yaşlılarda daha sığdır. Uveanın 2/3'ünü oluşturan koroid önde korpus siliare ile çevrilidir. Korpus siliare sagittal kesitlerde tepesi kornea merkezine yönelik, tabanı koroid ile devam eden bir üçgen şeklindedir. Silier cismi oluşturan musculus siliare ile uyumu sağlar. Prosesus siliareler ise ön kamara sıvısını salgırlar. Uveanın ön kesiminde yer alan iris, göz içerisine giren ışık demetinin kontrolünde önemli rol oynayan pigmente fibröz bir dokudur. İrisin ortasında yer alan yuvarlak boşluğa pupilla adı verilir (27,33,40).

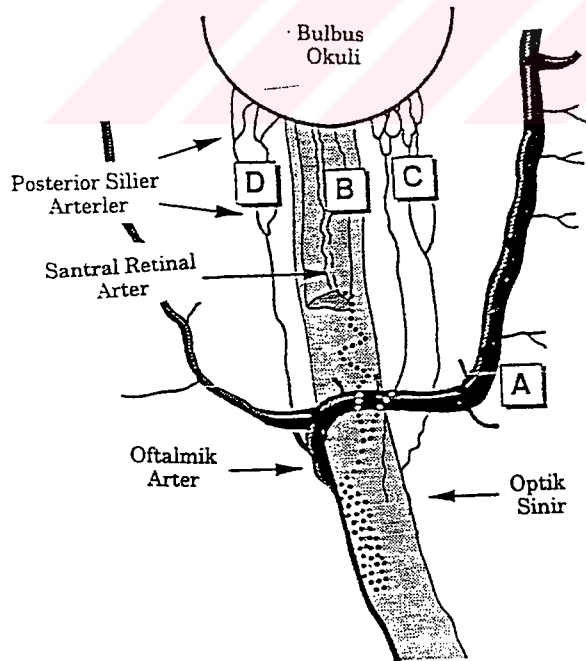
Koroid sklera ile temas halinde olan ileri derecede vasküler bir membrandır. Skleraya çok sıkı yapışmaz. İki yapı arasında epikoroidal boşluk adı verilen potansiyel bir boşluk vardır. Koroid içte ince elastik bir membran olan lamina vitea ya da "Brunch membranı" ile kaplıdır. Brunch membranını hemen altında koryokapillaris adı verilen bir kapiller pleksus vardır (27,33,40).

**Retina:** En içte olan tabakadır( Şekil 2 ). Papilladan ora serrataya kadar uzanır. Ora serratada görme özelliğini kaybeder ve silier epitele dönüşür. Optik sinirin göz küresi içerisindeki bölümüne papilla adı verilir. Retina ile aynı düzlemedir. Üzerinde retinanın

santral damarları bulunur. Retinada bulunan reseptörler ışığı algılayarak optik sinire iletirler. Fovea santralis, optik diskin temporal kenarından 3 mm kadar uzakta bir depresyon yada çukurluk şeklinde özel differansiye noktadır. Fovea retinanın en duyarlı kısmıdır. Fovea “makula lutea” adı verilen bir alanla çevrilidir. Makula bölgesindeki retinada kan damarları yoktur (27,33,40).

**Lens:** Bikonveks, özel biçimde diferansiye olmuş epitel kitlesidir. Lens, irisin arkasında ve vitrözün önündedir (Şekil 2). Ön yüzeyde kalın, arkada daha ince olan hyalin bir membran olan lens kapsülü ile kaplıdır. Lens “Zinn zonülleri” tarafından yerinde tutulur. İrisin arkası ile lensin ön yüzü arasında, tepesi pupilla kenarının lense değdiği noktada olan, üçgen şeklinde bir boşluk vardır. Burası arka kamaradır ve aköz humör içerir (27,33,40).

**Vitre :** Lensin arkasında vitröz humör ile dolu büyük vitre kamarası vardır ( Şekil 2). Vitröz humör birkaç hücre ve dolaşan eritrosit kapsayan jele benzer bir maddedir. Jel yüzeyindeki misellerin yoğunlaşması, kesitlerde sınırlayıcı bir membran görünümüne yol açar ki buna “hyaloid membran” adı verilir (27,33).



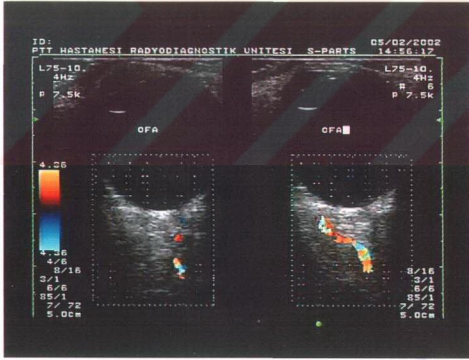
**Şekil 3-Orbitanın arteriel anatomisi a) oftalmik arter b)santral retinal arter c)nazal posterior silier arter d) temporal posterior silier arter**

## Orbita Vasküler Anatomisi

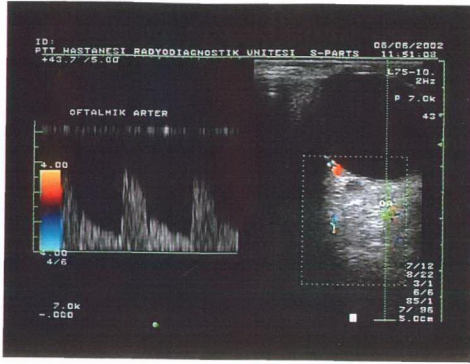
### Arteriyel sistem:

Orbitanın major arteriyel beslenmesi, internal karotid arterin intrakranial segmentinin ilk dalı olan oftalmik arter(OA) ile sağlanmaktadır. Santral retinal arter(SRA), uzun ve kısa posterior silier(PSA), lakrimal, supraorbital ve supratroklear arterler OA'nın dalları olup, RDUS'da hemen hemen hepsi görüntülenebilmektedir(14).

**-Oftalmik Arter:** Orbitaya optik kanaldan, optik sinire lateral inferiordan komşu olarak giren OA daha sonra genellikle (%85) optik sinirin superiorundan çapraz geçerek orbitanın ön ve medial kısmına ulaşır.Optik sinirin nazal tarafında terminal dallarına ayrılır (14). Çapı 0.7-1.4mm arasında değişir. OA'in dalga formu, yüksek dirençli sistem için tipik olup keskin bir sistolik yükselme ardından oluşan bir çentiklenme ve düşük diastolik akım dalgası ile tanınabilmektedir(13).

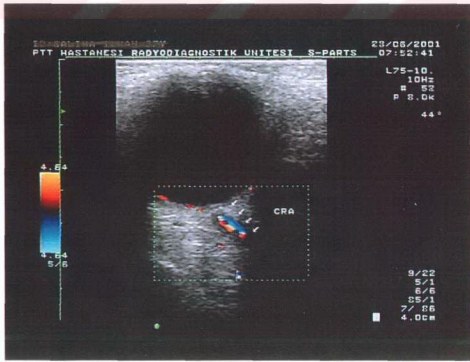


Resim 1-Oftalmik arterin renkli Doppler US görünümü.

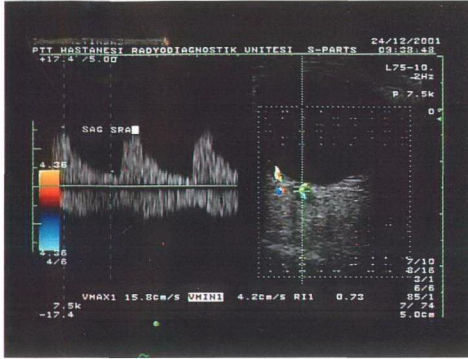


**Resim 2-Oftalmik arterin Doppler spektral eğrisi**

**-Santral Retinal Arter:** Retinanın 2/3 iç bölümünün beslenmesinden sorumludur(12). Yaklaşık 0.3mm çapında olan SRA, OA'den ayrıldıktan sonra , globun yaklaşık 12mm gerisinden optik sinirin inferioruna girer, göze kadar optik sinir dokusu içinde yer alır ve SRV ile yanyanadır. RDUS incelemede bu iki damarın distal optik sinir içinde birbirine paralel seyrettiği izlenebilir. Spektral analizde SRA x ekseninde, SRV ise altında gösterilir(13). SRA dalga formu, düşük dirençli sistem için karakteristik olan, yuvarlak sistolik tepe ardından devamlılık gösteren diastolik akım dalgası şeklinde, yavaş akım özelliğindedir. Sistolik hızda yavaş yükselme izlenirken dikrotik çentik saptanmaz(12).SRA ve SRV dalga formları, doppler spektrumunda genellikle birlikte kaydedilir.



**Resim 3- Renkli Doppler US incelemede optik sinire ait hipoekojenite içinde santral retinal arter ve ven**



**Resim 4- Santral retinal arter ve venin tipik Doppler spektral dalga formu**

- **Posterior silier arterler:** Bunlar retinanın 1/3 dış bölümü, koroid tabaka ve optik sinir başı beslenmesini sağlamaktadır. Ultrasonografik olarak kısa ve uzun silier arterleri birbirinden ayırdetmek güçtür. Genellikle 2 -5 uzun silier arterin dallanması sonucu, 10-20 kısa silier arter oluşmakta , bunlar da optik sinirin lateral ve medial yüzlerinde yer almaktadır. En az bir nazal ve temporal kısa silier arter , optik sinire komşu retrobulber yağlı dokuda RDUS ile görüntülenebilir(23). PSA dalga formu düşük dirençli sisteme tipik örnek olup SRA'dan daha az pulsatildir. Bunun nedeni, retina ile karşılaştırıldığında koroiddeki direncin daha düşük olmasıdır. PSA'nın dalga formu, bu damarların küçük çaplı olmaları ve kıvrımlı seyirlerinden dolayı değişkendir(14).



**Resim 5-Posterior silier arterlerin renkli Doppler US görünümü.**



A – Mode Ultrasonografi: Bu yöntemde incelenen bölgedeki farklı doku yüzeylerinden yansıyan ses bir grafik şeklinde kaydedilir. Yankıların amplitüdüleri yankıların şiddetini , yankılar arasındaki mesafe de vücut içerisindeki derinliklerini verir. A- mode yönteminde veriler kantitatifdir. Bu yöntemde lezyonların yayılımlarını ve morfolojik karakterlerini belirlemek zordur. Aksiyel ölçümlerin dışında B-mode yönteminin A-mode ile beraber kullanılması daha uygundur.

B - Mode Ultrasonografi: Bu yöntemde yankılar amplitüd olarak değil amplitüdüleri ile orantılı gri skala olarak kesit görüntü elde edilir.

M – Mode Ultrasonografi: Bu yöntemde ise hareketli yapılardan yansıyan ekolar zaman – pozisyon grafiği şeklinde kaydedilir.

## DOPPLER ULTRASONOGRAFİ VE DOPPLER FİZİĞİ

Doppler kayması, Johann Christian Doppler isimli Avusturyalı bir fizikçi tarafından 1842 yılında tamamlanan bir gözlemdir. Sabit frekanslı bir ses kaynağı yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans), uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans) olarak işitilir. Aynı olay kaynak sabit, dedektör hareketli olduğunda da gözlenir. Ses frekansındaki harekete bağlı bu değişime “Doppler kayması” adı verilir. Elektronik teknolojisindeki büyük ilerlemeler sayesinde bu fizik kuralı uygulamaya geçirilerek, kan akımının kalifikasyon ve kantifikasyonunda temel yöntem konumundaki Doppler ultrasonografi yöntemi geliştirilmiştir(36,37,38,39).

### Temel Fizik :

Ses dalgalarının longitudinal hareket eden sıkışma ve gevşeme periyotlarından oluştuğunu, ardarda gelen sıkışma periyotlarının arasındaki mesafeye dalga boyu, bu hareketin zaman içindeki tekrarlama hızına frekans denildiğini ve sesin biyolojik dokulardaki hızının ise ortalama 1540 m/sn kabul edildiğini biliyoruz (36).

Doppler bilgisi hem sürekli salınan ses demeti ile hem de puls şeklinde üretilen ses ile elde edilebilir. Görüntü elde etmek için ise sesin puls şeklinde gönderilmesi zorunludur(36).

Uyarılan transduser elementlerinin ürettikleri ses, maksimum ve minimum değerlere sahip bir dalga boyu spektrumu şeklindedir. Bu spektrumun genişliği üretilen pulsun boyutu ile ilişkilidir; puls kısaldııkça spektrum genişler. Pulsun kısalması görüntünün rezolüsyonunu artırır, uzaması ise sesin frekans bandını daraltır. Dar frekans bandı ile Doppler ölçümleri daha duyarlı yapılır. Doppler aygıtlarında istenen hem iyi bir aksiyal rezolüsyon, hem de dar bir frekans bandı olduğu için bu iki parametre arasında bir denge gözetmek zorunludur(36).

Doppler US ile akım incelenirken eko kaynağı eritrositlerin yüzeyindedir. Gönderilen ultrason dalga boyu eritrosit yüzeyinden çok büyük olduğu için temel olay saçılmadır. Bu tip saçılma “Rayleigh-Tyndall” saçılması olarak adlandırılır ve miktar sesin frekansının 4. kuvveti ile doğru orantılıdır. Akan eritrositlerden saçılan ses üst üste binerek transdusere ulaşır. Bu nedenle Doppler US ‘de penetrasyon faktörü kullanılarak olabildiğince yüksek frekans seçilmelidir(36,38,39).

Doppler US ile kan akımı değerlendirilirken temel prensip damara belirli bir açıyla gönderilen ultrason demetinin frekansının, akımın yönüne ve hızına göre değişmesini saptamaktır. Gönderilen ses demetinin frekansındaki değişim “Doppler eşitliği” ile gösterilir:

Doppler eşitliğine göre Doppler şifti; transduserin frekansı, kan akımının hızı ve ses demetinin damar duvarı ile yaptığı açının kosinüsü ile doğru orantılıdır. Kosinüs, açı daraldıkça artar.

Doppler eşitliğinde bilemediğimiz tek değişken kan akımının hızıdır (V). Diğer faktörler önceden belli olduğundan Doppler frekans şifti kan akım hızı ile doğru orantılıdır. Hızı belirlemede önemli bir etken kan damarı ile ses demeti arasındaki açıdır (Q açısı). Açı ne kadar darsa Doppler kayması o kadar yüksektir. Trigonometriden bildiğimiz gibi 90 derecelik bir açının kosinüsü sıfırdır. Bu nedenle ultrason demetinin akıma dik olduğu durumlarda Doppler kayması sıfırdır, yani saptanamaz(36).

Açının 30 dereceden dar olması sesin büyük bölümünün damar duvarından yansımaya, 60 dereceden geniş olması ise ölçümlerindeki hataların belirginleşmesine neden olur. Bu nedenle akım hızı ölçülürken Doppler açısı 30-60 derece arasında olmalıdır. Yalnızca damar içerisinde akım olup olmadığı araştırılacak ise açı önemli değildir(36,38,39).

Doppler frekans kayması, eşitliğimizde görüldüğü gibi, transduser frekansı ile doğru orantılıdır. Bu iki değer arasında yaklaşık 1/1000 oranında kaba bir ilişki vardır. Frekanstaki kayma pratikte genellikle 0.2-15 kHz arasındadır. Bu değer kulağın işitebileceği sınırlar içerisindedir. Gelen ekolardan demodülasyon yapılarak alınan bu frekans değişikliğinin zamana göre değişimleri ya ses olarak dinlenir, ya da bir grafik şeklinde yazdırılır (spektral Doppler ). Renkli Doppler yönteminde ise akım bilgisi renklerle görüntülenir( 38,39).

### **Doppler US Yöntemleri :**

Doppler US klinikte Sürekli Dalga Doppler (Continuous Wave), Spektral Doppler (Dupleks Doppler) ve Renkli Doppler olmak üzere başca 3 şekilde uygulanır (32,36,38,39) :

**1- Sürekli Dalga (CW) Doppler:** Doppler verilerini değerlendirmenin en basit yöntemidir. Aygıtın probunda biri devamlı ses dalgası üreten, diğeri dönen ekoları saptayan sırt sırta yerleştirilmiş iki transduser vardır. Ses dalgası kesintisiz olduğundan yöntemin aksiyal rezolüsyonu yoktur, yani sesin nereden geldiği bilinemez.

Yöntemde saptanan frekans değişikliği ses şeklinde verilir. Dinleyerek; akımın hızı, pulsatiliyesi ve türbülansı değerlendirilir. Kulak en duyarlı ses ayırıcısı olduğundan, deneyimli bir hekim için yöntemin tanı değeri çok yüksektir. Örneğin karotid arter darlıkları bu yöntemle çok iyi incelenebilir. Bu nedenle en gelişmiş renkli Doppler aygıtlarında bile hoparlörler varlıklarını sürdürmektedirler.

Ses spektrum analizinin kalitatif ve tümüyle subjektif olması yanında, değerlendirmenin ustalık istemesi yöntemin klinik kullanımını sınırlayan faktörlerdir. Ancak, sadece akımın varlığını saptamak basit bir işlemdir ve ustalık gerektirmez. Bu nedenle obstetrikte çocuk kalp sesini, vasküler cerrahide periferik kanlanmayı araştırmada oldukça sık kullanılmaktadır.

**2-Spektral Doppler :** Bu yöntemde Doppler bilgileri puls şeklinde gönderilen ses demeti ile elde edilir. Puls olduğu için eko süresi hesaplanarak lokalizasyon yapılabilir. Pratikte B-mode görüntüleme ile integre edilerek kullanılır ve Dupleks Doppler yöntemi adını

alır, Doppler ve B-mode yöntemlerinde optimal ses karakteristikleri birbirlerine karşıt olduğundan çoğu sistemde prob üzerinde Doppler pulsu üreten ayrı bir transduser vardır. Doppler analizi yapılacak bölgenin lokalizasyonu, boyutu (range-gate) ve gönderilen ses demetinin açısı, B-mode görüntü üzerinde işaretlenir. Seçilen range-gate'den dönen ekolardan çıkarılan frekans farkı monitörde B-mode görüntünün yanında hız/zaman (cm/sn) veya frekans (kHz/zaman) grafiği şeklinde "real-time" olarak izlenebilir. Frekans hızı çevirmek için Doppler açısının bilinmesi gerekir. Pratikte hız / zaman grafiği tercih edilir. Dupleks Doppler, M-mode US'nin analogudur ve inceleme temelde bir zamansal çözümleme (temporal rezolüsyon) yöntemidir.

Dupleks Doppler'de B-mode yöntemi ile kan damarlarının patomorfolojisi incelenir. Daralma, trombüs, aterosklerotik plak ve plağın durumu (ülser, plak içinde kanama v.b.gibi ) B-mode görüntülerle demonstre edildiği için yöntemin görüntü kalitesinin yüksek olması vasküler sistemin değerlendirilmesinde çok önemlidir. Görüntü kalitesi başlıca; aygıtın geometrik rezolüsyonuna, sensitivitesine ( düşük ekoları saptama yeteneği ) ve dinamik range'ine bağlıdır. Dinamik range, aygıtın saptayıp görüntüleyebildiği eko intensite spektrumunun genişliğidir. Geometrik rezolüsyonu, sensitivitesi ve dinamik range değerleri yüksek aygıtlarda görüntü kalitesi yüksektir. Doppler incelemesini yapacak şahsın aygıtta hakim olması da sonuçların doğruluk oranlarını belirgin şekilde yükselten önemli bir faktördür.

Doppler grafik spektrumlarında zaman, saniyelere bölünmüş horizontal çizgi üzerinde, frekans veya hız ise kHz veya cm/sn olarak y eksenini üzerinde gösterilir.

Kan akım yönü horizontal çizginin alt ve üst tarafları ile belirlenir. Periferik damar çalışmalarında genellikle, transduserden uzaklaşan akım çizgisinin üstünde, yaklaşan akım altında yazdırılır. Akım içindeki hız dağılımı spektrumun genişliğini belirler. Belirli hızlarda akan eritrositlerin göreceli miktarları ise spektrumun parlaklığı ile gösterilir ( z yönünde ). Bandın parlak kesimleri akımın büyük çoğunluğunun bu hızda aktığını, az parlak kesimler ise o hızda akan kan miktarının göreceli olarak az olduğunu gösterir. Doppler grafiğinde zaman içerisinde belirli bir anda örnek volümde akan kanın hız farklılıkları y eksenini x'in , z eksenini de y'nin yerine koyarak miktar/frekans veya hız grafiği şeklinde yazdırılabilir. Monitörde ayrıca pik hız, ortalama hız gibi akıma ait birçok sayısal değer de görülebilir.

**3- Renkli Doppler:** Akıma ait Doppler bilgisi, dokuya gönderilen bir puls çizgisi boyunca bir çok “range-gate” alınarak elde edilirse “multigate” Doppler yapılmış olunur. Bu şekilde bir çok örnekle elde edilen akım bilgisi akımın transdusere göre yönü ve hızına göre renklendirilip, B-mode'daki damar görüntüsünün içerisine yerleştirilirse Renkli Doppler görüntüleme elde edilir. Renkli Doppler görüntüleri akım hakkında kalitatif bilgiler verir. Bu nedenle pratikte çoğunlukla yalnız başına değil grafik şeklindeki Doppler spektrumu ile birlikte kullanılır. Dupleks Dopplerden tek farkı damardaki akımın renkli olarak gösterilmesi olduğundan bu yöntemle Renkli Dupleks Doppler yöntemi veya kısaltılarak Renkli Dupleks yöntemi adı verilir.

Renkli Doppler görüntülemeye B-mode ve Doppler bilgileri aynı ses demetinden elde edilebileceği gibi, her ikisi için ayrı ayrı ses demetleri de kullanılabilir. Tek ses demeti kullanıldığında ekoların amplitüdlerinde B-mode görüntüler oluşturulurken demetteki frekans değişikliği akım hızını, faz değişikliği ise akım yönünü belirlemede kullanılır. Farklı ses demetleri kullanıldığında B-mode görüntüler kısa pulslar, renkli görüntüler ise uzun pulslar kullanılarak elde edilir. Tek ses demeti kullanılan yöntemlerde çerçeve hızı yüksektir; ancak B-mode ve Doppler'de kullanılan ses karakteristikleri birbirine karşıt olduğundan B-mode görüntüsünün kalitesi, farklı ses demeti kullanılan sisteme göre daha düşüktür.

Renkli görüntülemeye rengi faz şifti, renk tonunu ise frekans şifti belirler. Yöntemin akımın farklılığını saptamadaki duyarlılığı radyolojideki kontrast rezolüsyonun, akımı saptamadaki duyarlılığı ise geometrik rezolüsyonun karşılığıdır. Renkli Doppler görüntüleri de aslında bir spektral görüntüleme, ancak spektral değerler grafikte değil renk tonlarıyla (renk saturasyon kodlaması) veya farklı renklerde (değişik renk kodlaması) gösterilir. Renk saturasyon kodlamasında transdusere göre akımın yönü mavi veya kırmızıdır. Akımın hızı rengin tonlarıyla belirlenir. Açık parlak tonlar hızlı akımı, koyu tonlar yavaş akımı gösterir.

Renkli Doppler güzel görüntüler ve akım hakkında yararlı birçok bilgi verse de her zaman grafik spektrumunun yerini alamaz. Spektral Dopplerde küçük bir örnekleme hacmindeki akım defalarca incelenerek, Doppler frekans şiftinin tüm spektrumu detaylı bir şekilde belirlenir. Renkli Dopplerde ise çok geniş bir alan incelenerek real-time görüntü oluşturulduğundan saptanan ortalama frekans şiftidir. Renkli Doppler genelde kantitatif değil kalitatif bir yöntemdir. Bu nedenle akımın değerlendirilmesinde ve stenozun derecelendirilmesinde mutlaka Dupleks Doppler yöntemine başvurulur.

Renkli Dopplerde son yıllarda “Power Doppler” adı verilen bir yöntem kullanılmaktadır. Renkli Dopplerde görüntü oluşturulurken kullanılan parametre ortalama Doppler kayma frekansıdır. Power Dopplerde ise Doppler sinyalinin entegre gücü kullanılır. Bu yöntemde renklerin tonu ve parlaklığı Doppler sinyalinin gücünü gösterir. Sinyal gücü de Doppler kaymasını oluşturan eritrositlerin sayıları ile ilişkilidir. Franksiyonel akım volümünü belirlemeye yönelik çalışmalar, yöntemin doku perfüzyonunu saptayabileceği ümidini vermektedir.

Gürültünün (noise) daha az sorun olması görüntü oluşturmada Doppler açısının kullanılmaması ve aliasing artefaktının olmaması yöntemin üstünlükleridir. Gürültünün az olması kullanılabilir dinamik range’i genişleterek aygıtın sensitivitesini artırır; yöntemin yavaş akımlara duyarlılığı artar. Buna karşılık bilgilerin daha uzun sürede toplanması nedeniyle harekete çok duyarlı olması yöntemin klinik kullanımını bir ölçüde sınırlar. Power Dopplerde görüntü Doppler sinyalinin gücü ile oluşturulduğu için , gri skala görüntülemeye olduğu gibi, derinlerden gelen sinyaller daha zayıftır. Bu nedenle görüntülerdeki renkler bu zayıflama ile orantılı olarak derinlere doğru değişir.

Power Dopplerde, Doppler kayma frekansı görüntü parametresi olmadığı için, görüntüler akımın yönü ve hızı ile ilgili bilgiler taşımaz.

B-mode oluşturulurken kullandığımız iki parametre vardır:

1. Lokalizasyon için kullanılan gönderilen ultrason pulsunun dönüş süresi
2. Piksel parlaklığını oluşturulan akımın şiddeti (amplitüdü).

Doppler US’de kullandığımız parametreler de iki tanedir:

1. Kan akımının hızını belirleyen frekans kaymasının miktarı
2. Transdusere göre akımın yönünü belirleyen Doppler şiftinin faz değişikliği. Dönen sesin frekansı, gönderdiğimiz sesin frekansından yüksekse Doppler şifti pozitif, tersi ise negatif olarak kabul edilir.

**Frekans Seçimi :** Doppler eşitliğinden doppler şiftinin (Fd) transduserin frekansı ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Bu nedenle yavaş akımların saptanmasında yüksek frekanslı transduserler akıma duyarlılığı artırır. Buna karşılık yüksek frekanslarda penetrasyonun hızla azalarak derin yapıların incelenemeyeceği ve aliasing artefaktına neden olacağı da frekans seçiminde göz önünde bulundurulması gereken özelliklerdir.

**Örnek hacim (range gate) :** Örnek hacim, akımın araştırıldığı hacimdir ve birçok aygıtta boyutları ayarlanabilir. Derinliği pulsun uzunluğuna (içindeki dalga sayısına), eni ise ses demetinin kalınlığına bağlıdır. Dupleks Dopplerde örnek hacim damarın B-mode görüntüsü üzerinde işaretlenir. Alınan Doppler sinyalinin yoğunluğu bu hacim içindeki saçıcı yüzeylerin sayısı ile orantılıdır. Örnek hacim genişliği arttıkça hız dağılım spektrumu genişler. Pik hızlarının ölçümü akım konusunda daha değerli bilgiler verdiğinden, damar merkezine yerleştirilmiş dar örnek hacimle çalışılmasının uygun olacağı söylenebilir(32,36,38,39).

Renkli Doppler görüntülemeye yanyana birçok örnek hacimden alınan akım bilgilerinin renkli skala ile görüntülenmesi söz konusudur. İncelenen alan genişledikçe örnekleme süresi uzayacağından görüntü oluşturma hızı (çerçeve hızı “frame rate”) düşer (35).

**Örnekleme Hızı (PRF-“pulse repetition frequency”):** Birim zaman içerisinde gönderilen puls sayısıdır. Vücuda gönderilen pulsun bir sonraki puls gönderilmeden transdusere geri dönmesi gerekir. Bazı aygıtlarda uygulayıcı tarafından değiştirilebilen PRF, diğerlerinde örnek hacim derinliklerine göre otomatik ayarlanır.

**Duvar Filtreleri :** Doppler incelemelerinde, büyük ve yansıtıcı özellikleri belli olan, yavaş hareket eden yapılar, yüksek amplitüdü düşük frekanslı Doppler kayması oluştururlar. Doppler aygıtı sinyallerinin nereden geldiğini ( respiratuar veya kardiyak, damar duvarı, akan kan) ayırt edemez. Yüksek amplitüdü ve düşük frekansları ile kolayca tanınan bu sinyallerden damar duvarından gelenler, inceleme alanı içinde olduğundan sorun oluştururlar. Kapillerler dışında damarsal yapılar ultrasonun dalga boyuna oranla çok büyük olduklarından sesi kuvvetle yansıtırlar. Doppler aygıtlarında duvar filtresi adı verilen, yüksek frekansları geçiren düşük frekansları zayıflatan ayarlanabilir bir devre bulunur. Bu filtreleri kullanarak damarsal yapıların bu yansıtma etkisinden büyük oranda kurtulmak mümkündür. Genelde 50-1600 Hz arasında değişen değerlerdir. Kandan gelen Doppler bilgilerinin kaybına yol açmaması için bu filtrelerin doğru kullanılması önemlidir. Pratikte kardiyak amaçlı

kullanımlar dışında yüksek değerler gerekmez. Abdominal uygulamalarda 50-100 Hz'lik filtreler yeterlidir(38,39).

**Çerçeve Hızı (frame rate):** Renkli Doppler görüntü oluşturma hızıdır. Çalışılan alanın (pencerenin) büyümesi daha çok veriye gereksinim doğuracağından çerçeve hızını düşürür. İncelenen bölgenin daha çok çizgiyle taranması (daha yüksek geometrik rezolüsyon) ve daha uzun örnekleme süresi kullanılması (yüksek Doppler doğruluğu) da çerçeve hızını düşüren etkenlerdir.

Pratikte tanıda önemli olan değere göre seçim yapılır. Kardiyak incelemelerde zamansal çözümlenme (temporal rezolüsyon) önemlidir, dolayısıyla çerçeve hızı yüksek olmalıdır. Abdominal ve periferik vasküler uygulamalarda ise akım karakteristiği önemli olduğundan akıma duyarlılığı artıran parametrelerden vazgeçerek çerçeve hızını artırmanın bir anlamı yoktur.

**Renkli Doppler Tekniği :** Optimal kalitede bir renkli Doppler incelemesi için bir çok parametrenin bilinçli bir şekilde kullanılması gerekir. Uygulayıcı öncelikle B-mode gain, Doppler gain ve Doppler rejektini optimize etmesini bilmelidir. Renkli "noise" ine neden olmayacak şekilde en yüksek Doppler gain'i ve en düşük rejeksiyonu kullanmak gerekir (28,32,38,39).

**Yavaş akım:** Yüksek frekanslı transduserler kullanılmadığıdır. En düşük değerli duvar filtreleri seçilir. PRF düşürülür. Örnekleme süresinin (dwell time) uzaması da yavaş akıma duyarlılığı artırır.

**Derin akım:** Derindeki yapıların incelenmesinde olduğu gibi derin akımın ölçülmesinde de göreceli olarak düşük frekanslı ultrason üreten transduserler kullanılmalıdır. Ancak düşük frekansda yavaş akıma duyarlılık azalır. Bu durumda örnekleme zamanının uzatılması yardımcı olabilir. Örnekleme zamanının uzatılması ile birlikte derin yapılardan puls dönüşünün uzaması nedeniyle PRF'nin zorunlu olarak düşürülmesi çerçeve hızını düşürür. Çerçeve hızının düşmesi abdomen incelemelerini güçleştirebileceğinden incelemelerde renk kodlamalarında en dar çerçeve seçilmelidir.

**Küçük Damarlar :** Küçük damarların görüntülenmesi için yüksek geometrik rezolüsyona gerek yoktur. Sistemin rezolüsyon limitinin altındaki damarlar renkle kodlanır ve büyükmüş gibi görülürler; birbirine yakın küçük damarlar ayrılamaz. Renkli Doppler rezolüsyon limitlerinden dolayı damar çapları duyarlı bir şekilde ölçülemez. Renkli Dopplerde küçük damarlar saptandıktan sonra duyarlı bir akım ölçümü için spektral analiz yapılmalıdır.

**Aliasing:** Spektral Dopplerde sıfır çizgisinin ters tarafında düşük hızlı akım spektrumu şeklinde görülür. Renkli Doppler’de çalışan bir hekim aygıtının “aliasing” görüntüsünü iyi bilmelidir. Aliasing, görüntüleri karıştırmakla beraber deneyimli birisi için interpretasyonu engellemez; akım hızının kullanılan hız limitlerini aştığını gösterir. Aliasing , pik hızın sağlıklı bir şekilde ölçülebilmesini engellediği için spektral incelemede sorun yaratır.

**Hemodinamik :** Doppler ile elde ettiğimiz verileri anlamak için, kan basıncı, akım ve hız arasındaki ilişkiyi iyi bilmemiz gerekir. Kan; plazma ve hücrelerden oluşan bir sıvıdır. Kanın vizkozitesi hematokrit ile doğrudan ilişkilidir.

**Akımı,** damarın uçları arasındaki basınç farkı ve damar direnci etkiler. Bu iki faktör arasında,  $akım = \text{basınç farkı} / \text{direnc}$  şeklinde açıklanabilecek bir ilişki vardır. Akıma direnc ise damarın çapı, uzunluğu ve kanın vizkozitesi ile ilişkilidir. Bu ilişki,  $\text{direnc} = \text{viskozite} \times \text{uzunluk} / \text{çapın}^4$  kuvveti formülü ile açıklanabilir. Formülden de anlaşılacağı gibi direnci etkileyen en önemli faktör damarın çapıdır. Direnc, damar çapının dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır. Yani çapın yarıya inmesi direnci 16 kat artırmaktadır.

Akım karakteristiği arter ve venlerde farklı olduğu gibi her organ ve sisteme giden damarlarda da değişiktir. Grafik spektrumda ve renkli Doppler görüntülerde farklı görünüm veren başlıca 3 tür arteriyel akım karakteristiği vardır (32,36,38,39).

**1. Plug akım :** Aorta ve büyük damarlar içerisindeki düzgün akım şeklidir. Tıpa ve tıkaç anlamına gelen İngilizce “plug” kelimesi, akımın bir şişenin ağzındaki tıpa gibi lümeni eşit hızda doldurduğunu tanımlamak için kullanılır. Grafik spektrumunda “plug” akım ince bant ve boş pencere (spektral window) ile karakterizedir. Renkli Doppler ise renk, lümeni uniform bir şekilde doldurur.

**2. Laminar akım :** 5 mm ve daha küçük çaplı damarlarda görülen normal akım şeklidir. Bu tür akımda lümenin ortasındaki akım hızlı, duvara yakın perifer bölgelerdeki akım ise sürtünme etkisi nedeniyle yavaştır. Laminar akım grafiğinde bant genişliği “plug” akımdan biraz daha kalındır ve biraz küçülmekle birlikte açık bir pencere görülmeye devam eder. Düz seyreden, çap ve lümen düzensizliği göstermeyen normal damara ait bu düzgün grafik spektrum, çap ve lümen düzensizliğinde veya damarın dallandığı kesimlerde akımın türbülant olması nedeniyle değişir. Renkli Doppler laminar akımın merkezi periferden daha açık tonlarda görülür.

**3. Türbülant akım:** Hız dağılımının çok geniş olduğu ve hatta ters akımların bulunduğu akım şeklidir. Normalde geniş bir yere giriş ve dar bir yerden çıkışlarda görülen bu akım, damarda kontur ve çap değişikliği oluşturan örneğin aterosklerotik tutulumda karşımıza çıkar. Türbülant akımın grafik karakteristiği bantın belirgin şekilde genişlemesi ve dolayısıyla pencerenin ortadan kalkmasıdır. Türbülant akım oluşturan patolojik faktörler daha da belirginse, türbülant akım belirginleşir ve lümen içerisinde ileri-geri akımlar ortaya çıkar. Bu durumda grafiğimizde pencerenin doluşundan başka bant kenarının düzensizliği artar ve bant çizginin karşı tarafına taşar. Pencerenin dolması akım distürbansının kaba bir endikatörüdür. Türbülant kısa bir mesafe sonra kaybolacağı için bir damar değerlendirilirken dar segmenti kaçırmamak için tüm uzunluğunca incelenmelidir. Renkli Dopplerde türbülant her iki rengin karışımı ile karakterizedir.

**Arteriyel akım** pulsatil dalga formundadır ve sistolün başlangıcında dik bir çıkış, diyastolde ise daha az dik bir iniş eğrisi çizer. Düşük dirençli sistemleri besleyen arterlerde sistol çıkışı daha az diktir ve diyastol sonunda devam eden oldukça fazla miktarda akım vardır. Bu tip düşük dirençli akım gösteren damarlara örnek olarak internal karotid, renal, hepatik, umbilikal, utero-plasental ve korpus luteum arterleri verilebilir. Yüksek dirençli arteriyel akımda ise sistolik ve diyastol sonunda ya çok az bir akım görülür veya hiç yoktur. Yüksek dirençli arteriyel akımda örneğin alt ekstremitte ve üst ekstremitte distal arterlerinde, istirahat halinde iken diyastolde tersine akım izlenir. Böyle damarlarda egzersizden sonra damar yatağında direnç azalır, tersine akım kaybolur ve diyastolik akım artar.

**Venöz akım** ise daha az pulsatildir. Portal ven akımı oldukça monotondur ve normalde hepatopedaldır; IVC, SVC ve hepatik venlerdeki akım kalp pulsasyonlarının etkisi nedeniyle

daha pulsatildir. Boyun, üst ekstremité, abdomen ve alt ekstremité proksimal venlerinin çoğunda akım solunum fazı ile değişiklik gösterir.

Damarlarda ve çevre dokulardaki yerel değişiklikler akım hızını ve dalga formunu değiştirir. Örneğın renal transplantta olduğu gibi bir organ veya sistemdeki kan akımına direnç artımı, normalde görülen düşük direnç dalga formunun yüksek direnç dalga formuna çevrilmesine neden olacaktır. Yerel akım değişikliği, damarın kıvrımlı şekil almasına (tortüozite), aterosklerotik plak veya dıştan bası nedeniyle damarın daralmasına bağlı olabilir. Daralan damar kesiminde akım hızı artar. Akan kanın miktarının değişmemesi için örneğın damar çapı yarıya inmişse akım hızının iki misli artması gerekir. Bu ilişki, lümenin %95' den fazla daralarak akım hızının birden düştüğu kritik noktaya kadar geçerlidir. Daralmış bölgede artmış akım hızına ek olarak akımın şeklinin de bozulduğu gözlenir. Bu bozukluk grafik spektrumunda frekans (veya hız ) bandının genişliğinde, şeklinde ve altındaki temiz alanın (pencere) boyutundaki değişiklikle kendini gösterir.

Diğer bir karakteristik akım şekli, yüksek basınçlı arteriyel sistemin, düşük basınçlı venöz sistem içerisine doğrudan açılması ile oluşur. Burada akım belirgin şekilde bozulmuştur. Spektral kabalaşma çok belirgindir. Diyastol sonu akım artmıştır, sistol ve diyastolde akım hızları artmıştır ve arteriyo-venöz bileşim yerinin distalinde yüksek hızlı pulsatil bir akım görülür. Bu tipik arteriyo-venöz şant örneği; tümör damarlarında, böbrekteki iatrojenik A-V fistüllerde veya normal utero-plasental damar yatağında ve türüne bakmadan tüm arteriyo-venöz bileşimlerde saptanır. Doppler US ile akım karakteristikleri incelenirken önemli olan nokta damarlardaki normal akım örneğının iyi bilinmesidir.

Akan kanda şekilli elemanların hızları farklı olduğu gibi akım yönleri de her zaman damar duvarına paralel değildir. Bunun nedenleri:

- a) Sürtünme nedeni ile duvara yakın akımın daha yavaş olması,
- b) Lümen düzensizliklerinin akım hızını bölgesel olarak değiştirmesi.
- c) Türbülant akımın Doppler açılarını devamlı değiştirmesi.
- d) Akımın devamlı değil pulsatil karakterde olmasıdır.

Bu nedenle Doppler US ile vasküler hastalıklar incelenirken damarın değişik kesimlerindeki akımlar örneklenmelidir.

## **Akımın Değerlendirilmesi :**

Dupleks doppler veya varsa renkli Dopplerle kombinasyonundan oluşan renkli dupleks yöntemi vasküler sistemin incelenmesinde temel US yöntemidir. Doppler US ile akım incelenir. Elde edilen akım bilgileri kalitatif veya kantitatifdir. Akımdaki değişiklikleri göreceli olarak değerlendirmek amacıyla yapılan ölçümler ise yarı kantitatif akım bilgileri verir. Doppler US ile elde edilen akım bilgileri şu şekilde sınıflandırılır:

### **1. Kalitatif**

- Akım varlığı ve yönü
- Akım karakteristiği

### **2. Kantitatif**

- Akım hızı
- Akım volümü

### **3. Yarı Kantitatif**

- Pik sistolik/diyastol sonu hız indeksi
- Rezistans indeksi (RI)
- Pulsatilite indeksi (PI)

Akımın varlığı ve yönünün saptanması Doppler US nin temel işlevidir. Basit CW Doppler aygıtlarından renkli dupleks yöntemine kadar tüm Doppler US aygıtları ile akımın varlığı kolayca saptanır. Burada önemli olan nokta Doppler açısı 90 derece olduğunda kosinüs sıfır olacağından akımın saptanamayacağı unutulmamasıdır. Renkli Doppler görüntülemenin önemli bir üstünlüğü B-mode ile görüntülenemeyecek kadar küçük damarların parlamalar şeklinde yerlerini belli ederek dupleks dopplerle ölçüm yapılmasına olanak vermesidir.

Doppler US'nin kantitatif verileri akımın hız ve akan kanın volümüdür. Akım hızının saptanması Doppler US'nin ana işlevidir ve Doppler eşitliğinden kolay ve oldukça doğru bir şekilde hesaplanır. Akım volümü ise, damarın bir kesitinden değişik hızlarda akan kanın

tümünü temsil eder. Bu nedenle eğer biz lümendeki tüm farklı hızları ölçebilirsek akım volümünü (Akım = Ortalama hız x kesit yüzeyi ) formülüne göre hesaplayabiliriz.

Kesit yüzeyinin sistol ve diyastolde değişmesi ve her zaman dairesel şekilde olmaması yanında, ortalama hız hesaplama yöntemlerindeki hata paylarının yüksekliği akım miktarı ölçümünün sensitivitesini düşürür. Bu nedenle Doppler US'deki akım volüm değerleri sadece sınırlı bir yaklaşımı ifade eder.

Yarı kantitatif Doppler US verileri impedansı değerlendirilmesi amacıyla yapılan hesaplamalardır. İmpedansı akıma karşı tüm etkenlerden kaynaklanan dirençlerin toplamıdır. İmpedans damarın Doppler spektrumundan hesaplanabilir. Vazokonstriksiyonda artan impedansın, vazodilatasyondan sonra azaldığı görülür. Ekstremitelerde egzersiz sonrası, splanknik damarlarda yemek sonrası impedans azalır. Transplante böbrekte vasküler rejeksiyonda ve intrauterin büyüme geriliğinde de impedans artar.

İmpedans pratikte yarı kantitatif yöntemlerle değerlendirilir. Bunun için akımı kendi içerisinde değerlendiren bazı indeksler geliştirilmiştir. Bu indekslerin açısız düzeltmeye veya damar çapı ölçümlerine gerek göstermeden Doppler spektrumu üzerinden hesaplanabilmesi büyük kolaylıktır. Pratikte indeksler şunlardır (32,36,38,39):

- Pik sistolik hız/diyastol sonu hız : (A/B)
- Rezistans indeksi : ( A-B)/A
- Pulsatilité indeksi : (A-B)/Ortalama hız.

Bu indeksler oldukça kaba olmakla birlikte patolojik akımın değerlendirilmesinde yararlıdır. A/B oranı obstetrikte; umbilikal kord ve utero-plasental akımın değerlendirilmesinde kullanılır. Rezistans indeksi, payda hiçbir zaman sıfır olmayacağından daha duyarlı kabul edilir ve özellikle renal transplantların incelenmesinde kullanılır. Pulsatilité indeksi ise ortalama hız dikkate alındığından daha duyarlı gibi görülür, ancak ortalama hızın elde edilmiş yöntemi konusunda tartışmalar ve zorluklar olduğundan kullanımı yaygın değildir.

## **Doppler US Endikasyonları :**

1. Arteriyel perfüzyonun değerlendirilmesi : Transplante organlarda rejeksiyonun değerlendirilmesinde Doppler US temel tanı yöntemi konumundadır. Testis torsiyonu tanısı, tutulan tarafta perfüzyon yokluğu ile kolayca konabilir.

2. Venöz trombüs araştırılması: Portal, splenik, renal, pelvik ve alt ekstremitte venlerindeki trombüsleri saptamada invaziv olmayan değerli bir tanı yöntemidir. Bacakta venografinin yerini alarak hastaları kontrast maddenin zararlı etkilerinden kurtarmıştır. Günümüzde renkli Doppler US, ven trombozlarının tanısında uygulayıcının usta olması şartıyla “gold standart” konumundadır.

3. Akımın yönünü saptamak : Doppler US nin bu yeteneğinin kullanıldığı başlıca alanlar subklavian çalma sendromu, ikizler arası transfüzyon ve portal hipertansiyondur.

4. Doppler spektrum analizleri ile akımın hız ve şeklinde değişiklik oluşturan patolojileri saptamak: Dupleks Doppler yönteminde B-mode görüntülerde damarların patomorfolojik değişiklikleri saptanır. Doppler US ise bu bölgelerin oluşturduğu patofizyolojiyi grafik ve/veya renk spektrumu ile kalifiye eder. Örneğin aterosklerotik bir plağın kendisi ve oluşturduğu darlık B-mode ile görüntülenirken, darlığın neden olduğu türbülant akım ve akım hızında artma Doppler verileri ile belirlenir ve ölçülür.

Doppler spektrum analizleri ile impedans değerlendirilir. İmpedans artımı özellikle transplant rejeksiyonlarında ve intrauterin büyüme geriliğinde önemli tanı kriterleridir.

5. Doku karakterizasyonu yapmak : Kanlanma, doku karakterizasyonunda önemli bir ölçüttür. Örneğin meme kanserinde olduğu gibi malign tümörlerde belirgin bir kanlanma görülürken, kistik bir oluşumda hiç vaskularizasyon saptanmayacaktır. Varikosel ve ektopik gebelikte Doppler US ile akım veya artmış akım saptanarak tanı konabilir.

6. Akım volüm ölçümü yapmak: Damarların yapıları nedeniyle sağlıklı ölçüm yapmak zor olmakla birlikte yemek öncesi ve sonrası yapılan mezenterik akım ölçümleri ile mezenterik anjina tanısı koymaya çalışılır. Benzer şekilde portal hipertansiyonlu olgularda da volüm ölçümü yapılır.

## OKÜLER KAN AKIM ANALİZİ VE RENKLİ DOPPLER ULTRASONOGRAFİ

Araştırmacılar bir çok tekniği oküler kan akımı analizi için kullanmışlardır. Laser doppler hız ölçer ( LDH), florosein anjiyografi ve laser benek fenomeni teknikleri ile sadece retina vasküler yapısı incelenebilmektedir. Bu metodlarda oküler vasküler yapıya direkt etkisi olabilecek midriatik ilaçlar kullanıldığından yanlış sonuçlar elde edilebilir. Mavi alan entoptik fenomeni tekniği sadece makular kan akımını ölçebilir ve yorumlar, yapan kişiye göre değişir. Globun üzerine basınç uygulayan invazif metodlardan oküloosilodinamografi ve okuler pnömopletismografide retinal ve silier arterlerin perfüzyon basınç indeksleri hesaplanabilir. Oftalmodinamometride ise optik sinir başı kan basıncı ölçülür. Refraksiyon kusurları, aksiyel uzunluk ve keratometri değerleri, hastalar arası değişkenliği, retina damar çapları kullanılan ölçüm tekniğinin güvenilirliğini azaltmaktadır. Myopi gibi sklera sertliğinin değiştiği durumlarda oküler pulsatil kan akımını ölçen teknikler yanlış sonuçlar verebilir. İşaretlenmiş mikrosferler sadece hayvan modellerinde kullanılmaktadır (29).

Son yıllarda ultrasonun rezolusyonu artırılmış ve orbita ve bulbus ultrasonografisi, ön segmentin ve arka segmentin incelenmesinde, travmada intraoküler ve orbital hasarın belirlenmesinde, göz içi ve orbita kitlelerinin tanısında, retina ve koroid dekolman tesbitinde, göz içi yapılarının ölçümünde ve göz içine takılması planlanan lenslerin dioptrisinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Real time A-mod ve B-mod ultrasonografi (US), göz hastalıklarının tanısal değerlendirilmesinde 1960'lardan beri kullanılmaktadır(13,25). Yüksek frekanslı oküler sonografi gözü ve intraoküler yapıları görüntülemek için ideal bir yöntemdir. Opak oküler ortam varlığında oftalmoskopik olarak fundusun görülmesi imkansız olabilir ve bu olgularda US çok değerlidir. Her ne kadar özel tekniklerle yapılan Magnetik rezonans görüntüleme(MRG) normal ve patolojik oküler yapılarda mükemmel detay verse de, birçok yerde teknik yetersizlikler nedeniyle uygulanabilirliği sınırlı olabilmektedir. 2mm veya daha küçük boyuttaki lezyonları belirlemede US daha üstündür. US'de göz hareket ettirilerek yapılan dinamik inceleme lezyonun lokalizasyonunu belirlemede değerlidir(15).

B-mod US'de normal lens ses demetini ön ve arka yüzlerinden yansıtsa da merkezi ekojenik değildir. İris her iki yanda ekojenik bir hat olarak izlenir. Vitre anekoik olup içinde

sınırlı sayıda ekojen partiküller görülebilir. Bunlar vitre opasiteleridir ve yaşla birlikte artış gösterir. Retina globun arka ekojenik sınırını oluşturur. Optik sinir globun arkasında derine doğru uzanan hipoekojen yapı olarak saptanır. Globun arkasındaki retrobulber yağ dokusu ekojen olarak izlenir(15).

RDUS oküler ve orbital hemodinamik çalışmalarda umut verici bir tetkiktir. İyi bir RDUS yapılabilmesi için orbita vasküler yapısının anatomisinin bilinmesi gerekir(25,36) RDUS'da iki boyutlu B mod USG ile birlikte eş zamanlı renkli kan akımı bilgileri de elde edilir. Doku görüntülenmesi ile birlikte renkli kan akımı incelenerek, kan akım hız ölçümleri de yapılabilir(42,44). RDUS kullanımında farmakolojik ajanlara ve normal fizyolojik durumlara ihtiyaç yoktur.

RDUS ilk defa 1979'da tanımlanmıştır. Ancak yaklaşık 10 yıl sonra orbital hastalıklarda bu yöntemle yapılan çeşitli çalışmalar yayınlanmaya başlamış ve günümüze kadar, orbita kan damarlarında akım hızının değerlendirilmesi ile orbital lezyonlarda kan akımının tespiti açısından oldukça yararlı bir modalite olduğu görülmüştür(26).

Orbital ve oküler B-Mod ve renkli Doppler US indikasyonları Tablo IV ve V'de belirtilmiştir

#### **Tablo IV-OKÜLER VE ORBİTAL B-MOD US İNDİKASYONLARI(15,16,17)**

- Kornea kalınlığının tespiti
- Ön kamara derinliğinin saptanması
- Lens yerleşim varyasyonları ve katarakt
- Vitreol hemoraji
- Retina dekolmanı
- Travma(hemoraji, lens dislokasyonu, yabancı cismin tespiti ve lokalizasyonu)
- İnflamatuvar olaylar(sellülit, abse, endokrin ekzoftalmi, miyozit, optik nörit, psödotümör, inflamatuvar ödem)
- Tümörler

## **Tablo V-ORBİTAL RENKLİ DOPPLER US İNDİKASYONLARI(14)**

### **1.Vasküler bozukluklar**

- Karotikokavernöz fistüller
- Santral retinal arter oklüzyonu
- Orbital iskemi
- İskemik optik nöropati
- Orbital varisler
- Glokomun takibi

### **2.İnfeksiyöz ve inflamatuvar hastalıklar**

-Vasküler komplikasyonların değerlendirilmesi(superior oftalmik ven trombozu, kavernöz sinüs flebiti)

- Orbita sıvı koleksiyonlarının takibi

### **3.Tümörler**

- Benign neoplazmların takibi
- Tümörlerin preoperatif dinamik değerlendirilmesi
- Koroid melanomun tedavi sürecinde izlenmesi

### **4.Konjenital ve pediatrik hastalıklar**

- Gözün konjenital hastalıkları
- Lökokoria değerlendirilmesi

### **5.Travma**

- Hematomların değerlendirilmesi ve takibi
- Orbita damarlarının değerlendirilmesi

RDUS'un diğer tanı yöntemlerine üstünlüğü ise şunlardır:

- 1) İnvazif değildir.
- 2) Uygulaması kolay ve çabuktur, sonuç kısa zamanda elde edilir.
- 3) Midriatik ilaca, kontrast madde enjeksiyonuna, saydam ortama ihtiyaç yoktur.
- 4) Ucuzdur.
- 5) Orbital damarların yapısı hakkında dinamik ve spesifik bilgi verir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma PTT Sanatoryum ve Hastanesi Radyoloji Kliniğinde Şubat 2001 ve Mart 2002 tarihleri arasında yapıldı. Çalışmaya toplam 50 olgu alındı. Bunların 14'ünü normal kontrol grubu, 25'ini primer açık açılı glokom grubu ve 11'ini normal tansiyonlu glokom grubu oluşturmaktaydı. Glokom tanısı, PTT Sanatoryum ve Hastanesi Göz Kliniği tarafından görme alanı bulguları, optik sinir başı görünümü ve göz içi basıncı dikkate alınarak konuldu. Olguların her birinin biomikroskopi ile ön segment muayenesi, applanasyon tonometrisi ile göz içi basınç ölçümü, +90D lens ile fundus muayenesi, Goldman üç aynalı lens ile gonioskopi muayenesi ve Humphrey otomatik perimetre ile görme alanı muayenesi yapıldı.

Glokom tanısı konmuş olan 36 olgudan 28'i kadın, 8'i erkek idi. Yaşları 34 ile 78 arasında değişmekteydi ve ortalama yaş 54 idi.

25 olgudan oluşan PAAG grubunun 20'i kadın, 5'i erkek idi. Ortalama yaşı 54 olan bu grubun yaş dağılımı 34 ile 78 arasında değişkenlik göstermekteydi.

11 olgudan oluşan normal tansiyonlu glokom grubunun 8'i kadın, 3'ü erkekti ve ortalama yaşı 51 olan bu grubun yaşları 35 ile 72 arasında değişmekteydi.

14 olgudan oluşan normal kontrol grubunun 6'sı kadın, 8'i erkekti. Ortalama yaşı 46 olan bu grubun yaş dağılımı 23 ile 59 arasında değişkenlik göstermekteydi.

Normal gruba alınan olguların tümünde göz içi basıncı 21mmHg altında olup görme alanları normaldi ve göz ile ilgili herhangi bir şikayeti mevcut değildi. Normal tansiyonlu glokom hastalarının tümünde göz içi basıncı 21mmHg altında iken, görme alanı defekti ile glokomatöz optik sinir bulguları tespit edilmişti. Gruplar arasında hipertansiyon veya diabet prevalansında anlamlı fark mevcut değildi.

Çalışmaya alınan tüm hastalara renkli doppler karotis US incelemesi yapıp bulbus veya internal karotis arterlerinde %70 üzerinde daralma olan hastalar, retrobulber kan akımında oluşturabilecekleri olası değişiklikleri ekarte etmek amacıyla çalışmaya alınmadı(25).

PTT Sanatoryum ve Hastanesi Radyoloji Kliniğinde , karotis ve orbita kan akımını incelemek amacıyla Toshiba Power Vision 7000 SSA-380A renkli doppler ultrasonografi cihazı kullanıldı. Tüm incelemeler multifrekans (5-7.5-10MHz) lineer transdüser ile gerçekleştirildi. İnceleme sırasında hastalar supin pozisyonda yatırıldı. Gözleri kapalı ve direkt karşıya bakar pozisyondaydı. Artefaktı önlemek için hastalar, gözlerini hareket ettirmemeleri konusunda uyarıldı. İncelemeler, yeterli miktarda jel sürülen probun üst göz kapağı üzerine koyulması ile ve göze fazla basınç uygulanmamasına dikkat edilerek yapıldı. Her iki tarafta karotid arterler ve orbital yapılar ayrı ayrı değerlendirildi.

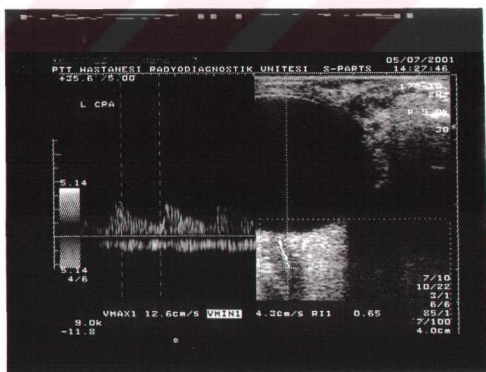
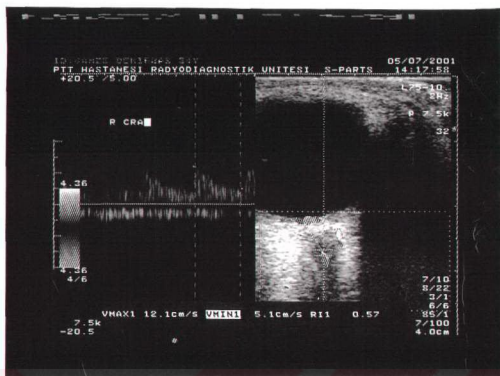
Orbital yapılar B-Mod US ile değerlendirildikten sonra RDUS incelemesine geçildi. RDUS esnasında yavaş akımın saptanabilmesi için düşük PRF (puls tekrarlama frekansı) ile damara uygun ve cihazın izin verdiği en dar örnekleme aralığı kullanıldı. Orbital damarların optimal görüntülenmesi amacıyla çalışmaya transvers düzlemde başlandı, daha sonra spektral incelemesi yapılacak damarın en uzun eksenini belirlenerek proba açı verildi ve her damara uygun doppler açısı için elektronik düzeltme yapıldı. Her damarın spektral dalga formu 3 kez elde edildi ve bunların arasında en ideal olanı (birbirini izleyen 3 dalga formunun aynı şekilde olması ve/veya elde edilen en kuvvetli sinyal), doğru spektral örnek olarak seçilerek tepe sistolik hız(PSV), diastol sonu hızı(EDV) ölçülerek rezistivite indeksi(RI) hesaplandı.

Oftalmik arteri incelemek için örnekleme aralığı (spektral analiz için gönderilen ses demeti üzerinde, damar lümeni genişliğinde seçilen segment), optik sinirin hemen nazal tarafına oftalmik arterin optik siniri çaprazladığı yere tatbik edildi. 1-2mm olarak seçilen örnekleme aralığı, globun 25-30mm posteriorunda görüntülenen oftalmik arter lümenine yerleştirilerek, doppler açısı 30-60 derece arasında tutuldu ve spektral analize geçildi.

Santral retinal arterin renkli doppler tetkiki için önce optik sinir B-Mod ile bulunup optik disk lokalize edildi. Daha sonra renkli doppler moduna geçilerek optik sinir içinde seyreden santral retinal arter ve ven görüntülenip 1mm'lik örnekleme aralığı, optik diskin 3mm posteriorunda, her iki damar trasesi üzerine yerleştirdi. Doppler açısı bu durumda 10-30 arasında tutuldu.

Optik sinir gölgesinin nazal ve temporal taraflarında nazal ve temporal posterior silier arterler görüntülandı. Bu çalışmada Hayreh'in ileri sürdüğü teoriye uyarak sadece temporal







Grup	Yaş	Cins.	Kaç yıl	SAĞ								SOL							
				ICA		OFA		CRA		PCA		ICA		OFA		CRA		PCA	
				PSV	RI	PSV	RI	PSV	RI	PSV	RI	PSV	RI	PSV	RI	PSV	RI	PSV	RI
Kont.	53	E		56,70	0,64	28,10	0,81	12,70	0,65	13,50	0,51	42,00	0,56	41,60	0,73	14,20	0,66	15,60	0,57
Kont	46	E		62,00	0,54	42,50	0,65	12,00	0,53	14,20	0,40	55,80	0,49	49,00	0,71	12,40	0,47	19,20	0,55
Kont	42	K		74,60	0,54	34,90	0,72	11,20	0,60	19,80	0,60	80,00	0,60	31,90	0,73	11,00	0,69	17,60	0,62
Kont	52	K		68,20	0,61	41,10	0,79	9,60	0,65	24,40	0,69	56,80	0,64	31,40	0,73	9,00	0,56	22,80	0,69
Kont	34	K		48,00	0,59	43,60	0,77	9,60	0,67	22,10	0,57	57,50	0,72	38,10	0,78	13,50	0,63	32,90	0,60
Kont	23	K		88,60	0,47	39,30	0,87	9,20	0,63	21,60	0,68	79,80	0,52	55,40	0,72	7,90	0,66	34,70	0,65
Kont	59	K		53,60	0,66	25,40	0,66	8,10	0,53	8,20	0,49	55,80	0,78	37,80	0,74	13,60	0,63	12,40	0,58
Kont	37	E		81,00	0,73	32,50	0,76	12,00	0,60	20,60	0,66	42,00	0,65	27,60	0,73	6,80	0,63	22,00	0,68
Kont	58	E		61,20	0,58	28,50	0,70	15,80	0,62	24,70	0,56	39,90	0,53	31,70	0,66	15,60	0,65	23,10	0,53
Kont	46	E		80,00	0,61	36,00	0,71	8,90	0,64	15,60	0,58	79,00	0,63	57,80	0,80	9,30	0,64	14,80	0,58
Kont	53	E		40,00	0,59	37,40	0,62	14,00	0,65	20,20	0,63	48,00	0,53	39,50	0,63	13,00	0,60	16,90	0,64
Kont	53	E		79,00	0,60	32,60	0,72	12,30	0,61	14,90	0,60	82,00	0,62	38,40	0,73	11,10	0,64	20,80	0,80
Kont	49	E		61,00	0,64	24,50	0,70	8,70	0,62	13,80	0,56	68,00	0,71	25,80	0,61	11,20	0,68	22,20	0,58
Kont	38	K		83,00	0,52	30,80	0,79	15,00	0,62	17,40	0,70	43,00	0,46	32,60	0,78	10,40	0,50	13,90	0,63
PAAG	46	K	2 Y.A	60,30	0,57	14,70	0,65	8,80	0,53	12,00	0,67	88,60	0,54	18,40	0,62	9,10	0,63	12,00	0,65
PAAG	52	K	2 YÜ	70,90	0,61	22,20	0,68	10,60	0,68	8,30	0,67	46,10	0,52						
PAAG	55	K	2 YÜ	57,60	0,55	26,20	0,65	8,40	0,65	11,50	0,63	65,40	0,42	30,40	0,69	7,80	0,55	14,40	0,66
NTG	50	K	2 YÜ	47,90	0,59	33,60	0,72	12,10	0,74	11,00	0,63	57,60	0,72	27,50	0,68	10,00	0,51	10,00	0,64
PAAG	43	K	2 YA	67,40	0,62	25,80	0,71	10,20	0,72	12,00	0,71	54,90	0,58	28,60	0,70	11,20	0,59	12,00	0,64
PAAG	41	K	2 YÜ	68,20	0,53	38,90	0,68	14,80	0,62	10,80	0,62	69,10	0,56	37,40	0,70	14,80	0,55	12,50	0,66
PAAG	60	K	2 YÜ	81,50	0,74	41,60	0,75	8,90	0,59	7,90	0,66	41,10	0,67	29,70	0,71	8,20	0,64	10,40	0,67

'AAG	60	K	2 YA	75,30	0,66	57,60	0,72	14,30	0,75	14,20	0,63	64,70	0,56	39,80	0,65	11,00	0,65	12,30	0,57
NTG	72	K	2 YÜ	10,20	0,71	26,10	0,76	6,10	0,52	11,80	0,67	59,40	0,58	53,50	0,80	8,30	0,57	11,00	0,71
'AAG	62	K	2 YA	50,50	0,54	15,10	0,61	11,10	0,67	8,80	0,77	65,60	0,62	19,30	0,68	10,90	0,66	8,50	0,78
'AAG	50	E	2 YÜ	50,50	0,54	32,90	0,65	13,10	0,72	8,10	0,72	60,00	0,68	23,40	0,63	10,60	0,62	9,60	0,67
'AAG	60	K	2 YÜ	63,80	0,54	34,90	0,68	9,30	0,62	10,80	0,77	99,30	0,48	24,50	0,75	11,60	0,70	10,40	0,67
'AAG	61	K	2 YA	61,20	0,71	27,50	0,79	9,60	0,72	8,20	0,64	70,90	0,64	25,70	0,78	11,20	0,72	6,20	0,55
NTG	38	E	2 YA	41,80	0,50	24,30	0,62	7,60	0,63	9,50	0,74	58,70	0,52	36,10	0,61	8,30	0,67	9,80	0,75
NTG	63	K	2 YA	55,80	0,60	22,60	0,68	14,30	0,69	11,20	0,65	64,70	0,56	34,30	0,73	11,80	0,70	10,80	0,70
'AAG	54	E	2 YA	12,90	0,74	23,00	0,80	8,90	0,70	9,20	0,61	10,70	0,69	28,90	0,83	11,40	0,75	14,60	0,70
'AAG	62	K	2 YÜ	62,90	0,65	30,50	0,76	17,60	0,80	14,00	0,73	78,00	0,65	46,10	0,77	22,10	0,83	13,00	0,70
'AAG	50	K	2 YA	54,30	0,77	37,20	0,75	13,70	0,73	10,70	0,67	31,30	0,74	39,10	0,73	10,80	0,66	9,30	0,64
'AAG	34	K	2 YA	92,20	0,57	41,40	0,60	12,10	0,57	9,10	0,3	93,40	0,50	42,00	0,65	12,60	0,65	9,30	0,64
'AAG	74	E	2 YA	56,40	0,77	25,20	0,77	8,20	0,67	10,00	0,64	48,70	0,74	24,10	0,75	12,10	0,64	7,00	0,49
'AAG	56	K	2 YÜ	61,00	0,74	40,00	0,74	15,00	0,76	13,00	0,69	58,20	0,72	44,00	0,77	16,00	0,76	14,00	0,76
'AAG	65	K	2 YA	57,00	0,76	35,30	0,74	10,90	0,71	8,60	0,73	61,00	0,76	40,90	0,74	13,00	0,69	9,10	0,74
'AAG	56	E	2 YÜ	53,20	0,62	25,50	0,70	16,40	0,74	8,80	0,61	47,90	0,67						
'AAG	51	K	2 YA	60,30	0,65	40,70	0,65	11,40	0,63	13,00	0,66	69,10	0,59	43,10	0,55	13,80	0,64	12,00	0,71

NTG	44	K	2 YÜ	60,30	0,65	25,60	0,79	12,00	0,73	16,00	0,69	69,10	0,59	24,80	0,72	12,10	0,73	10,00	0,64
NTG	55	K	2 YA	61,30	0,63	29,20	0,65	12,20	0,78	19,40	0,68	68,20	0,67	26,00	0,58	11,50	0,67	18,40	0,80
AAG	49	K	2 YA	55,80	0,52	24,60	0,69	14,60	0,72	11,00	0,69	65,60	0,69	27,20	0,66	20,10	0,68	14,40	0,64
AAG	38	K	2 YA	55,00	0,54	18,00	0,66	11,00	0,72	13,00	0,74	48,00	0,58	23,90	0,69	11,00	0,74	12,00	0,74
NTG	35	K	2 YA	48,20	0,58	38,30	0,71	11,90	0,62	13,30	0,72	64,80	0,74	33,20	0,76	11,10	0,65	12,30	0,66
NTG	37	K	2 YA	56,70	0,64	24,50	0,72	9,60	0,68	11,50	0,63	42,00	0,56	31,10	0,75	9,90	0,70	8,70	0,51
AAG	40	K	2 YA	74,60	0,54	38,50	0,64	16,90	0,58	10,80	0,60	80,00	0,60	44,60	0,67	13,40	0,61	16,00	0,54
NTG	52	E	2 YA	66,560	0,59	27,80	0,78	9,40	0,65	10,10	0,59	73,20	0,66	43,90	0,78	11,80	0,60	9,20	0,57
AAG	60	K	2 YA	10,50	0,58	36,60	0,85	19,60	0,57	7,70	0,66	92,20	0,56	28,10	0,80	14,60	0,76	12,30	0,57
AAG	78	E	2 YA	53,60	0,66	29,20	0,66	11,60	0,76	15,00	0,76	79,80	0,52	45,20	0,72	10,10	0,78	13,70	0,75
NTG	66	E	2 YA	74,80	0,68	32,40	0,78	15,40	0,62	11,20	0,65	88,60	0,47	35,00	0,75	14,80	0,59	12,30	0,62
NTG	47	K	2 YA	48,90	0,59	34,40	0,72	12,40	0,74	16,20	0,65	58,60	0,72	27,40	0,68	10,90	0,51	11,80	0,74

Kont : Kontrol , PAAG, Primer açık açılı glokom, NTG: Normal tansiyonlu glokom, YA: Yıl altı, YU:Yıl üstü  
ICA: İnternal karotis arter, OFA: Oftalmik arter, SRA: Santral retinal arter, PSA:Posterior silier arter  
PSV: Pik sistolik hız, RI: Rezistivite İndeksi

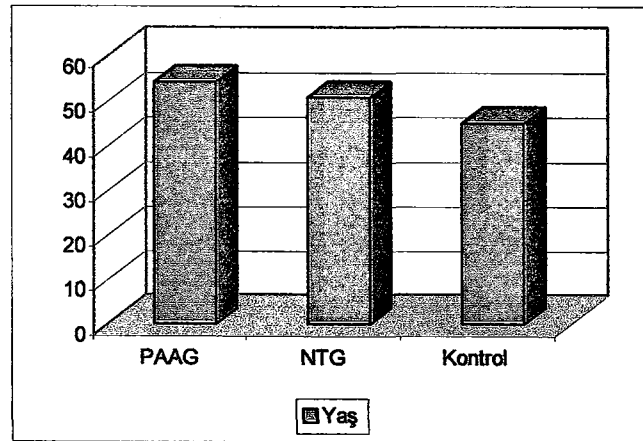
## BULGULAR

Çalışma Mart 2001 ve Mayıs 2002 tarihleri arasında PTT Sanatoryum ve Hastanesi Radyoloji servisinde toplam 14 kontrol grubu olgusu ve 36 çalışma grubu olgusu olmak üzere 50 olgu üzerinde yapılmıştır.

Tablo I: Demografik özelliklere göre olguların dağılımı

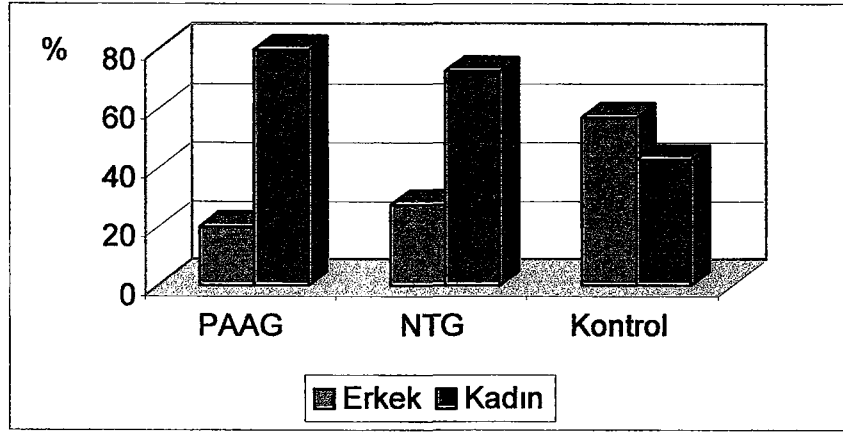
		PAAG (n=25)	NTG (n=11)	Kontrol (n=14)	P
Yaş		54,28 ± 10,61	50,82 ± 12,30	45,93 ± 10,15	0,081 p>0,05
Cins	Erkek	5 (%20,0)	3 (%27,3)	8 (%57,1)	0,054;
	Kadın	20 (%80,0)	8 (%72,7)	6 (% 42,9)	p>0,05

Grupları yaşlarına göre ayırdığımızda kontrol grubunda olgularımızın yaş ortalaması diğerlerine göre daha düşük bulundu ( $p<0,01$ ). Ancak aralarında istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı fark olmadığını gördük.



Şekil 1: Grupların yaş ortalamalarına göre dağılımı

Grupların cinsiyet dağılımları arasında kontrol grubunda erkek oranı diğerlerine göre daha fazla görülse de istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p>0,05$ ).

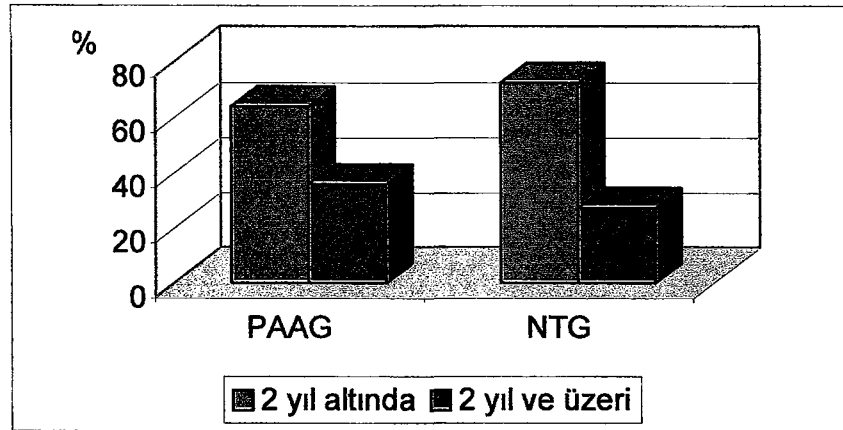


Şekil 2: Grupların cinsiyetlere göre dağılımı

Tablo II: Glokom hastalığı süresine göre dağılım

		PAAG (n=25)	NTG (n=11)	p
Kaç yıldır Glokom	2 yıl altında	16 (%64,0)	8 (%72,7)	0,546
	2 yıl ve üzeri	9 (%36,0)	3 (%27,3)	p>0,05

Glokom süresini incelediğimizde çalışma grubu olgularından PAAG ve NTG grubu arasında anlamlı bir fark yoktur ( $p>0,05$ ).



Şekil 3: Hastalık süresine göre dağılım

Tablo III: Glokom süresine göre dağılım

	PSA	Glokom süresi	Ort. ± SD.	p
SAĞ	PSV	2 yıl altı	11,48 ± 2,75	0,610
		2 yıl üzeri	11,00 ± 2,50	p>0,05
	RI	2 yıl altı	0,67 ± 5,06	0,888
		2 yıl üzeri	0,67 ± 0,87	p>0,05
SOL	PSV	2 yıl altı	11,41 ± 2,82	0,908
		2 yıl üzeri	11,53 ± 1,78	p>0,05
	RI	2 yıl altı	0,66 ± 8,78	0,557
		2 yıl üzeri	0,67 ± 3,64	p>0,05

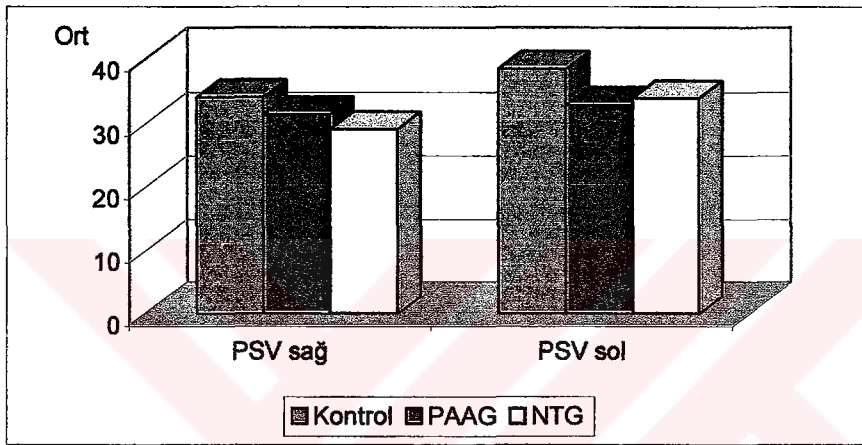
Hasta grubu 0-2 ve 2-10 yıldır glokom olma sürelerine göre erken ve geç olarak iki ayrı gruba ayrılmış ve her iki göz PSA'lerinin PSV ve RI değerleri karşılaştırılmıştır. Her iki tarafta da PSV ve RI değerleri glokom sürelerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Tablo IV : OFA değerlerine göre grupların dağılımı

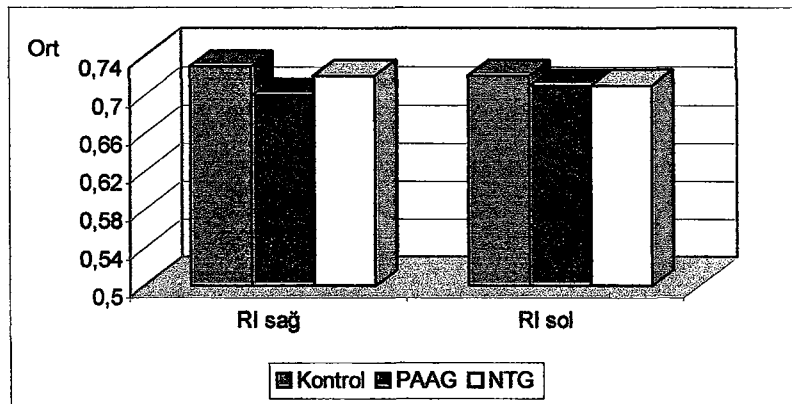
OFA	KONTROL	PAAG	NTG	P	
SAĞ	PSV	34,08 ± 6,22	31,32 ± 9,84	28,98 ± 5,03	0,296; p>0,05
	RI	0,73 ± 0,07	0,70 ± 0,06	0,72 ± 0,05	0,341 p>0,05
SOL	PSV	38,45 ± 9,76	32,80 ± 9,08	33,89 ± 8,52	0,192 p>0,05
	RI	0,72 ± 0,05	0,71 ± 0,06	0,71 ± 0,06	0,808 p>0,05

Sağ tarafın OFA PSV ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ). NTG grubu, OFA PSV değeri en düşük olan gruptur. RI ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

Sol tarafın OFA PSV ölçümleri arasında gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ). RI ölçümleri de gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).



Şekil 4: OFA PSV ölçümlerine göre grupların dağılımı



Şekil 5 : OFA RI değerlerine göre grupların dağılımı

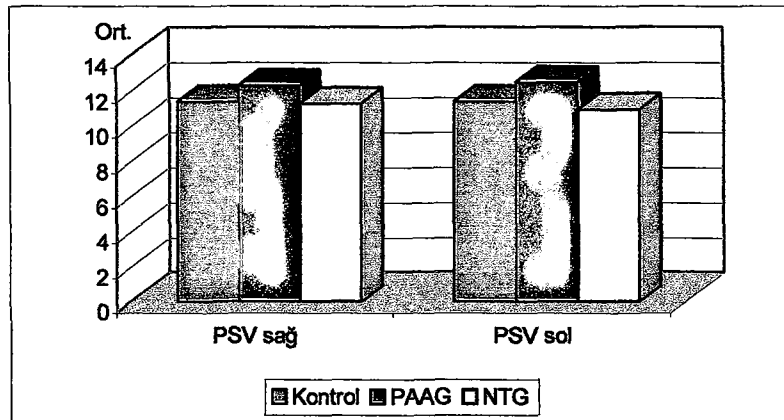
Tablo V: SRA değerlerine göre grupların dağılımı

SRA		KONTROL	PAAG	NTG	P
SAĞ	PSV	11,36 ± 2,45	12,28 ± 3,17	11,28 ± 2,76	0,476 p>0,05
	RI	0,61 ± 0,04	0,68 ± 0,07	0,67 ± 0,07	0,020 p<0,05*
SOL	PSV	11,36 ± 2,23	12,49 ± 3,38	10,95 ± 1,84	0,276 p>0,05
	RI	0,62 ± 0,09	0,68 ± 0,07	0,64 ± 0,07	0,036 p<0,05*

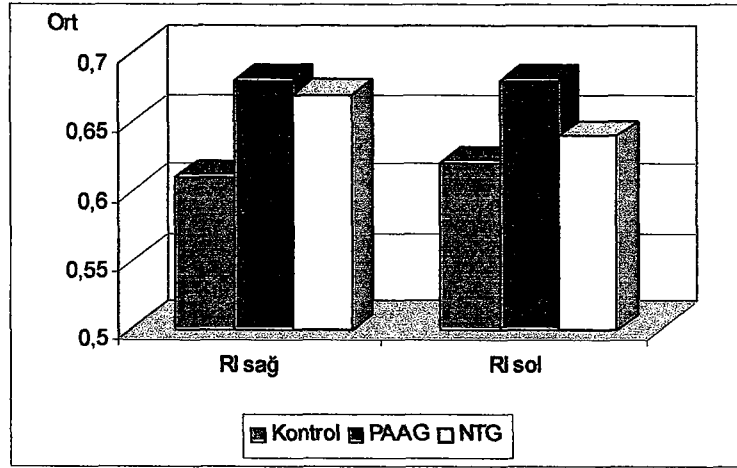
\* p<0,05 anlamlı

Sağ tarafın SRA PSV ölçümleri arasında gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0,05). PAAG grubu SRA PSV değeri en yüksek olan gruptur. RI ölçümleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermektedir (p<0,05). PAAG ölçümünün RI değeri kontrole göre anlamlı derecede yüksektir (p<0,05). NTG ölçümünün RI değeri de kontrole göre anlamlı derecede yüksektir (p<0,05). PAAG ve NTG arasında anlamlı fark yoktur (p>0,05).

Sol tarafın SRA PSV ölçümleri arasında gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0,05). NTG grubu SRA PSV değeri en düşük olan gruptur. RI ölçümleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermektedir (p<0,05). PAAG grubunun RI değeri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir (p<0,05). Kontrol ile NTG, PAAG ile NTG arasında anlamlı fark yoktur (p>0,05).



Şekil 6: SRA PSV durumuna göre grupların dağılımı



Şekil 7: SRA RI durumuna göre grupların dağılımı

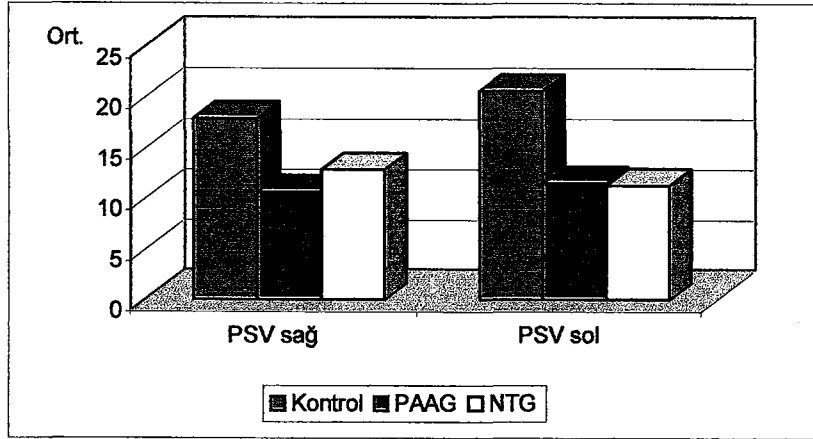
Tablo VI: PSA değerlerine göre grupların dağılımı

PSA		KONTROL	PAAG	NTG	P
SAĞ	PSV	17,93 ± 4,76	10,66 ± 2,18	12,84 ± 3,08	0,001** p<0,01
	RI	0,59 ± 0,08	0,67 ± 0,05	0,66 ± 0,04	0,001 p<0,01**
SOL	PSV	20,63 ± 6,57	11,52 ± 2,54	11,30 ± 2,64	0,001 p<0,01**
	RI	0,62 ± 0,07	0,66 ± 0,07	0,67 ± 0,08	0,188 p>0,05

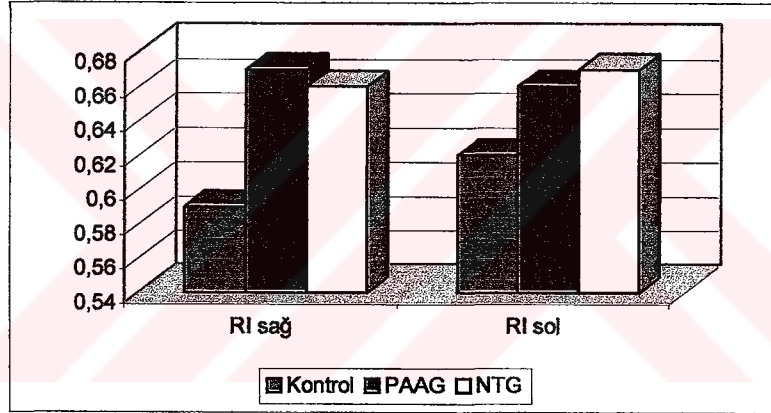
Sağ göz PSA incelemesinde, PSV ölçümleri gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,01$ ). Kontrol grubu ile PAAG ve kontrol grubu ile NTG arasında anlamlı derecede farklılık vardır ( $p<0,01$ ). PAAG ve NTG grupları arasında ise anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ). RI ölçümleri de gruplara göre ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,01$ ). PAAG ve NTG gruplarının RI düzeyi kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ( $p<0,01$ ). PAAG ve NTG grupları arasında ise anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ).

Sol tarafın PSA incelemesinde de, PSV ölçümleri arasında gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık mevcuttur ( $p<0,01$ ); kontrol grubu değerleri PAAG ve NTG'ye göre anlamlı derecede yüksektir ( $p<0,01$ ). PAAG ve NTG arasında ise anlamlı fark yoktur

( $p>0,05$ ). RI ölçümleri de glokom gruplarında kontrol grubuna göre yüksek olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).



Şekil 8: PSA PSV ölçümlerine göre dağılım

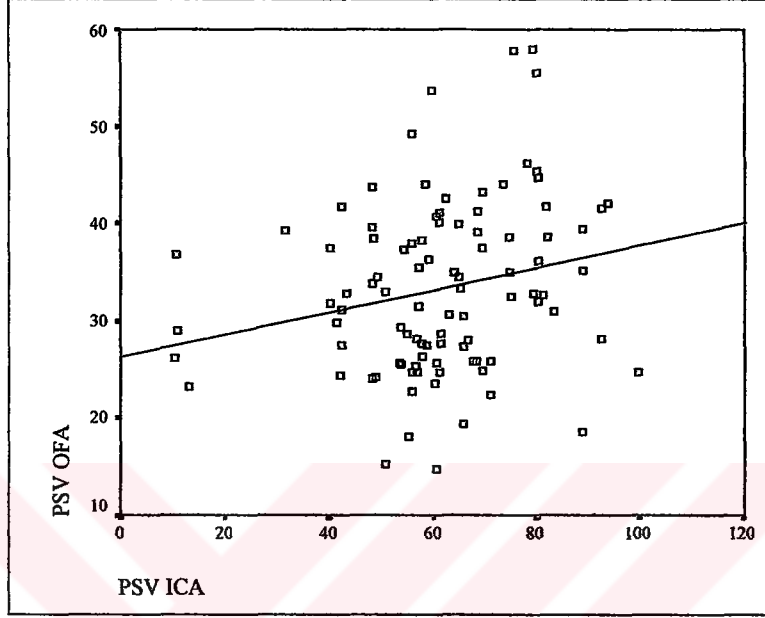


Şekil 9: PSA RI ölçümlerine göre dağılım

Tablo VII: ICA ile OFA, SRA ve PSA'nın PSV parametrelerinin korelasyon grafiği

	PSV ICA	
	R (ilişki katsayısı)	p
PSV OFA	0,225	0,280; $p<0,05^*$
PSV SRA	-0,044	0,670; $p>0,05$
PSV PSA	0,106	0,305; $p>0,05$

PSV grubunda ICA ile OFA arasında orta düzeyde, pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ( $p < 0,05$ ). ICA ile SRA ve ICA ile PSA arasında ise anlamlı bir ilişki söz konusu değildir ( $p > 0,05$ ).

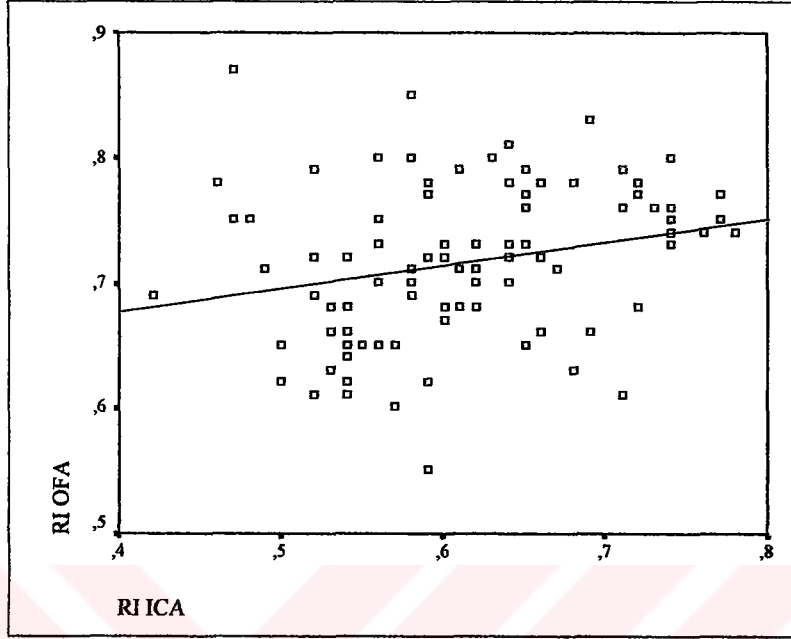


Şekil 10: ICA ve OFA arasındaki PSV değeri ilişki durumu

Tablo VIII: ICA ile OFA, SRA ve PSA'nın RI parametrelerinin korelasyon grafiği

	RI ICA	
	r (ilişki katsayısı)	p
RI OFA	0,255	0,012; $p < 0,05^*$
RI SRA	0,135	0,188; $p > 0,05$
RI PSA	0,001	0,996; $p > 0,05$

RI grubunda ICA ile OFA arasında orta düzeyde, pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ( $p<0,05$ ). ICA ile SRA ve ICA ile PSA arasında ise anlamlı bir ilişki söz konusu değildir ( $p>0,05$ ).



Şekil 11: ICA ve OFA arasındaki RI değeri ilişki durumu

### İstatistiksel İncelemeler

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 10.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanısıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında Oneway Anova, t Student testi, Kruskal Wallis Varyans analizi ve Mann Whitney U test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanıldı. Sonuçlar %95'lik güven aralığında, anlamlılık  $p<0,05$  düzeyinde değerlendirildi.

## TARTIŞMA

Glokom fizyopatolojisinin tam açıklık kazanmadığını ve bu konudaki çeşitli teorileri açıklamıştık. Vasküler teorinin geçerliliğini araştıran bilim adamları değişik kan akımı analiz yöntemleri ile normal bireylerde ve glokom hastalarında gözün kan akımında değişiklik olup olmadığını araştırmışlardır. Renkli doppler ultrasonografi(RDUS) retroorbital damarların araştırılması ve kan akımlarının incelenmesinde non-invaziv, tekrarlanabilir, kalitatif ve çabuk sonuç veren bir yöntemdir.

PTT Sanatoryum ve Hastanesi Radyoloji Kliniği'nde yaptığımız çalışmada PAAG ve NTG olgularında retroorbital kan akımını RDUS ile değerlendirdik.

RDUS incelemesinde damar görüntülenip seyri belirlendikten sonra uygun açı düzeltilmesi yapılır. Bu nedenle gözün kapiller ve arteriollerinden ziyade daha büyük arter ve venlerinde ölçüm yapmak mümkün olmaktadır. Ancak yine de retroorbital damarların hız ölçümlerinde hata payı yüksektir ve açıdan bağımsız değişken olan PI ve RI değerlerinde daha az hata payı olduğu gösterilmiştir(45,46). Bir önemli nokta da ölçülen kan akım hızlarını akım hacmi ile karıştırmamaktır. Bir damarın kan akım hacmi, o damarın tranvers kesit alanının, içindeki akım hızı ile çarpımına eşittir. Poiseuille Kanunu'na göre, akım hacmi damar çapının dördüncü kuvveti ile doğru orantılıdır(52). Günümüz imkanları ile SRA ve PSA çaplarını kesin olarak tayin etmek mümkün değildir. Bu sınırlamaya karşın bir damarın akım hızı, büyük olasılıkla o damarın kan akım hacminin önemli bir göstergesidir(52).

36 hastanın 70 gözünü ve 14 kişilik kontrol grubunun 28 gözünü kapsayan çalışmamızda oftalmik arter, santral retinal arter ve temporal posterior silier arterlerin tepe sistolik hız(PSV) ve rezistivite indeks(RI) değerlerini elde ettik.

OA'de yapılan incelemede kullanılan parametrelerde hem hasta grubu ile kontrol grubu arasında, hem de PAAG ve NTG grupları arasında anlamlı istatistiksel fark saptamadık. Literatürde de glokomda OA'e yönelik inceleme sonuçları çelişki göstermektedir. Butt ve arkadaşları (47,48) yüksek basınçlı ve normotansif glokomlu hastaları, normal kontrol grubu ile

karşılaştırdığında OA akım hızlarında ve RI değerlerinde anlamlı artış gözlerken Liu ve arkadaşları(38) spontan artmış göz içi basıncı olan hastalar ile kontrol grubu arasında OA akım hız ve RI ölçümleri arasında anlamlı farklılık saptamamışlardır. Yamazaki ve Hayamizu(65) da PAAG ve NTG hastalarında OA kan akımını analiz ederek akım hızlarında normal kontrol grubuna oranla azalma ve RI değerinde ise anlamlı artış elde etmişlerdir.

Biz SRA'de hasta grubunda kontrol grubuna oranla RI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptadık. Ancak maksimum hızlarda hasta ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamadık. NTG ve PAAG arasında da PSV ve RI değerlerinde anlamlı farklılık bulunmadı. Nicoleta ve arkadaşları(50) glokomlu hastaların RDU ile yapılan göz hemodinamisinin incelenmesinde SRA'dan elde edilen değerleri normal grup ile kıyasladığında akım hızlarında azalma ve RI'da anlamlı artma olduğunu rapor etmişlerdir. Rankin ve arkadaşları(51) PAAG ve NTG olgularında RDUS ile yapılan orbital kan akımı analizinde, normal gruba göre SRA ve PSA diastol sonu hız değerinde anlamlı düşüklük ve RI değerlerinde anlamlı artış tespit etmişlerdir.

SRA'nın optik sinir içindeki anatomik seyirinden dolayı kolaylıkla bulunabilmesi nedeniyle yapılan ölçümlerin doğruluk derecesi yüksek iken(51), aynı durum PSA için her zaman geçerli olmayabilir. Kısa PSA anatomik seyirleri tortuözdir(3). Bu nedenle bu damarların yönünü takip etmek ve doppler açısını belirlemek çok kolay olmayacaktır. Dolayısıyla PSA'de doppler açısından bağımsız olan rezistivite indeksi en güvenilir ölçüm parametresi olarak kabul edilmelidir(53). İncelenen damarının kısa veya uzun silier arter olduğunun tespiti de zordur ve birden fazla PSA örnekleme aralığına girebilir. Teoride ise PSA'lar tek tek analiz edilmelidir. Hayreh optik sinir başına major kan akımının PSA sirkülasyondan geldiğini göstermiştir. Bu yüzden PSA'ların RDUS incelemesi optik sinir başında glokomda izlenen vasküler yetmezliğin en iyi göstergesi olacaktır(10,11). Renkli doppler incelemedeki gelecekteki gelişmeler PSA'daki kan akımı hakkında kantitatif değerler sağlayabilir.

PSA'ların RDUS bulguları daha önce çeşitli yayınlarda bildirilmiştir. Galassi ve arkadaşları(54) glokomlu olgularda silier arterlerin RI değerinin normale göre arttığını; Sergott ve arkadaşları(55) ise akım hızlarında düşüş ve RI değerinde artma olduğunu bildirmişlerdir. Simon

ve arkadaşları(57) PAAG'de retrobulber ortalama kan akım hızında azalma ve RI değerinde artış tespit etmişlerdir. Biz de çalışmamızda her iki glokom grubunda normal gruba göre PSA maksimum akım hızında azalma ve rezistivite indeksinde artma tespit ettik.

Bektaş ve arkadaşları(46), Williamson ve Harris(63) oftalmik renkli doppler incelemede hız ölçümlerinde tekrarlanabilirlik üzerine yaptıkları çalışmalarda , hız ölçümlerinde belirgin farklılıklar saptamışlardır. Bu nedenle açıdan bağımsız değişkenlerin (PI ve RI ) daha güvenilir sonuç verdiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca Cellini ve arkadaşları(62) da glokomlu hastalarda yaptıkları çalışmalarda PSA ve SRA'da sadece sistolik hız ve RI parametrelerini kullanmışlardır. Yapılan bazı çalışmalarda da end diastolik hızın değişim katsayısı RI ve maksimum hız değerlerine göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Yamazaki ve Hayamizu(65) 5 gönüllü kişide oftalmik arter akımını incelemiş ve maksimum sistolik hız, minimum diastolik hız, ortalama hız ve rezistivite indeks parametrelerinin değişim katsayılarını hesaplamışlardır. Değişim katsayıları Maksimum sistolik hız için  $5.0 \pm 4.0\%$  , minimum diastolik hız için  $8.8 \pm 5.7\%$ , ortalama hız için  $7.9 \pm 7.5\%$  ve rezistivite indeksi için ise  $2.3 \pm 1.9\%$  (ortalama  $\pm$  Standart sapma) olarak bulunmuştur. Bu nedenlerle biz de end-diastolik ve ortalama hız değerlerini çalışmamızın kapsamına dahil etmedik.

Yamazaki ve Hayamizu(65), Rankin ve arkadaşları(66) PAAG ve NTG hastaları arasında vasküler analizlerinde fark saptamamışlardır. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edildi. Bu sonuçlar yüksek göz içi basıncının vasküler yapılara yaptıkları mekanik etki ile kanlanmanın azaldığı görüşünden uzaklaştırmaktadır. Rojanapongun ve arkadaşları(59) ise PAAG ve NTG olgularında oftalmik arterde kan akımı parametrelerini karşılaştırmışlar ve ortalama hız değerinde her iki grup arasında fark saptarken piksistolik ve enddiastolik hızda farklılık saptamamışlardır.

Hasta grubuna dahil primer açık açılı glokomlu olguların tümü beta-bloker tedavisi altında idi. Bazı çalışmalarda beta blokerlerin retinal arterlerde vazokonstrüksiyona neden olduğu ve 1 haftalık kullanım süresinden sonra arter çapında  $4.1\%$ 'lik bir daralmaya yol açtığı belirtilmektedir (71). Grunwald ise yaptığı çalışmada timolol ile retina damarlarında vazokonstrüksiyon saptanmadığını vurgulamaktadır(72). Yashida ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmalarda bir beta-bloker olan timololün retinal ve optik sinir kapiller kan akımında azalmaya

neden olmadığını ancak koroidal kan akımında belirgin olarak azalma ortaya çıkardığını vurgulamaktadırlar(73). Bir başka çalışmada ise topikal timolol ile retina arteriel kan akımında belirgin bir artma ortaya çıktığı iddia edilmektedir(74). Bu verilere göre hastalarımızda kullanılan beta blokerlerin retrobulber kan dolaşımı üzerine bir etkisinin olup olmadığını söylemek zordur. Ancak çalışmamızda, beta bloker tedavisi altında olmayan NTG olgularından oluşan grupta da, tedavi altındaki PAAG olguları ile benzer değerler elde edilmiş ve parametrelerde anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır. Bu durum göz önüne alındığında, çalışmamızda elde olunan sonuçlarda, kullanılan ilaçların etkin bir role sahip olmadıkları düşünülebilir.

Yapılan çalışmalarda(59,60), artan yaş ile birlikte retroorbital kan akım hızında azalma kaydedilmiştir. Bu durumu göz önünde bulundurarak çalışmamızda her iki glokom grubu ve kontrol grubunun yaşlarını homojen olarak seçmeye çalıştık. Grupların yaş dağılımı açısından anlamlı istatistiksel fark bulunmadığında, tespit ettiğimiz değişikliklerin yaştan bağımsız olduğunu söyleyebiliriz. Bazı yazarlar da yaş ve cinsiyet ile oftalmik arter akım hızı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını belirtmektedir(64).

Bizim çalışmamızda kontrol grubunda, istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte erkek sayısı daha fazla idi. Literatürde cinsiyet farkı olmadığını gösteren çalışmalar mevcuttur(59).

Nusret Özdemir ve arkadaşları, PAAG hastaları ile normal kontrol grubunda, 7.5MHz'lik prob kullanarak orbital kan akımı değişikliklerini araştırdıkları çalışmalarında, hasta ve kontrol grubundan elde edilen verilerin birbirine yakın değerlerde bulunmasının kullanılan prob frekansına bağlı olabileceğini düşünmüşlerdir(67). Literatürde daha düşük frekanslı prob kullanıldığında akım hızları arasındaki farkın daha belirgin olacağı belirtilmektedir(59). Boehm ve arkadaşları retrobulber damarları 7.5 ve 12MHz'lik prob ile ayrı ayrı değerlendirerek her ikisinin de benzer değerler elde etmişler, ancak 7.5 MHz'lik prob ile yapılan ölçümlerin hafif derecede yüksek olma eğiliminde olduklarını belirtmişlerdir(68). Biz çalışmamızda tüm incelemeleri 7.5 MHz'lik prob ile yaptık.

Çalışmamızda ayrıca hasta grubunu glokom süresine göre de iki gruba ayırdık ve incelediğimiz parametrelerde erken-geç glokom grupları arasında anlamlı değişiklik saptamadık. Bu bulgular, glokomda tespit ettiğimiz hemodinamik değişikliklerin glokomun seyri ile bağlantısı olmadığını düşündürmektedir. Buna karşılık SRA ve özellikle PSA'da tespit ettiğimiz bulgular vasküler hemodinamideki değişikliklerin glokom etiolojisinde rol oynayabileceği kuramını desteklemektedir. Retrobulber kan akımı değişikliklerinin analizinde renkli doppler ultrasonografi ucuz ve kolay uygulanabilir bir inceleme metodudur.

Renkli doppler görüntüleme, glokom patogenezinin getirdiği katkı dışında, klinik açıdan da önemli bir role sahip olmaya başlamıştır. Günümüzde glokom tanı ve tedavi protokollerinde renkli oküler Doppler US incelemesine yönelik genel bir eğilimden söz edilebilir. Bu sayede glokomlu hastalarda Doppler bulguları elde edilerek hastalığın erken tanısında yeni kriterlerin ortaya çıkması umutları da artmaktadır. Noninvaziv ve ağrısız bir metod olması, glokomlu hastaların periyodik incelenmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle aile öyküsü pozitifliği, sistemik hipertansiyon, diyabet ve migren varlığı gibi risk grubuna giren kişilerde renkli Doppler US incelemesinin yapılması ve bu kişilerin uzun süreli takipleri ile erken tanı ile ilgili gelişmelere katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

## ÖZET

Bu çalışmada PAAG ve NTG olgularında RDUS ile elde edilen OA, SRA ve temporal PSA'lerin piksistolik hız ve rezistive indeks değerlerini , normal olgularla karşılaştırarak glokomda oluşabilecek retrobulber hemodinamik değişiklikleri araştırmayı amaçladık.

Çalışma için toplam 50 olgunun 98 adet gözü incelendi(2 göz pseudofaki nedeniyle inceleme kapsamına alınmadı). 50 olguyu, 25 PAAG ve 11 NTG hastası ve 14 normal olgu oluşturmaktadı.

Olguların yaş ve cinsiyetlerinin dağılımı ile her iki gözün karşılaştırılmasında piksistolik hız ve rezistif indeks değerlerinde anlamlı fark saptanmadı.

Her iki glokom grubunda da OA'nın Vs, RI ve SRA'nın Vs değerlerinde, normal popülasyonu temsil ettiğini düşündüğümüz kontrol grubu ile anlamlı istatistiksel fark saptanmadı.

Glokom olgularında SRA'nın RI değeri kontrol grubuna göre yüksek bulundu. Temporal PSA'lerde ise Vs değeri glokomlu olgularda kontrol grubuna göre düşük, RI değeri ise yüksek bulundu.

İki glokom grubu arasında yapılan karşılaştırmada ise incelenen değerlerde anlamlı istatistiksel fark saptanmadı.

Glokomlu olgularda ortaya çıkan optik sinir hasarında, retrobulber kan akımı yetersizliğinin rol oynadığı görüşünü destekleyen sonuçlar elde edildi ve retrobulber hemodinamiğin değerlendirilmesinde RDUS'nin noninvazif uygun bir inceleme yöntemi olduğu sonucuna varıldı.

## **KAYNAKLAR:**

**1-Robert D Fechtner, Robert N Weinreb: Mechanisms of Optic Nerve Damage in Primary Open Angle Glaucoma. Surv. Opht. July-August 1994, 39:23-42**

**2-David L. Epstein: Chandler and Grant's Glaucoma: 98-100, 194-196, 1997**

**3-Hopkins Jr. HD, Kass M: Introduction and classification of the glaucomas. In: Diagnosis and therapy of the glaucomas. Ed. Klein EA. St. Louis, Mosby, 6th edit. 1989, 1-9**

**4-Von Buskirk EM, Cioffi GA. Glaucomatous optic neuropathy. Am J Ophthalmol 1992; 113: 447-52**

**5-George A, Cioffi GA, von Buskirk EM. Microvasculature of the anterior optic nerve. Survey of Ophthalmology 1994; 38: 107**

**6-Becker B. Diabetes Mellitus and Primary Open Angle Glaucoma. Am J Ophthalmol 1992; 71: 1-16**

**7-McLeod AI, West SK, Quigley HA. A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressure. Invest Ophthalmol Vis Sci 1990; 31; 2361-2366**

**8-Corbet JJ, Phelps CD, Eslinger P, Montague PR. The neurologic evaluation of patients with low tension glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 1985; 26:1101-1104**

**9-Flammer J, Gasser P, Prunte C. The probable involvement of factors other than intraocular pressure in pathogenesis of glaucoma. In: Applied pharmacology of glaucoma. Eds. Drance SM, von Buskirk EM. Baltimore, Williams&Wilkins, 1992, 273-282**

**10-Hayreh SS. In vivo choroidal circulation and its watershed zones. Eye 1990; 4:273-289**

11-Hayreh SS. Vascular factors in the pathogenesis of glaucomatous optic neuropathy. In Internation Symposium on glaucoma, ocular blood flow and drug treatment. Ed. Drance SM. Baltimore, Williams&Wilkins, 1992, 59-60

12-Abburn NS, Sergot RC. Orbital Colour Doppler İmaging. Eye 1993; 7:639-47

13-Lieb WE. Color Doppler Ultrasonography of eye and orbit. Curr Opion Ophthalmol 1993; 4: 740-752

14-Belden CJ, Abbit PL, Beadles KA. Color Doppler US of The Orbit. Radiographics 1995; 15:589-608

15-Mc Nicholas MMJ, Burphy DP, Power WJ, Griffin JF. Ocular Sonography. AJR 1994; 163: 921-26

16-Coleman DJ, Abramson DH. Introduction to ocular ultrasonography. In: Clinical Ophthalmology. Ed. Duane TD. Philedelphia, Harper&RowPb. 1986, chap 26: 1-16

17-Coleman DJ, Dallow RL. Introduction to orbital ultrasonography. In: Clinical Ophthalmology. Ed. Duane TD. Philedelphia, Harper&RowPb. 1986, chap 27:1-16

18-Hecht KA. Primary open angle glaucoma. American Academy of Ophthalmology; Section 8, Glaucoma, lens and anterior segment trauma. 1989, 59-60

19-John Stone MA. Primary open angle glaucoma. In: The Glaucomas. Eds. Ritch R, Shields MB, Krupin T. Philedelphia, Mosby, 1989, 813-820

20-Önol M. Glokomda Tanı Yöntemleri. Türkiye Klinikleri Oftalmoloji, Glokom özel sayı, Günalp İ, Özkan Matbaacılık, Ankara, cilt 1, sayı 1, Mart 1992; s:42-49

21-Lieb WE, Cohen SM, Merton DA, Shiels JA, Mitchel DG, et al. Color Doppler imaging of the eye and orbit: technique and normal vaskular anatomy. Arch Ophthalmol 1991; 109: 527-531

**22-Berges O. Colour Doppler flow imaging of the orbital veins. Acta Ophthalmol 1992; 204: 55-58**

**23-Guthoff RF, Berger RW, Winkler Phelmke K, Chumley LC. Doppler ultrasonography of the ophthalmic and central retinal vessels. Arc ophthalmol 1991; 109: 592-6**

**24-Hitchings R.A., Intraocular pressure and circulation at the disc in glaucoma. Acta Ophthalmology scand. Suppl. 220:15-20, 1997**

**25-Levine R.A. Orbital Ultrasonography Radial. Clin. North Am. 1987 25;447-469**

**26-Erickson SJ, Hendrix LE, Massaro BM, et al Color doppler flow imaging of the normal and abnormal orbit. Radiology 173: 511-526, 1991**

**27-BengisuÜ. Göz Hastalıkları, Beta basım dağıtım 1985.**

**28-Burns PN: The Physical Principles of Doppler and Spectral Analysis, JCU, 15:567-590, 1987.**

**29-Phelps CD. Duane's Clinical Ophthalmology rev. ed. Philadelphia: JB Lippincott 1990. Vol 3, Chap 42.**

**30- Carol M. Rumack, Stephanie R. Wilson, J. William Charboneau. Diagnostic Ultrasound . Philadelphia: Saunders, 1991.**

**31- Juan M. Taveras, Joseph T. Ferucci. Radiology Diagnosis Imaging-Intervention. Philadelphia:JB Lippincott company 1990.**

**32- Kenneth J.W. Taylor, Peter N. Burns, Peter N.T. Wells. Clinical Application of Doppler Ultrasound. Philadelphia :Raven Press 1995.**

**33- Kuran Orhan, Sistemantik Anatomi; İstanbul: Filiz Kitabevi, 1983; 512-532**

**34-Raer:Doppler Principles and Instrumentation In: Sandra L. Hagen Ansert.ed.Textbook of Diagnostic Ultrasonography. St Louis Mossby, 874-889, 1989.**

**35-Nicolela Marcelo T et al, Various glaucomatous optic nerve appearances. A color doppler imaging study of retrobulbar circulation. Ophthalmology Vol 103-10, 1670-1679, 1996.**

**36- Tuncel E, Klinik Radyoloji. 2. baskı. Güneş ve Nobel, 2002;72-87**

**37-Wells PNT: Basic Principles of Doppler Physics. In:Taylor KJW, BurnsQN.**

**38-Zwiebel WJ: Color duplex imaging and doppler spectrum analysis: Principle, capabilities and limitations, seminars in ultrasound CT Mr., 11:84-96,1990.**

**39- Zwiebel WJ: Introduction to Vascular Ultrasonography, 4rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000;17-67**

**40- Snell RS, Clinical Anatomy for Medical Students. 5rd ed. Boston: Little, Brown and Company, 1995; 711-725**

**41-Bruce Shields M, Textbook of glaucoma.4rd ed.Philadelphia:William Wilkins ,1992;-588**

**42-Powis RL, Powis WJ. A thinker's guide to ultrasonic imaging. Baltimore:Urban and schwarzenberg, 1984: 171-200.**

**43-ByrneSF, Green RL. Ultrasound of the eye and orbit. St. Louis: Mosby, 1991: 1-16.**

**44-Lieb WE, Flaharty Pm, Ho A et al. Color doppler imaging of the eye and orbita synopsis of a 400 case experience. Acta Ophthamol(suppl) 204: 50-54, 1992.**

**45-Tom H. Williamson, MD, FRCS and Alon Harris, PhD; Color Doppler Ultrasound Imaging of The Eye and Orbit.**

**46-Bektaş H. Bayraktar Ş. Ünver Y.B. ve arkadaşları; renkli Doppler görüntüleme ile saptanan oftalmik ve santral retinal artere ait kan akım hızı ölçümlerinin tekrarlanabilirliği. XXVIII Ulusal Türkiye Oftalmoloji Kongresi 1994;218,664-666**

**47-Zahida, Butt et all: Measurement of ocular blood flow velocity using color doppler imaging in low tension glaucoma. Eye 9(pt.1), 29-33,1995.**

**48-Butt Zahida, O' Brien Colm, Mc Killop Graham: Color doppler imaging in untreated high and normal pressure open-angle glaucoma.Invest.Ophthalmol-Vis. Sci 38(3):690-696, 1997.**

**49-Liu Catherine J. et al: Retrobulbar hemodynamic changes studied by color Doppler imaging in glaucoma.Eye, 11(Pt.6):818-826,1997.**

**50-Nicolela Marcelo T. et al, Color Doppler imaging in patients with asymmetric glaucoma and unilateral visual field loss, American journal of ophthalmology, 121(5):502-510,1996.**

**51-Rankin Simon J.A, Walman Brenda E. et al: Color Doppler imaging and spectral analysis of the optic nerve vasculature in glaucoma, American Journal of Ophthalmology 119(6):685-693,1998.**

**52-Taylor GA, Short BL, Walker LK, Traytsman RJ. Intracranial blood flow:Quantification with duplex Doppler and color Doppler flow US. Radiology 1990;173:231-6**

**53-Smith JJ, Kampine JP. Circulatory physiology. Baltimore, William&Wilkins, 3. edit, 1990, vol 3:245-449.**

**54-GalassiF. Et al:Possible correlations of ocular blood flow parameters with intraocular pressure and visual field alterations in glaucoma ophthalmologica 208(6):304-308.**

55-Sergott C. Robert et al; Color Doppler Imaging:Methodology and Preliminary results in Glaucoma 38 suppl. 565-570 review, 1994.

56-Trible JR, Sergott RC, Spaeth GL, et al. Trabeculectomy is associated with retrobulber hemodynamic changes a color doppler analysis. Ophthalmology 1992; 101:340-51.

57-Simon JA, Rankin FR, Brenda E, Walman M, Anner M, Stephen M. Color doppler imaging and analysis of the optic nerve vasculature in glaucoma. AJ Ophthalmol 1994; 119:685-92

58-Harris A, Spaeth GL, Sergot RS, Louis B. Retrobulbar arterial hemodynamic effect of betaxolol and timolol in normal tension glaucoma. AJ Ophthalmol 1995; 120: 168-75

59-Rojanapongpun P, Drance SM, Morrison BJ. Ophthalmic artery flow velocity in glaucomatous and normal subjects. BrJ Ophthalmol 1993; 77: 25-9

60-Vuori ML, Ali Melekkia T, Kaila T, Lsala E, Saari KM. Beta 1 and 2 antagonist activity of topically applied betaxolol and timolol in sistemic circulation. Acta Ophthalmol 1993; 71: 682-5

61- Bengisu Ü. Güz Hastalıkları, 4.basım.Ankara:Palme Yayıncılık, 1998;149-159,229

62-Cellini M, Possati GL, Caramazzo R. Colour doppler analysis of the coroidal circulation in chronic open angle glaucoma. Am J Ophthalmol 1995; 120:806

63-Tom H. Williamson, MD, FRCS and Alon Harris, PhD:Color doppler ultrasound imaging of the eye and orbit.

64-Turaçlı ME, Bardak Y. Glokom ve Renkli Doppler Görüntüleme. Oftalmoloji 4: 167-175, 1995.

65-Yamazaki Y, Hatamizu F. Analysis of ophthalmic arterial flow by color Doppler imaging in glaucomatous eyes. Nippon Ganka Gakkai Zasshi 1994 Nov; 98(11):1115-20.<sup>63</sup>

66-Rankin SJ. Color Doppler imaging of the retrobulbar circulation in glaucoma. *Surv Ophthalmol* 1999 Jun; 43 suppl 1:S176-82.

67-Özdemir N ve arkadaşları. Primer açık açılı glokomda orbital kan akımı değişikliklerinin renkli doppler görüntüleme ile analizi. ....

68-Boehm AG, Helmke K, Berry CC, Weinreb RN. Comparison of two transducers for color Doppler imaging of the retrobulbar vessels. *J glaucoma* 2002 Apr;11(2):148-53.

69-Wang L, Cioffi GA, Van Buskirk EM. The vascular pattern of the optic nerve and its potential relevance in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 1998 Apr;9(2):24-9.

70-Williamson TH, Harris A. Color Doppler ultrasound imaging of the eye and orbit. *Surv Ophthalmol* 1996 Jan-Feb;40(4):255-67.

71-Martin XB, Raboneau PA. Vasoconstrictive effect of topical timolol on human retinal arteries. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 227:526-530, 1989.

72-Grunwald JE. Effect of Two Week of Timolol Maleate Treatment on the Normal Retinal Circulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 32:39-45, 1991.

73-Yoshida A, Fekke TF, Ogasawara H, Goger DG, Murray DL, Mcmeel JW. Effect of Timolol on Human Retinal, Choroidal and Optic Nerve Head Circulation. *Ophthalmic Res* 23:162-170, 1991.

74-Steigerwalt RD, Belcaro G, Cesarone MR, Laurora G, De Sanctis MT, Milazzo M. Doppler Ultrasonography of The Central Retinal Artery in Normals Treated With Topikal Timolol. *Eye* 7:403-406, 1993.