

**T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**SAĞLIKLI GÖZLERDE KOROİDAL KALINLIĞIN OKÜLER PULSE
AMPLİTÜDÜ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Hikmet DURAN

TRABZON - 2015

**T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**SAĞLIKLI GÖZLERDE KOROİDAL KALINLIĞIN OKÜLER PULSE
AMPLİTÜDÜ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Hikmet DURAN

Tez Danışmanları

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOLA

Doç. Dr. Adem TÜRK

TRABZON - 2015

ÖNSÖZ

Göz Hastalıkları uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocalarım Sayın Prof. Dr. Nurettin AKYOL'a, Sayın Prof. Dr. H. İbrahim İMAMOĞLU'na, Sayın Prof. Dr. Hidayet ERDÖL'e;

Tez çalışmamda emeği geçen hocalarım Doç. Dr. Adem TÜRK'e ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOLA'ya;

Asistanlık süresince birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma;

Birlikte çalıştığım tüm hemşire ve hastane personeline teşekkür ederim.

Beni sürekli destekleyen aileme en içten teşekkürlerimle...

Dr. Hikmet DURAN

Trabzon, 2015

ÖZET

SAĞLIKLI GÖZLERDE KOROİDAL KALINLIĞIN OKÜLER PULSE AMPLİTÜDÜ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

Amaç: Sağlıklı bireylerde koroid kalınlığı ile oküler pulse amplitüdü (OPA) arasındaki ilişkiyi araştırmak.

Materyal ve Metod: Çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı'nda Eylül 2013–Mart 2015 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışmaya yaşları 18 - 60 arasında değişen ve yapılan detaylı göz muayenesinde refraksiyon kusuru dışında göz problemi tespit edilmeyen olgular dahil edildi. Katılımcılara ait gerek dinamik kontör tonometre (DKT) gerekse de non-kontak tonometre (NKT) ile ölçülen göziçi basınç (GİB) değerleri, aksiyel uzunluk (AU) değerleri, ortalama keratometri değerleri, koroid kalınlığı (KK) değerleri, merkezi korneal kalınlık (MKK) ve DKT ile OPA değerleri ölçüldü. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya yaş ortalamaları $26,5 \pm 8,1$ olan, 63'ü kadın (%63), 37'si erkek (%37) olmak üzere toplam 100 sağlıklı birey dahil edildi. Olguların gözlerine ait ortalama DKT-GİB, NKT-GİB, AU, ortalama keratometri, KK, MKK ve OPA değerleri sırasıyla şu şekildeydi: $16,9 \pm 2,7$ mmHg, $14,1 \pm 2,7$ mmHg; $23,7 \pm 0,8$ mm, $43,8 \pm 1,5$ D, $341,3 \pm 71,2$ mikron, $523,7 \pm 30,5$ mikron ve $2,6 \pm 0,8$ mmHg idi. OPA ile KK, keratometri, DKT-GİB ve NKT-GİB arasında anlamlı bir ilişki olduğu görüldü (sırasıyla, $p < 0,001$, $p = 0,005$, $p < 0,001$, $p < 0,001$). Ancak yaş, MKK ve AU değerlerinin ise OPA üzerine anlamlı bir etkide bulunmadığı görüldü (hepsi için $p > 0,05$). KK ile yaş arasında anlamlı bir negatif korelasyon görüldü ($p = 0,034$), ancak MKK, AU, hem DKT hem de NKT ile ölçülen GİB değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı (hepsi için $p > 0,05$). Liner regresyon analizinde KK ($p < 0,001$), keratometri ($p = 0,001$) ve DKT-GİB'in ($p < 0,001$) OPA üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu görüldü.

Sonuç: Koroid kalınlığının oküler pulse amplitüdü üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Oküler pulse amplitüdü değerlendirilirken göziçi basıncının yanı sıra koroid kalınlığının da göz önünde bulundurulması önemli olabilir.

Anahtar Kelimeler: Oküler pulse amplitüdü; göziçi basıncı; koroid kalınlığı, dinamik kontur tonometre, optik kohorens tomografi.

SUMMARY

THE EFFECT OF CHOROIDAL THICKNESS ON OCULAR PULSE AMPLITUDE IN HEALTHY EYES

Aim: To investigate the relation between choroid thickness and ocular pulse amplitude (OPA) in healthy individuals.

Materials and Methods: The study was performed at the Karadeniz Technical University Faculty of Medicine Department of Ophthalmology between September 2013 and March 2015. Subjects aged 18 - 60 and with no ocular problem other than refractive error at detailed eye examination were included in the study. Intraocular pressure (IOP) measurements by non-contac tonometry (NKT) and Dynamic Contour tonometer (DKT), axial length (AL), choroidal thickness (CT), central corneal thickness (CCT) and OPA values were measured for all participants. Data obtained were analyzed statistically.

Results: 100 healthy individuals, mean age $26,5 \pm 8,1$, 63 (63%) women and 37 (37%) men, were included. Mean DCT-IOP, NCT-IOP, AL, keratometry, CT, CCT and OPA values were $16,9 \pm 2,7$ mmHg, $14,1 \pm 2,7$ mmHg; $23,7 \pm 0,8$ mm, $43,8 \pm 1,5$ D, $341,3 \pm 71,2$ microns, $523,7 \pm 30,5$ microns ve $2,6 \pm 0,8$ mmHg, respectively. The associations of ocular pulse amplitude with CT, keratometry, DCT-IOP and NCT-IOP were significant ($p < 0,001$, $p = 0,005$, $p < 0,001$, $p < 0,001$, respectively). However, the associations of ocular pulse amplitude with age, CCT and AL were not significant ($p > 0.05$ for all). Correlation analysis showed significant association between CT and age ($p = 0,034$). However, KK was not significantly associated with CCT, AL, DCT-IOP and NCT-IOP ($p > 0.05$ for all). Linear regression revealed that CT ($p < 0,001$), keratometry ($p = 0,001$) and IOP values ($p < 0,001$) had a significant effect.

Conclusion: CT was observed to have a significant effect on OPA. It may be important to consider CT as well as IOP when analyzing OPA.

Key Words: Choroid; intraocular pressure; ocular pulse amplitude, dynamic contour tonometer, optic coherence tomography.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	ii
ÖZET.....	iii
SUMMARY	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
GRAFİKLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Koroid	3
2.1.1. Anatomi	3
2.1.2. Histoloji	5
2.1.3. Fonksiyonları	6
2.1.4. Koroid Kan Akımının Regülasyonu	6
2.1.5. Koroid Kalınlığının Modülasyonu.....	7
2.1.6. Koroidin Görüntülenmesi	7
2.2. Paskal Dinamik Kontur Tonometre	11
2.2.1. Tanım.....	11
2.2.2. Oküler Puls Amplitüdü (OPA)	14
3. MATERYAL VE METOD	17
4. BULGULAR.....	20
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ.....	33
7. KAYNAKLAR	34

KISALTMALAR DİZİNİ

AU	: Aksiyel Uzunluk
KK	: Koroidal Kalınlık
OCT	: Optik Choren Tomografi
DKT	: Dinamik Kontür Tonometre
NKT	: Nonkontak Tonometre
GAT	: Goldmann aplanasyon tonometresi
Q	: Kalite
OPA	: Oküler Puls Amplitüdü
GİB	: Göz İçi Basıncı
OHT	: Oküler Hipertansiyon
PAAG	: Primer Açık Açılı Glokom
MKK	: Merkezi Kornea Kalınlığı
S.D	: Standart Deviasyon
LASIK	: Laser-Assisted in Situ Keratomileusis

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Çalışma Grubundan Elde Edilen Çeşitli Ölçümlerin Sonuçları	20
Tablo 2. Çalışma Grubunda Sağ ve Sol Gözlerden Elde Edilen Çeşitli Ölçümlerin Sonuçları	21



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. OCT Çalışma Prensibi.....	9
Şekil 2. DKT Çalışma Prensibi	11
Şekil 3. DKT'nin 1,7 mm'lik Basınç Sensörü.....	12
Şekil 4. Pascal Dinamik Kontur Tonometre.....	13
Şekil 5. Oküler Nabız Amplitüdü (OPA)	15
Şekil 6. Çalışmaya Dahil Edilen Bir Olguya Ait OCT Görüntüsünde Subfoveal Koroidal Kalınlığın Manuel Olarak Ölçümü	18



GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa No

Grafik 1.	Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama Koroid Kalınlığı ile Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki.....	22
Grafik 2.	Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama Keratometre Değerleriyle Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki	23
Grafik 3.	Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama DKT ile Ölçülen Gib Değerleriyle Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki	24
Grafik 4.	Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama NKT ile Ölçülen GİB Değerleriyle Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki	25
Grafik 5.	Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Yaş ile Ortalama Koroidal Kalınlığı Arasındaki İlişki.....	26

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Koroid tabakası, gözdeki dış segment retina tabakasının beslenmesinde ve oksijenizasyonunda önemli rol oynayan ve etkilenmesi halinde görme problemlerine yol açan önemli bir vasküler dokudur (1). Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu ve dejeneratif miyop hastalarda koroidal kan akımındaki azalma ile ilişkili olarak doku hipoksisine bağlı koroidal neovaskülarizasyon gelişmekte olduğu, ayrıca yaşlanma, glokom ve retinitis pigmentosa gibi hastalıklarda koroidal kan akımında azalma gösterilmiştir (1-5). Günümüze kadar birçok oküler kan akımı çalışması yapılarak göz hastalıkları ile oküler kan akışı arasındaki korelasyon irdelenmiştir. Ancak bu çalışmalara bakıldığında koroidal kalınlık ile oküler kan akımı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar çok azdır (6). Çünkü yakın zamana kadar koroidal kalınlığın in vivo olarak ölçümü mümkün olmamaktaydı. Oysa yeni nesil optik koherens tomografi sistemleri ile non-invaziv bir biçimde insanlardaki koroid tabakasının kalınlığı tespit edilebilmektedir. Son yıllarda sağlıklı bireylerdeki koroid kalınlıkları araştırılmış ve literatürde sunulmuştur. Önceki çalışmalarda patolojik incelemelerde koroid kalınlığı arka kutupta yaklaşık 0,22 mm olduğu bulunmuşken (7), non-invaziv bir tanı aracı olan optik koherens tomografi ile yapılan güncel bir çalışmada koroidal kalınlığın sağlıklı bireylerde ortalama 287 mikron olduğu görülmüştür (8).

Oküler pulse amplitüdü (OPA) sistolik ve diastolik kalp atımları esnasındaki göz içi basıncı farkı olarak bilinmektedir ve bu farkın koroidal perfüzyonun indirek bir göstergesi olduğu kabul edilmektedir. Dinamik kontür tonometri cihazı transkorneal metod ile oküler pulse amplitüdü ve göz içi basıncını (GİB) ölçebilen bir non-invaziv bir tonometredir. Ortalama 7 saniyelik ölçüm süresince, saniyede 100 göz içi basıncı ölçümü yaparak, dinamik olarak göz içi basıncı ölçümünü gerçekleştirmektedir. Böylece cihaz yukarıda bahsedilen oküler pulse amplitüdünü hesap edebilmektedir.

Literatüre bakıldığında oküler pulse amplitüdü ile koroid kalınlığı arasındaki ilişkinin hala daha araştırılmadığı görülmektedir. Bu çalışma sağlıklı bireylerde optik koherens tomografi cihazı ile elde edilen koroidal kalınlıkların, Pascal dinamik kontür tonometri cihazı yardımıyla oküler kan akımını yansıtan oküler pulse

amplitüd değerleri ile karşılaştırılması ve aradaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Koroid

Koroid terimi Latince “membran” ve “yapı” kelimelerinden köken almakta (9) olup koroid dokusu ile ilgili çalışmalar yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. 1702 yılında ilk olarak Hovius tarafından koryokapillaris tanımlanmıştır (9). Koroidin embriyolojik gelişimi, anatomik ve histolojik yapısı ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve detaylı bilgiler elde edilmiştir. Koroid tabakası benzersiz anatomik ve histolojik bir yapıya sahip olup, fonksiyonlarının ve patolojik değişikliklerinin anlaşılabilmesi için öncelikle bu anatomik ve histolojik yapının anlaşılması gerekmektedir.

2.1.1. Anatomi

Koroid, üveanın retina ile sklera arasında bulunan arka bölümünü oluşturmaktadır. Önde ora serratadan arkada optik sinire kadar uzanan karmaşık bir damar ağına sahip olan süngerimsi pigmente bir dokudur. Önceki çalışmalarda arka kutupta yaklaşık 0,22 mm ile en kalın olup, öne doğru gidildikçe yaklaşık 0,1 mm'ye kadar incelendiği bulunmuştur (7). Koroid dokusunun retina pigment epiteline sıkıca tutunan iç yüzeyi düzdür ve fotoreseptörlere kıyasla daha sıkı bağlıdır. Koroidin dış yüzeyi ise pürüzlüdür ve skleraya önde paralel, arkada dik uzanan bağ dokusu lifleri ile tutunur (9). Optik sinir çevresinde, arka siliyer arterler, siliyer sinirlerin göz küresine girdiği yerlerde ve vorteks venlerinin gözü terk ettiği bölgelerde skleraya sıkı yapışıktır (7,10). Koroid tabakası damarsal yapılardan zengin olup, vücutta kütle başına kan akımının en yüksek olduğu dokudur ve ayrıca göz küresindeki tüm kan hacminin %70'ten fazlası koryokapillarisde bulunur (9). Koroid dolaşımı sadece koroid beslenmesini sağlamayıp, retina pigment epiteli ve iç nükleer tabakanın dış yüzüne kadar olan retina tabakalarının da beslenmesini sağlamaktadır. Koroidin arteryel dolaşımı arka kısımda kısa arka siliyer arterler, ön kısımda ise iki uzun arka siliyer arter ve ön siliyer arterlerden sağlanır (7). Uzun arka siliyer arterler optik sinirden yaklaşık 3-4 mm mesafede sklerayı deler ve suprakoroidal aralıkta öne doğru seyrederek. Ora serratada her bir uzun arka siliyer arter arkaya doğru 3 ila 5

dal vererek ekvatora kadar olan koryokapillarisin ön kısmının kanlanmasını sağlar. Kısa arka siliyer arterler optik sinir çevresinde sklerayı deldikten sonra suprakoroidal boşlukta kısa bir mesafe katedip koroide girer ve koryokapillarisin ekvatora kadar olan arka kısmının beslenmesini sağlarlar. Ayrıca kısa arka siliyer arterlerin bir takım küçük dalları optik disk çevresinde anastomoz yaparak Zinn halkasını oluştururlar. Zinn halkasından çıkan küçük dalların bazıları optik siniri çevreleyen pia materdeki kan damarları ile anastomoz yaparlar. Ön siliyer arterler ise rektus kaslarına eşlik ederek seyreder ve siliyer cisme girerler. Öncelikle irisin majör vasküler halkasına katılan ön siliyer arterler, ardından geriye doğru 8-12 kadar dal vererek önde koryokapillarisin kanlanmasına katkı sağlarlar.

Koroid tabakasının venöz drenajı esas olarak vorteks venleri aracılığıyla sağlanır. Küçük bir kısmı ön siliyer venler aracılığıyla siliyer cisimden olmaktadır. Genellikle 4 kadranın her birinde bir vorteks veni bulunur. Bu venler sklerayı delip göz küresini terk ettikten sonra üst ve alt oftalmik venleri oluştururlar. Göz küresinin venöz drenajının büyük bir kısmını sağlayan üst oftalmik ven, üst orbital fissürden geçip kavernoöz sinüse ilerler. Alt oftalmik ven ise üst oftalmik vene bir dal verdikten sonra alt orbital fissürden geçip pterygoid pleksusa ilerler.

Koroidin innervasyonuna bakıldığında, geniş bir sinir ağına sahip olduğu ve hem sempatik hem de parasempatik sinir liflerinin bulunduğu görülmektedir. Sempatik sistem koroidin kan akışını sabit tutan bir otonomiyasyon fonksiyonunu sağlar. Parasempatik sistemin koroid kan akışı üzerinde direk etkisi görülmemektedir. Koroidin büyük kısmı yaklaşık 20 adet kısa arka siliyer sinir tarafından innerve edilmektedir. Kısa arka siliyer sinirler siliyer gangliyondan çıkar, optik sinirden yaklaşık 3 – 4 mm mesafede suprakoroidal alana ve ardından koroide girerler ve burada hemen çok miktarda dal verirler. Kısa arka siliyer sinirler koroide girdikten sonra miyelin kılıflarını kaybederler. Her bir sinir lifi 50 ila 100 akson içermektedir. İki adet uzun arka siliyer sinir ise koroidin ön kısmının innervasyonuna kısmen katılırlar. Uzun arka siliyer sinirler nazosiliyer sinirin dalıdır.

2.1.2. Histoloji

Koroid histolojik olarak 3 tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar içten dışa doğru sırasıyla:

1. Koryokapillaris
2. Sattler tabakası (orta damar tabaka)
3. Haller tabakası (büyük damar tabaka)

Koryokapillaris ilk olarak 1702 yılında Hovius tarafından tanımlanmış ve 1838'de Eschricht tarafından adlandırılmıştır (9). Bu tabaka benzersiz yapısı koroidin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için büyük öneme sahiptir. Yoğun anastomoz oluşumu gösteren kapiller bir ağ olup, Bruch membranına komşu ince bir tabaka halindedir ve kapiller endotel hücrelerinin bazal membranı Bruch membranının en dış tabakasını oluşturur. Koryokapillaris, kapiller ağın en yoğun olduğu yer olan foveada 10 mikron ve periferde doğru gittikçe incelik ve kalınlığı 7 mikrona düşmektedir (1). Belirgin sınırlı lobüler yama tarzında, merkezde bir besleyici arteriyolu ve periferde direne eden venüller mevcuttur. Kapillerler Sattler tabakasındaki arteriyollerden köken almaktadır. Sattler tabakasındaki her bir arteriyol, koryokapillarisde altıgen veya lobüler şekilli bir kapiller ağ tabakasını besler. Koryokapillarisin dış kısmında Sattler tabakasına komşu bir fibröz tabaka mevcut olup kapillerlerin arasından geçerek Bruch membranının dış fibröz tabakasına uzanan kollajen liflerden oluşan sütunlar bulunur. Bu sütunların kapillerlerin çapının sabit tutulmasında fonksiyonu olabileceği düşünülmektedir (1). Koroidin damar tabakası dışta büyük kan damarlarının yer aldığı Haller tabakası ve içte, orta ve küçük boy arterlerin ve koryokapillaris besleyen arteriyollerin yer aldığı Sattler tabakasından oluşur. Ekstravasküler dokuda kollajen ve elastik lifler, fibroblastlar, vasküler olmayan düz kas hücreleri ve çok sayıda büyük melanositler bulunmaktadır. Ayrıca diğer bağ dokularında olduğu gibi çok miktarda mast hücresi, makrofaj ve lenfosit bulunur.

2.1.3. Fonksiyonları

Koroidin bilinen en önemli fonksiyonu retinanın dış tabakalarının besin ve oksijen ihtiyacının karşılanmasıdır. Retina pigment epiteli ve iç nükleer tabakanın dış yüzüne kadar olan retina tabakalarının beslenmesi koroid tarafından sağlanmakta olup termoregülasyon, koroid kalınlığının değişmesi ile retina pozisyonunun ayarlanması ve büyüme faktörlerinin salgılanması gibi fonksiyonları vardır.(1). Ayrıca ışık absorpsiyonuna katkı sağlaması ve kan akışının vazomotor kontrolü ile intraoküler basıncın düzenlenmesine katkı sağlaması diğer olası fonksiyonlarıdır (1,7). Subkoroidal boşluktan uveoskleral yol üzerinden aköz hümörün drenajında da rol oynar.

2.1.4. Koroid Kan Akımının Regülasyonu

Koroid kan akımı otonomik kontrol altındadır ve esas olarak sempatik sinir sistemi tarafından düzenlenmekte olup diğer dokulara kıyasla çok yüksek hacimde kan akımına sahiptir ve retina sıcaklığının sabit tutulmasının bu yüksek kan akımına bağlı olduğu düşünülmektedir. Dış retina tabakaları koroid kan akımına bağımlı olup, genellikle hipertansif kardiyovasküler hastalıklar ve diabette karşılaştığı gibi koroidal kan akımında ciddi bir azalma söz konusu olursa, retinal ödem oluşmaktadır. Koroid kan akımının otonomik sinir sistemi tarafından düzenlenmesi, sistemik hipertansiyonun etkilerinden kısmen korunmayı da sağlamaktadır ve yapılmış olan bazı çalışmalarda sistemik dolaşımı etkileyen ajanların koroid kan akımını etkilediği gösterilmiştir. Epinefrin ve anjiyotensin gibi vazokonstriktörler sistemik kan basıncını ve koroidde periferik direnci artırır. Ama koroidde kan akımında azalmanın aksine, net olarak kan akımında artışa sebep olurlar. Sistemik kan basıncının düşmesi koroidde periferik direncin düşmesine yol açar, ancak kan akımında çok az etkisi olur. Güçlü vazodilatör etkisi olan karbondioksit inhalasyonunun koroid akımında çok az etkisi olur. Ayrıca vazodilatörlerin lokal uygulanmasının da etkisi çok azdır. Servikal sempatik zincirin uyarımı koroidal kan akımını artırır, sempatektomi ise azaltır. Sempatik kontrolün kaybı retinal ödeme yol açar. Yani koroidde fizyolojik bir perfüzyon basıncının sağlanabilmesi için sempatik

tonusun sağlanması gereklidir. Bu gözlemler koroid kan akımının kontrolünde otonom sinir sisteminin üstünlüğünü göstermektedir (11).

2.1.5. Koroid Kalınlığının Modülasyonu

1995 yılında Wallmann ve ark. (12) tavuklar üzerinde yaptıkları çalışmada koroidin yavaş akomodatif bir mekanizma ile refraktif adaptasyona katkı sağlayabileceği göstermişlerdir. Bu çalışmalarda miyopik defokus durumlarında, yani görüntünün retinanın önüne düştüğü hallerde, koroid kalınlığının 100 mikrona kadar artış göstererek retinayı öne doğru hareket ettirdiği ve görüntünün odaklanmasına katkı sağlandığı gösterilmiştir. Konkav camlar kullanılarak oluşturulan hipermetropik defokus durumlarında, yani görüntünün retinanın gerisine düştüğü hallerde ise, mekanik kısıtlamaların elverdiği ölçüde koroid kalınlığının azaldığı ve retinanın geriye doğru hareket ettiği gösterilmiştir (12). Koroid kalınlığının değişimini izah etmek için 4 farklı hipotez ortaya atılmıştır (12):

1. Koroide su geçişini artıran büyük, ozmotik olarak aktif proteoglikanların sentezinin artması
2. Koryokapillaristeki fenestrasyonların büyüklük veya sayısının artması ile koroidal matrikste ozmotik olarak aktif moleküllerin sayısının artması
3. Ön kamaradan drenaj yolu ile koroide giren sıvı miktarının artması
4. Retina pigment epitelini üzerinden retinadan sıvı transportundaki değişiklikler

Bu mekanizmalara ilave olarak, vasküler olmayan düz kasların tonusundaki değişikliklerin de rolü olabilir. Muhtemelen, bu mekanizmaların birkaç tanesi aynı anda etkili olmaktadır (1).

2.1.6. Koroidin Görüntülenmesi

i) İndosiyanın Yeşili Anjiyografi (İYA)

Fundus görüntülemesinde ilk olarak Kogure ve ark. (13) tarafından 1970 yılında maymunlar üzerinde kullanılan indosiyanın yeşili, 775 Dalton molekül ağırlıklı, suda çözünen bir trikarbosiyanin boyasıdır. İntravenöz enjeksiyon sonrası

neredeysi tamamen (%98) proteinlere bağlanır. Proteinlere bağlandığından, koryokapillerlerin k fenestrelereinden diffüzyonu sınırlıdır. İndosiyanın yeşilinin yüksek dalga boyunda flöresans vermesi (800-810 nm) ve koryokapillaristen dışa kaçışının sınırlı olması nedeniyle kan, eksuda veya pigment epitel dekolmanlarının altında koroid dolaşımının daha detaylı olarak görüntülenmesini sağlar. Ancak kesitsel görüntü elde edilememektedir (8).

ii) Lazer Doppler Flowmetre

Optik sinir başı, iris ve subfoveal koroidal dolaşımda hemodinamik parametrelerin ölçümünü sağlar. Belirli bir hacimdeki eritrositlerin sayısı ve ortalama akım hızları tespit edilebilir. Yapılan çalışmalarda diabetik retinopati, YBMD ve retinitis pigmentozada koroidal dolaşımdaki kan akımında azalma tespit edilmiştir (14).

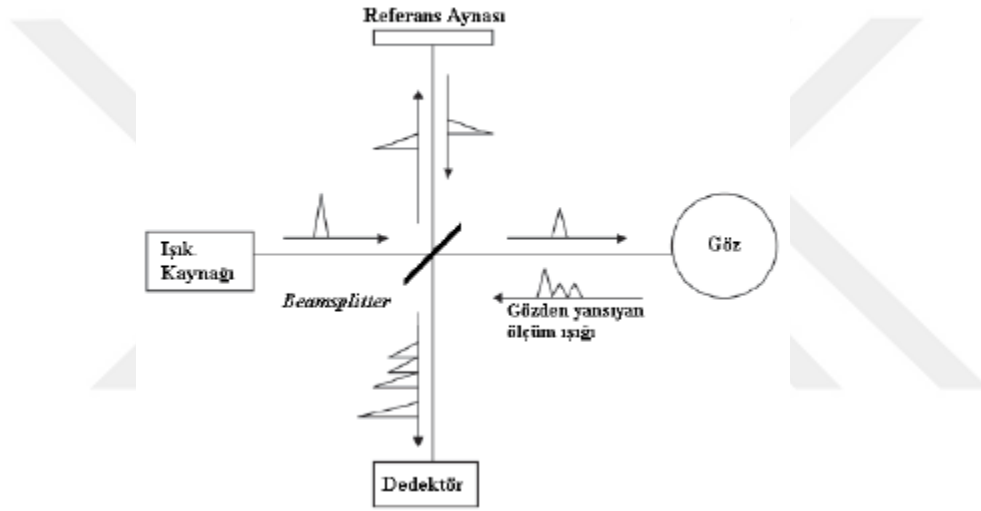
iii) Ultrasonografi

Özellikle ortam opasitelerinin varlığında çeşitli vitreoretinal patolojilerin teşhis ve takibinde büyük öneme sahiptir. Ayrıca koroiddeki tümörler veya diğer sebeplerle ortaya çıkan kalınlaşmaların teşhisinde de rolü vardır. Ancak görüntü znrlğnn düşük olması nedeniyle koroidin ayrıntılı değerlendirilmesi ve kk değişiklerin tespit edilmesi mümkün olmamaktadır (14).

iv) Optik Koherens Tomografi

Optik koherens tomografi (OCT) dokulardan yüksek znrlkl, kesitsel görüntüler elde etmeyi sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Göze temas etmeden ölçüm yapabilmesi, girişimsel olmayışı ve yüksek tekrarlanabilirlik özelliğinin bulunması önemli avantajlarıdır (15). OCT ilk olarak Huang ve ark. (16) tarafından Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde geliştirilmiş ve 1991 yılında yayınlanmıştır. Oftalmoloji alanında retinanın kesitsel görüntülemesinin yanı sıra optik sinir incelemesi, retina sinir lifi kalınlığı ölçümü ve ön segment görüntülemesi için de kullanılmaktadır. OCT tekniği dokulardan yansıyan ışığın görüntülenmesine dayanmaktadır (şekil 1). Fakat bir kamera gibi yalnızca iki boyutlu görüntü değil, derinlik boyutunu da elde etmektedir. Yeni geliştirilen sistemlerde aksiyal

çözünürlük 5–7 mikron gibi oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bunun sayesinde dokuya zarar vermeden mikroskop altındaki görüntüye benzer kesit görüntüler elde edilir. Bu nedenle OCT girişimsel olmayan doku biyopsisi olarak da tanımlanır (17). OCT dokunun farklı katlarından yansıyan ışıklardaki gecikmeyi hesaplar. Dokunun derin katlarından yansıyan ışık, yüzeyden yansıyana göre daha uzun bir gecikme süresi gösterecektir. Yansıyan ışığın amplitüdlerinin bu gecikme zamanına göre dağılımı aksiyel A-mod tarama olarak gösterilir. OCT ile örnek boyunca tarama yapılarak birçok A-mod tarama elde edilir ve bunlar sinyal amplitüdlerini gösteren gri veya renkli skalalarla gösterilebilir (17).



Şekil 1. OCT Çalışma Prensibi, (59).

İlk geliştirilen time-domain OCT sistemlerinde saniyede 400 A-tarama yapılabilmekte ve dokuda 8–10 μm aksiyal çözünürlüğe ulaşılabilir. 2006 yılında spektral-domain (Fourier-domain) OCT sistemleri klinik kullanıma girmiştir. Spektral OCT sistemleri ile saniyede 20000–52000 A-tarama yapılabilmekte ve dokuda 5–7 μm aksiyal çözünürlüğe ulaşılabilir (18). Spektral OKT sistemleri ile retinanın yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntüleri elde edilebilmesine karşın, bu cihazlarda standart görüntüleme teknikleri ile koroidin detaylı olarak görüntülenmesi, sklera-koroid sınırının tespiti ve koroid kalınlığının değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu sistemlerde ortalama 800 nm dalga boyunda ışık kaynağı kullanılmakta olup fotoreseptör tabakası ve retina pigment epiteli (RPE) ışıkta saçılmaya yol açmakta ve daha derindeki koroidal yapılardan yeterli görüntü elde

edilememektedir (19). 1060 nm dalga boyunda ışık kaynağı kullanan deneysel OCT cihazları ile koroidin daha net görüntülenmesi ve koroid kalınlığının ölçülmesi mümkün olmaktadır (20,21). Ancak bu cihazlar deneysel olup, klinik kullanıma sunulmamıştır. Ayrıca kullanılan ışığın dalga boyunun artırılması retinal görüntülerin çözünürlüğünü olumsuz etkileyebilir (19). Spaide ve ark. (22) 2008 yılında spektral OCT cihazları ile koroidin daha net görüntülenmesine ve koroid kalınlığı ölçümlerinin yapılmasına imkan veren EDI (Enhanced Depth Imaging) OCT adını verdikleri yeni bir teknik tanımlamışlardır. Bu teknikte OCT cihazı göze yaklaştırılarak, daha derindeki yapıların daha net görüntülenmesi mümkün olmaktadır. Cihaz göze ekranın üst tarafına yakın ters bir görüntü elde edilene kadar yaklaştırılır. Bu görüntüde ekranın üst tarafında sklera–koroid yer almakta, yukarıdan aşağıya doğru retina tabakaları dıştan içe doğru görülebilmektedir. Spaide ve ark. bu görüntüleme için Spectralis® (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) OCT cihazını kullanmış ve ilk yapılan çalışmalarda bu ters görüntüler kullanılarak koroid değerlendirmesi yapılmıştır. Spectralis® OCT cihazına daha sonra eklenen bir yazılımla, çekim modları içerisine EDI eklenmiş olup bu modda cihaz görüntüyü otomatik olarak döndürmekte ve düz bir görüntü vermektedir (23). Bu görüntüler kullanılarak koroid kalınlığı ölçümü hiperreflektif retina pigment epitelinin dış kenarı ile sklera iç kenarı arası mesafe olacak şekilde cihazın programı kullanılarak manuel olarak yapılmaktadır.

Literatürde Spectralis® OCT cihazına benzer şekilde diğer spektral OCT cihazları ile koroid kalınlığı ölçümlerinin yapıldığı çalışmalar da yer almaktadır. Branchini ve ark. (24) çalışmasında Spectralis® (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya), Cirrus® HD-OCT (Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, CA) ve RTVue® (Optovue Inc., Fremont, CA) cihazları ile yapılan koroid kalınlığı ölçümlerinin uyumlu olduğu ve cihazlar arasında tekrarlanabilirliğinin olduğu gösterilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmalarda EDI OCT tekniği ile farklı gözlemciler tarafından yapılan ve aynı gözlemci tarafından farklı zamanlarda yapılan koroid kalınlığı ölçümlerinin uyumlu olduğu yani tekniğin tekrarlanabilir özellikte olduğu görülmektedir (22,25,26).

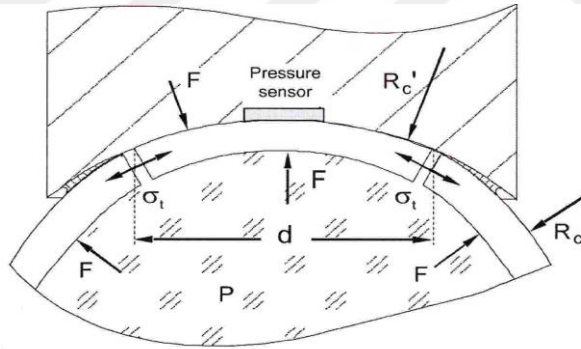
Halen kullanımda olan spektral OCT cihazlarında EDI OCT ile yapılan koroid kalınlık ölçümleri manuel olarak yapılmaktadır. EDI OCT tekniği ile yapılan

manuel koroid kalınlığı ölçümlerinin tekrarlanabilir nitelikte olduğu görülmektedir (22,25,26). Ancak koroid kalınlığının otomatik olarak ölçümünü sağlayacak yazılımlar hem zaman kazandıracak, hem de tekniğin tutarlılığını arttıracaktır. Bu konuda yapılan çalışmalar olmakla birlikte (27), henüz cihazlarda kullanıma sunulan bir yazılım bulunmamaktadır.

2.2. Paskal Dinamik Kontur Tonometre

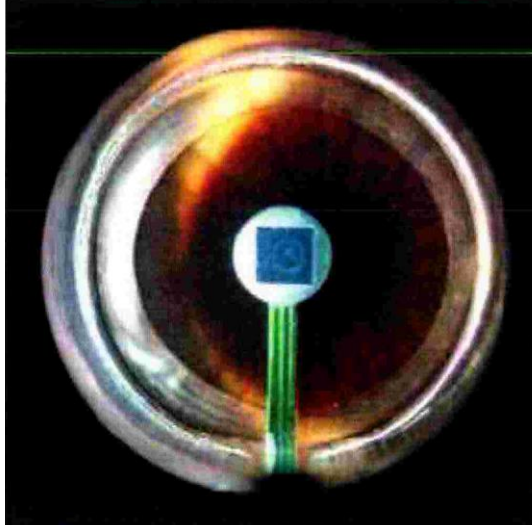
2.2.1. Tanım

Pascal dinamik kontur tonometre (DKT) (Swiss Microtechnology, Port, Switzerland), kornea yüzeyine uyumlu, yeni nesil dijital bir tonometredir. Çalışma prensibi, ince elastik bir membran içerisinde bulunan sıvı veya gazlara dışarıdan dik bir kuvvet uygulandığında, bu kuvvetin tüm yüzeylere eşit olarak dağılması esasına dayanır (Şekil 2).



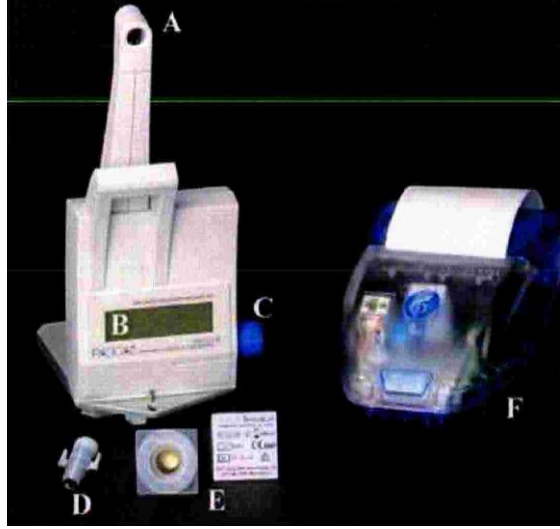
Şekil 2. DKT Çalışma Prensibi

DKT, 10,5 mm çaplı kornea ile uyum gösteren konkav yüzeye sahip, 7 mm çapında temas alanı vardır. Tonometrenin silikon başlıkla korunan ve basınç algılayıcı bölümüne, “Sensortip” denmektedir. Minyatür piezo elektrik basınç algılayıcısı 1,7 mm çapındadır (Şekil 3).



Şekil 3. DKT'nin 1,7 mm'lik Basınç Sensörü

Korneada deformasyon oluşturmadan çok sayıda GİB ölçümü yaparak ortalamasını alır. Basınç ölçümü yapan bölüm bir dirsek yardımıyla ana üniteye bağlanmıştır (Şekil 4A). Ana ünite üzerinde ölçüm sonuçlarını gösteren LCD ekran bulunur (Şekil 4B). Cihazın sağ tarafında açma ve ayarlar kısmına geçmeyi sağlayan düğmesi mevcuttur (Şekil 4C). Cihazın sensör ucuna silikon başlık konulmasına yarayan aparat mevcut olup sensör uc ve silikon başlık arasında hava kalmaması açısından dikkatli olunmalıdır (Şekil 4D, 4E). Kablosuz yazıcı ile sonuçlar yazdırılarak kaydedilebilmektedir. (Şekil 4F) DKT ile GİB ölçümünde 5-10 kalp atımı süresince (5 sn) tonometre ile kornea temas halinde bulunur. GİB ölçümü ile birlikte oküler puls amplitüdü (OPA) de belirlenir. Ölçümün kalite skoru (Q skoru) da ekran üzerinde görülebilir (28,29,30).



Şekil 4. Pascal Dinamik Kontur Tonometre

A: Sensör kol, B: LCD görüntü ekranı, C: Açma düğmesi, D: Sensör başlığı, E: Silikon başlık takma aparatı, F: Kablosuz yazıcı

DKT'nin önemli dezavantajlarından biri iyi hasta kooperasyonu ve ölçüm süresince daha uzun süre oküler fiksasyon gerektirmesidir. Yeterli kooperasyonu olmayan çocuk ve yaşlı hastalar, nistagmusu bulunan ve az gören hastalarda ölçüm yapmak zordur (30). Ayrıca DKT ile doğru GİB ölçümünde, ölçüm yapan kişinin öğrenme süreci de etkilidir. Bu durumda kalite skoru önem taşır. Skor değeri 1-5 arasında derecelendirilir. Kalite skorunun iyi olmadığı durumlarda, yapılan ölçümler tekrarlanmalıdır. Aletin silikon korumalı ucu hastaları kontaminasyona bağlı enfeksiyonlara karşı korumada önem taşır. DKT'nin dahili kalibrasyon sisteminin bulunması, buna bağlı ölçüm hatalarının önlenmesinde avantaj sağlar (30). DKT'nin kullanımı: Cihaz biomikroskoba monte edilir. DKT ucuna steril kılıf takılır ve kılıfın uygunluğu kontrol edilir. DKT ucu taşıyıcı yuvaya yerleştirilir. Kontrol düğmesi saat yönünde 10 derece çevrildiğinde ekranın ikinci satırında 'recording' yazısı çıkar. Ölçüm yapmaya hazır olan cihaz korneanın tepesine doğru yaklaştırılır. Topikal anestezi altında DKT'nin ucu kornea tepesine dokundurulur. Cihaz kornea üzerine sabit ve küçük bir 'F' kuvveti ile tutulduğu zaman, çapı 'd' olan sirküler bir alanda kornea ile temas eder. DKT'nin kurvatür yarıçapı kornea kurvatür yarıçapından büyüktür. Böylece ölçüm esnasında konturlar tam olarak temas ederken korneanın her iki yüzeyinde basınç dengelenir ve tonometre ucunun içine yerleştirilmiş olan basınç sensörü ile GİB ölçülür (28). Uç santralize olduğu zaman temas alanı koyu,

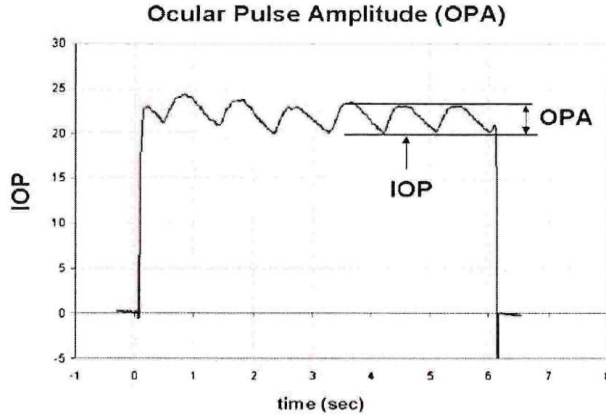
sirküler bir ve cihazdan düzenli, sürekli, artıp azalan şekilde sinyal sesi gelir. Bu seslerden 5 ila 7 adet sayıldıktan sonra cihaz gözden çekilir. GİB, OPA ve yapılan ölçüme ait kalite değeri (Q) ekrandan okunur. OPA, DKT tarafından GİB ile birlikte ölçülen bir diğer parametredir ve pulsatil GİB'in en yüksek (sistolik) ve en düşük (diastolik) değerler arasındaki farkıdır. DKT ile yapılan ölçümün kalitesi cihaz tarafından 1–5 arasında skorlanmaktadır. Q=1; optimum ölçüm, Q=2–3; kabul edilebilir ölçüm, Q=4–5; güvenilir olmayan ve tekrarlanması gereken ölçüm olarak sınıflandırılmıştır (28-30).

Dinamik Kontür Tonometresi ile Yapılan Hata Kaynakları:

1. DKT ucunun korneaya santralize edilmemesi
2. Düz kornea
3. Steril kılıfın uygun şekilde takılmaması
4. Düşük hasta kooperasyonu, kısa ölçüm zamanı ve düşük OPA (<1 mmHg)' ya bağlı olarak kötü kalite değeri
5. Gözyaşı film tabakasının az olması yapılan ölçümün hatalı olarak yüksek olmasına, fazlalığı ise düşük olmasına neden olmaktadır (31).

2.2.2. Oküler Puls Amplitüdü (OPA)

Sistolik ve diastolik göz içi basıncı farkına OPA denir (Şekil 5). OPA koroidal perfüzyonun indirekt göstergesidir ve kalp atımı süresince olan pulsatil oküler kan akımı hakkında bilgi verir. Gözdeki kan akımının %85-90'ı koroidal dolaşım ile ilişkilidir. OPA, genel dolaşım ile ilgili bir parametre olduğundan, sistemik faktörlerden etkilenir (30,32,33). Ayrıca yaş, cinsiyet ve gözle ilgili faktörler de (GİB, aksiyel uzunluk) bu değeri etkiler (30). Oküler kan akımında azalma hipoksiye ve nöral hücre ölümüne neden olabileceğinden glokom ve optik nöropati gibi diğer dolaşım problemlerini tetikleyebilir.



Şekil 5. Oküler Nabız Amplitüdü (OPA)

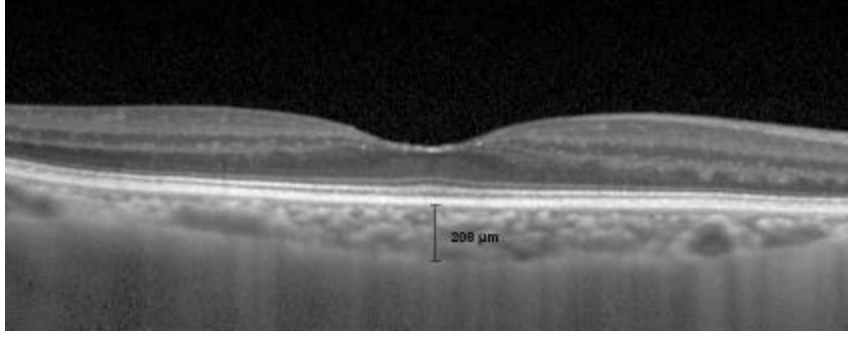
DKT, GİB ile birlikte OPA'yı da ölçerek oküler perfüzyon konusunda indirekt olarak bizi bilgilendirmektedir. OPA ile tariflenen değer, sistol ve diastolde ölçülen GİB farkıdır (29,32). GİB ve OPA arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır. Gözde artan kan akımı göz duvarında direnci artırmakta ve bu durum artan OPA değeri ile yüksek GİB arasındaki korelasyonu kısmen açıklamaktadır (32). Literatürde bugüne kadar ideal OPA'nın kaç olduğu, hangi risk faktörlerinin OPA'yı azaltıp artırdığı henüz tam olarak açıklanamamıştır. Kaufmann ve ark. (36) 223 gözü kapsayan çalışmalarında, sağlıklı bireylerde DKT ile ölçülen OPA değerlerini ortalama 3 mmHg olarak saptamıştır. Viestenz ve ark. (34) OPA değerini sağlıklı bireylerde 3,0 mmHg olarak bildirirken, Punjabi ve ark. (35) 2,86 olarak bildirmiştir. OPA'nın MKK, korneal kurvatür, ön kamara derinliği ile yaş ve cinsiyetten etkilenmediğini bildirmişlerdir. OPA'nın GİB düzeyi ile korelasyon gösterdiğini ve GİB'de her 1 mmHg artış için, OPA değerinde 0,12 mmHg artış tespit ettiklerini belirtmişlerdir (35). Özçetin ve ark. (32) 34 sağlıklı gözü DKT ve POKA (Pulsatil oküler kan akımı analizörü) ile değerlendirmişler ve DKT ile OPA ortalamasını 2,8 mmHg olarak saptamışlardır. Erdurmuş ve ark. (37) çalışmalarında benzer olarak OPA ortalamasını 2,8 mmHg olarak bulmuşlardır. Yapılan çalışmalardan da görüleceği üzere, OPA değerleri farklı glokom tiplerinde, GİB değişimleriyle korele olmak üzere artış ya da azalış gösterebilmektedir. Ancak glokom hastalarında yapılan çalışmalarda, kullanılan antiglokomatöz ilaçların oküler kan akımı üzerindeki etkileri (38-40) ve bunun çalışma sonuçlarına yansımaları da göz ardı edilmemelidir. Bu konuda yapılan çalışmaların en önemli kısıtlamalarından

biri budur. Konunun bir diğer araştırılmış yönü de, cerrahinin OPA zerine etkisidir. Breusegem ve ark. (41) bir göze trabekülektomi uygularlarken, diğer gözü ise kontrol göz olarak değerlendirmişlerdir. Bu alışmada DKT ile ölçülen ameliyat ncesi GİB ve OPA değerleri 21,33 mmHg ve 3,23 mmHg iken, ameliyat sonrası 1. ayda değerler sırasıyla 14,45 mmHg ve 2,12 mmHg olarak saptanmıştır. Kontrol gözlere göre trabekülektomi sonrası OPA, trabekülektomi yapılan gözlerde istatistiksel olarak anlamlı oranda düşmüştür. Çalışmada GİB değerlikleriyle OPA'nın güçlü bir korelasyon gösterdiği de vurgulanmıştır (41). Von Schulthess ve ark. (42) benzer bir çalışmada trabekülektominin OPA zerindeki etkilerini incelemişlerdir. Ameliyat sonrası erken dönemde meydana gelen OPA düşüşünün, ameliyatın uzun dönem başarısı konusunda prognostik bir parametre olup olamayacağını araştırmışlardır. PAAG ve PEXG'u olan 14 hasta çalışmaya alınmış ve OPA'da ameliyat sonrası erken dönemde 2 mmHg'dan daha fazla meydana gelen düşüşünün, uzun dönem GİB kontrolünde iyi bir prognostik parametre olabileceği belirtilmiştir (42).

3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda, Eylül 2013–Mart 2015 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışma için Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul onayı alındı. Çalışmaya dahil edilen tüm olgulardan çalışma hakkında bilgilendirilmiş onam alındı.

Çalışmada diyabetes mellitus, kalp hastalığı, böbrek hastalığı ve tiroid hastalığı gibi sistemik hastalığı olan, kırma kusuru dışında oküler hastalık öyküsü ve geçirilmiş oküler cerrahi öyküsü olan bireyler dışlandı. DKT ölçümü esnasında kooperasyonu kötü, nistagmuslu olan bireyler de çalışmaya dahil edilmedi. Sferik eşdeğeri $\pm 4,5$ diyoptri aralığında olan 100 sağlıklı birey çalışmaya dahil edildi. Her katılımcının her iki gözüne ait refraksiyon kusurları otorefraktometre (Canon RK-F1; Canon, Tokyo, Japan) cihazıyla ölçüldü ve en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri Snellen eşeli okutularak ayrı ayrı kaydedildi. Biyomikroskop ile ön ve arka segment göz muayeneleri yapıldı ve kaydedildi. Her iki gözlerine ait merkezi kornea kalınlık (MKK) değerleri optik koherens tomografi (OCT, Optovue RTVue, RT100, software version 6.3, Optovue, Inc, Fremont, CA) kullanılarak ölçüldü. Yine aynı OCT cihazı yardımıyla subfoveal koroid kalınlığı ölçüldü. Koroid kalınlığı ölçümünde retina pigment epiteli dış sınırı ile skleranın iç sınırı arasında kalan koroid dokusu manuel olarak her göz için ölçüldü (Şekil 6). OCT'deki koroidal kalınlık ölçümleri iki araştırmacı tarafından yapıldı (MK, HD) diğer muayene ve ölçümler ise tek araştırmacı tarafından yapıldı (HD). Ayrıca bazı olguların her iki gözüne ait aksiyel uzunluk ölçümleri de optik biyometri cihazı (Optical Biometer AL-Scan, Nidek Co., Ltd. Japan) kullanılarak ölçüldü.



Şekil 6. Çalışmaya Dahil Edilen Bir Olguya Ait OCT Görüntüsünde Subfoveal Koroidal Kalınlığın Manuel Olarak Ölçümü

OCT ölçümlerini takiben katılımcıların her iki gözüne topikal anestezi damla (proprakain HCl 0.5%, Alcaine; Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA) damlatıldı. Bu işlemden yaklaşık 5 dakika sonra olgulara ait göziçi basıncı (GİB) değerleri nonkontakt tonometre (Canon TX-F Non-Contact Tonometer, Canon Inc., Tachigi, Japan) kullanılarak her bir göz için ardışık üçer kez olmak üzere ölçüldü ve elde edilen GİB ölçümlerinin ortalaması kaydedildi. Daha sonra Pascal dinamik kontur tonometre (DKT) (DKT; Swiss Microtechnology AG, Port, Switzerland) ile oküler pulse amplitüdü (OPA) ve bu cihazın ölçmüş olduğu GİB değerleri kaydedildi. DKT ölçümlerinde ölçüm kalite skorunun (Q) 1 ile 3 arasında olması şartı arandı ve üç ardışık ölçümün ortalaması alınarak katılımcılar için ortalama OPA ve GİB değerleri hesap edildi. DKT ölçümleri için tek kullanımlık steril kılıf kullanıldı. Tüm ölçümler katılımcılar oturur pozisyonda iken gerçekleştirildi. Çalışmadaki tüm muayene ve ölçümlerin tüm katılımcılarda benzer zaman diliminde (saat 10:00 – 15:00 arasında) yapılmasına özen gösterildi.

Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Katılımcılardan elde edilen tüm veriler SPSS 13.0.1 (SPSS, Chicago, IL; lisans no:9069728, KTU Trabzon) bilgisayar paket programında değerlendirildi. Çalışmaya dahil edilen katılımcıların gözlerine ait ölçüm sonuçları sağ ve sol olmak üzere ayrı ayrı ve ayrıca her iki gözlerin ortlaması olacak şekilde hesaplandı. Bu kapsamda OPA, koroidal kalınlığı, aksiyel uzunluğu, DKT ile GİB değeri, NKT ile GİB değeri, MKK, kırma kusuru ve keratometri verileri ortalama \pm standart deviasyon (SD) olarak sunuldu. Bu verilerin normal dağılıma uygunluğu tek örnekli

Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Her iki göze ait verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım sağlanması halinde student t-testi, sağlanamaması halinde ise Mann-Whitney-U testi kullanıldı. Veriler arasında korelasyon, normal dağılım sağlanması halinde Pearson testi, sağlanamaması halinde ise Spearman testi kullanıldı, ayrıca normal dağılım gösteren parametrelerde lineer regresyon analizi yapıldı. İstatiksel olarak $p < 0,05$ değeri anlamlı değer olarak kabul edilecektir.



4. BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalamaları $26,5 \pm 8,1$ (18 - 45) olan, 63'ü kadın (%63), 37'si erkek (%37) olmak üzere toplam 100 sağlıklı bireyin 200 gözü dahil edildi.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada ortalama OPA, koroidal kalınlık, aksiyel uzunluk, DKT ile GİB değeri, NKT ile GİB değeri, MKK, kırma kusuru ve keratometri değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. GİB ölçümü DKT ve NKT ile yapılan hastaların ölçüm farkına bakıldığında ortalama DKT-NKT GİB farkı $2,6 \pm 2,1$ mmHg olarak bulundu.

Tablo 1. Çalışma Grubundan Elde Edilen Çeşitli Ölçümlerin Sonuçları

Ölçüm Türü	n	Ortalama Değer \pm SD
Koroid kalınlığı (Mikron)	194	$341,3 \pm 71,2$ (175 – 560)
Aksiyel uzunluk (mm)	82	$23,7 \pm 0,8$ (21,5 – 25,8)
MKK (mikron)	175	$523,7 \pm 30,5$ (453 – 590)
DKT ile GİB (mmHg)	193	$16,9 \pm 2,7$ (8,9 – 25,2)
NKT ile GİB (mmHg)	166	$14,1 \pm 2,7$ (7,6 – 21)
OPA (mmHg)	193	$2,6 \pm 0,8$ (0,6 – 4,8)
Kırma Kusuru (dioptri)	195	$-0,9 \pm 1,3$ (-4,5 – +2,5)
Keratometri (dioptri)	78	$43,8 \pm 1,5$ (40,5 – 47,9)

MKK: Merkezi kornea kalınlığı; DKT: Dinamik kontur tonometre; GİB: Göziçi basıncı; NKT: Nonkontakt tonometre, OPA: Oküler puls amplitüdü, n: Katılımcı sayısı

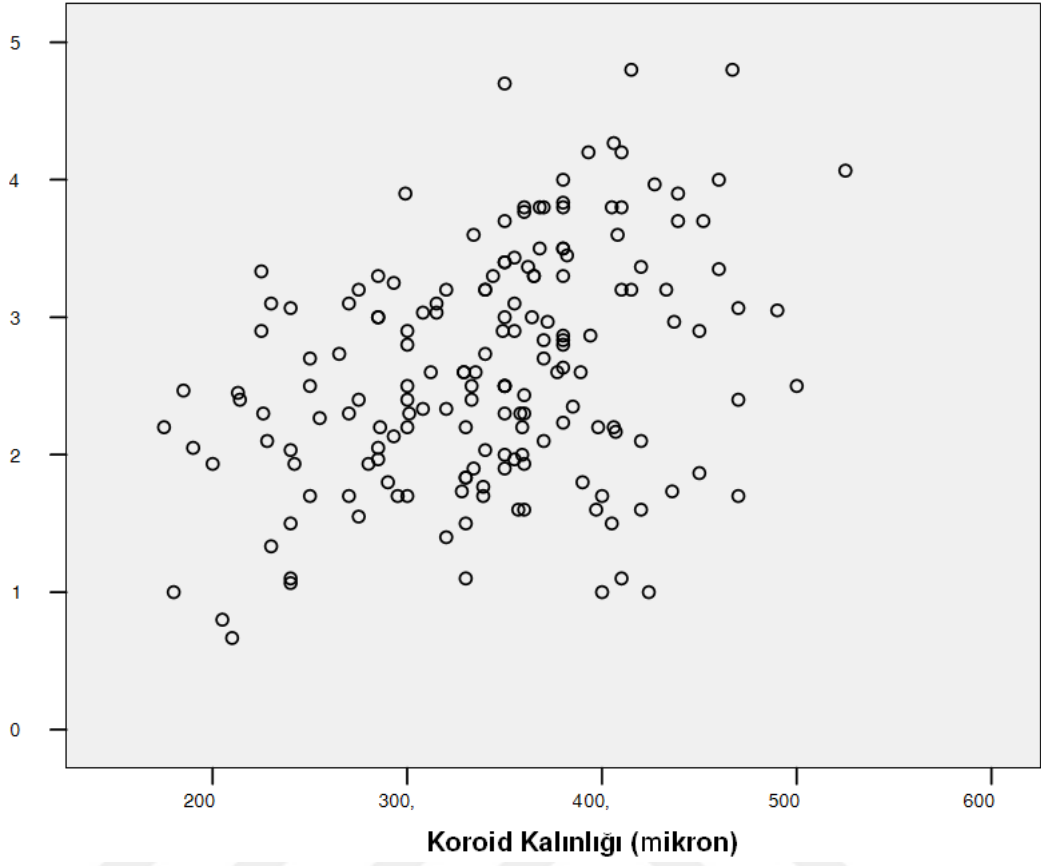
Yapmış olduğumuz bu çalışmada sağ ve sol göz ayrı ayrı değerlendirildiğinde ve sağ ve sol göz ortalama OPA, koroidal kalınlık, aksiyel uzunluk, DKT ile GİB, NKT ile GİB, MKK, kırma kusuru, keratometri değerleri bulunmuş olup Tablo 2'de gösterilmiştir. Bakılan parametrelerde gözler arasında anlamlı bir fark yoktu (hepsi için $p > 0,05$).

Tablo 2. Çalışma Grubunda Sağ ve Sol Gözlerden Elde Edilen Çeşitli Ölçümlerin Sonuçları

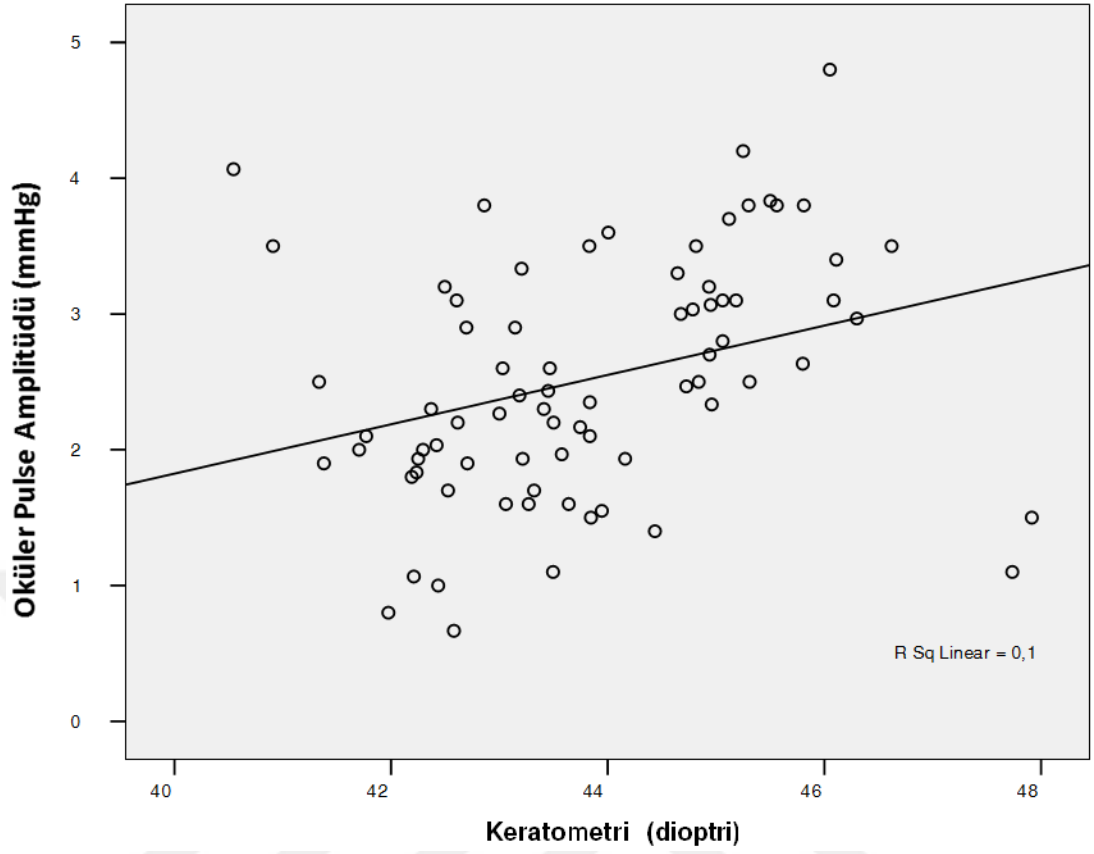
Ölçüm	Sağ Göz	n	Sol Göz	n	P
Koroid kalınlığı (Mikron)	345,3 ± 72,1 (180 – 560)	194	337,2 ± 70,4 (175 – 525)	194	0,431
Aksiyel uzunluk (mm)	23,7 ± 0,8 (21,5 – 25,8)	82	23,7 ± 0,8 (21,5 – 25,2)	82	0,967
MKK (mikron)	522,8 ± 30,1 (454 – 582)	175	524,5 ± 31,0 (453 – 590)	175	0,721
DKT ile GİB (mmHg)	17,1 ± 2,8 (8,9 – 25,2)	193	16,7 ± 2,6 (9,5 – 23,9)	193	0,245
NKT ile GİB (mmHg)	14,1 ± 2,7 (8 – 20)	166	14,1 ± 2,8 (7,6 – 21)	166	0,934
OPA (mmHg)	2,6 ± 0,9 (0,8 – 4,8)	193	2,5 ± 0,7 (0,6 – 4,2)	193	0,412
Kırma Kusuru (dioptri)	-0,9 ± 1,2 (-4,5 – +2,5)	195	-0,9 ± 1,3 (-4,5 – +2,5)	195	0,733
Keratometri (dioptri)	43,8 ± 1,5 (40,9 – 47,9)	78	43,8 ± 1,5 (40,5 – 47,7)	78	0,910

MKK: Merkezi kornea kalınlığı; DKT: Dinamik kontur tonometre; GİB: Göziçi basıncı; NKT: Nonkontakt tonometre, OPA: Oküler puls amplitüdü, n: Katılımcı sayısı

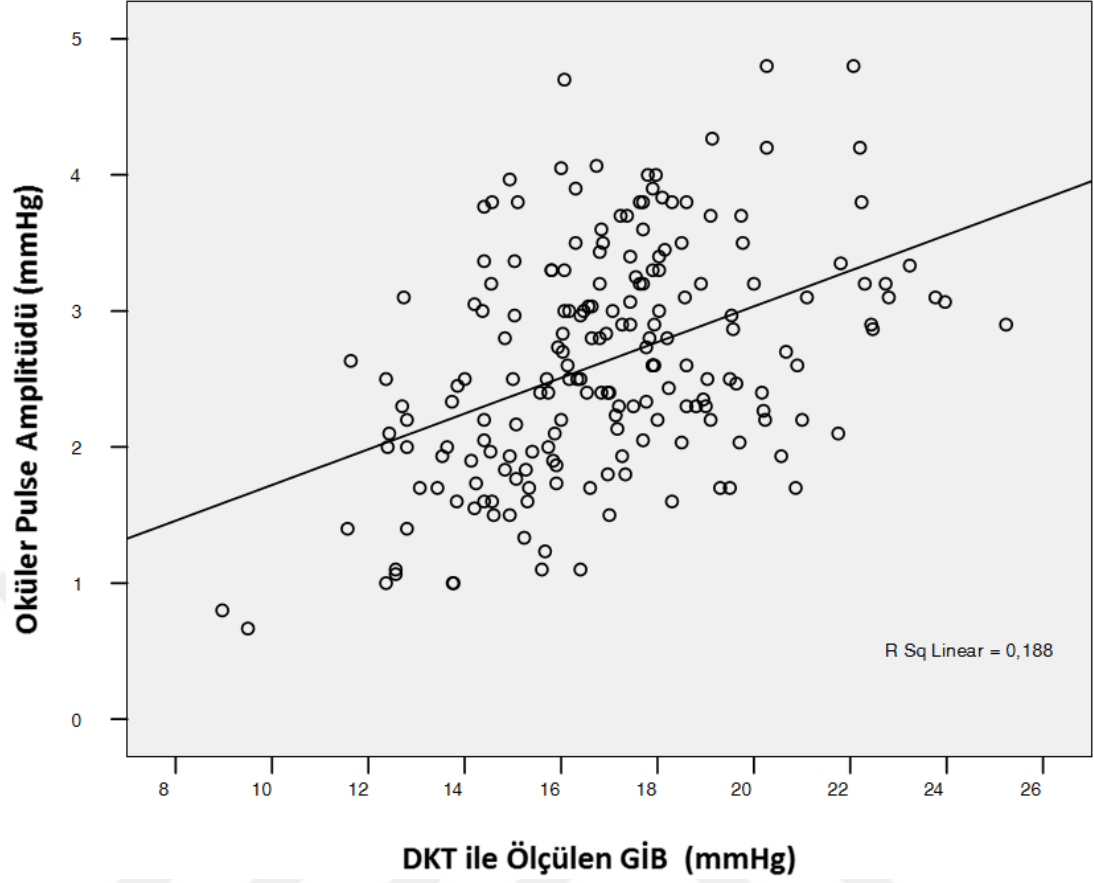
Çalışmaya dahil edilen olguların her iki gözlerinden elde edilen tüm verilerin korelasyon analizlerinde OPA ile koroidal kalınlık, keratometri ve hem DKT hem de NKT ile ölçülen GİB arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki mevcuttu (sırasıyla $p < 0,001$, $p = 0,005$, $p < 0,001$) (Grafik 1-4). Ancak OPA ile aksiyel uzunluk, MKK, yaş ve kırma kusuru arasında anlamlı bir ilişki görülmedi (sırasıyla $p = 0,165$, $p = 0,787$, $p = 0,678$, $p = 0,733$).



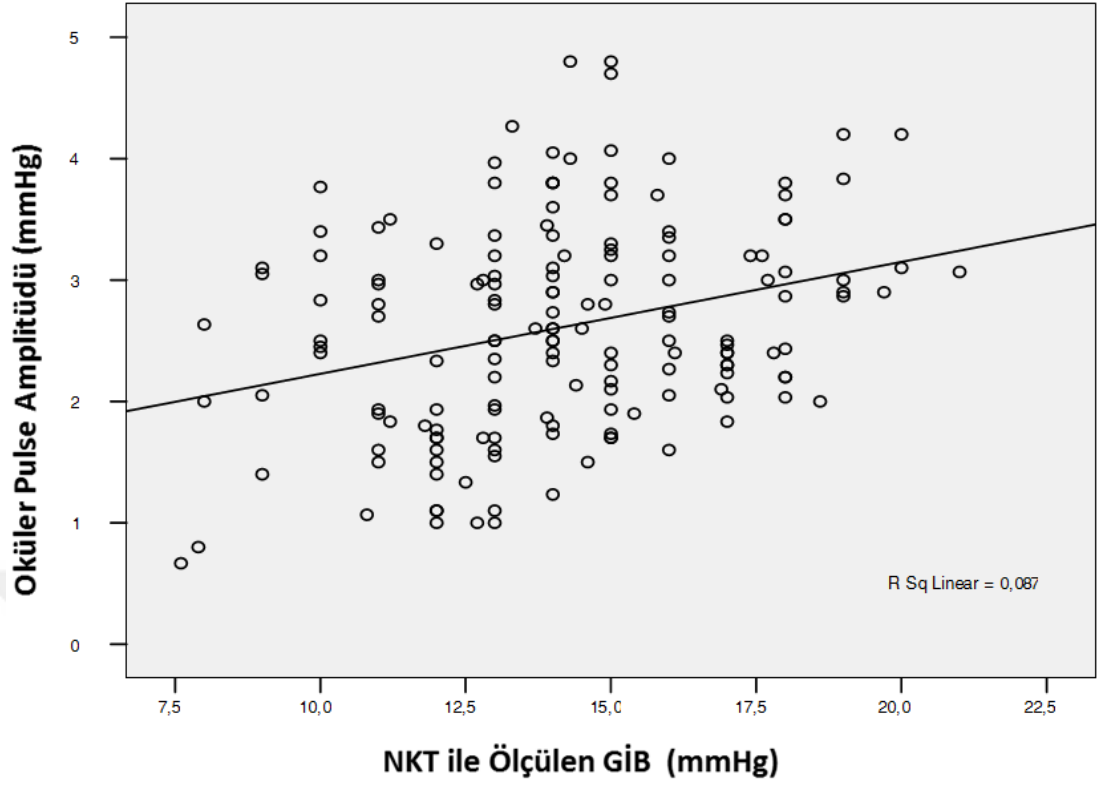
Grafik 1. Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama Koroid Kalınlığı ile Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki



Grafik 2. Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama Keratometre Değerleriyle Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki

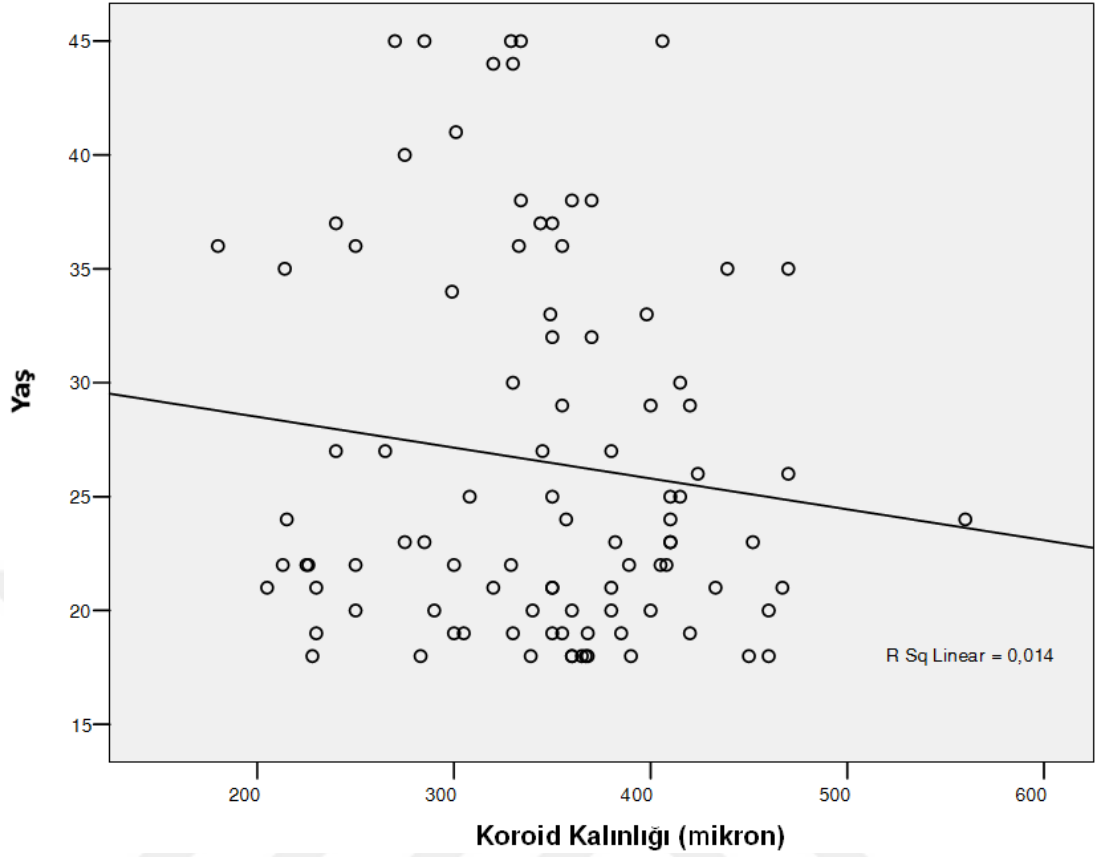


Grafik 3. Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama DKT ile Ölçülen Gib Değerleriyle Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki



Grafik 4. Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Ortalama NKT ile Ölçülen GİB Değerleriyle Oküler Pulse Amplitüdü (OPA) Arasındaki İlişki

Olgulardan elde edilen koroidal kalınlık değerleri ile olguların yaşları arasında yapılan korelasyon analizinde negatif yönde anlamlı bir ilişkinin bulunduğu görüldü ($p = 0,034$) (Grafik 5). Ancak elde edilen koroidal kalınlık değerleri ile yine olgulardan elde edilen ortalama aksiyel uzunluk, MKK, DKT ve NKT ile ölçülen GİB ölçümleri arasındaki ilişkinin ise anlamlı olmadığı görüldü (sırasıyla $p = 0,294$, $p = 0,449$, $p = 0,885$, $p = 0,222$).



Grafik 5. Çalışmaya Dahil Edilen Olguların Her İki Gözlerine Ait Yaş ile Ortalama Koroidal Kalınlığı Arasındaki İlişki

Çalışmanın tüm gözlerinde elde edilen DKT ve NKT ile ölçülen GİB ile MKK arasında anlamlı pozitif yönde korelasyon mevcuttu (sırasıyla $p = 0,002$, $p = 0,001$). Ancak her iki yöntemle elde edilen GİB değerleri arasındaki fark ile ölçülen MKK değerleri arasında anlamlı bir ilişki yoktu ($p = 0,082$).

Yapılan lineer regresyon analizinde olguların tüm gözlerinde elde edilen keratometri, DKT ile ölçülen GİB ve koroidal kalınlığın OPA'yı bağımsız olarak pozitif yönde etkilediği saptandı (sırasıyla $p = 0,001$, $p < 0,001$ ve $p < 0,001$).

5. TARTIŞMA

Koroid, retinanın dış kısmını besleyen çok zengin vasküler yapıya sahip bir dokudur. Bu doku önceleri patolojik kesitlerle ancak değerlendiriliyordu. Günümüzde OCT' deki gelişmeler sayesinde in vivo koroid kalınlığı ölçümleri yapılabilmektedir (44). Yapılan araştırmalarda koroid kalınlığının kişiye göre bireysel farklılıklar gösterebileceğini göstermiştir (45,52,56).

Fujiwara ve ark. (45) tarafından yapılan bir çalışmada kırma kusurlarının koroid kalınlığını etkilediği gösterilmiştir. Çalışmamızda bu husus göz önüne alınarak koroidal kalınlık değerlerini etkileyeceği düşünülerek çalışmaya sferik eşdeğerleri $\pm 4,5$ D arasında olan olgular dahil edildi. Bu şekilde kırma kusurları kaynaklı koroidal kalınlık değişikliklerinin önüne geçmek amaçlanmıştır. Esmacelpour ve ark. (53) yaptıkları bir çalışmada diabetik retinopati varlığında subfoveal koroidal kalınlık değerlerinin normal grubun subfoveal koroidal kalınlık değerlerinden daha az olduğunu göstermişlerdir. Kola ve ark. (94) sistemik hastalıklardan birisi olan ankirozan spondilitli olgularda subfoveal koroid kalınlığının etkilenebileceğini göstermişlerdir. Bu nedenle çalışmamıza herhangi bir nedenle ilaç kullanım öyküsü olan veya sistemik herhangi bir hastalığı olan hastalar dahil edilmemiştir. Benzer şekilde $\pm 4,5$ D içinde kalan refraksiyon dışında herhangi bir oküler hastalık ve intraoküler cerrahi öyküsü bulunan vakalar çalışma dışında bırakılarak koroidal kalınlık üzerine etki edebilecek diğer sebepler ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Fujiwara ve ark. (54) tarafından yapılan bir başka çalışmada sağlıklı gönüllülerde subfoveal koroidal kalınlık ortalaması $265,5 \pm 82,4$ μm olarak tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada Turgut ve ark. (55) yaş ortalamaları 32,4 olan 50 hastanın ortalama subfoveal koroidal kalınlık değerleri 287 ± 66 μm olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada da literatürle uyumlu şekilde koroidal kalınlıkların subfoveal bölgeden alınmasına dikkat edilmiştir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada yaş ortalamaları 26,5 olan bireylerin ortalama subfoveal koroidal kalınlığı $341,3 \pm 71,2$ μm olarak bulunmuştur. Diğer çalışmalara göre koroidal kalınlığın farklı olmasının nedeni değişik faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

Fujiwara ve ark. (54) tarafından yapılan çalışmada her 10 yıl için koroidal kalınlığın yaklaşık olarak 20 µm incelendiği gösterilmiştir. Switzer ve ark. (57) yaptıkları çalışmada subfoveal bölge ortalama koroidal kalınlık değerleri ve yaş arasında negatif korelasyon tespit edilmişti. Benzer şekilde Spaide ve ark. (58) yaptıkları çalışmada yaş ile koroidal kalınlık arasında negatif korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada bahsedilen çalışmalara benzer şekilde yaş ile koroidal kalınlık arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir.

Koroid kalınlığı ile yapılan diğer çalışmalarda refraksiyon derecesi miyopik yönde ilerledikçe ve aksiyel uzunluk arttıkça koroid kalınlığının azaldığı belirtilmektedir (59,60). Çalışmamızda da miyopik yöndeki refraksiyon kusurundaki artış ile koroidal kalınlık ölçüleri arasında negatif yönde korelasyon mevcuttu. Ancak yapmış olduğumuz çalışmada koroidal kalınlık ile aksiyel uzunluk arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bunun sebebi aksiyel uzunluk ölçümü yapılan hasta sayının düşük olması olabilir.

Oküler puls amplitüdü (OPA), sistolik ve diastolik göz içi basınç farkını ifade etmekte ve koroidal perfüzyonun indirek göstergesi olarak kabul edilmektedir (46). Gözdeki kan akımının %85-90'ı koroidal dolaşım ile ilişkilidir. Koroidal dolaşımın genel kan dolaşımıyla ilişkili olarak sistemik faktörlerden etkilenebileceği bazı çalışmalarda vurgulanmıştır (30,32,33). Bir çalışmada OPA ile yaş, cinsiyet, aksiyel uzunluk ve GİB gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir (30). Ancak Kaufmann ve ark. (36) sağlıklı gözlerde yapmış olduğu bir araştırmada korneal kalınlık, korneal kurvatur, ön kamara derinliği, yaş ve cinsiyetin OPA üzerine etkisi bulunmazken, OPA ile aksiyel uzunluk ve GİB arasında ise anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Bu durum, gelen kan akımının yüksek miyopik bir bulbusta, daha küçük bir bulbusa kıyasla, göreceli olarak daha düşük bir volüm değişikliğine sebep olacağı şeklinde açıklanmıştır (36). Başka bir çalışmada OPA'nın korneal histerezis ve skleranın biyomekanik özelliklerinden etkilendiği gösterilmiştir (61). Yapılan başka çalışmalarda OPA'nın karotis arter tıkanıklığı, hipertansiyon, diyabetes mellitus, koroner bypass ameliyatı ve intravitreal ranibizumab uygulanmasından etkilenmediği gösterilmiştir (47-50,85,86). Ancak kardiyopulmoner bypass ameliyatı geçiren 42 hastada yapılan bir çalışmada koroidal kalınlık ve OPA'nın değişmediği, GİB'in ise azaldığı gösterilmiştir (87). Biz yapmış olduğumuz bu çalışmada yukarıda

bahsedildiği gibi koroid kalınlığını etkileyebileceği gibi OPA'yı da etkileyebileceği için sistemik hastalığı ve oküler hastalık öyküsü olan hastaları dahil etmedik. Bu durum istatistiksel olarak sonuçların etkilenmesini önlemiş olup çalışmamızın güvenilirliğini artırmıştır.

OPA sağlıklı bireylerde 1968'de orijinal Langham ve McCarthy pnömotometresiyle $1,5 \pm 0,11$ mmHg olarak ölçülmüştür (64). Başka bir çalışmada pnömotometreler ile OPA değeri $2,2 \pm 0,8$ ve $3,0 \pm 1,2$ mmHg arasında tespit edilmiştir (65,66). DKT ile ilk ölçüm 2004'de Hoffmann ve ark. (46) tarafından yapılmış ve OPA sağlıklı bireylerde $3,08 \pm 0,92$ mmHg bulunmuştur. Kaufmann ve ark. (36) ise aynı aletle sağlıklı bireylerdeki medyan OPA değerini 3,00 mmHg olarak saptamıştır. Literatürdeki diğer çalışmalarda da sağlıklı gözlerdeki OPA ölçümleri benzer değerlerdedir (59,67,68). Bizim çalışmamızdaki ortalama OPA değeri ise sağlıklı bireylerde $2,6 \pm 0,8$ mmHg olarak bulunmuştur.

OPA ile ilgili yapılan başka çalışmalarda OPA ve GİB arasındaki ilişkilerde incelenmiştir. Literatürdeki çalışmaların çoğunda OPA ve GİB arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır (35,36,69). Bu durum gözdeki basınç hacim ilişkisine dayanarak açıklanmıştır. Sistolle birlikte orbitadaki damarların ve koroidin kanla dolması oküler volümde artışa neden olur. Oküler volümdeki bu artışa GİB'in verdiği yanıt gözün elastik özelliklerine bağlıdır. GİB yüksekken skleral duvar gerilimi artmıştır ve esneyebilme yeteneği azdır, sistolde gelen kan volümü fazla bir elastik genişlemeye neden olmaz ve GİB'de diyastoldekine göre belirgin bir artışa neden olur. Dolayısıyla yüksek GİB esnasında OPA yüksek ölçülmektedir. GİB düşük olduğunda ise göz küresi duvarı daha elastiktir, hacim artışına karşı oluşan GİB artışı daha azdır ve OPA daha düşük ölçülmektedir (76). Kaufmann ve ark. (36) 223 sağlıklı gözde DKT ile yaptıkları çalışmada her 1 mmHg GİB artışı için OPA'da 0,12 mmHg artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte çalışmaların çoğunda OPA ve GİB'in pozitif bir korelasyon gösterdiği saptanmışsa da pnömotometre ile yapılan bazı çalışmalarda OPA ile GİB arasında negatif korelasyon olduğunu bildirmiştir (63,71,72). Glokom hastaları için yapılan OPA ölçümleriyle ilgili birçok çalışma mevcut olup literatürde birbirinden farklı sonuçlar yer almaktadır (35,62,63). Bizim çalışmamızda OPA ile hem NKT hem de DKT ile yapılan GİB ölçümleri arasında anlamlı pozitif yönde bir korelasyon mevcuttu.

OPA ile aksiyel uzunluk arasında negatif ilişki bazı çalışmalarda bildirilmiştir (36,49,73-76). Kaufmann ve ark. (36) yaptıkları çalışmada aksiyel uzunluktaki 1 mm artış için OPA'da 0,27 mmHg azalma tespit etmiştir. Erickson ve ark. (76) miyopi arttıkça OPA'nın azaldığını göstermiştir. Miyoplarda sklera incelmış olduğu için genişlemeye daha az direnç göstermesi negatif korelasyonun muhtemel nedeni olarak düşünülmüştür (77). Ayrıca miyoplarda damar çaplarının azalmasına bağlı olarak kan akımının da azaldığı gösterilmiş, OPA ile AU arasındaki ters ilişkinin bir diğer muhtemel nedeni olabileceği vurgulanmıştır (78,79). Bizim çalışmamızda ise OPA ile AU ve kırma kusuru arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bunun muhtemel sebebi AU ölçümü yapılan birey sayının düşük olması olabilir. Ayrıca kırma kusuru yüksek olan hastaların çalışmaya dahil edilmemesi de diğer bir faktör olabilir.

Weizer ve ark. (80) çalışmalarında OPA ile MKK arasında pozitif korelasyon olduğunu saptamıştır. Diğer çalışmalarda ise DKT ile OPA ölçümünün MKK'dan etkilenmediği gösterilmiştir (36,81). DKT'nin elastik silikon ucu korneaya temas ettiğinde onun şekline uyar ve kornea üzerine dıştan ve içten uygulanan basınçlar dengelendiği için direkt olarak GİB ve OPA ölçümü yapabildiği ifade edilmiştir (27). Bazı klinik çalışmalarda DKT ölçümlerinin MKK'dan etkilendiği bildirilmiştir. Martinez de-la-Casa ve ark. (88) oküler hipertansiyon (OHT) ve glokomlu 90 hastanın 146 gözünde yaptıkları karşılaştırmalı çalışmada DKT ile hem GAT hem de Rebound Tonometre (RBT) sonuçları arasında uyum saptamıştır. Bu çalışmada, diğer çalışmaların aksine DKT'nin MKK'dan etkilendiği ancak bunun göreceli olarak GAT ve RBT'den daha az olduğu da bildirilmiştir. Öztürk ve ark. (89) sağlıklı 106 gözde DKT ile GAT, NKT ve Tonopen ölçümlerini değerlendirmişler ve DKT'nin GAT ve NKT gibi MKK'dan etkilendiğini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada da yine DKT'nin, GAT ve NKT'ye göre MKK'dan istatistiksel olarak daha az etkilendiği saptanmıştır. Francis ve ark. (90) 2157 göz üzerinde yaptıkları kesitsel popülasyon çalışmasında, DKT ve GAT ölçümleri arasında çok yüksek bir uyum saptamış ve her iki ölçüm yönteminin de MKK ölçümlerinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Ayrıca DKT'nin, normal kalınlıktaki kornealarda GİB'i GAT ve NKT'ye göre daha yüksek ölçtüğü bildirilmiştir. Francis ve ark. (90) 500-550 µm MKK aralığında DKT'nin GİB'i GAT'a göre 1,87 mmHg daha yüksek ölçtüğünü bildirmişlerdir. Bununla birlikte Doyle ve Lachkar (94) yaptıkları bir çalışmada DKT

ve GAT arasında 0,1 mmHg fark saptamıştır. Başka bir çalışmada DKT ölçümleri NKT'ye göre normal kornea kalınlığına sahip 45 gözde (520 - 580 µm arası) 0,9 mmHg daha yüksek saptanmış (93). Yapmış olduğumuz çalışmada OPA ile MKK arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Çalışmamızda gerek DKT gerekse NKT ile GİB ölçümü yapılan hastaların ölçüm farkına bakıldığında ortalama DKT-NKT GİB farkı $2,6 \pm 2,1$ mmHg olarak bulunmuştur. DKT ve NKT ile ölçülen GİB ile MKK arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon mevcuttu. Ayrıca GİB ölçümü hem DKT hem de NKT ile yapılan hastaların ölçüm farklarıyla MKK arasındaki ilişkide değerlendirilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Schneider ve Grehn (91) 47 gözde yaptıkları çalışmada kornea kurvatürü ile DKT ile ölçülen GİB değerleri arasında bir ilişki saptamamıştır. Siganos ve ark. (92) LASIK öncesi ortalama keratometrisi 43,5 D (41,90 – 45,20 D) ve sonrası ortalama keratometrisi 38,9 D (35,8 – 44,1 D) olan 118 gözde cerrahiye bağlı kornea kurvatüründeki değişikliğin DKT ile ölçülen GİB ölçümleri üzerinde bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Kaufmann ve ark. (36) 228 gözde yaptıkları çalışmada kornea kurvatürünün DKT ile ölçülen GİB ve OPA'yı etkilemediğini bildirmiştir. Bunun aksine, Francis ve ark. (90) kornea kurvatürünün DKT ile ölçülen GİB değerlerini etkilediğini ve bu etkinin GAT'tan daha fazla olduğunu rapor etmiştir. Yaptığımız bu çalışmada ortalama keratometri değerleri $43,8 \pm 1,5$ D (40,55 D - 47,92 D) olan sağlıklı katılımcılarda DKT ile ölçülen GİB değerleri ile keratometri değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamışken DKT ile ölçülen OPA ile keratometri değerleri arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur.

OPA'nın yaşla birlikte nasıl değiştiği konusunda birbirinden farklı görüşler mevcuttur. Ravalico ve ark. (4) yapmış olduğu bir çalışmada OPA'nın yaşla birlikte azaldığını göstermiş, yaşla birlikte mikro sirkülasyonda özellikle de koryokapillaris arteriol çaplarında daralma ve dejeneratif değişiklikler nedeniyle koroidal ağın daha düşük kapasiteli ve daha az esnek hale geldiğini ve sonuç olarak OPA'nın azaldığını ileri sürmüştür. Ancak Franklin ve ark. (82) yaptıkları çalışmada arteryel duvar sertliğindeki artışa bağlı olarak OPA'nın arttığını saptamıştır. OPA ile yaş arasında korelasyon olmadığını belirten çalışmalar da vardır (36,83,84). Bizim çalışmamızda da OPA ile yaş arasında bir ilişki bulunmamıştır.

Koroid tabakası ile OPA arasında standartize edilecek değerlerin belirlenmesine ön ayak olabilir. Bu değerler arasındaki bozuklukların varlığı ile sistemik hastalıkların veya okuler hastalıkların tanı, tedavi ve belkide erken tanı konulmasına yardımcı olabilir.



6. SONUÇ

- Yaş ortalaması $26,5 \pm 8,1$ olan 63 kadın, 37 erkek toplam 100 katılımcının 200 gözünde DKT ile elde edilen ortalama OPA değeri $2,6 \pm 0,8$ mmHg olarak bulunmuştur.
- Aynı çalışma grubunda ortalama koroidal kalınlıkları OCT ile $341,3 \pm 71,2$ mikron bulunmuştur.
- Çalışma grubunda OPA değerleri ile koroidal kalınlık, keratometre ve gerek DKT gerekse de NKT ile ölçülen GİB arasında pozitif korelasyon tesbit edilmiştir.
- Gerek DKT gerekse de NKT ile ölçülen GİB ile MKK arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur.
- DKT ve NKT ile elde edilen GİB değerleri arasındaki fark $2,6 \pm 2,1$ mmHg'dir. NKT ile ölçülen GİB değerleri DKT'den düşük bulunmuştur.
- DKT ile ölçülen GİB değerleri ile keratometri değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.
- Çalışma grubunda elde edilen OPA değerleri ile MKK, AU, kırma kusuru ve yaş arasında korelasyon bulunmamıştır.
- Çalışma grubunda elde edilen koroidal kalınlık değerleri ile yaş arasında negatif korelasyon tesbit edilmiştir.
- Çalışma grubunda elde edilen koroidal kalınlık değerleri ile kırma kusuru arasında pozitif korelasyon tesbit edilmiştir.
- Çalışma grubunda elde edilen koroidal kalınlık değerleri ile AU, keratometri, MKK ve gerek DKT gerekse de NKT ile yapılan GİB ölçümleri arasında korelasyon bulunmamıştır.

7. KAYNAKLAR

1. Nickla DL, Wallman J. The multifunctional choroid. *Prog Retin Eye Res* 2010;29(2):144–168
2. Langham ME, Kramer T. Decreased choroidal blood flow associated with retinitis pigmentosa. *Eye (Lond)* 1990;4(Pt 2):374–381.
3. Falsini B, Anselmi GM, Marangoni D, et al. Subfoveal choroidal blood flow and central retinal function in retinitis pigmentosa. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(2):1064–1069.
4. Fontana L, Poinosawmy D, Bunce CV, O'Brien C, Hitchings RA. Pulsatile ocular blood flow investigation in asymmetric normal tension glaucoma and normal subjects. *Br J Ophthalmol* 1998;82(7):731–736.
5. Ravalico G, Toffoli G, Pastori G, Croce M, Calderini S. Age-related ocular blood flow changes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996;37(13):2645–2650.
6. Sogawa K, Nagaoka T, Takahashi A, Tanano I, Tani T, Ishibazawa A, Yoshida A. Relationship between choroidal thickness and choroidal circulation in healthy young subjects. *Am J Ophthalmol*. 2012 Jun;153(6):1129-32.e1.
7. Snell RS, Lemp MA. *Clinical Anatomy of the Eye*. 2nd ed. USA: Blackwell Science, Inc; 1998.
8. Margolis R, Spaide RF. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol* 2009;147(5):811–815.
9. Guyer DR, Schachat AP, Green WR. The choroid: structural considerations. In: Ryan SJ, Ogden TE, editors. *Retina*. Volume 1. St.Louis, Baltimore, Toronto: The C.V. Mosby Company; 1989. p.17-31.
10. Apaydın C. *Anatomi. İçinde: Aydın P, Akova YA, editörler. Temel Göz Hastalıkları*. Ankara: Güneş Kitabevi; 2001. sf. 14-15.
11. Ernest JT. Choroidal circulation. In: Ryan SJ, Ogden TE, editors. *Retina*. Volume 1. St.Louis, Baltimore, Toronto: The C.V. Mosby Company; 1989. p.67.
12. Wallman J, Wildsoet C, Xu A, Gottlieb MD, Nickla DL, Marran L, Krebs W, Christensen AM. Moving the retina: choroidal modulation of refractive state. *Vision Res*. 1995 Jan; 35(1):37-50.
13. Owens SL. Indocyanine green angiography. *Br J Ophthalmol*. 1996 Mar;80(3):263-6.Review.

14. Regatieri CV, Branchini L, Fujimoto JG, Duker JS. Choroidal imaging using spectral-domain optical coherence tomography. *Retina*. 2012 May;32(5):865-76.
15. Özdemir H. Optik Koherens Tomografi. İçinde: Tıbbi Retina. Türk Oftalmoloji Derneği Eğitim Yayınları No:10, 2009. sf. 21-36
16. Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, Hee MR, Flotte T, Gregory K, Puliafito CA, et al. Optical coherence tomography. *Science*. 1991 Nov 22;254(5035):1178-81.
17. Mumcuoğlu 2008- Mumcuoğlu T, Erdurman C, Durukan AH. Optik Koherens Tomografi Prensipleri ve Uygulamadaki Yenilikler. *T. Oft. Gaz.* 2008; 38, 168-75.
18. Adhi M, Duker JS. Optical coherence tomography--current and future applications. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013 May;24(3):213-21.
19. Wu L, Marisse M, Hernandez-Bogantes E. Choroidal imaging with spectral-domain optical coherence tomography. *Retina Today*. 2011 January-February; 39-42.
20. Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T, Yasuno Y. Choroidal thickness in healthy Japanese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010 Apr;51(4):2173-6
21. Keane PA, Ruiz-Garcia H, Sadda SR. Clinical applications of long-wavelength (1,000-nm) optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011 Jul;42 Suppl:S67-74.
22. Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2008 Oct;146(4):496-500.
23. Wong IY, Koizumi H, Lai WW. Enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011 Jul;42 Suppl:S75-84
24. Branchini L, Regatieri CV, Flores-Moreno I, Baumann B, Fujimoto JG, Duker JS. Reproducibility of choroidal thickness measurements across three spectral domain optical coherence tomography systems. *Ophthalmology*. 2012 Jan;119(1):119-23.
25. Chhablani J, Barteselli G, Wang H, El-Emam S, Kozak I, Doede AL, Bartsch DU, Cheng L, Freeman WR. Repeatability and reproducibility of manual choroidal volume measurements using enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012 Apr 24;53(4):2274-80.
26. Manjunath V, Taha M, Fujimoto JG, Duker JS. Choroidal thickness in normal eyes measured using Cirrus HD optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2010 Sep;150(3):325-329.

27. Tian J, Marziliano P, Baskaran M, Tun TA, Aung T. Automatic measurements of choroidal thickness in EDI-OCT images. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.*;2012:5360-3.
28. Kanngiesser HE, Kniestedt C, Robert YC. Dynamic contour tonometry: presentation of a new tonometer. *J Glaucoma.* 2005;14: 344-350. 47
29. Punjabi OS, Kniestedt C, Stamper RL, et al. Dynamic contour tonometry: principle and use. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2006;34: 837-840.
30. Erdurmuş M, Hepşen DF. Paskal dinamik kontur tonometre. *Glo- Kat.* 2007;2: 143-148.
31. SMT Swiss Microtechnology AG. Pascal Dynamic Contour Tonometer Operating Manual, version1.4, Switzerland, 2004.
32. Özçetin H. Glokom: Tanısı, tipleri ve tedavisi, göziçi basıncı ölçümü ve tonometreler Nobel kitabevleri ltd.sti. 2009;3: 55-116.
33. Özçetin H, Baykara M, Atasoy A ve ark. Oküler nabız amplitüdünün değerlendirilmesinde dinamik kontur tonometrenin önemi. *Glo-Kat.* 2008; 3:153-157.
34. Viestenz A, Langenbacher A, Viestenz A:Reproducibility of dynamic contour tonometry. Comparison with TonoPenXL and Goldmann applanation tonometry. A clinical study on323 normal eyes. *KlinMonatsblAugenheilkd* 2006;223:813-819.
35. Punjabi OS, Ho HK, Kniestedt C, et al. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude comparisons in different types of glaucoma using dynamic contour tonometry. *Curr Eye Res.* 2006;31:851-862.
36. Kaufmann C, Bachmann LM, Robert YC, Thiel MA. Ocular pulse amplitude in Healthy subjects as measured by dynamic contour tonometry. *Arch Ophthalmol* 2006; 124:1104-08.
37. Erdurmus M, Yagcı R.: Dynamic contour tonometer versus Goldmann applanation tonometer. *J Glaucoma.* 2006;15: 471.
38. Fuchsjager-Mayrl G, Wally B, Rainer G, et al. Effect of dorzolamide and timolol on ocular blod flow in patients with primary open angle glaucoma and ocular hypertension. *Br J Ophtalmol.* 2005;89: 1293-1297.
39. Costa VP, Harris A, Stefansson E, et al. The effects of antiglaucoma and systemic medications on ocular blood flow. *Prog Retin Eye Res.* 2003;226:769-805.

40. Akarsu C, Yılma S, Taner P, et al. Effect of bimatoprost on ocular circulation in patients with open angle glaucoma or ocular hypertension. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2004;242:814- 818.
41. Breusegem C, Fieuws S, Zeyen T, et al. The effect of trabeculectomy on ocular pulse amplitude. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51: 231-235.
42. Von Schulthess SR, Kaufmann C, Bachmann LM, et al. Ocular pulse amplitude after trabeculectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2006;244: 46-51.
43. Tuncer I, Karahan E, Zengin MO, Atalay E, Polat N. *Int Ophthalmol.* 2014 Jun 21. Choroidal thickness in relation to sex, age, refractive error, and axial length in healthy Turkish subjects.
44. Zengin MO, Karahan E, Yilmaz S, Cinar E, Tuncer I, Kucukerdonmez C. Association of choroidal thickness with eye growth: a cross-sectional study of individuals between 4 and 23 years. *Eye (Lond).* 2014 Oct 3. doi: 10.1038/eye.2014.227.
45. Fujiwara T, Imamura Y, Margolis R, Slakter JS, Spaide RF. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2009;148(3):445– 450.
46. Hoffmann EM, Grus FH, Pfeiffer N. Intraocular pressure and ocular pulse amplitude using dynamic contour tonometry and contact lens tonometry. *BMC Ophthalmol* 2004; 23: 4.
47. Knecht PB, Menghini M, Bachmann LM, et al. The ocular pulse amplitude as a noninvasive parameter for carotid artery stenosis screening: a test accuracy study. *Ophthalmology* 2012; 119: 1244–1249.
48. Stalmans I, Harris A, Vanbellinghen V, et al. Ocular pulse amplitude in normal tension and primary open angle glaucoma. *J Glaucoma* 2008; 17: 403–407.
49. Grieshaber MC, Katamay R, Gugleta K, et al. Relationship between ocular pulse amplitude and systemic blood pressure measurements. *Acta Ophthalmol* 2009;87:329-34
50. Schmidt KG, Rückmann AV, Kemkes-Matthes B, et al. Ocular pulse amplitude in diabetes mellitus. *Br J Ophthalmol* 2000; 84: 1282–1284.i
51. Huang W, Wang W, Zhou M, Chen S, Gao X, Fan Q, Ding X, Zhang X. Peripapillary choroidal thickness in healthy Chinese subjects. *BMC Ophthalmol.* 2013 Jun 10;13:23. doi: 10.1186/1471-2415-13-23.
52. Aydın A, Bilgi AH. Optik koherens tomografinin glokomda yeri. *Glo-Kat.* 2007;2 (2): 77-82.

53. Esmaelpour M, Povazay B, Hermann B, Hofer B, Kajic V, Hale SL, et al. Mapping choroidal and retinal thickness variation in type 2 diabetes using three-dimensional 1060-nm optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52:5311–5316
54. Fujiwara A, Shiragami C., Shirakata Y, et al. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography of subfoveal choroidal thickness in normal Japanese eyes. *Jpn J Ophthalmol* 2012;56 (3):230-5.
55. Turgut B, Tanyılızı R. The comparison of the subfoveal choroidal thickness measurements obtained using the inverted and straight images of spectral optical coherence tomography in healthy subjects. *J Turgut Özal Med Cent* 2013;20 (2):153.
56. American Academy of Ophthalmology, Basic and Science Course, Section 12: Retina and Vitreous 2008:7-18,20-21
57. Switzer DW, Mendonça LS, et al. Segregation of Ophthalmoscopic Characteristics According to Choroidal Thickness in Patients With Early Age-Related macular Degeneration. *Retina* 2012 (32):1265–1271
58. Spaide RF. Age-related choroidal atrophy. *Am J Ophthalmol* 2009;147:801–810.
59. Nishida Y, Fujiwara T, Imamura Y, et al. Choroidal thickness and visual acuity in highly myopic eyes. *Retina* 2012;32:1229-36.
60. Goldenberg D, Moisseiev E, Goldstein M, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography: choroidal thickness and correlations with age, refractive error, and axial length. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2012;43:296-301.
61. Ehongo A, de Maertelaer V, Cullus P, et al. Correlation between corneal hysteresis, corneal resistance factor, and ocular pulse amplitude in healthy subjects. *J Fr Ophthalmol* 2008;31:999-1005
62. Stalmans I, Haris A, et al. Ocular pulse amplitude in normal tension and primary open angle glaucoma. *J Glaucoma* 2008;17:403-407
63. Schmidt KG, Rückmann Av, Pillunat LE, Topical carbonic anhydrase inhibition increases ocular pulse amplitude in high tension primary open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1998;82:758-762
64. Langham ME, McCarthy E. A rapid pneumatic applanation tonometer. Comparative findings and evaluation. *Arch Ophthalmol* 1968;79:389-399
65. Morgan AJ, Harper J, Hosking SL, et al. The effect of corneal thickness and corneal curvature on pneumatonometer measurements. *Curr Eye Res* 2002;25:107-112

66. Spraul CW, Lang GE, Ronzani M, et al. Reproducibility of measurements with a new slit lamp-mounted ocular blood flow tonograph. *Graefes Arch Clin Exp ophthalmol* 1998;236:274-279
67. Pourjavan S, Boelle PY, Detry-Morel M, et al. Physiological diurnal variability and characteristics of the ocular pulse amplitude (OPA) with the dynamic contour tonometer (DCT-Pascal). *Int Ophthalmol* 2007;27:357-360
68. Detry-Morel M, Jamart J, Detry MB, Ledoux A, Pourjavan S. Clinical evaluation of the Pascal dynamic contour tonometer. *J Fr Ophthalmol* 2007;30:260-270
69. Kniestedt C, Lin S, Choe J, Nee M, Bostrom A, Stürmer J, et al. Correlation between intraocular pressure, central corneal thickness, stage of glaucoma, and demographic patient data: Prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations. *J Glaucoma* 2006;15:91-7.
70. Silver DM, Geyer O. Pressure volume relation for the living human eye. *Curr Eye Res* 2000;20:115-120
71. Langham ME, To'Mey KF, A clinical procedure for the measurements of the ocular pulse pressure relationship and ophthalmic arterial pressure. *Exp Eye Res* 1978;27:17-25
72. Georgopoulos GT, Diestelhorst M, Fisher R, et al. The short-term effect of latanoprost on intraocular pressure and pulsatile ocular blood flow. *Acta Ophthalmol* 2002;80:54-58
73. Perkins ES. The ocular pulse. *Curr Eye Res* 1981;1:19-23
74. Shih YF, Horng IH, Yang CH, et al. Ocular pulse amplitude in myopia. *J Ocul Pharmacol* 1991;7:83-87.
75. James CB, Trew DR, Clark K, et al. Factors influencing the ocular pulse-axial length. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1991;229:341-344
76. Erickson DH, Goodwin D, Rollins M, Belaustegui A, Anderson C. Comparison of dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry and their relationship to corneal properties, refractive error, and ocular pulse amplitude. *Optometry*. 2009;80:169-174
77. McBrien NA, Gentle A. Role of the sclera in the development and pathological complications of myopia. *Prog Retin Eye Res* 2003;22:307-338
78. Akyol N, Kukner AS, Ozdemir T, et al. Choroidal and retinal blood flow changes in degenerative myopia. *Can J Ophthalmol*. 1996;31:113-119

79. Shih YF, Fitzgerald ME, Norton TT, et al. Reduction choroidal blood flow occurs in chicks wearing goggles that induce eye growth toward myopia. *Curr Eye Res* 1993;12:219-227
80. Weizer JS, Asrani S, Stinnett SS, et al. The clinicak utility of Dynamic Contour Tonometry and Ocular Pulse Amplitude. *J Glaucoma* 2007;16:700-703
81. Stalmans I, Haris A, et al. Oculer puls amplitude in normal tension and primary open angle glaucoma. *J Glaucoma* 2008;17:403-407
82. Franklin SS, Gustin W, Wong ND, et al. Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1997;96:308-315
83. Lachkar Y. The contour tonometer. IOP analysis using. Dynamic contour tonometry. *J Fr Ophthalmol* 2006;29:32-35
84. Bynke HG, Schele B. On the origin of the ocular pressure pulse. *Ophthalmologica* 1967;153:29-36
85. Pekel G, Kılıç I, Alihanoglu Y, Acer S, Yağcı R, Kaya H, Alur I. Effects of coronary artery bypass grafting surgery on retinal vascular caliber, ocular pulse amplitude and retinal thickness measurements. *Perfusion*. 2014 Aug 11
86. Pekel G, Acer S, Cetin EN, Yağcı R, Kaşıkçı A, Cevik A. Ocular pulse amplitude and retinal vessel caliber changes after intravitreal ranibizumab. *Int Ophthalmol*. 2014 Sep 4
87. Pekel G, Alur I, Alihanoglu YI, Yagci R, Emreçan B. Choroidal changes after cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2014 Nov;29(6):560-6.
88. Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, et al.: Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. *Ophthalmology*. 2006;113:2156-2162.
89. Öztürk F, Küsbeci T, Yavaş G, ve ark.: Pascal Dinamik Kontur Tonometre İle Ölçülen Göz İçi Basınç Değerlerinin Goldmann Applanasyon Tonometresi, Non Kontakt Tonometre Ve Tonopen İle Karşılaştırılması Ve Santral Kornea Kalınlığının Etkisi. *Glo-Kat*. 2006;1:171-175.
90. Francis BA, Hsieh A, Lai MY, et al.: Los Angeles Latino Eye Study Group. Effects of corneal thickness, corneal curvature, and intraocular pressure level on Goldmann applanation tonometry and dynamic contour tonometry. *Ophthalmology*. 2007;114:20-26.

91. Schneider E, Grehn F: Intraocular pressure measurement-comparison of dynamic contour tonometry and goldmann applanation tonometry. J Glaucoma. 2006;15:2-6.
92. Siganos DS, Papastergiou GI, Moedas C: Assessment of the Pascal dynamic contour tonometer in monitoring intraocular pressure in unoperated eyes and eyes after LASIK. J Cataract Refract Surg. 2004;30:746-751.
93. Erdurmuş M, Totan Y, Yağcı R, ve ark.: Primer Açık Açılı Glokom ve Oküler Hipertansiyonda Dinamik Kontur Tonometre ve Non-Kontakt Tonometrenin Karşılaştırılması. 2009;23:663-8
94. Doyle A, Lachkar Y: Comparison of dynamic contour tonometry with goldman applanation tonometry over a wide range of central corneal thickness. J Glaucoma. 2005;14:288-292.
95. Kola M1, Kalkisim A, Karkucak M, Turk A, Capkin E, Can I, Serdar OF, Mollamehmetoglu S, Ayar A: Regarding Comments by Yolcu et al. on "Evaluation of Choroidal Thickness in Ankylosing Spondylitis Using Optical Coherence Tomography". Ocul Immunol Inflamm. 2015 Mar 11:1-2.