

# **Açık Açılı Glokomda Trabekülektomi Ameliyatı Öncesi Ve Sonrası Gözün Hemodinamiğindeki Değişikliklerin Renkli Doppler Ultrasonografi İle İncelenmesi**

## *Investigation of Changes in Ocular Hemodynamics with Color Doppler Ultrasonography Before and After Trabeculectomy Operation in Open Angle Glaucoma*

Yaşar Sakarya<sup>1</sup>, Nevbahar Tamçelik<sup>2</sup>, Canan Akman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ozel Gözmer Göz Merkezi, Denizli

<sup>2</sup>Istanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göz hastalıkları Anabilim dalı,

<sup>3</sup>Istanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik Anabilim dalı,

### **Özet**

Açık açılı glokomda trabekülektomi ameliyatı sonrası santral retina arter, oftalmik arter ve posterior silier arterin akım özelliklerinde ortaya çıkabilecek hemodinamik değişikliklerin renkli doppler ultrasonografi ile belirlemek. On beş hastanın 15 gözü çalışma grubuna dahil edildi. Ameliyattan önce ve ameliyattan 2. ve 10. hafta sonra oküler hemodinamik özellikler renkli doppler ultrasonografi (RDU) ile incelendi. Çalışma grubunu ameliyat olan gözler oluştururken, ameliyat olmayan gözler kontrol grubunu oluşturdu. Oftalmik arter, santral retinal arter, nazal ve temporal posterior silier arterlerin sistolik maksimum hızı, diastol sonu hızı, ortalama hızı ve resistif indeks değerleri ameliyat öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldı. Oftalmik arterin ölçüm değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı hiçbir değişiklik izlenmedi. Santral retinal arterin, temporal ve nazal silier arterlerin ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. haftadaki ölçüm değerleri karşılaştırıldığında, diastol sonu hız ve ortalama hızda istatistiksel olarak anlamlı artma izlenirken, resistif indekste istatistiksel olarak anlamlı azalma izlendi. RDU glokom patofizyolojisinde vasküler yapıların incelenmesinde ve glokom takibinde alternatif bir ölçüm metodu olarak kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Glokom, renkli doppler ultrasonografi, oküler hemodinami

### **Abstract**

To evaluate changes in flow characteristics of central retinal artery, ophthalmic artery, and posterior ciliary arteries with color Doppler ultrasonography (CDU) before and after trabeculectomy surgery in open angle glaucoma. Fifteen eyes of 15 patients included in this prospective study and ocular haemodynamic characteristics were investigated with CDU preoperatively and at postoperative 2.nd and 10.th weeks. Operated eyes were included in study group while unoperated eyes in the control group. Preoperatively and postoperative values of systolic maximum velocity, end diastolic velocity, mean velocity, and resistive index values of ophthalmic artery, central retinal artery, nasal and temporal ciliary artery were compared. No statistical change was observed in ophthalmic artery measurement parameters. However, when compared preoperative values, there were statistically significant increase in end diastolic velocity, mean velocity values and decrease in resistive index values of ophthalmic artery, central retinal artery, nasal and temporal ciliary artery at postoperative 2.nd and 10.th weeks. CDU can be used in investigation of vascular structures in glaucoma pathophysiology and for follow up of glaucoma as an alternative measurement method.

**Key words:** color Doppler ultrasonography, glaucoma, ocular haemodynamics

### **GİRİŞ**

Glokomun fizyopatolojisi tam açıklık kazanmamıştır ve teoriler yıllardır tartışılmaktadır. Artmış göz içi basıncı glokom için önemli bir risk faktörü olmasına rağmen glokomatöz optik sinir hasarının progresyonunda bozulmuş oküler kan akımında etkili olduğuna deliller bulunmaktadır (1). Araştırmalarda, glokomlu hastalarda düşük ortalama sistemik kan basıncı, düşük silier perfüzyon basıncı, parmaklarda düşük kan akım hızı, kardiyak iskemi görülme sıklığında artış

gösterilmiştir (2). Vasküler teorinin geçerliliğini araştıran bilim adamları, değişik kan akımı analiz yöntemleri ile normal bireylerde ve glokomlu hastalarda gözün kan akımında değişiklik olup olmadığını incelemişlerdir (3-5).

Trabekülektomi ameliyatı medikal tedavinin GİB i kontrolde yetersiz kaldığı durumlarda sıklıkla yapılan bir ameliyattır. Trabekülektomi ameliyatı sonrası oküler hemodinamidedeki düzelleme hakkında kısıtlı sayıda bilgi bulunmaktadır (6,7,8). Bazı çalışmalarda oküler kan akımında artış gösterilirken

(6,7), diğer çalışmalarda hiçbir değişikliğin olmadığı rapor edilmiştir (8).

Bu çalışmamızda trabekülektomi ameliyatı sonrası oküler hemodinamide oluşan değişiklikleri renkli Doppler ultrasonografi ile inceledik.

### GEREÇ ve YÖNTEM

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı glokom biriminde takipte olan açık açılı glokom tanısı almış, 1996 Ocak -1998 Ocak arasında trabekülektomi ameliyatı yapılan 15 hastanın 15 gözü çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilme kriterleri olarak hastalar binoküler olmalı, glokom tedavisinin bir aşaması olan trabekülektomiye ihtiyaç göstermeleri, her hangi bir gözde 2 ay içinde ameliyat geçirmemiş olma şartları arandı. Tüm hastalardan onam formu alındı. Ortalama yaşları 61,5±9,0 (52-70) olan, 7 si kadın, 8 i erkek hastanın 13'ü primer açık açılı glokomlu, 2' si psödoeksfoliatif glokomlu idi. Hastaların 4'ünde hipertansiyon, 2'sinde diabetes mellitus, 1 inde her ikisi de vardı. Tüm hastalara trabekülektomi ameliyatı aynı cerrah (N.T.) tarafından genel anestezi altında yapıldı. Cerrahi teknik olarak üst nasaldan limbus tabanlı konjunktival flep oluşturuldu, 4x3 mm lik sklera flebi hazırlandı ve 1x3 mm lik sklerektomi ile trabekülektomi defekti oluşturuldu. Bazal periferik iridektomi yapıldı ve dört adet 10/0 nylon monoflaman sepere sütün ile sleral flep kapatıldı. Konjunktiva kesisi 8/0 vikril sütün ile kontinü kapatıldı. Olguların hiçbirine topikal mitomisin uygulanmadı. Hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 2. ve 10. haftalardaki muayenesinde görme keskinliği, refraksiyon, biyomikroskopi ile ön segment muayenesi, applanasyon ile göz içi basıncı ölçümü, +90D lens ile fundus muayenesi, Zeiss 4 aynalı ile gonioskopi muayenesi, dakikadaki nabız sayısı ölçümü, ortalama kan basıncı ölçümü yapıldı. Daha önce Lieb ve ark. (9) tarafından tarif edilen metot kullanılarak, renkli doppler ultrasonografide (RDU) (Acuson XP 128/4) 7.5 MHz lineer transducerle oftalmik arter, santral retina arter, posterior silier arterlerin hemodinamik özellikleri hastalar yatar pozisyondayken incelendi. Hastalardan ölçüm sırasında gözlerini karşıya bakar pozisyonda tutarak kapatması istendi. Göz kapaklarına steril metilselülöz sürüldü. Ölçüm sırasında artefaktlar oluşturmamak ve göz içi basıncını arttırmamak için globa bası yapılmadı. Prob transvers tutuldu ve renk kodu incelemeyi yapan doktor tarafından ayarlandı. Orbita arterleri transduserine doğru olduğundan kırmızı, venler transduserden uzaklaştığı için mavi izlendi.

Optik siniri çaprazladığı bölgede oftalmik arter, transduser ile optik siniri horizontal kesit alacak şekilde görüntü alındığında santral retina arter görüntüledi. Ayrıca posterior silier arterler optik sinirin nasal ve temporalinde belirlendi. Yavaş kan akımının görüntülenebilmesini kolaylaştırmak için her hastada renkli akım ve duplex gain ayarları yapıldı. Oftalmik arter, santral retina arter, nasal ve temporal posterior silier arterler horizontal ve longitudinal planda görüntülenerek uygun örnekleme aralığında spektral inceleme yapıldı ve sistolik maksimum hız, diastol sonu hız ve ortalama hız (cm/sn olarak) ölçüldü. Şu formül kullanılarak resisivite indeksi hesaplandı.

Resisivite indeksi= 1 - Diastol sonu hız / Sistolik

maksimum hız

RDU incelemesi sırasında hastaların 9'u non selektif, 6'sı selektif topikal beta bloker kullanırken, hepsi 3 gündür pilokarpin ve karbonik anhidraz inhibitörü kullanmıyordu. Ameliyat sonrası dönemde siklopentolat %13x1, deksametazon %0,1 5x1, gentamisin %0,5 5x1 topikal damlalar 4 hafta süre ile kullanıldı. Hastaların birine ameliyat sonrası yedinci günde skleral sütünlerin birine argon laser sütünlisis yapıldı. Hastaların hiç birinde herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Nasal PSA 2 hastada sadece ameliyat öncesi, 1 hastada hem ameliyat öncesi hemde ameliyat sonrası 2. haftada RDU ile gösterilemedi. Çalışma gurubumuz nonparametrik olduğundan Wilcoxon testi kullanıldı. Ameliyat olan ve olmayan gözlerde ameliyat öncesi ve sonrası hemodinamik ölçüm değerleri Wilcoxon testi ile karşılaştırıldı.

### BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen olguların ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. haftada dakikadaki ortalama nabız sayısı ve ortalama kan basıncı (mm/Hg) değerleri kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişme saptanmadı. Ameliyat yapılan gözlerde ortalama GİB değerleri ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. haftadaki değerler kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı azalma izlendi. (Tablo 1) Oftalmik arterin ameliyat sonrası ölçüm değerleri ameliyat sonrası değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişiklikler izlendi (Tablo 2).

Santral retina arterin ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 2. ve 10 hafta hemodinamik değerleri kıyaslandığında sistolik maksimum hızda, diastol sonu hızda ve ortalama hızda istatistiksel olarak anlamlı artma ve resisitif indekste istatistiksel olarak anlamlı azalma izlendi (Tablo 3).

Nazal posterior silier arterin ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 2. ve 10 hafta hemodinamik değerleri kıyaslandığında istatistiksel olarak sistolik maksimum hızda (2.hafta hariç), diastol sonu hızda (2.hafta hariç) ve ortalama hızda istatistiksel olarak anlamlı artma ve resisitif indekste istatistiksel olarak azalma izlendi (Tablo 4).

Temporal posterior silier arterin ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası 2. ve 10 hafta hemodinamik değerleri kıyaslandığında sadece resisitif indekste istatistiksel olarak azalma izlendi (Tablo 5).

### TARTIŞMA

Çalışmalarımızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, açık açılı glokomlu hastalarda, trabekülektomi sonrası retrobulber dolaşımda devamlı ve istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler izlendi. Özellikle santral retina arter ve nasal posterior silier arterlerde ortalama ve diastol sonu hızlarda artma ve resisitif indekslerinde azalma tespit edilirken, temporal posterior silier arterin sadece resisitif indeksinde azalma izlendi (TABLO: 3,4,5). İnsanlarda ve hayvanlarda vasküler değişiklikler ve GİB manipulasyonlarına yönelik birçok çalışma yapılmışsa da doğal olarak GİB yükselmiş olan hastalarda hemodinamik değişiklikler hakkında literatürde çok az bilgi elde bulunmaktadır (10-16). GİB'nı yapay ve akut olarak arttırılmasının dolaşıma hemodinamik etkileri glokomun fizyopatolojisindeki vasküler değişiklikler hakkında

**Tablo 1. Olguların ortalama kan basıncı, dakikadaki nabız sayısı ve göz içi basınç değerleri**

	Ameliyat öncesi (n=15)	Ameliyat sonrası 2. hafta(n=15)	P değeri	Ameliyat sonrası 10. hafta(n=15)	P değeri
Ortalama kan basıncı mm/Hg	104.55±4.38 /106.60	103.55±5.22 /106.60	>0.05	103.32±4.36 /103.33	>0.05
Nabız sayısı (dk)	69.20±7.16 /68.00	69.46±8.95 /66.00	>0.05	67.86±7.90 /66.00	>0.05
GİB ameliyatlı göz	26.67±3.48 /26.00	13.53±3.11 /14.00	<0.05	13.33± 1.39 /14.00	<0.05
GİB Diğer göz	21.26±5.91 /22.00	21.00±5.23 /21.00	>0.05	21.14± 4.74 /21.00	>0.05

Ortalama ± standart sapma/ ortanca

gerçek bilgileri vermeyebilir. Buna karşılık açık açılı glokomlu hastalarda meydana gelen hemodinamik değişiklikleri ameliyat sonrası doğal olarak GİB'nin düşürülmesinden sonra elde edilen hemodinamik değerlerle karşılaştırılması bize bu hastalardaki vasküler değişiklikler konusunda daha gerçek bilgiler verebilecektir.

Laatikainen ve Matyla primer açık açılı glokomlu hastalarda trabekülektomi sonrasında fundus floresein anjiyografi incelemesi yaparak ameliyat sonrası belirgin GİB düşmesine rağmen glokomatoz optik atrofiye eşlik eden peripapiller dolma defektlerinin hiçbir gözde geri dönmediğini tespit etmişlerdir (17). Benzer bir sonucu Blumental ve arkadaşları da rapor etmiştir (18). Bazı araştırmacılar GİB'nin düşmesinin hemodinamik değişikliklere neden olabileceğini vurgulamaktadır (19, 20). Çalışmamızdaki hastaların cerrahi öncesi 6'sı selektif, 9'u nonselektif topikal beta bloker kullanmakta idi. Bu ilaçların oküler hemodinami üzerine belirgin etkisi olduğuna dair bir görüş birliği henüz bulunmamaktadır (21-25). Hem semptomatiklerin hemde beta blokörlerin oküler sirkulasyonda vasokonstriksiyon yaptığını gösteren çalışmalar vardır (21,26).

Ameliyat sonrası GİB düşmesi dışında ameliyat sonrası inflamasyon gibi faktörler hemodinamik değişikliklerden kısmen sorumlu tutabilir mi? Ancak bu muhtemel değildir. Çünkü inflamasyonun kaybolma zamanı ile bizim izleme süremiz göz önüne alındığında inflamasyon kaybolduktan sonra da hemodinamik değişikliklerin devam etmesi; bize vasküler değişikliklerin GİB'nin düşmesine bağlı olduğu kanısını vermektedir.

Posterior silier arterlerin hemodinamisinin bazı hastalarda ameliyat öncesi ölçülemediği durumu ameliyat sonrası dönemlere göre daha fazla saptanmıştır. Bunun ameliyat sonrası iyileşme olarak yorumlanmaması gerekmektedir. Kayıt edilemeyen damarları lokalize etmede güçlük ve düşük kan akım hızı değerleri gibi birçok değişken bundan sorumlu tutulabilir.

RDU ile tesbit edilen hız, kan akımı ile nasıl bir korelasyon içindedir? Araştırmacılar hayvanlarda serebral kan akımı değişiklikleri oluşturmak için arterial oksijen ve karbondioksit gerilimlerini değiştirerek invivo serebral kan akımını ve resistans ölçümlerini doppler ile karşılaştırmışlar. Özellikle en fazla ortalama hızda olmak üzere kan akımı ile hızdaki

**Tablo 2. Oftalmik arterin ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. hafta hemodinamik ölçüm değerleri**

Oftalmik arter	Ameliyat öncesi	2. hafta ameliyat sonrası	P değeri	10. hafta ameliyat sonrası	P değeri
Sistolik maksimum hız	39.20±10.63/37.00	39.43±10.53 /40.50	>0.05	37.23±11.12 /35.00	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	37.57±5.91 /36.00	41.50±7.34 /39.00	>0.05	38.40±2.88 /39.00	>0.05
Ortalama hız	19.00±5.38 /19.00	18.21±5.48 /18.00	>0.05	18.46±6.21 /16.00	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	17.00±6.40 /14.00	17.16±3.86 /18.50	>0.05	17.20±3.77 /18.00	>0.05
Diastol sonu hız	9.06±3.30 /9.00	9.78±4.13 /9.00	>0.05	9.76±4.32 /9.00	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	8.14±4.06 /7.00	8.83±3.25 /10.00	>0.05	8.80±2.58 /8.00	>0.05
Resistif İndex	76.60±7.04 /77.00	75.35±7.23 /73.50	>0.05	74.7± 7.64 /75.00	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	78.43±8.90 /75.00	77.66±8.40 /79.00	>0.05	73.60±5.50 /74.00	>0.05

Ortalama ± standart sapma/ ortanca

**Tablo 3. Santral retinal arterin ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. hafta hemodinamik ölçüm değerleri**

Santral retinal arter	Ameliyat öncesi	2. hafta ameliyat sonrası	P değeri	10. hafta ameliyat sonrası	P değeri
Sistolik maksimum hız	12.26±3.49 /12.00	15.70±8.47 /16.00	>0.05	16.00±5.17 /16.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	16.14±5.46 /16.00	17.50±6.32 /16.00	>0.05	13.20±2.95 /12.00	>0.05
Ortalama hız	6.20±1.89 /6.00	9.07±3.40 /9.00	<0.05	9.08±2.81 /9.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	8.29±2.43 /7.00	8.33±2.94 /7.00	>0.05	7.40±2.30 /7.00	>0.05
Diastol sonu hız	3.33±1.17 /3.00	4.93±1.85 /4.00	<0.05	5.00±1.87 /5.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	4.27±4.57 /4.00	4.33±1.03 /4.00	>0.05	4.00±1.22 /4.00	>0.05
Resisistif İndex	74.66±4.57 /72.00	67.43±4.67 /66.50	<0.05	68.46±5.92 /67.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	59.40±10.14 /62.00	59.64±8.99 /63.00	>0.05	72.00±5.83 /74.00	>0.05

Ortalama ± standart sapma/ ortanca

değişme arasında pozitif korelasyonlar gösterilmiştir. Arteriel karbondioksit basınçları 30-50mm Hg arası tutulduğunda bu ilişkinin lineer olduğu tespit edilmiştir (27, 28). Lazer doppler ile yapılan bir çalışmada sağlıklı gönüllü kişilerde intravenöz asetazolamidin retina damarlarında vasodilastasyona neden olduğu ve retina kan akım hızını arttırdığı gösterilmiştir (29). Çalışmamızda gözlemediğimiz değişiklikleri nasıl yorumlayabiliriz? RDU'de elde edilen ölçümler kan akım hızlarıdır, volümetrik akım değildirlir. Volümetrik akım şu formülden hesaplanabilir:

Volümetrik akım=ortalama hız x lümen alanı

Bu gün kullanılan Doppler teknolojisi oftalmik arter dahil olmak üzere göz damarlarının kesit alanını hassas bir şekilde ölçmemektedir. Bu nedenle günümüzde RDU, göz dolaşımında volümetrik akımı tespit edememektedir. Bu

denklemden hastalarımızda gözlemediğimiz gibi ortalama hızda artmanın olması, toplam akımda oluştuğunu göstermez. Çünkü ölçülen damarın kesit alanında azalma olabilir ve sonuçta hızda artmaya neden olabilir. Bu azalmış lümen alanı toplam kan akımında net bir değişiklik üretmeyebilir, hatta toplam kan akımını azaltabilmektedir.

Hasta grubumuzda ortalama hızda artma ile birlikte resistans indekste azalma tespit ettik. Ortalama hızda artma ile birliktelik gösteren resisitif indekste ki azalma stenoz, vasokonstrüksiyon ya da eksternal basıya bağlı lümeninde azalma gibi durumlarla uyumlu değildir. Tüm postoperatif dönemlerde eksternal basının devam etmesi ya da postoperatif spontan birçok stenozların gelişmesi ihtimal harici gözükmemektedir.

GİB'ndaki düşme, gözlenen hemodinamik değişikliklerden

**Tablo 4. Nazal posterior silier arterin ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. hafta hemodinamik ölçüm değerleri**

Nazal posterior silier arter	Ameliyat öncesi	2. hafta ameliyat sonrası	P değeri	10. hafta ameliyat sonrası	P değeri
Sistolik maksimum hız	10.20±2.73 /10.00	11.54±2.87 /11.00	>0.05	12.00±3.26 /11.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	10.43±3.60 /10.00	11.60±2.88 /11.00	>0.05	10.40±3.20 /10.00	>0.05
Ortalama hız	5.40±1.35 /5.00	6.73±1.55 /6.00	<0.05	7.07±2.17 /6.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	5.43±2.22 /5.00	6.00±1.87 /5.00	>0.05	5.20±2.28 /5.00	>0.05
Diastol sonu hız	3.00±0.84 /3.00	3.54±0.68 /3.00	>0.05	3.92±1.49 /4.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	2.86±0.90 /3.00	3.20±0.84 /3.00	>0.05	3.00±0.70 /3.00	>0.05
Resisistif İndex	71.73±5.17 /71.00	66.27±4.98 /66.00	<0.05	65.53±4.68 /65.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	70.86±3.34 /72.00	73.00±3.16 /72.00	>0.05	73.00±2.91 /72.00	>0.05

Ortalama ± standart sapma/ ortanca

**Tablo 5. Temporal posterior silier arterin ameliyat öncesi ve sonrası 2. ve 10. hafta hemodinamik ölçüm değerleri**

Temporal posterior silier arter	Ameliyat öncesi	2. hafta ameliyat sonrası	P değeri	10. hafta ameliyat sonrası	P değeri
Sistolik maksimum hız	11.40±3.65 /10.50	12.11±2.89 /12.00	>0.05	11.33±1.15 /11.00	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	12.00±3.55 /12.50	15.33±5.3 /14.00	>0.05	9.25±1.89 /8.50	>0.05
Ortalama hız	5.90±2.13 /5.00	7.11±1.90 /7.00	>0.05	6.41±1.37 /6.50	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	6.50±1.73 /6.50	7.33±1.15 /8.00	>0.05	6.25±2.06 /6.50	>0.05
Diastol sonu hız	3.50±1.43 /3.00	3.55±1.13 /4.00	>0.05	3.75±0.75 /4.00	>0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	2.75±0.95 /2.50	4.00±1.73 /3.00	>0.05	3.00±0.81 /3.00	>0.05
Resisitif İndex	71.40±6.86 /72.00	68.11±5.66 /65.00	<0.05	59.30±9.29 /62.00	<0.05
Ameliyatlı göz					
Diğer göz	77.25±3.40 /78.00	74.00±3.60 /73.00	>0.05	68.25±5.50 /67.00	>0.05

Ortalama ± standart sapma/ ortalanca

sorumlu olabilir mi? GİB'nda düşme ve bunun koroidal vasküler yatağa ve retina damarlarına etkisi sonucu resisitif indekste azalma ve ortalama hızda artma bulguları daha iyi bir açıklama olabilir. Optik sinir başına giren venüller sıklıkla pulsatildir ve bu bulgunun internal ve eksternal basınçların kardiyak siklus boyunca oluşan fluktuasyonun damara yansımaları olduğu bilinmektedir (27). Artmış GİB ile retina ven okluzyonu arası ilişki iyi bilinmektedir. GİB, perfüzyon basıncı ve kan akımı arasındaki ilişki şu şekilde özetlenebilir (28):

Perfüzyon Basıncı=Ortalama Arter Basıncı - Göz İçi Basıncı  
Kan Akımı=Perfüzyon Basıncı / Periferik Vasküler Resistans

GİB azalır ve ortalama arter basıncı sabit tutulursa perfüzyon basıncı artmaktadır ve bu da ortalama hızda ve kan akımında artmaya neden olmaktadır. Periferik vasküler resistans ki kompensatuar değişiklikler kan akımında oluşan tüm değişiklikleri etkileyebilmektedir. GİB gibi vasküler yatak resistansını etkileyen faktörlerde ki değişiklik sistolik maksimum hızdan çok diastol sonu hızın üzerine etkilidir. Diastol sonu hızdaki artma ortalama hızı arttırmaktadır.

Çalışmamızda oftalmik arterin ameliyat sonrası 2. ve 10. haftada elde edilen değerleri ameliyat öncesi değerler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmadı (Tablo 2). Oftalmik arterde belirgin hemodinamik değişikliklerin olmaması şu şekilde açıklanabilir; santral retina arteri ve posterior silier arterler oftalmik arterin tüm dallarının toplamının küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Ameliyat sonrası GİB düşmesine bağlı hemodinamik değişikliklerin oftalmik arterde gözlenemediğinin nedeninin bu olabileceğini düşündük.

Çalışmamızda, ameliyattan sonraki 2. ve 10. haftada santral retina arterinin ortalama hız ve diastol sonu hızında istatistiksel olarak anlamlı artma izlendi (Tablo 3). Aynı arterde ameliyat sonrası 2. haftada sistolik maksimum hızda istatistiksel olarak anlamsız bir artma izlenirken, ameliyat sonrası 10. haftada istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı. Resisitif indekslerde ise ameliyattan sonraki 2. ve 10. haftada

istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi.

Nazal posterior silier arterlerin 2. ve 10. haftadaki ameliyat sonrası muayenelerinde ortalama hızda istatistiksel olarak anlamlı artma izlendi (Tablo 4). Diastol sonu hızda ise ameliyat sonrası 10. hafta ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi. Sistolik maksimum hızda ameliyat sonrası 2. haftadaki değerde istatistiksel olarak anlamsız artma izlenirken, ameliyat sonrası 10. haftadaki değerde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi. Resisitif indeks değerlerinde ameliyat sonrası 2. ve 10. haftadaki ölçüm değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma tespit edildi.

Temporal posterior silier arterlerin ameliyat sonrası 2. ve 10. haftadaki muayenelerinde diastol sonu hızda ve ortalama hızda istatistiksel olarak anlamsız artma izlenirken, resisitif indekslerde istatistiksel olarak anlamlı azalma belirlendi (Tablo 5).

Gözlemlenen değişikliklerden prekapiller arteriol resistansındaki azalma sorumlu tutulabilir mi? Bu damarlar vasküler yatak resistansından büyük derecede sorumlu olduğundan bu seviyede meydana gelen bir değişiklik, gözlemlediğimiz değişikliklerden sorumlu olabilir kanısını uyandırmaktadır. Bu değişiklikler santral retina arteri ve posterior silier arterlerdeki kan akımında artmaya neden olabilir mi? Vasküler yatak direncinde azalma ve ortalama hızdaki artma, ölçülen damarda kan akımının artmasına neden olmaktadır. Bunun bir istisnası, diğer bir proksimal yerde artmış olan kan akımının sonucunda otoregülasyon mekanizmaları devreye girebilmektedir ve bunun sonucunda meydana gelen vasokonstriksiyon resistans artmasına neden olabilmektedir. Retinal ve optik sinir başı dolaşımında otoregülasyonun varlığı, işaretlenmiş mikrosfer tekniği, iodoantiprin iodine125 ve oksijen hissediciler ile araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (30). Bunun tersine koroidde otoregülasyonun olmadığı gösterilmiştir (31). Bazı çalışmalarda glokomlu hasatalarda retina ve optik sinir başının otoregülasyonunun bozulduğu öne sürülmüştür (32). Retina dolaşımında eğer

otoregülasyon mevcut ise muhtemelen prekapiller sfinkterler, metarterioller ve arterioller aracılığı ile olmaktadır (33, 34). GİB'nin azalması ile lokal olarak damar direncinde azalma olmaktadır ve otoregülasyon mekanizmaları bu azalmayı engellemek yönünde çalışmaktadır.

Özet olarak çalışmamızda cerrahi olarak GİB'nin düşürülmesi sonrası damar yatağı direncini yansıtan resistite indekste azalma ile birliktelik gösteren ortalama hızda ve diastol sonu hızda artma tespit edildi. Bu bulguların kombinasyonundan çıkarılabilen sonuç retina damarlarında ve koroiddeki eksternal basıda azalmanın olmasıdır. Bu bulgular, tanısal olmamakla birlikte santral retina arteri ve kısa posterior silier arterlerde kan akımının artmış olabileceğini göstermektedir. Glokom tedavisinde GİB'nin düşürülmesi sonucunda kan akımının pozitif yönde etkilenmesi açık açılı glokomun fizyopatolojisinde vasküler teori ile mekanik teorini birlikte rol aldığını yansıtmaktadır. Göz hastalıklarında ileri tetkik olarak RDU'un kullanımının daha geniş kapsamlı araştırılması gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Flammer J, Orgül S, Costa VP, et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res.* 2002; 21: 359-93.
2. Scales KD, Andrzej W. et al. Principles and practice of ophtalmology: basic sciences. Albert DM, Jacobiec FAW.B. Saunders company, Philadelphia. 1994; 252-261.
3. Nicoleta-MT, Drance-SM, Rankin-SJ, Buckley-AR, Walman-BE. Color Doppler imaging in patients with asymmetric glaucoma and unilateral visual field loss. *Am-J-Ophthalmol.* 1996; 121: 502-10.
4. Rankin-SJ, Drance-SM, Buckley-AR, Walman-BE. Visual field correlations with color Doppler studies in open angle glaucoma. *J-Glaucoma.* 1996; 5: 15-21.
5. Rankin-SJ, Walman-BE, Buckley-AR, Drance-SM. Color Doppler imaging and spectral analysis of the optic nerve vasculature in glaucoma *Am J Ophthalmol.* 1995;119: 685-93.
6. Berisha F, Schmetterer K, Vass C, et al. Effect of trabeculectomy on ocular blood flow. *Br J Ophthalmol.* 2005; 89: 185-8.
7. Tribble JR, Sergott RC, Spaeth GL, et al. Trabeculectomy is associated with retrobulbar hemodynamic changes. A color Doppler analysis. *Ophthalmology.* 1994; 101: 340-51.
8. Cantor LB. The effect of trabeculectomy on ocular hemodynamics. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2001; 99: 241-52.
9. Lieb WE, Cohen SM, Metron DA, et al. Color Doppler imaging of the eye and orbit: Technique and normal vascular anatomy. *Arch Ophtalmol.* 1991; 109:527-31.
10. Williamson TH, Haris A. Ocular blood flow measurement. *Br J Ophtalmol.* 1994; 78: 939-45.
11. Silver DM, Farrel RA, Langhans ME, et al. Estimation of pulsatile ocular blood flow from intraocular pressure. *Acta ophtalmol suppl(copenh)* 1989; 191: 25-9.
12. Ulrich WD, Ulrich C. Oculo-oscillo-dynamography: a siagnostic procedure for recording ocular pulses and measuring retinal and ciliary arterial blood pressures. *Ophtalmic Res.* 1985;17:308-17.
13. Mokbel TH, Shahin MM, El-Said EM, Abd El-Ghaffar WM. Potential diagnostic value of fluorescein angiography and color Doppler imaging in primary open angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol.* 2009; 19: 957-62.
14. Sekeroglu MA, Irkeç M, Mocan MC, et al. The association of ocular blood flow with haemorheological parameters in primary open-angle and exfoliative glaucoma. *Acta Ophthalmol.* 2009. [Epub ahead of print]
15. Zeitz O, Mayer J, Hufnagel D, et al. Neuronal activity influences hemodynamics in the paraoptic short posterior ciliary arteries: a comparison between healthy and glaucomatous subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009; 50: 5846-50.
16. Stalmans I, Harris A, Fieuews S, et al. Color Doppler imaging and ocular pulse amplitude in glaucomatous and healthy eyes. *Eur J Ophthalmol.* 2009; 19: 580-7.
17. Laatikainen L, Mantyla P. Effects of a fall in the intraocular pressure level on the peripapillary fluorescein angiogram in chronic open angle glaucoma. *Acta Ophtalmol.* 1974; 52: 625-33.
18. Blumental M, Best M, Galin MA, Toyofuku H. Peripapillary choroidal circulation in glaucoma. *Arch Ophtalmol.* 1971;86:31-8.
19. Weinstein JM, Duckrow RB, Beard D et al: Regional optic nerve blood flow and its autoregulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1983; 24:1559.
20. Quigley HA, Hohman RM, Addicks EM et al: Blood vessels of the glaucomatous optic disc in experimental primate and human eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1984; 25: 918.
21. Van Bursisk EM, Bacon DR. Fahrenbach WH. Ciliary vasoconstriction after topikaladrenergic drugs. *Am J Ophtalmol.* 1990; 109: 511-7.
22. Martin XD, Rabinau PA. Vasoconstrictive effect of topikal timolol on human retinal arteries. *Grafe's Arch Clin Exp Ophtalmol.* 1989; 227: 526-30.
23. Green K, Hatchett TL. Regional ocular blood flow after chronic topical antiglaucoma drug treatment. *Acta Ophtalmol (copenhagen)* 1987; 65: 503-506.
24. Grunwald JE, Furubayaski C. Effect of topical timolol maleate on the ophtalmic artery blood pressure. *Invest Ophtalmol Vis Sci.* 1989; 30: 1095-100.
25. Bullinat LE, Stodmeister R. Effect of different antiglaucomatous drugs on ocular perfusion pressures. *J Ocular Pharmacol.* 1988; 4: 231-42.
26. Williamson TH, Haris A. Ocular blood flow measurement. *Br J Ophtalmol.* 1994; 78: 939-45.
27. Phelps CD. Duane's Clinical ophtalmology rev ed. Philadelphia :JB Lippincott 1995; Chap 42.
28. Hayreh SS. Blood supply to the anterior optic nerve in: Ritch R, Shields MB, Krupin T, eds. *The Glaucomas.* St Louis: Mosby, 1989;135-6.
29. Rassam SMB, Patel V, Kohner EM. The effect of acetazolamide on the retinal circulation. *Eye.* 1993; 7: 697-702.
30. Ernest JT. Autoregulation of optic disc oxygen tension. *Invest Ophtlmlol.* 1974; 13: 101-6.
31. Anderson DR. Anatomy and physiology of ocular blood flow in: Lambrou GN; Greve EL, Eds, *Ocular Blood flow in glaucoma: Means, methods, and measurements.* Berkeley: Kugler&Ghedini 1989:55-9
32. Robert Y, Steiner D, Hendrickson P. Papillary circulation dynamics in glaucoma. *Grafe's Arch Clin Exp Ophtalmol.* 1989; 227: 436-9.
33. Fekete GT, Tagawa H, Deupree DM et al. Blood flow in the normal human retina. *Invest Ophtalmol Vis Sci.* 1989; 30: 58.
34. Riva CE, Grunwald JE, Sinclair SH et al. Blood velocity and volumetric flow rate in human retinal vessels. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1985; 26: 1124.