



**T.C.
SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
şİşLİ HAMİYE ETFAL
SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİğİ**

**ARKA KAPSİL KESAFETİNDE YAPILAN ND: YAG LAZER
KAPSİLOTOMİNİN RETİNA, KOROID, OPTİK SİNİR BAşI
MİKROVASKÜLER YAPILARI ÜZERİNE ETKİLERİNİN
DEğERLENDİRİLMESİ**

Dr. Cüneyt Tenşi
TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL/2025



**T.C.
SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ŞİŞLİ HAMİYE ETFAL
SAğLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI KLİNİğİ**

**ARKA KAPSÜL KESAFETİNDE YAPILAN ND: YAG LAZER
KAPSÜLOTOMİNİN RETİNA, KOROİD, OPTİK SİNİR BAŞI
MİKROVASKÜLER YAPILARI ÜZERİNE ETKİLERİNİN
DEğERLENDİRİLMESİ**

Dr. Cüneyt Tenşı

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Turgay Uçak
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

İSTANBUL/2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tez çalışmam sürecinde bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan; sabır ve desteklerini esirgemeyen, değerli tez danışman hocam Doç. Dr. Turgay Uçak'a teşekkür ederim.

Eğitim süresi boyunca mesleki gelişimimde bilgi, deneyim ve hoşgörülerini esirgemeyen, kaliteli eğitim almam için çaba gösteren ve desteklerini hep hissettiğim klinik eğitim sorumlumuz Doç. Dr. Semra Tiryaki Demir'e çok teşekkür ederim.

Birlikte çalışma fırsatı bulduğum bilgi, deneyim ve destekleri ile gelişimime katkıda bulunan; Doç. Dr. Ayşe Burcu Dirim'e, Doç. Dr. İbrahim Çağrı Türker'e, Doç. Dr. Mehmet Demir'e, Doç. Dr. Ceylan Uslu Doğan'a, Doç. Dr. Ayşe Yağmur Kanra'ya, Doç. Dr. Elif Ceren Yeşilkaya'ya, Op. Dr. Deniz Özalp'e, Op. Dr. Delil Özcan'a, Op. Dr. Saniye Üke Uzun'a, Op. Dr. Hatice Bilge Araz Erşan'a, Op. Dr. Ali Başçı'ya, Op. Dr. Mehmet Can Özen'e, Op. Dr. Zeynep Güllülü'ye ve diğer uzmanlarıma;

Dört yıl boyunca birlikte çalıştığım ve güzel günler geçirdiğim sevgili meslektaşlarım; Op. Dr. Emine Betül Akbaş Özyürek'e, Op. Dr. Oğuz Kaan Kutucu'ya, Op. Dr. Tuğçe Dursun Yılmazşamlı'ya, Op. Dr. Sümeyra Keleş Yeşiltaş'a, Op. Dr. Ecrin Çakır'a, Op. Dr. Fatih Kerem Dedeli'ye çok teşekkür ederim.

Tez sürecimde katkı ve desteklerini gördüğüm ve birlikte zaman geçirmekten keyif aldığım tüm asistan arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Yoğun çalışma şartlarında yardımlarını esirgemeyen başta göz kliniği teknisyenlerine olmak üzere hemşire, sekreter ve personeline teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde emeği geçen, maddi ve manevi destekleri olan anneme babama ve kardeşlerime çok teşekkür ederim.

Son olarak tez sürecimde her daim yanımda olan; desteğini, sevgisini ve anlayışını esirgemeyen sevgili eşim Hem. Nefya Tenşi'ye çok teşekkür ederim.

Dr. Cüneyt Tenşi

İstanbul, 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. LENS	2
2.1.1. Lens Anatomisi	2
2.2 KATARAKT	3
2.2.1. Kataraktın Tedavisi	4
2.2.2. Katarakt Ameliyatının Komplikasyonları	4
2.3. ARKA KAPSÜL KESAFETİ.....	6
2.3.1. Etyopatogenezi.....	6
2.3.2. Arka Kapsül Kesafeti Gelişiminde Oküler Nedenler.....	6
2.3.3. Arka Kapsül Kesafeti Gelişiminde Sistemik Nedenler.....	7
2.4. ND: YAG LASER KAPSÜLOTOMİ.....	7
2.4.1. Nd: YAG Laser Kullanım Modları	8
2.4.2. Nd: YAG lazerin kullanım alanları	8
2.4.3. Nd: YAG Laser Kapsülotominin Endikasyonları	8
2.4.4. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Kontrendikasyonları.....	9
2.4.5. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Yapılışı	9
2.4.6. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Komplikasyonları.....	9
2.5. RETİNA	10

2.5.1. Retina Anatomisi ve Histolojisi	11
2.5.2. Retinanın Kan Dolaşımı	15
2.5.2. Koroidin Anatomisi ve Vasküler Yapısı	16
2.6. GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	18
2.6.1. Optik Koherens Tomografi	18
2.6.2. Optik Koherens Tomografi Anjiografi.....	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM	19
3.1 HASTA SEÇİMİ.....	19
3.1.1. Dahil Edilme Kriterleri	19
3.1.2. Hariç Tutulma kriterleri	20
3.2.ÇALIŞMA PROTOKOLÜ VE OFTALMOLOJİK DEĞERLENDİRME.....	20
3.3. GÖRÜNTÜLEME.....	21
3.3.1. Optik Koherens Tomografi	21
3.3.2. Optik Koherens Tomografi Anjiografi.....	25
3.4.Nd YAG LAZER KAPSÜLOTOMİ UYGULAMA TEKNİĞİ	29
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	30
4. BULGULAR.....	31
4.1. ÖN SEGMENT VE GÖRME KESKİNLİĞİ BULGULARININ KARŞILAŞTIRILMASI	31
4.2. OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ BULGULARININ KARŞILAŞTIRILMASI	32
4.3. OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ AJİOGRAFİ BULGULARI.....	35
4.4. KONTROL GRUBU İLE KARŞILAŞTIRMA	40
4.5. TOPLAM ENERJİ MİKTARI ETKİSİNİN İNCELENMESİ	48
5. TARTIŞMA.....	50
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR.....	58

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: Katarakt ameliyatının komplikasyonları	5
Tablo 2: Demografik ve Klinik Bulgular	31
Tablo 3: Lazer sonrası EİDGK, Kornea ve AL parametrelerinin değişimi ve anlamlılık düzeyleri	32
Tablo 4: Makula kalınlık değişimleri	33
Tablo 5: GHK değişimleri	33
Tablo 6: OSB ve RNFL değişimleri	34
Tablo 7: Koroid kalınlığı ve KVI değerlerin değişimi	35
Tablo 8: Yüzeysel kapiller pleksus damar yoğunluklarının değişimi	36
Tablo 9 : Derin kapiller pleksus damar yoğunluklarının değişimi	37
Tablo 10: FAZ parametrelerinin değişimi	38
Tablo 11: Optik disk RPKP damar yoğunluğu değişimleri	39
Tablo 12: Kornea parametreleri, GİB ve AL değişimlerinin kontrol grubu ile karşılaştırması	40
Tablo 13: Kontrol grubu ile lazer grubu arası makula kalınlıklarının karşılaştırması	41
Tablo 14: Kontrol grubu ile lazer grubu GHK kalınlıklarının karşılaştırması	42
Tablo 15: RSLT kalınlık değişimlerinin kontrol grubu ile karşılaştırması	42
Tablo 16: Koroid kalınlığı ve KVI değerlerinin kontrol grubu ile karşılaştırması	43
Tablo 17: Lazer yapılan gözler ile kontrol göz YKP ölçümlerinin karşılaştırılması .	44
Tablo 18: Lazer yapılan gözler ile kontrol göz DKP ölçümlerinin karşılaştırılması .	45
Tablo 19: Kontrol grubu ile lazer yapılan grubun FAZ parametrelerinin karşılaştırması	46
Tablo 20: Lazer yapılan grup ile kontrol grubu RPC damar yoğunluklarının karşılaştırılması	47
Tablo 21: Enerji Gruplarına Göre YKP Damar Yoğunluğu Değişimlerinin Karşılaştırması.....	48
Tablo 22: Enerji gruplarına göre DKP damar yoğunluğu değişimlerinin karşılaştırması	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Retina tabakaları ve bu tabakaları oluşturan hücre yapılarının görünümü...	12
Şekil 2: Retinanın kan dolaşımı.....	16
Şekil 3: Optik sinir başının bölümleri ve kan dolaşımı	17
Şekil 4: Çalışmamızdan bir hastanın ETDRS makula ızgarasında kalınlık haritası..	21
Şekil 5: Çalışmamızdan bir olgunun OKT-RNFL görüntüsü.	22
Şekil 6: Çalışmamızdan bir olguya ait OKT-GHK görüntüsü.....	23
Şekil 7: İmage J programı ile koroidal alan seçimi ve Niblack binarizasyon yöntemi ile KVI hesaplanması	24
Şekil 8: SD-OKTA’da bir olgununu işlem öncesi (üst) ve işlem sonrası (alt) 1. ay YKP damar yoğunluğu ölçümleri.	26
Şekil 9: SD-OKTA’da bir olgunun işlem öncesi (üst) ve işlem sonrası (alt) 1. ay DKP damar yoğunluğu ölçümleri.	27
Şekil 10: Çalışmamızdan bir olguya ait işlem öncesi(üst) ve işlem sonrası(alt) 1. ayda OKTA ile FAZ alanı ölçümleri.....	28
Şekil 11: Çalışmamızdan bir olguya ait işlem öncesi(üst) ve işlem sonrası(alt) 1. ayda OKTA ile RPC damar yoğunluğu ölçümleri.	29

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKK: Arka Kapsül Kesafeti

AL: Axial Lenght/aksiyel uzunluk

DKP: Derin Kapiller Pleksus

EİDGK: En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği

GHK: Ganglion Hücre Kompleksi

GİB: Göz İçi Basıncı

GİL: Göz İçi Lens

FAZ: Foveal Avasküler Zon

KMÖ: Kistoid Makula Ödemi

KVİ: Koroidal Vasküler İndeks

LEH: Lens Epitel Hücreleri

LogMAR: Logarithm of the Minimum Angle of Resolution

Nd: YAG: Neodymium-doped: Yttrium Aluminium Garnet

OKT: Optik Koherens Tomografi

OKTA: Optik Koherens Tomografi Anjiyografi

OSB: Optik Sinir Başı

RPE: Retina Pigment Epiteli

RSLT: Retina Sinir Lifi Tabakası

RPKP: Radyal Pripapiller Kapiller Pleksus

SFK: Subfoveal Koroid Kalınlığı

SMK: Santral Makula Kalınlığı

YKP: Yüzeyel Kapiller Pleksus

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, komplikasyonsuz katarakt cerrahisi sonrası gelişen arka kapsül kesafeti (AKK) tedavisinde uygulanan Nd:YAG lazer kapsülotominin retina, koroid ve optik sinir başı mikrovasküler yapılar üzerindeki erken dönem etkilerini optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) ile değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Mart 2024 ile Mart 2025 tarihleri arasında, komplikasyonsuz katarakt ameliyatı sonrası gelişen AKK nedeniyle Nd:YAG lazer kapsülotomi uygulanan 37 hastanın 41 gözü çalışmaya dâhil edildi. Uygun olan 20 hastanın diğer gözü kontrol grubu olarak değerlendirildi. Hastaların YAG lazer öncesi ve lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda, EİDGK, GİB, AL bulguları kaydedildi ve değerlendirildi. 3 farklı vizitte OKT, OKTA çekimleri yapıldı. OKT ile makula, retina sinir lifi tabakası (RSLT), koroid kalınlığı ve koroidal vasküler indeks değerlendirildi. OKTA ile retina ve optik sinir başı mikrovasküler damar yoğunluğu ve foveal avasküler zon (FAZ) çevresi damar yoğunluğu ve FAZ durumu değerlendirildi.

Bulgular: Lazer sonrası 1. hafta görme keskinliğinde belirgin artış izlendi ve 1. ayda bu artış korundu. Göz içi basıncı (GİB), AL ve Kornea endotel hücre sayısı parametrelerinde anlamlı değişiklik izlenmedi. Santral makula kalınlığında (SMK) anlamlı fark izlenmedi. Total, nazal ve temporal RSLT kalınlığında lazer sonrası anlamlı artış izlendi. Subfoveal koroid kalınlığı (SKK) ve KVI değerlerinde lazer öncesi ve sonrası anlamlı fark yoktu. Makula yüzeysel kapiller pleksus (YKP) ve derin kapiller pleksus (DKP) damar yoğunluğunda lazer sonrası anlamlı artış izlendi. FAZ alanı 1. haftada lazer öncesine göre arttı ve 1. ayda fark izlenmedi. Foveal damar yoğunluğunda lazer sonrası anlamlı bir artış izlendi. Optik sinir başı damar yoğunluğu ve çevresi radyal peripapiller kapiller pleksusun (RPPK) bazı kadrantlarında da lazer sonrası damar yoğunluğunda artış izlendi. 20 gözün kontrol grubu ile karşılaştırmasında YKP bazı kadrantlarında (temporal parafovea, temporal ve nazal perifovea) damar yoğunluğu preop ölçümlerde kontrol grubuna göre düşüktü. YKP ve DKP damar yoğunluğunda; düşük ($\leq 75\text{mJ}$) ve yüksek enerji ($> 75\text{mJ}$) grupları arasında anlamlı fark izlenmedi.

Sonuç: Nd:YAG kapsülotomi, görme keskinliğinde anlamlı iyileşme sağlamakta olup, lazer uygulamasının ardından makula ve optik sinir başı düzeyinde mikrovasküler damar yoğunluğunda belirgin artış izlenmiştir. Bu değişiklikler, toplam enerji miktarından bağımsız olarak erken dönemde OKTA ile tespit edilebilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nd: YAG lazer kapsülotomi, Arka Kapsül Kesafeti, Optik Koherens Tomografi Anjiografi.



ABSTRACT

Aim: The aim of this study is to evaluate the early effects of Nd:YAG laser capsulotomy on the microvascular structures of the retina, choroid, and optic nerve head in the treatment of posterior capsular opacification (PCO) following uncomplicated cataract surgery, using optical coherence tomography angiography (OCTA).

Materials and Methods: A total of 41 eyes from 37 patients who underwent Nd:YAG laser capsulotomy due to PCO between March 2024 and March 2025 were included. The fellow eyes of 20 patients served as a control group. For all patients, data on best corrected visual acuity (BCVA), intraocular pressure (IOP), and axial length (AL) were recorded and evaluated before YAG laser treatment, as well as at the 1st week and 1st month after the procedure. OCT and OCTA imaging were performed at three different visits. Using OCT, macular thickness, peripapillary retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness, choroidal thickness, and the choroidal vascular index were assessed. Using OCTA, microvascular vessel density in the retina and optic nerve head, periphery vessel density around the foveal avascular zone (FAZ), and FAZ characteristics were evaluated.

Results: A significant improvement in visual acuity was observed at the first week following the laser procedure, and this improvement was maintained at the first month. No significant changes were observed in intraocular pressure (IOP), axial length (AL), or corneal endothelial cell count. There was no significant difference in central macular thickness (CMT). However, a significant increase was observed in total, nasal, and temporal peripapillary retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness after the laser procedure. No significant changes were found in subfoveal choroidal thickness (SFCT) or choroidal vascular index (CVI). A significant increase was detected in vessel density in both the superficial capillary plexus (SCP) and deep capillary plexus (DCP) of the macula following the laser. The foveal avascular zone (FAZ) area increased at the first week compared to pre-laser measurements but showed no difference at the first month. Foveal vessel density significantly increased after the laser. An increase in vessel density was also observed in the optic nerve head and in

certain quadrants of the surrounding radial peripapillary capillary plexus (RPCP) following the laser. In comparison with the control group (20 eyes), vessel density in certain quadrants of the SCP (temporal parafovea, temporal and nasal perifovea) was found to be lower in the preoperative measurements of the laser group. No significant differences were observed in SCP or DCP vessel density between the low-energy (≤ 75 mJ) and high-energy (> 75 mJ) laser groups.

Conclusion: Nd:YAG capsulotomy significantly improves visual acuity and induces early increases in microvascular density in the macular capillary plexuses and the peripapillary region, independent of total laser energy applied. These vascular responses can be effectively quantified using OCTA in the early postoperative period.

Key Words: Nd: YAG Laser Capsulotomy, Posterior Capsular Opacification, Optical Coherence Tomography Angiography

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Arka kapsül kesafeti (AKK), katarakt ameliyatı sonrası görmeyi geç dönemde azaltan en sık komplikasyondur. Katarakt nedeni ile görmesi bulanıklaşan hastalarda katarakt ameliyatı sırasında saydamlığı azalmış hasta lensi, lens kapsülü korunarak temizlenir ve kapsül kesesine göz içi lensi (GİL) yerleştirilir. Ameliyatın başlangıçtaki görme artışına rağmen kalan lens epitel hücreleri çoğalıp göç edebilir ve AKK'ye neden olabilir. Bu durum arka kapsülün bulanıklaşmasına neden olarak, görme keskinliğini ve kalitesini bozabilir (1,2).

Hastaya bağlı faktörler, uygulanan cerrahi tekniğin şekli ve GİL'in özellikleri AKK oluşumunu etkiler. Hastada diyabet varlığı, yaştan genç olması, üveit varlığı; hidrofilik ve yuvarlak kenarlı GİL yapısı AKK gelişimi için risk faktörü olarak söylenebilir (3,4).

'Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet' Lazer (Nd:YAG) AKK'nin tedavisinde kullanılan standart tedavi yöntemidir. AKK nedeni ile görme keskinliği azalan hastalarda sıklıkla uygulanmaktadır. Poliklinik şartlarında kolay ve güvenli bir şekilde yapılabilir. Nd:YAG lazer kapsülotomi sonrası nadir olarak bazı komplikasyonlar görülebilir; göz içi basınç(GİB) artışı, makula ödemi, üveit , GİL hasarı, retina dekolmanı, kornea endotel hasarı, lens subluksasyonu gibi (5-7). Nd:YAG lazer kapsülotominin arka segment mikrovasküler yapıları üzerine etkileri tam olarak açıklanamamıştır.

Nd:YAG kapsülotominin retina ve koroid dolaşımına etkisini anlamak, ancak son yıllarda geliştirilen ileri görüntüleme teknikleriyle mümkün olabilmektedir. Optik Koherens Tomografi Anjiyografi (OKTA) olarak bilinen yeni bir görüntüleme ile gözün arka segment yapılarının ayrıntılı görüntülenmesi sağlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı komplikasyonsuz katarakt ameliyatı sonrası oluşan AKK'nin tedavisinde uygulanan Nd: YAG lazer kapsülotominin retina, koroid ve optik sinir başı mikrovasküler damar yoğunlukları üzerine etkilerinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. LENS

2.1.1. Lens Anatomisi

Lens yetişkin bireylerde yaklaşık 4-5 mm kalınlığında, 9-10 mm çapında esnek, saydam, elipsoid ve bikonveks bir yapıdadır. Ön yüzeyinin eğriliği arka yüzeyden daha azdır ve bu iki yüzeyin periferde birleştiği kısım ekvator olarak adlandırılır. Lens; ekvatorundan lens zonülleri olarak adlandırılan asıcı liflerle siliyer cisime bağlanır ve irisin arkasında, vitreusun önünde yerleşmiştir (8).

Lens gözün odaklanma yeteneğine sahip tek ayarlanabilir kırıcı yapısıdır; korneanın sabit kırma gücüne ek olarak, lens farklı mesafelere odaklanmayı sağlayarak retinada net bir görüntü oluşturur. Ancak yaşla birlikte odaklanma yeteneği kademeli olarak azalır ve yakını görme zorluğu ortaya çıkar (8).

2.1.2. Lens Histolojisi

2.1.2.1. Lens kapsülü: Lensi çevreleyen bir bazal membrandır. Lens epitel hücreleri tarafında oluşturulur. Vücuttaki en kalın bazal membran olarak bilinir. Kalınlığı ekvatorunda en kalın (21-23 μm), kapsülün arka kısmında en incedir (3-4 μm). Yapısında ağırlıklı olarak tip IV kolajen bulunmakla birlikte; tip I, tip III, fibronektin, laminin, sülfatlanmış glikozaminglikan içerir (8).

2.1.2.2. Lens epiteli: Lensin anterior ve ekvatorunda kapsül altında yerleşmiştir. Embriyonun gelişimi sırasında lens keseciğini oluşturan hücrelerden köken alır. Ekvator kapsülünün altından bulunan hücreler mitokondri açısından zengindir ve aktif çoğalırlar. Katarakt ameliyatı sonrası kalan lens epitel hücrelerinin çoğalması, göçü , epitelyal-mezenkimal geçişi AKK gelişiminde rol oynar (8).

2.1.2.3. Lens fibrilleri: lensin temel yapı maddesi olarak lens hücrelerinden oluşurlar. Çapraz yapıda altıgen şeklindedirler. Embriyonik çekirdekte primer lens fibrilleri 250 µm'den daha kısayken, yetişkinde fibrillerin uzunluğu 10 mm kadar çıkabilir.

2.2 KATARAKT

Katarakt lensin saydamlığını kaybederek kesifleşmesinin bir sonucudur. Dünya sağlık örgütü 2014'te 95 milyon kişinin kataraktan etkilendiğini tahmin etmiştir. Etiyolojisinde yaş, travma, metabolik ve sistemik hastalıklar, alkol, sigara, ilaçlar, radyasyon gibi nedenler yer almaktadır ve nedenlerine göre: yaşa bağlı katarakt, pediatrik katarakt ve diğer nedenlere bağlı kataraktlar olarak sınıflandırılabilir. En sık yaşa bağlı olarak görülür (9).

Yaşa bağlı katarakt lensin kesifleştiği yere göre sınıflandırır. 3 tipi vardır; kortikal katarakt, nükleer katarakt, subkapsüler katarakt. Bu katarakt tipleri genelde birbirine eşlik eder. Lens yaşlandıkça ağırlığı ve çapı artar, saydamlığı azalır. Periferdeki lens epitel hücreleri merkeze doğru göç eder ve lenf liflerini oluşturur. Merkezde biriken yaşlı lens lifleri nükleusu sıkıştırır, lensin nükleer sklerozisine neden olur (9,10).

Oksidatif hasar yaşa bağlı katarakta neden olur. Lens fibrillerinin oksidatif hasara uğramasıyla glutatyon difüzyonunun azalması nükleer katarakta yol açmaktadır. Diğer yaş ile ilgili katarakt oluşum mekanizmaları kimyasal dönüşüm ve preolitik ayrışma, lens hücre sitoplazmasında potasyumun azalması, sodyum ve kalsiyumun artması olarak açıklanmaktadır (10,11).

Kortikal kataraktlar; olgun mercek lif hücreleri yapısının yerel olarak bozulmasıyla ilişkilidir. Hücre zarının bütünlüğü bozulduğunda, etkilenen hücrelerden önemli metabolitler kaybedilmektedir. Bu durum proteinlerin oksidasyonuna ve sonra çökmesine yol açar. Mikroskop ile yapılan incelemede arka subkapsüler kataraktların ekvatoral olarak kapsülün iç kısmından görme aksına, epitel hücrelerinin arkaya doğru yer değiştirmesi ile ilişkilendirilir. Bu hücreler merkeze doğru giderken ya da gittikten sonra aşırı şişer ve büyürler (10,11).

2.2.1. Kataraktın Tedavisi

Katarakt cerrahi ile tedavi edilebilen, göz doktorlarının en sık yaptığı ameliyattır (12).

2.2.1.1. Kataraktın endikasyonları:

- Katarakta bağlı görmede azalmanın düzeltilmesi
- Tıbbi endikasyonlar; fakolitik, fakomorfik glokom, fakoantijenik üveit, lens dislokasyonu, retina ve optik sinir hastalıklarının varlığında göz dibini görüntülemeyi engelleyen katarakt
- Fonksiyonel endikasyonlar; demans ve ileri düzeyde işitme kaybı olan sosyal izolasyon yaşayan hastalarda; katarakt ameliyatı yaşam kalitesini artırır (10).

2.2.1.2. Kataraktın cerrahi yöntemleri:

- ❖ İntrakapsüler katarakt ekstraksiyonu (İKKE): Lens ile kapsülü de alınır.
- ❖ Ekstra kapsüler katarakt ekstraksiyonu (EKKE): arka kapsül bozulmadan büyük bir kesiden bir bütün olarak kataraktın temizlenmesi
- ❖ Fakoemülsifikasyon; küçük kesilerden giren aletlerle , kapalı sistem EKKE cerrahisidir (9,12).

2.2.2. Katarakt Ameliyatının Komplikasyonları

Katarakt ameliyatı komplikasyonları meydana geldiği zamana göre üçe sınıflandırılabilir (Tablo 1) (9,13).

Tablo 1:Katarakt ameliyatının komplikasyonları

Ameliyat sırasında komplikasyonlar
Arka kapsül rüptürü Gevşek iris sendromu veya iris prolapsusu İris veya siliyer cisim hasarı Vitreusa düşen lens materyali Suprakoroidal hemoraji Descemet membranında ayrılma Kesi yeri problemleri Kapsüloreksis problemleri Korneal yanık
Ameliyat sonrası erken dönem komplikasyonlar
Geçici göz içi basınç artışı (en sık) Korneal ödem Toksik ön segment sendromu Lensin desantralizasyonu veya yerinden çıkması Lens materyali kalması İris prolapsusu Yara yeri sızdırması Yara yerine vitreus uzanması Hifema Kapsüller blok Üveit Akut endoftalmi
Ameliyat sonrası geç komplikasyonlar
Arka kapsül kesafeti (en sık) Klinik anlamalı maküler ödem Psödo fakik büllöz keratopati Ameliyat sonrası kalıcı refraktif problemler Ön kapsül fibrozisi ve fimozi Kronik üveit Retinal yırtık ve ayrışma Kronik endoftalmi

2.3. ARKA KAPSÜL KESAFETİ

Katarakt ameliyatı sonrası geç dönemde gelişen ve en sık görülen komplikasyon AKK'dir. Ameliyat sonrası geride kalan lens epitel hücrelerinin göçü ve çoğalması AKK gelişimin ana nedeni olarak görülmektedir. Görme keskinliğini azaltmasının yanında, kontrast kaybı, halo etkisi, binoküler görme keskinliği gibi görme kalitesini de etkiler. Yaşlılara kıyasla genç hastalarda daha yüksek oranlarda görülür. Bu gençlerde mitotik aktivitenin ve hücre sayılarının daha fazla olmasına bağlıdır. Görülme sıklığı; yetişkinlerde ameliyat sonrası yaklaşık olarak ilk yılda %11,8, 3 yılda %20,7, 5 yılda %28,5 oranlarında seyretmektedir. 2 ay – 5 yaş arasındaki çocuklarda %100 çıkabilmektedir (2,5).

2.3.1. Etyopatogenezi

Katarakt ameliyatı sonrası kan-aköz bariyerin bozulması, immün yanıtı tetikleyerek lens kapsülündeki hücrelerde epitelyal-mezenkimal dönüşüme yol açar. Ayrıca kapsül liflerinin çıkarılması ve göze yerleştirilen yabancı GİL, ön kamarada inflamatuvar hücre (multinükleer lökositler, dev hücreler, fibroblastlar) birikimine neden olur. Bu hücrelerin ürettiği sitokinler, kalan lens epitel hücrelerinin transformasyonunu ve çoğalmasını aktive ederek arka kapsülde kalınlaşma, fibrozis ve kontraksiyona sebep olur (2,14).

İki farklı epitel hücresi iki farklı AKK tipini oluşturur. Ön kapsül altında bulunan epitelyal hücreler fibröz tip AKK oluştururken, ekvatordaki epitel hücrelerinin Elsching veya Wedl tipi AKK oluşturduğu düşünülmektedir (2,14).

2.3.2. Arka Kapsül Kesafeti Gelişiminde Oküler Nedenler

Katarakt cerrahisi, geçirilmiş vitrektomi, oküler inflamasyon, yüksek miyop, sert katarakt yüksek AKK oranları ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca glokom, kuru göz hastalığı, üveit, yaşa bağlı makula dejenerasyonun AKK riskini daha da artırdığı bildirilmektedir (15,16).

2.3.3. Arka Kapsül Kesafeti Gelişiminde Sistemik Nedenler

Hiperlipidemi ve peptik ülser hastalığı olan hastalarda katarakt ameliyatında sonraki ilk yıl içinde AKK gelişme riskinin arttığı gösterilmiştir (16).

Yine genç yaşın AKK riskini artırdığı ve 40 yaş altında 60 yaş üstüne oranla daha fazla AKK geliştiği görülmüştür. Bunun yanı sıra diyabetin de AKK gelişiminde risk faktörü olduğu bildirilmektedir (16–18).

2.4. ND: YAG LASER KAPSÜLOTOMİ

Neodymium lazer ilk olarak 1961 yılında ortaya çıkarıldı. Bu dönem lazerlerde neodymium atomları için kullanılan ortam kalsiyum tungstat içermektedir. Günümüz çağdaş lazerlerde ise neodymium atomlarının ortamı için Yttriyum Aluminium Garnet ($Y_3Al_5O_{12}$) kullanılır ve genellikle YAG olarak kısaltılır. Nd:YAG lazer kapsülotomi, 1978 yılından itibaren göz hekimleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Nd:YAG lazer, 1064 nm dalga boyuna sahiptir ve en çok kullanılan lazerden biri olarak kabul edilir. Bu dalga boyu görünür ışık spektrumunun dışında olduğu için 632 nm dalga boyu ışık yayan Helyum-Neon Lazer ışık gösterici olarak kullanılır (19).

Nd:YAG lazer dokular üzerinde fotodistrüpsiyon ve ısı etkisiyle iyonlaştırıcı bir etki meydana getirir. Fotodistrüpsiyonda belli bir noktaya kısa sürede çok fazla lazer enerjisi uygulanarak hedefteki elektronlar atomlarında koparılır ve plazma adı verilen bir serbest iyon kümesi oluşturulur. Plazma, gelen lazer ışınlarını emerek, arkasındaki dokuların zarar görmesini engeller. Bu koruyucu duruma **Plazma Kalkanı** adı verilir. Plazmanın ani ve hızlı genişlemesiyle oluşan ses ve şok dalgaları, dokunun mevcut iç gerilimi ile birleştiğinde hedeflenen dokunun parçalanması sağlanır. Bu sayede pigment içermeyen saydam dokularda dahi kesim yapılabilir. Ortaya çıkan doku tahribatı şok dalgaları, ısıya bağlı değişiklikler, elektromanyetik etkiler ve hedef doku çevresindeki dokuların hassasiyetine bağlı olarak gerçekleşir (19).

2.4.1. Nd: YAG Lazer Kullanım Modları

Oftalmolojide Nd: YAG laser farklı modlarda kullanılabilir;

a) Free Runnin Mode: Sadece termal etki yapar

b) Continuous Wave Mode: Termal etkiye ek olarak sürekli enerji üretir.

c) Q-Switched Lazer: Genellikle iridektomi gibi yüksek enerji gerektiren prosedürler için kullanılır ve nanosaniyelik atımlar üretir.

d) Mode-Locked Lazer: Piko saniyelik pulslar üretir. Daha kontrollü ve hassas doku bozulması sağlar. Bu mod özellikle arka kapsülotomi için uygundur (19,20).

2.4.2. Nd: YAG lazerin kullanım alanları

- Posterior kapsülotomi: Katarakt ameliyatı sonrası oluşan AKK'nin tedavisinde kullanılır.
- Ön kapsülotomi: Şişkin kataraktlarda kapsül içindeki sıvıyı boşaltmak için
- İridotomi/iridektomi: Akut açı kapanmasını tedavi etmek ve engellemek için
- Siklodyaliz
- Siklofotokoagülasyon
- Trabekülektomi
- Anterior sineşiyolizis: iris- lens yapışıklıklarını açmada
- Ön segmente membranların temizlenmesinde
- Hyaloidotomi: Arka segmentte hyaloid altı kanamaların boşaltılmasında
- Korneal vaskülarizasyonda kullanılabilir (20–23).

2.4.3. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Endikasyonları

- AKK'nin yol açtığı görme azalması (19)
- Görme keskinliği tam olmasına rağmen; AKK nedeni ile kamaşma, kontrast kaybı, fotofobi, diplopi gibi şikayetlerin varlığı (24)

- Şişkin entümesan kataraktlarda preoperatif lens basıncını azaltmak ve komplikasyon gelişimini azaltmak için ön kapsülotomi (25)

2.4.4. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Kontrendikasyonları

- Kontrolsüz GİB yüksekliği
- Kontrol altına alınmamış göz içi inflamasyonu
- Uyumlu olmayan hastalarda ve stabil olmayan gözlerde
- Retina dekolmanı riski yüksek olan hastalarda
- Makula ödemi olan hastalarda (Rölatif KE) (26,27).

2.4.5. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Yapılışı

Göz muayenesi sonucu AKK olduğu tespit edilen ve semptomları bulunan hastalara Nd: YAG lazer kapsülotomi endikasyonu verilir. İşlem öncesi midriyatik damlalarla göz dilate edilir. Topikal anestezi yapılır. Biyomikroskopta görüntü ve pozisyon ayarlandıktan sonra kapsülotomi lensi kullanılarak yeterli minimal enerji ile arka kapsülde yaklaşık 4-5 mm açıklık elde edilmeye çalışılır (11).

2.4.6. Nd: YAG Lazer Kapsülotominin Komplikasyonları

Nd: YAG lazer kapsülotomi katarakt cerrahisi sonrası gelişen AKK'nin tedavisinde yaygın olarak kullanılan ve genelde güvenli kabul edilen bir tedavidir. Ancak ND: YAG lazer bazen ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Komplikasyonlar çoğu zaman hafif, geçici ve tedavi edilebilirdir. (28).

Geçici göz içi basınç artışı: YAG lazer tedavisinden sonra en sık görülen komplikasyondur. Görülme oranı bazı çalışmalarda %27 varan oranlarda gösterilmiştir. Antiglokomatöz ilaçlarla kontrol edilebilir. Genellikle ilk bir saatte pik yapar, bir hafta sonra işlem öncesi değerlere dönmektedir. Nd: YAG lazer sonrası ortama salınan kapsül kalıntıları, kan, fibrin ve inflamatuvar hücrelerin trabekül ağ ve schlemm kanalı iç yüzeyinde birikmesi sonucu aköz dışı akımının engellenmesinin GİB artışına neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca serbestleşen diğer mediyatörlerin de

doğrudan trabeküler ağ üzerine hasar verici etkisiyle GİB artışı meydana gelebilir (19,28–30).

Anterior Üveit: Kapsül kalıntıları üveite neden olabilir. Yaklaşık %7 oranında bildirilmiştir. Genellikle geçicidir veya steroid damlalarla kontrol edilebilir (27,31).

Lens Hasarı: Lazer paterni ve uygulanan enerji seviyesine bağlı olarak %20 varan oranda en sık görülen ikinci komplikasyon olarak bildirilmiştir (28–30).

Kistoid Makula Ödemi: YAG lazer sonrası %0,5 ila %1,95 arasında makula ödemi bildirilmiştir. Üveit öyküsü ve şiddetli enflamasyonu olan hastalarda görülme sıklığının arttığı belirtilmektedir (27,29,32).

Retina dekolmanı: Nd: YAG lazer kapsülotomi sonrası %0.28 ila %1,5 oranında retina dekolmanı görülmüştür (29,32).

Kornea Endotel Hasarı: Nd: YAG lazer sonrası endotel hasarı ve bullöz keratopati bildirilmiştir (33).

Ön Hyaloid Hasarı: Retina dekolmanı ve KMÖ riskini artırır. Düşük enerji ile kapsülotomi yapmak bu riski azaltır (19).

Diğer nadir komplikasyonlar arasında; vitreus prolapsusu, vitreus hemorajisi, makula deliği, iris kanaması, glokom , GİL dislokasyonu, endoftalmi görülebilir (19,29,34).

2.5. RETİNA

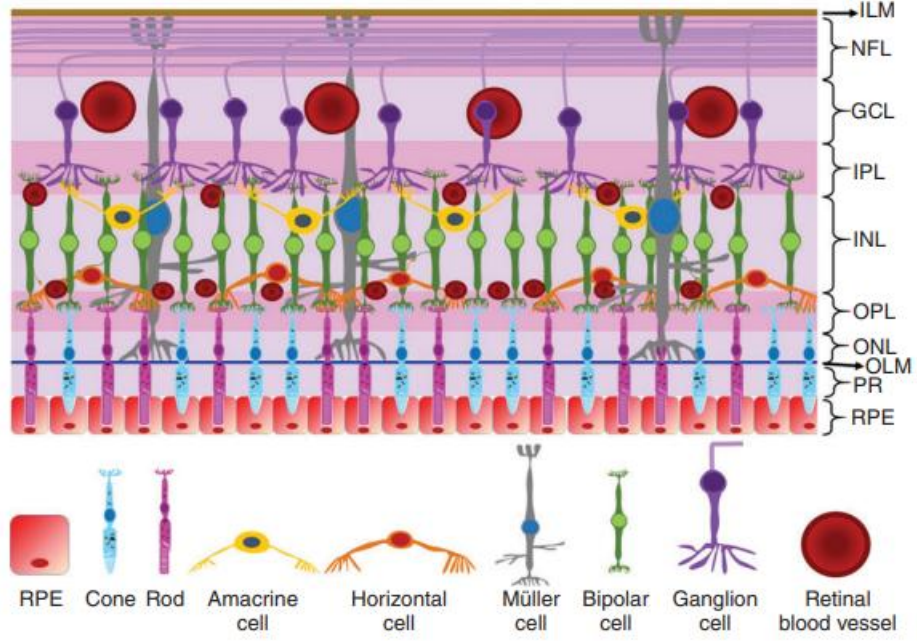
Retina, esas olarak sinir hücrelerinden oluşan, ince yapılı ve çok katmanlı bir dokudur ve embriyolojik olarak ektodermden gelişir. Bir kamera filmine benzetilebilecek şekilde, retina çevreden gelen görsel uyarıları algılar, işler ve optik sinir yoluyla beyne, oradan da görsel kortekse iletir. Görsel bilgilerin doğru ve sağlıklı bir şekilde aktarılması, retinanın ileri düzeyde özelleşmiş yapısına bağlıdır. Retinadaki her bir katman, ışığın tespiti, bu uyarıların elektriksel sinyallere çevrilmesi ve bu bilgilerin merkezi sinir sistemi aracılığıyla görsel algıya dönüştürülmesi aşamalarında önemli görevler üstlenir (35)

2.5.1. Retina Anatomisi ve Histolojisi

Retina, iç kısmında duyuşal retina ve dış kısmında pigment epiteli olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Optik sinirden başlayarak ora serrataya kadar uzanır ve vitreus boşluğunun arka tarafını kaplayan saydam bir yapı olarak görev yapar. Yaklaşık 266 mm²'lik yüzey alanına sahip olan retina, oldukça ince ve hassas bir sinir dokusudur. Ön bölümünde siliyer cismin epiteliyle bütünlük gösterir. Kalınlığı, optik disk kenarında yaklaşık 0,56 mm iken, ora serrata bölgesinde 0,1 mm'ye kadar düşer; en ince noktası ise foveanın merkezidir (35)

Retina, içte nörosensöriyel dışta retina pigment epitel tabakası olmak üzere 2 tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar arasında subretinal alan olarak adlandırılan potansiyel bir boşluk vardır. Retina histolojik yapısına bakıldığında dıştan içe 10 katmana ayrılmıştır (Şekil 1) (36);

1. Retina pigment epiteli
2. Fotoreseptör Hücre tabakası
3. Dış Sınırlayıcı Membran
4. Dış Nükleer Tabaka
5. Dış Pleksiform Tabaka
6. İç Nükleer Tabaka
7. İç Pleksiform Tabaka
8. Ganglion Hücre Tabakası
9. Sinir Lifi Tabakası
10. İç Sınırlayıcı Membran



Şekil 1: Retina tabakaları ve bu tabakaları oluşturan hücre yapılarının görünümü

2.5.1.1. Retina pigment Epiteli: Nöroektodermden kaynaklanan özelleşmiş kolumnar/kuboidal hücrelerden oluşan Retina Pigment Epiteli (RPE), koroid ile retina dış katmandaki fotoreseptörler arasında yer alır. Yetişkin insan retinasında yaklaşık 3,5 milyon RPE hücresi bulunur. Melanozomlar bu hücrelere pigmentli renklerini verir. RPE'deki melanin pigmentasyonu ırksal farklılık göstermez. RPE hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar dış kan retina bariyerini oluşturur. Bu seçici bariyer sayesinde RPE fotoreseptörler ve koryokapillaris arasında moleküllerin serbest geçişine engeller ve kontrollü madde geçişi sağlar. Görme fonksiyonlarının sürdürülmesinde RPE çok önemli role sahiptir. Bu roller içerisinde fotoreseptörlere molekül difüzyonu sağlayarak beslenme sağlama, işlevini kaybetmiş fotoreseptör yapılarını temizleme, koroid ve dış retina katmanları arasında metabolitlerin taşınması, dış retina bariyerinin korunması ve melanin aracılığıyla ışığın soğurulması yer alır (36,37).

2.5.1.2. Bruch membranı: Koryokapillaris ve RPE arsında yer alan elastik, karmaşık bir yapıya sahiptir. Beş kısımdan oluşur: RPE'nin bazal membranı, iç kolajen katmanı, merkezi elastik katman, dış kollajen katmanı, koryokapillarisin bazal

membranı. Koryokapillaris ve RPE arasında hem yapısal hem de işlevsel ilişkiler sağlar (36,37)

2.5.1.3. Fotoreseptör tabaka: Fotoreseptörler, fototrandüksiyon adı verilen bir süreçte fotonların yakalanmasını sinirsel sinyale dönüştüren görsel sistemin ışık algılayıcılarıdır. Rod ve koni hücreleri fotoreseptörleri oluşturur. Rodlar düşük ışık koşullarında yüksek hassasiyete sahiptirler, karanlıkta görmede rol alırlar. Retinadaki fotoreseptörlerin %95'i rodlardan oluşur. Koniler gündüz yüksek çözünürlük ve renkli görmeyi sağlarlar ve en yüksek oranda foveada bulunurlar (36,37)

2.5.1.4. Dış limitan membran: Rod ve koni hücrelerinin gövdelerini nükleuslarından ayıran bir bazal lamina tabakasıdır. Mekanik özellikleri sayesinde retinaya yapısal destek sağlar. Bu bölgede okludin, zonula okkludens-1 ve hücresel yapışma molekülleri gibi bağlantı proteinlerinin varlığı, bu yapının retinal kan-bariyerinin korunmasında rol oynayabileceğini düşündürmektedir (36).

2.5.1.5. Dış nükleer tabaka: Rod ve koni hücrelerinin çekirdeklerini içeren hücre gövdelerini bulundurur. Foveola alanında en kalın yapısına ulaşır (36,37).

2.5.1.6. Dış pleksiform tabaka: Fotoreseptör hücrelerle , iç nükleer tabakadaki bipolar ve horizontal hücreler arasındaki bağlantılar bu katmanda oluşur (36).

2.5.1.6 İç nükleer tabaka: Amakrin, Horizontal, Bipolar, interpleksiform ve müller hücre gövdelerini içerir (36).

2.5.1.7 İç pleksiform tabaka: Bipolar ve Amakrin hücre gövdeleri ile ganglion hücre aksonlarının bağlantı oluşturduğu ikinci işlemsel katmandır (37).

2.5.1.8 Gangliyon hücre tabakası: Retinanın çıkış nöronları olan ganglion hücrelerinin gövdelerini içerir. Bu tabaka yaklaşık 1,2 milyon ganglion hücresiyle birlikte, yer değiştirmiş amakrin hücreleri, astrositler, endotelyal hücreler ve perisitler gibi çeşitli diğer hücre türlerini de içerir. Fotoresptörlerden gelen sinyaller, ara nöronlar olan bipolar ve amakrin hücreler aracılığıyla ganglion hücrelerine iletilir (36,37)

2.5.1.9 Sinir lifi tabakası: miyelinsiz ganglion hücresi akson liflerini içerir. Bu lifler, retinanın vitreus yüzeyi boyunca optik disk yönünde ilerleyerek sklerayı geçer ve optik siniri oluşturur (36).

2.5.1.10 İç Limitan Membran: Astrositler, Müller hücrelerinin ayakçıkları ve bazal laminadan oluşur ve retina ile vitreus cismi arasındaki sınır olarak kabul edilir (36).

Retina santral(makula) ve periferik retina olarak iki kısma ayrılır:

1. Santral Retina (Makula): yaklaşık 4.5–6 mm çapındadır, foveanın merkezinde yer alır ve üst ile alt temporal arkadlar arasında bulunur. (37).

Makula topografik olarak incelendiğinde aşağıdaki gibi adlandırılır:

Umbo: Foveolanın tam merkezindeki çukurluktur. Işık refleksine denk gelir. Bu reflexin kaybı erken hasarın işareti olabilir. Retinanın en ince bölgesidir. Çapı ortalama 150-200 mikron çapındadır. Kon hücre yoğunluğu bu bölgede yüksektir (11,37).

Foveola: Foveanın iç 350 mikron çapındaki kısmını oluşturur. Ganglion hücre içermez. Sadece yüksek yoğunlukta koni fotoresptörleri, bunların çekirdekleri ve Müller hücrelerinden oluşur.

Fovea: Makula santralindeki 1,5 mm çapında yüzeysel çukurluğu oluşturur. Makula (anatomik fovea santralis), optik diskin yaklaşık 3-4 mm temporalinde yer alır ve çapı yaklaşık 1.5 mm veya bir od büyüklüğüne eşittir. Ganglion hücre ve iç nükleer tabaka fovea sınırlarında kalınlaşır, fovea içerisinde bu tabakalar kaybolur.

Parafovea: Foveayı çevreleyen 0,5 mm genişliğinde dairesel bir alandır. Bu alanda 4-6 kat ganglion hücre, 7-11 kat bipolar hücre tabakaları bulunur. Bu alanda koni, rod yoğunluğu eşittir.

Perifovea: Makulanın periferik zonunu oluşturan, parafoveayı çevreleyen 1,5 mm genişliğinde halkasal alandır. Ganglion hücre tabakası ve 6 kat bipolar hücre tabakası içerir. Bu alanda rod sayısı koni sayısında 2 kat daha fazladır.

2. Periferik Retina

Periferik retina, yakın perifer, orta perifer, uzak perifer ve ora serrata olarak 4 alana ayrılır (38):

Yakın perifer: Fovea merkezli makula çevresindeki 1,5 mm alandır.

Orta perifer: Yakın periferin dış kısmında bulunan 1, 5 mm halkasal alandır.

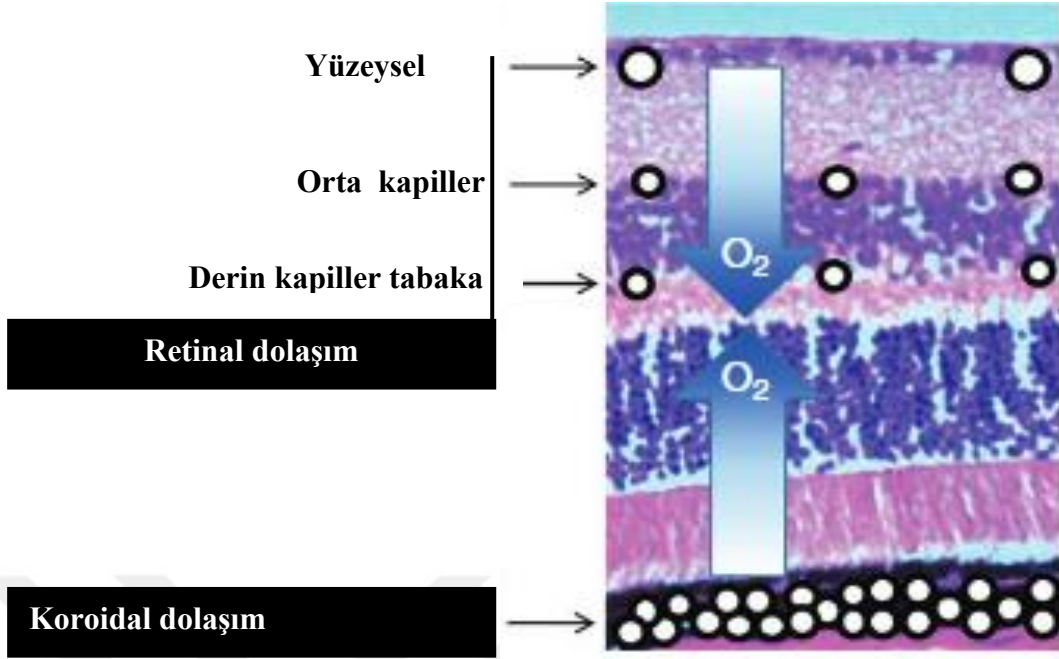
Uzak perifer: Temporal tarafta sonraki 9-10mm, nazalde 16mm genişliğinde alanı kapsar.

Ora serrata: Uzak periferden sonraki retinanın en öndeki uç kısmıdır. Sinir yapısına sahip değildir. Retina ile siliyer cismin birleştiği yerdir (38).

2.5.2. Retinanın Kan Dolaşımı

Oftalmik arter, internal karotid arterden kaynaklanır ve gözü besleyen damarları verir. Santral retinal arter, oftalmik arterin ilk dalıdır ve retinanın 2/3 iç kısmını besler. Retinanın dış 1/3 kısmı karyokapillaristen beslenir (şekil 2).

Santral retinal arterden çıkan damarlar retina içine yayılarak farklı kapiller pleksuslar oluşturur. Yüzeyel kapiller plexus (YKP) en içte, ganglion hücre tabakasında yer alır. YKP nin retina iç katlarına dik anastomozları ile oluşan ara kapiller pleksus iç nükleer tabakada ve derin kapiller pleksus (DKP) bu tabakanın dış kısmında bulunur. Diğer bir ağ radyal peripapiller kapiller pleksus; sinir lifi tabakası ve optik sinir etrafında bulunur (36).



Şekil 2: Retinanın kan dolaşımı

2.5.2. Koroidin Anatomisi ve Vasküler Yapısı

Koroid, retina dış katlarının ve RPE'nin beslenmesini sağlayan vücutta oksijenasyonu en yüksek dokulardan biridir. Üçü damar yapıdan oluşan 5 tabakadan oluşur (36):

Brusch memmbranı: Koryokapillaris RPE'den ayıran 5 katmanlı elastik bir zardır.

Koryokapillaris: koroidin mikro dolaşımını sağlayan en içte damar tabakadır. Endotel hücreleri fenestralıdır. Dış retinaya besin geçişini sağlar.

Sattler Tabakası: orta büyüklükte damarları içerir

Haller Tabakası: Düz kas hücreleri ile çevrili büyük damar yapılar bulunur

Suprakoroidal alan: Koroid damar tabakası ve sklera arasında yer alan potansiyel bir boşluktur.

2.5.3 Optik Sinir Başının Anatomisi ve Vaskülarizasyonu

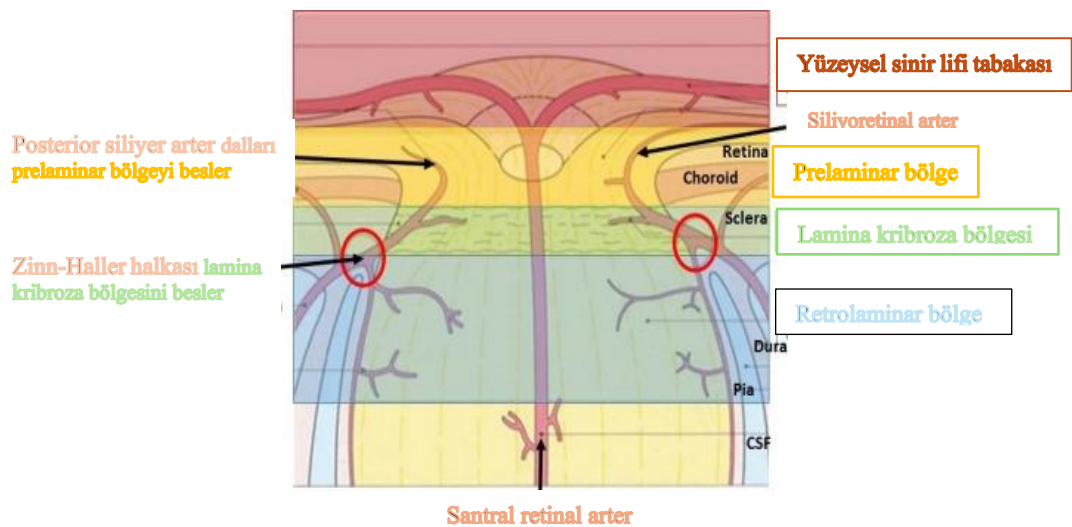
Optik sinir başı; yüzeysel sinir lifi tabakası, prelaminar bölge, lamina kribroza, retrolaminar bölge olarak dört bölgeye ayrılır ve bu kısımların kanlanması oftalmik arterin dalları tarafından sağlanır (şekil 3) (39,40).

2.5.3.1. Yüzeysel sinir lifi tabakası: Miyelinsiz sinir lifi içerir ve vitreustan iç sınırlayıcı membran ile ayrılır. Kanlanması Santral Retinal Arter (SRA) dalları ve prelaminar bölgeden gelen dallarla olur.

2.5.3.2. Prelaminar bölge: Yüzeysel sinir lifi tabakasının hemen arkasında yer alır. Bu kısım, esas olarak sinir liflerine dikey olarak yerleşmiş ince glial hücrelerden oluştuğu ve çevresel olarak koroid ile birleştiği için, optik sinir başının (ONH) glial veya koroidal kısmı olarak da bilinir. Bu kısım kısa posterior siliyer arterlerden ve koroidal dolaşımdan beslenir.

2.5.3.3. Lamina kribroza: Sinir lifi demetlerinin sklera düzeyinde retinayı terk edebilmesini sağlamak amacıyla üzerinde oval delikler bulunan elek yapıda, sıkı bağ dokularından oluşan bir bölgedir. Ya doğrudan ya da Zinn ve Haller halkası aracılığı ile kısa posterior siliyer arterlerden kanlanır.

2.5.3.4. Retrolaminar bölge: Lamina kribrozanın gerisinde sinir liflerinin miyelin kazandığı bölgedir. Optik sinirin intraorbital kısmının parçasıdır. Dura, araknoid ve pia mater zarları ile kaplıdır. Beslenmesi pia materi delerek gelen pial damarlardan olur. Bu damarlar direkt oftalmik arterden veya posterior siliyer arterlerden beslenir.



Şekil 3: Optik sinir başının bölümleri ve kan dolaşımı

2.6. GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

2.6.1. Optik Koherens Tomografi

Optik koherens tomografi (OKT); oftalmolojide kullanılan, nispeten yeni noninvaziv yüksek çözünürlüklü bir optik görüntüleme aracıdır. Optik koherens tomografi, düşük koherensli ışığın interferometriye dayalı özelliklerinden yararlanarak yarı saydam dokuların yüksek çözünürlüklü kesitsel görüntülerini elde etmeye imkân tanır. Bu teknolojinin temelinde, dokudan geri yansıyan ışıkla referans ışığı arasındaki faz farklarının değerlendirilmesi yer alır. Bu yöntem sayesinde, özellikle retinanın katmanları ayrıntılı ve katman katman incelenebilir hale gelir (41).

Zamanla farklı metotlarda daha gelişmiş OKT cihazları geliştirildi. İlk geliştirilen Time Domain OKT(TD-OKT), mekanik hareketli bir referans reflektörü aracılığı ile ışık sinyali tarardı. Ardından geliştirilen Spektral Domain OKT (SD-OKT) sistemleri, spektrum analizine dayalı olarak daha hızlı ve hassas görüntüleme olanağı sunmuştur. Mekanik harekete ihtiyaç duymaması sayesinde SD-OKT, yüksek veri toplama hızına ulaşarak retinanın ayrıntılı incelenmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Teknolojinin ilerlemesiyle ortaya çıkan Swept Source OKT (SS-OKT) ise, daha uzun dalga boyları sayesinde derin dokulara nüfuz edebilmekte ve daha yüksek hızda görüntüleme sağlayabilmektedir. Bu özellikleri sayesinde SS-OKT, özellikle retina ve koroid tabakalarının ayrıntılı değerlendirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadır (41,42).

Günümüzde OKT retina ve koroid hastalıklarının tanı ve takibinde standart bir uygulama haline gelmiştir. Swept source gibi yeni sistemler daha hızlı, derin ve ayrıntılı görüntüler elde etme, farklı klinik alanlarda kullanılabilme imkânı sunarak gelecekte büyük faydalar sağlamaya devam edecektir.

2.6.2. Optik Koherens Tomografi Anjiyografi

Optik Koherens Tomografi Anjiyografi (OKTA), tüm retina katmanlarının damar yapılarını noninvaziv ve yüksek çözünürlüklü bir şekilde görüntüleyebilen yeni ve hızlı bir OKT tekniğidir. OKTA'da kontrast madde kullanılmadan damar yapıların

ayrıntılı görüntüsü elde edilebilir. Bu, damar içindeki eritrosit hareketlerinin optik sinyallerde yaptığı değişikliklerin yorumlanarak damarsal yapıların ayrıntılı görüntülenmesi ile sağlanır. Gün içinde tekrarlayan çekimler yapılabilir (43,44).

Retina ve optik sinir başı koroid damar yapıları ve yoğunlukları OKTA ile görüntülenerek bu yapıları etkileyen hastalıklarda erken mikrovasküler değişiklikler saptanabilir. Böylece hastalık erken tanı, tedavi veya takibinde büyük olanak sağlayabilir. OKTA, Diyabetik retinopati ve yaşa bağlı makula dejenerasyonunda; neovaskülarizasyon, iskemi alanları, retina veya koroiddeki damar anormalliklerinin görüntülenmesinde etkili bir şekilde kullanılabilir (44,45)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışma Mart 2024 ile Mart 2025 tarihleri arasında Şişli Hamidiye Etfal Eğitim Araştırma hastanesi Göz kliniği'nde AKK sebebi ile Nd: YAG lazer kapsülotomi yapılan 37 hastanın 41 gözü üzerinden gerçekleştirildi. 20 hastanın uygun diğer gözü kontrol grubu olarak seçildi ve elde edilen veriler analiz edildi. Çalışma, Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'nun 4380 sayılı onaylanmış kararıyla etik ilkelere ve 1964 Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak yürütülmüştür. Tüm katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

3.1 HASTA SEÇİMİ

3.1.1. Dahil Edilme Kriterleri

- Komplikasyonsuz katarakt ameliyatı geçirmiş olmak
- Katarakt ameliyatı dışında başka göz içi cerrahisi geçirmemiş olmak
- Görme keskinliğindeki azalmayı açıklayacak AKK dışında başka bir durumun olmaması

- Retina ve optik disk yapılarını etkileyecek oftalmolojik hastalıkların olmaması (Dejeneratif miyopi, yaşa bağlı makula hastalığı, optik nörit, glokom, retinal vasküler hastalık vb.)
- Retina ve optik diski etkileyen sistemik hastalık ve ilaç kullanımının olmaması
- Komplikasyonsuz katarakt ameliyatının üzerinden en az 6 ay geçmiş olması
- Düzenli takiplere gelen hastalar

3.1.2. Hariç Tutulma kriterleri

- 18 yaşından küçük olmak
- Komplikasyonlu katarakt ameliyatı geçirmiş hastalar
- Komplikasyonsuz katarakt ameliyatı dışında herhangi bir göz içi cerrahi geçirmiş hastalar.
- OKT ile yeterli kalitede görüntü elde edilmemiş hastalar
- Retina veya optik sinir hastalığı olmak
- Torik, multifokal GİL olması
- Duramayan ve uyumsuz hastalar
- Kontrollere gelmeyen hastalar.

3.2.ÇALIŞMA PROTOKOLÜ VE OFTALMOLOJİK DEĞERLENDİRME

Tüm hastalara Nd: YAG lazer öncesi ve sonrası 1. hafta ve 1. ay poliklinik muayenesinde en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) Snellen eşeline göre ondalık biçimde kaydedildi. Daha sonra bu ondalık değerlerin eksi logaritması alınarak LogMAR'a dönüştürüldü ve istatistiksel analizde değerlendirildi. Non-dilate otorefraktometri (Full Auto Ref-Keratometer RK-F2, Canon, Japan), pakimetri ve GİB (Tonopachytm NT-530, Nidek, Japan), kornea endotel sayısı (Specular Microscope CEM-530, Nidek, Japan) ve aksiyel uzunluk ölçümleri (Optical Biometer, Nidek, Japan) yapıldı. Ölçümler aynı kişi tarafından en az 3 kez tekrarlandı ve ortalama değerler alındı.

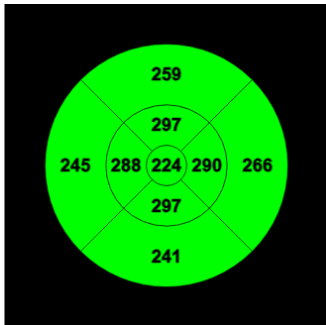
Hastaların aynı hekim tarafından aynı koşullarda biyomikroskopik ön segment muayeneleri yapıldıktan sonra %1 tropamid ve %2,5 Fenilefrin ile pupil dilatasyonu yapılarak ayrıntılı ön ve arka segment muayeneleri yapıldı. Merkezi retina ve optik disk yapıları OKT ve OKTA ile görüntülendi ve bulgular kaydedildi. Bu işlemler Nd: YAG lazer kapsülotomi sonrası 1. hafta ve 1. ay vizitlerinde tekrarlandı. Tüm çekim ve ölçümler günün aynı zamanında gerçekleştirildi.

3.3. GÖRÜNTÜLEME

3.3.1. Optik Koherens Tomografi

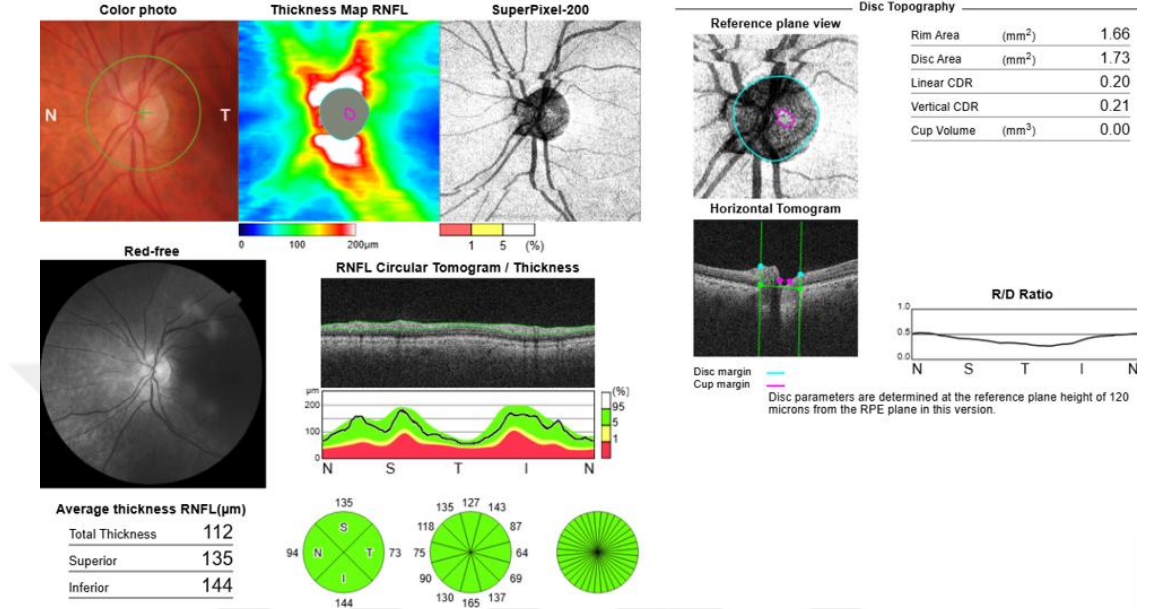
Kliniğimizde bulunan ‘Topcon Triton Multimodal Görüntüleme Sistemi (Topcon Corp., Tokyo, Japonya)’ kullanılarak çalışmaya alınan bireylerin retina, optik disk ve koroid yapılarının görüntülemeleri gerçekleştirildi. Bu cihaz Swept-Source OKT (SS-OKT) teknolojiye sahip olup, yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlamaktadır. Görüntü kalitesi 60 ve üzeri olan hastalar çalışmaya dahil edildi.

Retina kalınlığı ‘3D Modülü’ kullanılarak 7x7 mm olacak şekilde ölçüldü. Retina kalınlık haritalarının değerlendirilmesinde, Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) / Diyabetik Retinopatinin Erken Tedavisi Çalışması’nın tanımladığı fovea merkezli makula ızgara haritası kullanıldı. Toplamda dokuz bölgeden oluşan bu yapı, retina kalınlık analizinde standart bir referans olarak kullanılmaktadır (Şekil 4).



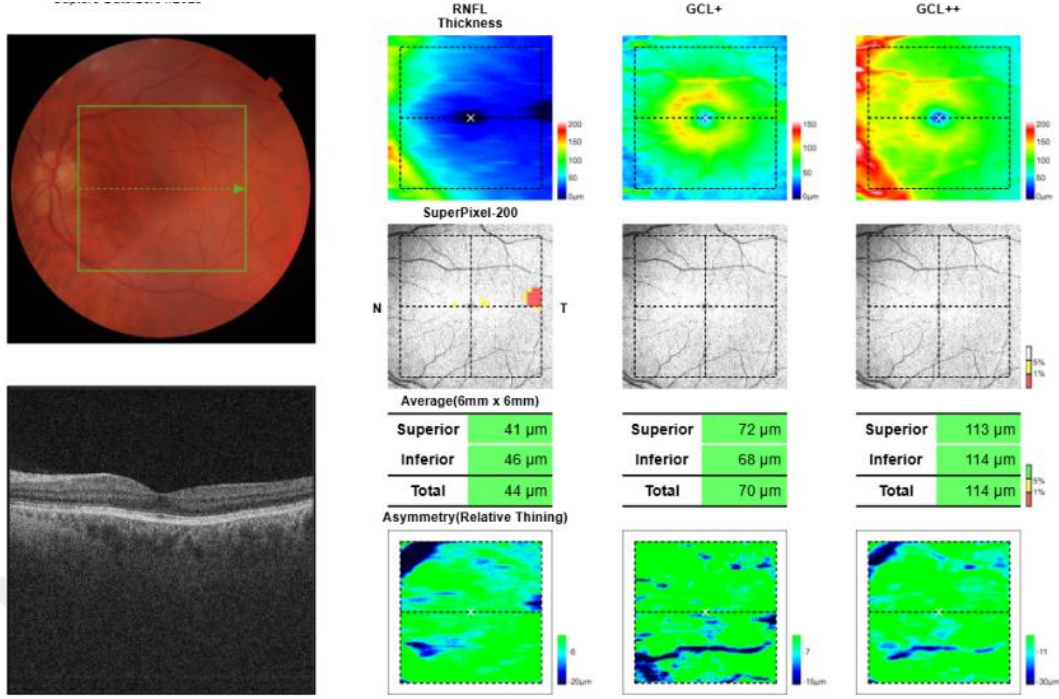
Şekil 4: Çalışmamızdan bir hastanın ETDRS makula ızgarasında kalınlık haritası

Glokom modülü seçeneği ile retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlığı inferior, süperior, nasal, temporal ve total kalınlık olarak ölçüldü. Disk topografik ölçümleri (rim alanı, disk alanı, cup volüm) değerlendirildi (Şekil 5).



Şekil 5: Çalışmamızdan bir olgunun OKT-RSLT görüntüsü.

Ganglion Hücre Kompleksi (GHK) kalınlığı; Ganglion hücre-iç pleksiform tabaka (GH-IPT) katmanlarına ait kalınlık olarak alındı ve kaydedildi (Şekil 6).

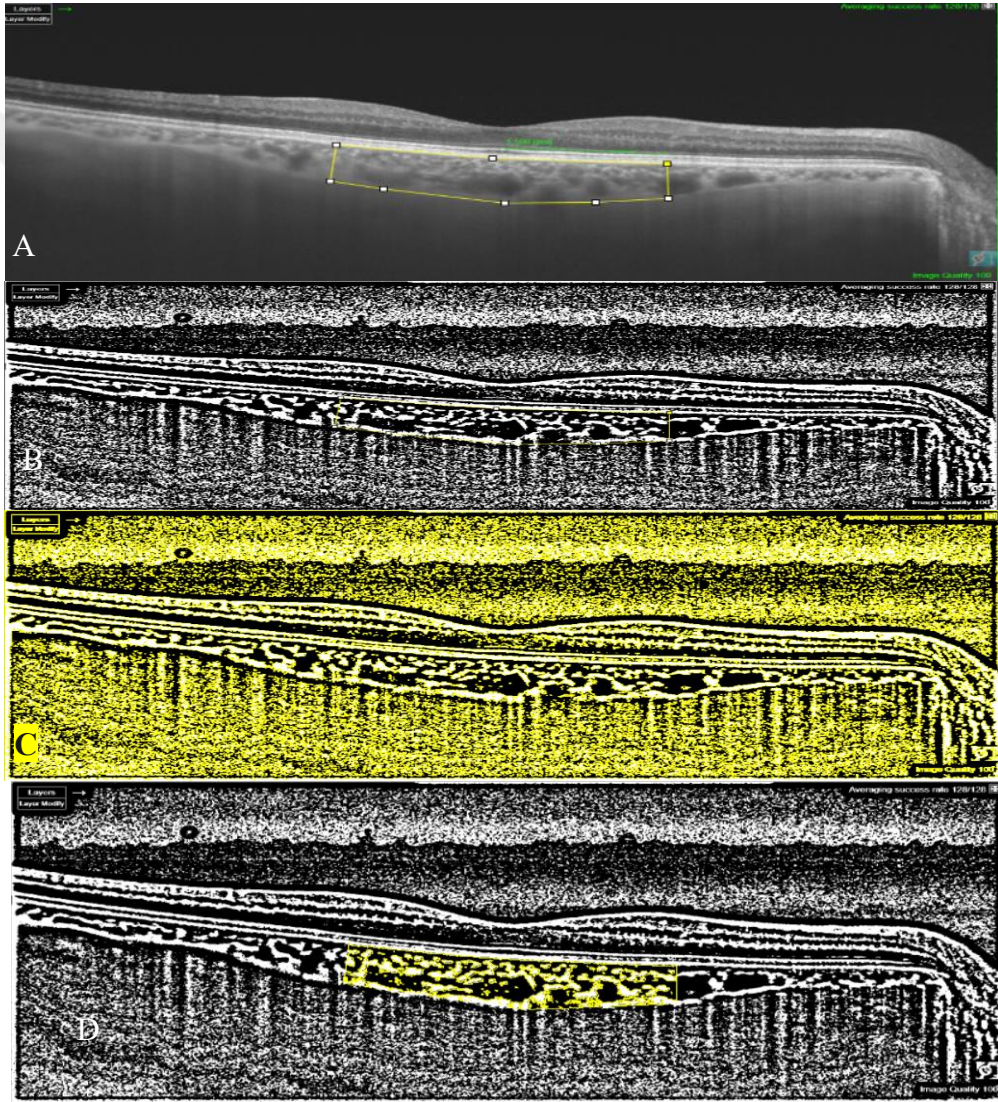


Şekil 6: Çalışmamızdan bir olguya ait OKT-GHK görüntüsü

Koroid görüntülemesi; SS-OKT’de ‘EDİ (Enhanced Depth Imaging)’ Line görüntüleme ile elde edildi. Koroid kalınlığı, RPE-Bruch membran kompleksinin dış sınırı ile koroid büyük damarları ve sklera birleşim yeri arasındaki dik mesafe olarak belirlendi ve manuel olarak hesaplandı. Koroid kalınlığı, subfoveal, foveadan 750 µm ve 1500 µm uzaklıktaki nazal ve temporal 5 farklı noktadan ölçüldü.

SS-OKT ile elde edilen EDİ Line görüntülerden, ücretsiz bir yazılım olan ImageJ version 1.54g (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) kullanılarak koroidal vasküler indeks (KV) hesaplandı. Koroid görüntüleri Image J programında açıldı. SS- OKT ölçeği ile OKT görüntüsü üzerine yapılan ölçümden piksel uzunluğu alındı ve mikrometreye ayarlandı. Fovea merkezli; üst sınırı RPE dış kenarı, alt sınırı koroidoskleral bileşke olan 3000 µm genişliğinde dörtgen alan poligon aracı ile çizilerek total koroidal alan (TKA) olarak belirlendi (Şekil 7A). Koroidoskleral bileşke net seçilemeyen görüntülerde binarizasyon sonrası koroidoskleral sınır belirlendi. 8 bitlik forma dönüştürülen görüntülerde, Niblack binarizasyon metodu ile görüntü binarizasyonu literatürdeki bir çalışma baz alınarak yapıldı (46). Görüntü ROI yöneticisine eklendi. Görüntüdeki koyu alan lüminal alana (LA) açık alan stromal

alana (SA) karşılık gelmektedir (Şekil 7B). Sonraki adımda görüntü renk eşikleme aracının koyu pikselleri seçebilmesini sağlamak amacıyla RGB (kırmızı, yeşil, mavi) renk formatına dönüştürüldü ve parlaklık ayarlandı (Şekil 7C). Bu görüntüde ROI yöneticisine yüklendi. Eklenen iki görüntü seçilerek 'AND' işlemi ile birleştirildi (Şekil 7D) ve ROI yöneticisine eklendi. Birinci ve üçüncü eklenen görüntü alanları hesaplandı. Birinci hesaplanan alan TKA, üçüncü eklenen alan LA olarak hesaplandı. LA/TKA oranı KVI olarak tanımlandı.



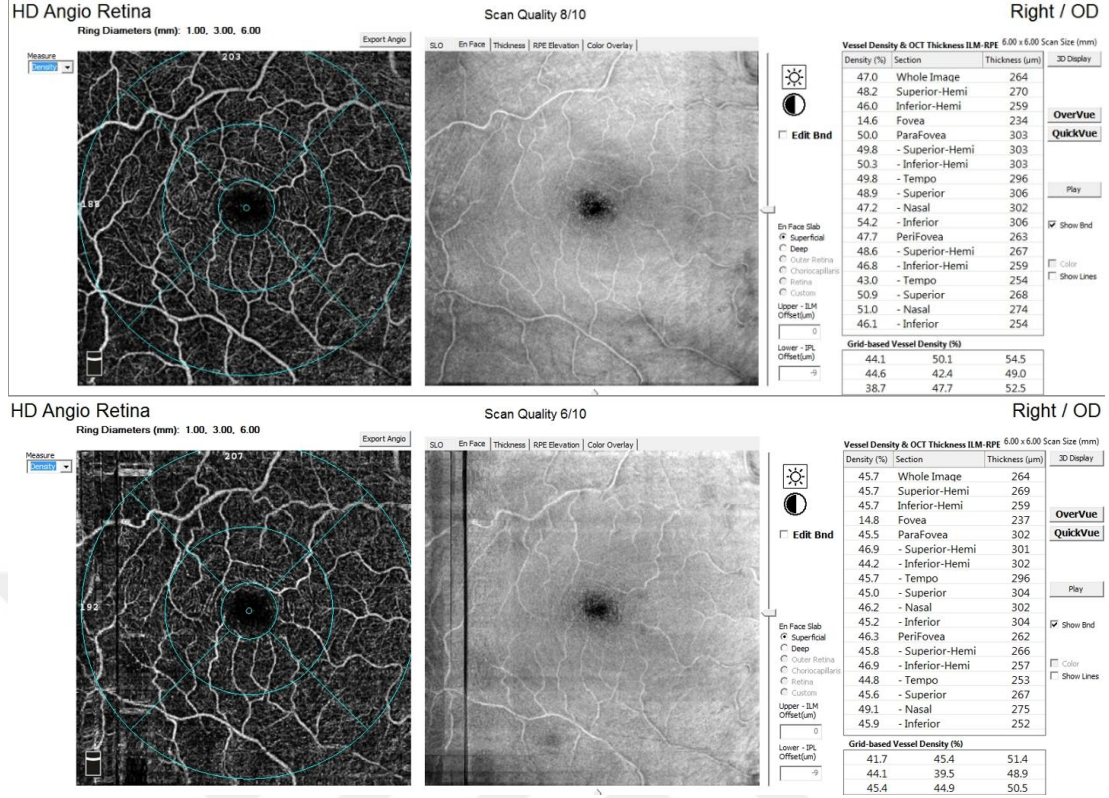
Şekil 7: Image J programı ile koroidal alan seçimi ve Niblack binarizasyon yöntemi ile KVI hesaplanması

Tüm manuel ölçümler aynı doktor (C.T) tarafından yapıldı. Ölçümler en az 3 kez tekrarlandı ve ortalama değerler alındı.

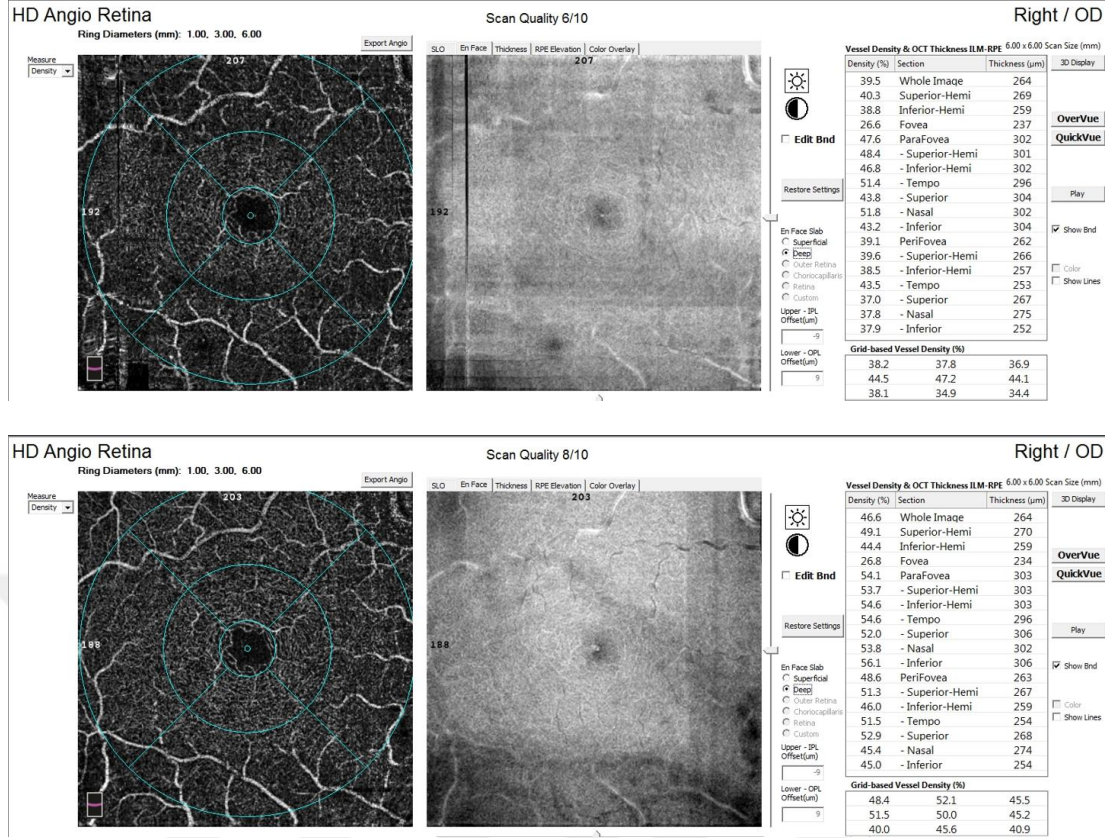
3.3.2. Optik Koherens Tomografi Anjiyografi

Spektral Domain-Optik koherens tomografi anjiyografi (SD-OKTA) cihazıyla (Optovue RTVue XR Avanti, Optovue Inc., Fremont, California, USA) tüm olguların HD Anjio Retina 6x6 ve HD Anjio Disc 4,5x4,5 ile retina ve optik disk görüntülemeleri yapıldı. Bu cihaz retina ve optik disk başı mikrovasküler yapılarını analiz ederek sayısal veriler sunmaktadır. Cihaz hareket artefaktını engellemek için ‘Split-Spectrum-Amplitude decorrelation’ anjiyografi algoritmasını kullanmaktadır. Görüntü tarama kalitesi 5 ve üzeri olan çekimler çalışmaya dahil edildi.

En face 6x6 makula modunda retina yüzeysel kapiller pleksus (YKP) ve derin kapiller pleksus (DKP) damar yoğunlukları foveada, parafovea ve perifovenin 4 farklı kadranında ölçülerek kaydedildi. Bu katmanların damar yoğunluğu ölçümleri cihaz tarafından otomatik olarak gerçekleştirildi (Şekil 8 ve 9).

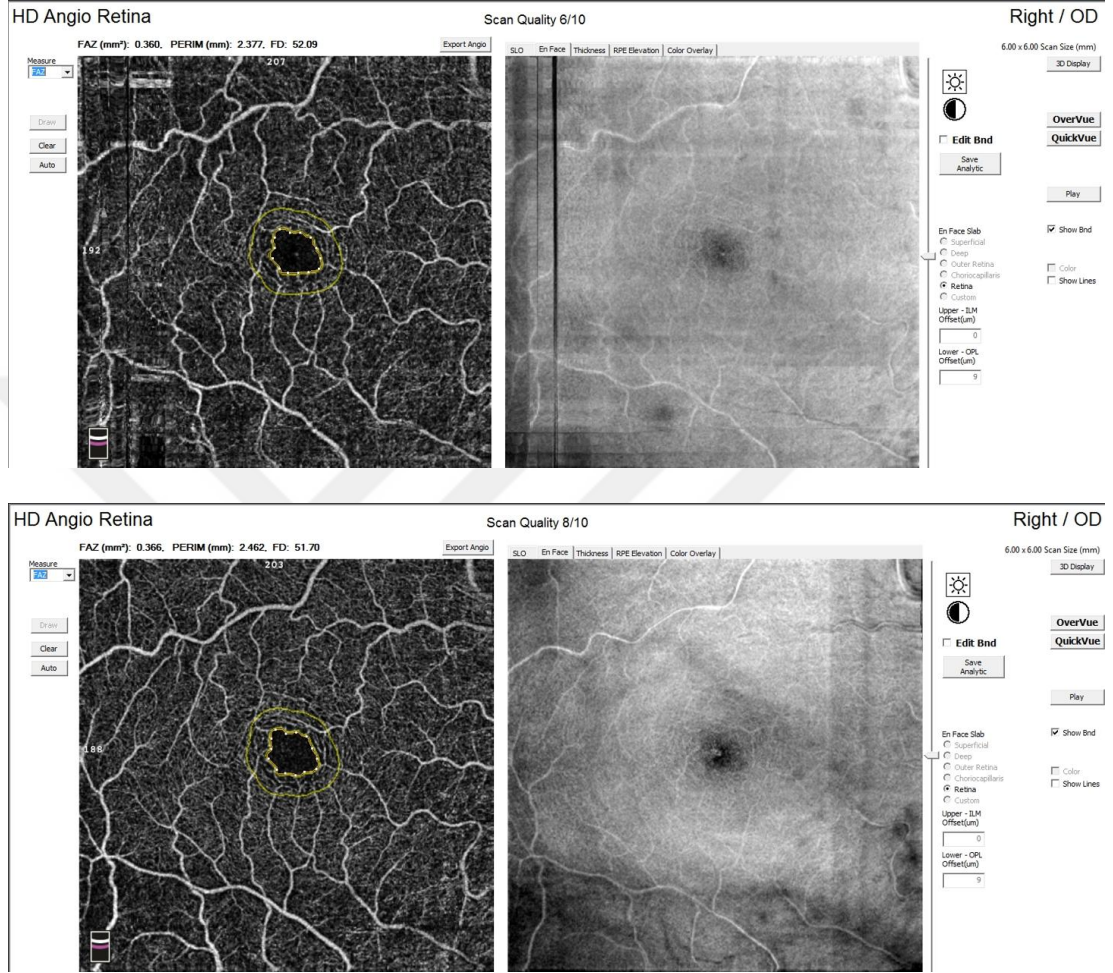


Şekil 8: SD-OKTA'da bir olgununu işlem öncesi (üst) ve işlem sonrası (alt) 1. ay YKP damar yoğunluğu ölçümleri.



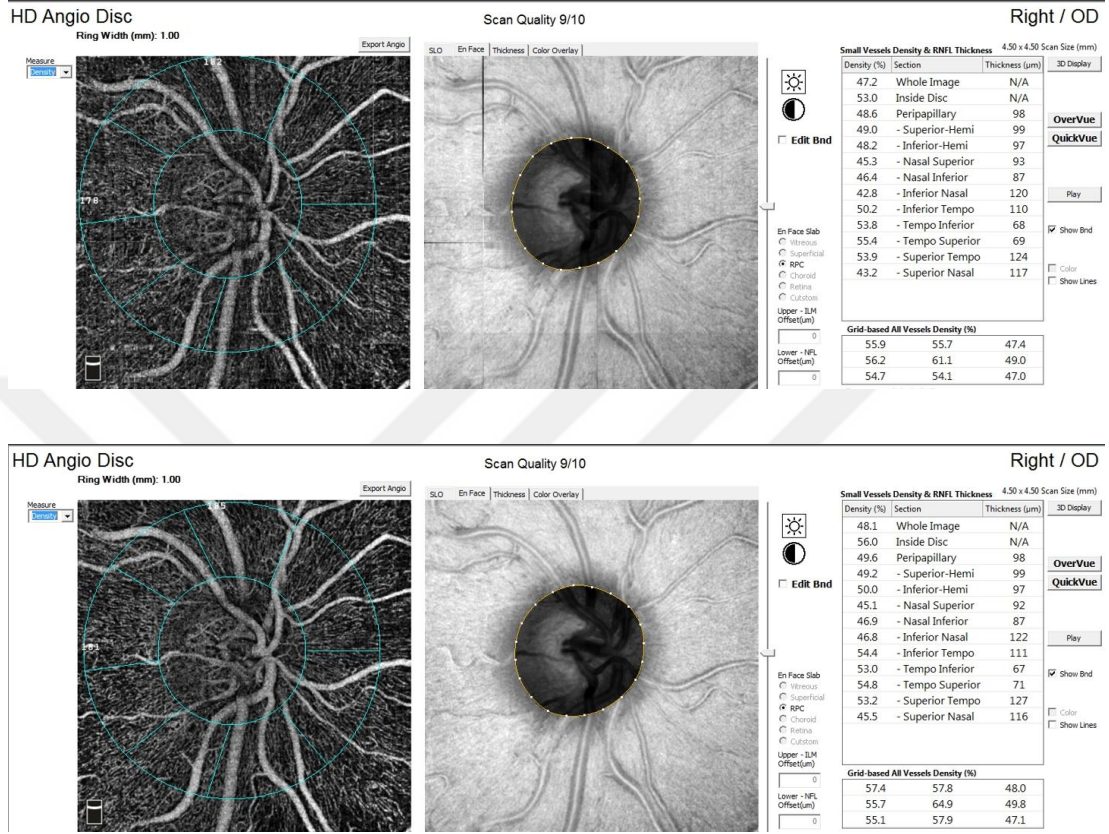
Şekil 9: SD-OKTA'da bir olgunun işlem öncesi (üst) ve işlem sonrası (alt) 1. ay DKP damar yoğunluğu ölçümleri.

FAZ alanı (mm^2), FAZ çevresi(mm) ve foveal yoğunluk (FY) değerleri kaydedildi. Ölçümler cihazın kendi yazılımı ile otomatik hesaplandı (Şekil 10).



Şekil 10: Çalışmamızdan bir olguya ait işlem öncesi(üst) ve işlem sonrası(alt) 1. ayda OKTA ile FAZ alanı ölçümleri.

Optik disk başı Radyal peripapiller kapiller (RPK) pleksus küçük damar yoğunlukları cihaz tarafından ölçüldü ve kaydedildi (Şekil 11).



Şekil 11: Çalışmamızdan bir olguya ait işlem öncesi(üst) ve işlem sonrası(alt) 1. ayda OKTA ile RPC damar yoğunluğu ölçümleri.

3.4.Nd YAG LAZER KAPSÜLOTOMİ UYGULAMA TEKNİĞİ

AKK tedavisi için dilate edilmiş gözde %0,5 proparakain hidroklorid ile topikal anestezi sağlandı. Üzerine jel konularak kornea üzerine yerleştirilen ‘Volk Capsulotomy Lens, Volk Optical, USA’ lens aracılığı ile arka kapsülde; 1064 nm dalga boyunda Nd: YAG lazer (LIGHTLAS SYL9000, Lightmed, TAIWAN) kullanıldı. Tüm hastalara YAG kapsülotomi uygulanırken mümkün olan en düşük enerjiyle, gerekli sayıda atım yapılarak 4-5 mm’lik açıklık oluşturuldu. Kapsülotomi açıklığı tercihe bağlı olarak dairesel veya çapraz (+) teknikle açıldı. Kapsülotomi sırasında kullanılan lazer atım enerjisi (mJ), toplam lazer enerjisi ve atım sayısı

kaydedildi. İşlem sonrası tüm hastalara GİB ve inflamasyon artışını önlemek için antiglokomatöz ve steroid damlalar başlandı ve 1 hafta kadar kullanması önerildi.

3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analiz için SPSS 15.0 for Windows programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler; kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma, olarak verildi. Bağımlı grupta farklar normal dağılım koşulunu sağladığında Tekrarlı Ölçüm Varyans Analizi ve Eşleştirilmiş t testi ile koşul sağlanmadığında Freedman Testi ve Wilcoxon Test ile analiz edildi. Sayısal değişkenlerin bağımsız iki grup karşılaştırmaları normal dağılım koşulu sağlandığında Student t test, normal dağılım koşulu sağlanmadığında Mann Whitney U testi ile yapıldı. Alfa anlamlılık seviyesi $p<0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya AKK olup Nd:YAG kapsülotomi uygulanan 37 hastanın 41 gözü alındı. Gözlerin 21 (%51,3) sağ, 20'si (%48,7) soldu. Hastaların 22'si (%59,5) kadındı. Bireylerin yaş ortalaması $66,5 \pm 9,3$ yıldır. YAG kapsülotomi sırasında uygulanan lazer atım gücü ortalama $1,75 \pm 0,31$ mJ idi. Atım sayısı ortalama $50,3 \pm 25,8$, toplam enerji miktarı $86,2 \pm 43,0$ mJ idi. Diğer gözü psödotakik olup Nd: YAG lazer yapılmamış 20 hastanın uygun 20 gözü kontrol grubuna seçildi. Kontrol grubuna seçilen gözlerin 11'i (%55) sağ, 9'u (%45) soldu. Hastaların demografik özellikleri ve bulguları tablo 2'de gösterildi.

Tablo 2: Demografik ve Klinik Bulgular

Hasta Göz N=41		
Yaş ort $\pm$ ss (Min -Maks)		66,5 $\pm$ 9,3 (48-83)
Cinsiyet n (%)	Kadın	22 (59,5)
	Erkek	15 (40,5)
Taraf n (%)	Sağ	21 (52,2)
	Sol	20 (48,8)
Nd: YAG lazer ort $\pm$ ss (Min-Maks)	Enerji gücü	1,75 $\pm$ 0,31 (1,2-2,5)
	Toplam atım sayısı	50,3 $\pm$ 25,8 (20-130)
	Toplam enerji miktarı	86,2 $\pm$ 43,0 (30-205)
Kontrol Göz N=20		
Yaş ort $\pm$ ss (Min-Maks)		68,45 $\pm$ 9,53 (50-83)
Cinsiyet n (%)	Kadın	14 (70)
	Erkek	6 (30)
Taraf n (%)	Sağ	11 (55)
	Sol	9 (45)

4.1. ÖN SEGMENT VE GÖRME KESKİNLİĞİ BULGULARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Tüm hastalarda Nd: YAG lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda EİDGK ortalamaları, preop ortalamasına göre anlamlı düzeyde arttı. Tüm hastalarda görme keskinliği lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda, lazer öncesine göre anlamlı düzeyde arttı ($p < 0,001$). YAG lazer sonrası 1 hafta ve 1. ayda EİDGK arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$). GİB, santral korneal kalınlık (pakimetri), kornea endotel hücre sayısı (speküler) ve AL

ölçüm değerlerinde lazer sonrası 1.hafta ve 1. ayda anlamlı fark izlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 3'te ön segment bulguları ve görme keskinliği değişimleri verilmiştir.

Tablo 3: Lazer sonrası EİDGK, Kornea ve AL parametrelerinin değişimi ve anlamlılık düzeyleri

Parametre	Başlangıç Ort $\pm$ ss	1. hafta Ort $\pm$ ss	1. ay Ort $\pm$ ss	p^{**}	p (Baş $\leftrightarrow$ 1H)	p (Baş $\leftrightarrow$ 1A)	p (1H $\leftrightarrow$ 1A)
EİDGK (LogMAR)	0,25 $\pm$ 0,17	0,00 $\pm$ 0,01	0,003 $\pm$ 0,02	<0,001	<0,001	<0,001	0,137
GİB (mmHg)	16,39 $\pm$ 2,94	15,85 $\pm$ 3,04	16,34 $\pm$ 2,61	0,292*	0,183	0,881	0,232
Pakimetri (μ m)	558,12 $\pm$ 32,89	560,51 $\pm$ 31,95	557,83 $\pm$ 33,11	0,098*	0,117	0,839	0,017
Speküler (cell/mm ²)	2091,85 $\pm$ 349,44	2084,41 $\pm$ 350,91	2102,49 $\pm$ 364,98	0,696*	0,754	0,629	0,325
AL (mm)	23,02 $\pm$ 1,03	23,02 $\pm$ 1,01	23,02 $\pm$ 1,02	0,950*	0,934	0,846	0,642

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi.

EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği, GİB: Göz içi basıncı, AL: Aksiyel uzunluk

4.2. OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ BULGULARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Santral makula kalınlığı 9 farklı kadranda değerlendirilmiş. Lazer öncesi ve lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda SMK değerlerinin değişimi ve bu değişimlerin anlamlılık düzeyleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Lazer öncesi ve lazer sonrası 2 vizitte ölçülen makula kalınlığı değerlerinde; 9 farklı kadranın hiçbirinde anlamlı değişiklik izlenmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 4: Makula kalınlık değişimleri

Parametre	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p^{**}	p (Baş↔1H)	p (Baş↔1A)	p (1H↔1A)
Santral kalınlık (μm)	237,90 ± 21,48	237,85 ± 24,88	235,93 ± 19,61	0,109	0,050	0,295	0,449
Parafovea temporal (μm)	294,80 ± 16,20	296,63 ± 12,54	297,44 ± 12,15	0,124	0,921	0,454	0,066
Parafovea supeior (mm)	306,78 ± 19,94	307,85 ± 13,41	310,85 ± 11,05	0,201	0,987	0,137	0,060
Parafovea nasal (μm)	310,20 ± 15,66	375,51 ± 423,56	311,20 ± 15,07	0,067	0,648	0,135	0,040
Parafovea inferior (μm)	310,76 ± 19,90	308,51 ± 14,91	309,27 ± 13,49	0,657	0,809	0,195	0,044
Perifovea temporal (μm)	255,29 ± 12,39	255,54 ± 12,43	255,83 ± 11,00	0,744*	0,697	0,466	0,692
Perifovea süpeior (mm)	269,46 ± 19,26	271,20 ± 21,30	267,71 ± 11,54	0,475	0,623	0,814	0,638
Perifovea nasal (μm)	287,20 ± 22,29	284,46 ± 14,42	285,63 ± 14,86	0,208	0,665	0,403	0,015
Perifovea inferior (μm)	262,49 ± 23,44	258,56 ± 13,42	259,66 ± 14,23	0,128	0,616	0,392	0,025

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

Makulada, Ganglion hücre kompleksi kalınlıkları (GHK) OKT ile değerlendirildi. GHK değerlerinin vizitlere göre ortalama değerlerinin dağılımı tablo 5'te verilmiştir. GHK süperior kadran kalınlığında 1 ayda başlangıca göre anlamlı bir artış izlenmiştir ($p<0,05$). Total kalınlığa bakıldığında anlamlı fark saptanmamıştır.

Tablo 5: GHK değişimleri

GHK kalınlığı	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p^{**}	p (Baş↔1H)	p (Baş↔1A)	p (1H↔1A)
Süperior	65,73 ± 5,12	66,41 ± 4,95	66,73 ± 4,28	0,005	0,066	0,004	0,110
İnferior	65,27 ± 5,20	65,00 ± 4,52	65,29 ± 4,34	0,480*	0,320	0,953	0,161
Total	65,44 ± 4,34	65,59 ± 4,10	65,90 ± 4,15	0,094*	0,534	0,058	0,062

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

Nd: YAG lazer öncesi ve sonrası RSLT değişimleri tablo 6' da gösterilmiştir. RSLT total kalınlıkta 1. haftada, başlangıca göre anlamlı artış olup ($p<0,05$), 1 ayda anlamlı düzeyde seyretmiştir. Nazal kadranda 1. haftada kalınlıkta anlamlı bir artış görülmüş ($p<0,05$), 1. ayda anlamlı fark görülmemiştir. Temporalde 1. ayda başlangıca göre anlamlı bir artış olmuştur.

Tablo 6: OSB ve RNFL değişimleri

Parametre	Başlangıç Ort $\pm$ ss	1. hafta Ort $\pm$ ss	1. ay Ort $\pm$ ss	p^{**}	p (Baş $\leftrightarrow$ 1H)	p (Baş $\leftrightarrow$ 1A)	p (1H $\leftrightarrow$ 1A)
Rim alanı (mm ²)	1,37 $\pm$ 0,37	1,36 $\pm$ 0,34	1,35 $\pm$ 0,33	0,233	0,758	0,602	0,349
Disk alanı (mm ²)	2,02 $\pm$ 0,37	2,00 $\pm$ 0,36	2,02 $\pm$ 0,34	0,615	0,430	0,905	0,300
Cup hacmi (mm ²)	0,13 $\pm$ 0,13	0,13 $\pm$ 0,13	0,13 $\pm$ 0,12	0,064	0,269	0,618	0,170
Total kalınlık (μ m)	104,71 $\pm$ 9,85	106,05 $\pm$ 8,38	106,41 $\pm$ 9,01	0,002	0,015	0,003	0,315
Süperior (μ m)	125,59 $\pm$ 16,28	126,27 $\pm$ 13,38	126,66 $\pm$ 14,65	0,538	0,503	0,352	0,589
İnferior (μ m)	133,29 $\pm$ 16,40	134,44 $\pm$ 14,15	135,00 $\pm$ 16,08	0,470	0,357	0,183	0,950
Nazal (μ m)	86,93 $\pm$ 11,91	89,39 $\pm$ 10,46	88,54 $\pm$ 11,74	0,003	0,003	0,021	0,176
Temporal (μ m)	72,71 $\pm$ 9,75	73,63 $\pm$ 10,66	75,07 $\pm$ 10,48	0,012	0,142	0,017	0,058

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

Tüm hastaların fovea merkezli subfoveal 5 farklı noktadan ölçülen koroid kalınlığı değerleri ve subfoveal 3000 mm genişliğinde koroidal alandan hesaplanan KVİ oranı değişimlerinin istatistiksel analizi **Tablo 7**'de verilmiştir. Koroid kalınlığında Nd: YAG lazer sonrası her farklı beş ölçüm mesafesinde de anlamlı fark izlenmemiştir ($p>0,05$).

KVİ oranlarında lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda, lazer öncesine göre anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 7: Koroid kalınlığı ve KVİ değerlerin değişimi

Parametre	Başlangıç Ort $\pm$ ss	1. hafta Ort $\pm$ ss	1. ay Ort $\pm$ ss	p^{**}	p (Baş $\leftrightarrow$ 1H)	P (Baş $\leftrightarrow$ 1A)	p (1H $\leftrightarrow$ 1A)
SSKK (μ m)	331,27 $\pm$ 99,35	327,63 $\pm$ 98,33	334,54 $\pm$ 107,25	0,317	0,145	0,523	0,213
0,75 mm nazal SKK (μ m)	309,49 $\pm$ 95,77	312,07 $\pm$ 94,35	311,85 $\pm$ 104,20	0,973	0,777	0,573	0,875
1,5 mm nazal SKK	332,17 $\pm$ 315,85	282,34 $\pm$ 98,14	278,34 $\pm$ 102,73	0,449	0,216	0,169	0,418
0,75 mm temporal SKK (μ m)	312,95 $\pm$ 100,07	313,63 $\pm$ 94,12	317,78 $\pm$ 101,21	0,348	0,804	0,229	0,295
1,5 mm temporal SKK (μ m)	301,32 $\pm$ 96,31	301,32 $\pm$ 90,94	303,02 $\pm$ 95,61	0,843*	1,000 ^E	0,656 ^E	0,605 ^E
KVİ	67,00 $\pm$ 3,28	67,11 $\pm$ 3,09	67,22 $\pm$ 3,14	0,616	0,355	0,280	0,941

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

SSKK: Santral subfoveal koroid kalınlığı, KVİ: Koroidal vasküler indeks.

4.3. OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ AJİOGRAFİ BULGULARI

Tüm hastaların lazer öncesi ve lazer sonrası yüzeyel kapiller pleksus (YKP) damar yoğunluğu yüzdelerinin ortalamalarının değişimi ve istatistiksel analizi **Tablo 8**'de gösterilmiştir. Parafovea ve parafoveanın süperior ve nazal kadranslarında lazer sonrası 1. haftada lazer öncesine göre anlamlı bir artış izlenmiş ve 1 ayda devam etmiştir ($p<0,05$). 1. hafta ve 1 ay arasında anlamlı değişiklik izlenmemiştir ($p<0,05$). Perifoveal tüm kadranslarda YKP damar yoğunluğunda; lazer sonrası 1. hafta ve 1.

ayda, lazer öncesine göre anlamlı artış görülmüştür ($p<0,05$). 1. ay ve 1. hafta arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 8: Yüzeyel kapiller pleksus damar yoğunluklarının değişimi

YKP	Başlangıç Ort $\pm$ ss	1. hafta Ort $\pm$ ss	1. ay Ort $\pm$ ss	p^{**}	p (Baş $\leftrightarrow$ 1H)	p (Baş $\leftrightarrow$ 1A)	p (1H $\leftrightarrow$ 1A)
Fovea	19,79 $\pm$ 7,25	20,33 $\pm$ 6,36	20,89 $\pm$ 6,19	0,184*	0,365	0,133	0,201
Parafovea	45,93 $\pm$ 4,56	48,10 $\pm$ 4,62	48,13 $\pm$ 4,13	0,034*	0,034	0,038	0,968
-temporal	46,30 $\pm$ 4,44	48,35 $\pm$ 4,94	48,13 $\pm$ 4,35	0,067*	0,052	0,082	0,737
-süpeior	45,96 $\pm$ 5,36	48,43 $\pm$ 5,27	48,62 $\pm$ 4,31	0,031*	0,039	0,029	0,810
-nasal	45,02 $\pm$ 5,75	47,27 $\pm$ 4,89	47,29 $\pm$ 5,47	0,025*	0,021	0,044	0,898
-inferior	46,37 $\pm$ 5,19	48,38 $\pm$ 5,14	48,72 $\pm$ 4,95	0,070*	0,097	0,048	0,207
Perifovea	44,13 $\pm$ 3,70	46,08 $\pm$ 4,25	46,82 $\pm$ 3,99	0,007	0,009	0,003	0,177
-temporal	39,32 $\pm$ 4,21	41,99 $\pm$ 5,20	43,00 $\pm$ 4,43	0,006	0,007	<0,001	0,106
-süperior	43,90 $\pm$ 4,55	46,20 $\pm$ 4,44	46,82 $\pm$ 4,22	0,029	0,008	0,002	0,663
-nasal	48,29 $\pm$ 3,63	50,08 $\pm$ 3,77	50,86 $\pm$ 3,75	0,001*	0,010	0,001	0,128
-inferior	44,36 $\pm$ 4,40	46,33 $\pm$ 4,51	46,80 $\pm$ 4,51	0,082	0,020	0,011	0,289

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

Tüm hastaların lazer öncesi ve sonrası, derin kapiller pleksus (DKP) damar yoğunluklarının ortalamaları **Tablo 9**'da karşılaştırılmıştır. Parafovea temporal kadranda lazer sonrası 1. haftada lazer öncesine göre DKP damar yoğunluğunda anlamlı artış bulunmuştur ($p<0,0$), 1 ayda anlamlı fark izlenmemiştir. Yine parafovea inferior kadranda, perifovea ve perifovea tüm kadrarlarda; lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda lazer öncesine göre DKP damar yoğunluğunda artış izlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 9 : Derin kapiller pleksus damar yoğunluklarının değişimi

DKP	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort ± ss	1. ay Ort±ss	p^{**}	p (Baş↔1H)	P (Baş↔1A)	p (1H↔1A)
Fovea	34,75 ± 7,88	35,05 ± 7,77	36,08 ± 7,33	0,217*	0,700	0,139	0,161
Parafovea	51,33 ± 3,46	52,51 ± 3,32	52,52 ± 3,67	0,101*	0,051	0,105	0,983
-temporal	52,69 ± 4,06	53,77 ± 2,96	53,27 ± 3,60	0,007	0,049	0,282	0,279
-süpeior	50,28 ± 4,61	51,66 ± 4,01	52,00 ± 4,08	0,092*	0,087	0,078	0,591
-nasal	52,95 ± 3,46	53,76 ± 4,05	53,33 ± 4,14	0,516*	0,185	0,611	0,571
-inferior	49,08 ± 3,94	50,88 ± 4,20	51,50 ± 4,85	0,011*	0,034	0,009	<0.395
Perifovea	44,83 ± 5,05	47,78 ± 4,89	48,01 ± 5,14	<0,001*	0,001	0,002	0,727
-temporal	48,32 ± 4,73	50,98 ± 4,81	51,25 ± 4,44	0,020	0,006	0,003	0,791
-süperior	44,30 ± 5,56	47,80 ± 5,51	48,29 ± 5,69	<0,001*	<0,001	0,001	0,542
-nasal	43,58 ± 5,34	46,58 ± 4,81	46,54 ± 5,24	0,002*	0,004	0,008	0,951
-inferior	42,95 ± 6,36	45,69 ± 6,13	45,80 ± 6,82	<0,009*	0,010	0,015	0,890

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

Faz alanı ve faz çevresi ve foveal damar yoğunluğu değişimleri **Tablo 10**'da gösterilmiştir. FAZ alanı ve FAZ çevresinde lazer sonrası 1. hafta anlamlı bir artış izlenmiştir ($p<0,05$). 1 ayda lazer öncesine göre anlamlı farklılık izlenmemiştir. Foveal damar yoğunluğunda lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda başlangıca göre anlamlı artış olmuştur ($p<0,05$).

Tablo 10: FAZ parametrelerinin değişimi

FAZ	Başlangıç Ort $\pm$ ss	1. hafta Ort $\pm$ ss	1. ay Ort+ss	p^{**}	p (Baş $\leftrightarrow$ 1H)	P (Baş $\leftrightarrow$ 1A)	p (1H $\leftrightarrow$ 1A)
Faz alanı (mm ²)	0,27 $\pm$ 0,11	0,29 $\pm$ 0,10	0,27 $\pm$ 0,10	0,045	0,029	0,306	0,291
Faz çevresi (mm)	2016,17 $\pm$ 465,60	2071,34 $\pm$ 397,05	1974,06 $\pm$ 480,71	0,052	0,014	0,449	0,048
Foveal yoğunluk (%)	48,82 $\pm$ 4,80	51,18 $\pm$ 4,93	50,90 $\pm$ 5,46	0,023	0,009	0,024	0,970

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

Optik sinir başı ve RPKP damar yoğunluğunun Nd: YAG kapsülotomi öncesi ve sonrası değişimi tablo 11’de gösterilmiştir. Tüm alan, disk içi, peripapiller ve süperior yarıda damar yoğunluğunda lazer sonrası 1. hafta ve 1.ayda lazer öncesine göre anlamlı artış izlenmiştir ($p<0.05$). Yine inferior yarı ve nazal kadran RPKP damar yoğunluğunda Nd: YAG lazer sonrası 1. hafta da anlamlı bir artış izlenmiş ($<0,05$), 1 ayda başlangıca göre fark izlenmemiştir.

Tablo 11: Optik disk RPKP damar yoğunluğu değişimleri

RPKP	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p^{**}	p (Baş↔1H)	P (Baş↔1A)	p (1H↔1A)
Tüm alan (%)	47,60 ± 2,57	48,46 ± 2,92	48,44 ± 2,94	0,092	0,015	0,019	0,824
Disk içi (%)	45,39 ± 5,10	47,33 ± 4,13	47,61 ± 4,50	0,004*	0,014	0,011	0,568
Peripaller (%)	50,70 ± 2,82	51,47 ± 3,35	51,35 ± 3,43	0,019	0,017	0,047	0,746
Superior yarı (%)	50,97 ± 3,03	51,65 ± 3,38	51,73 ± 3,52	0,009	0,038	0,033	0,535
İnferior yarı (%)	50,38 ± 2,93	51,27 ± 3,53	51,02 ± 3,60	0,066	0,016	0,100	0,523
Nasal - superior (%)	48,51 ± 3,57	49,44 ± 4,18	49,55 ± 4,38	0,008	0,003	0,051	0,557
Nasal - inferior (%)	46,50 ± 4,40	48,24 ± 4,85	47,71 ± 4,94	0,026	0,005	0,055	0,196
İnferior - Nasal (%)	50,42 ± 4,61	50,77 ± 4,71	50,49 ± 4,59	0,822	0,563	0,838	0,509
İnferior-Temporal (%)	57,08 ± 3,85	57,47 ± 4,51	57,33 ± 4,03	0,889	0,441	0,710	0,617
Temporal-inferior (%)	49,30 ± 4,92	49,66 ± 4,78	49,84 ± 4,70	0,624*	0,565	0,404	0,656
Temporal-superior (%)	53,50 ± 3,42	53,90 ± 3,65	53,95 ± 4,04	0,729	0,322	0,250	0,666
Superior-temporal (%)	54,49 ± 4,65	55,55 ± 4,92	55,50 ± 4,37	0,089	0,055	0,056	0,809
Superior - nazal (%)	48,78 ± 4,91	49,05 ± 4,63	48,97 ± 4,92	0,980	0,994	0,635	0,978

*Tekrarlayan ölçümler için ANOVA//Eşleştirilmiş t testi, **Friedman test // wilcoxon testi

4.4. KONTROL GRUBU İLE KARŞILAŞTIRMA

Her iki gözden katarakt ameliyatı geçirmiş. Bir gözüne Nd: YAG kapsülotomi uygulanan 20 hastanın uygun diğer gözü kontrol grubunu oluşturdu. Kontrol grubu ile karşılaştırmalar yapıldı.

Karşılaştırmalarda kontrol gözlerde EİDGK hasta grubu başlangıç EİDGK'den anlamlı olarak daha yüksekti. Görme keskinliğinde kontrol gözler ile lazer sonrası hasta gözlerin 1. hafta ve 1. ay görme keskinlikleri arasında anlamlı fark yoktu. GİB, Korneal kalınlık ve Kornea endotel sayıları karşılaştırıldığında kontrol göz grubu ile Hasta grubu preop, 1. Hafta ve 1 ay ölçümleri arasında anlamlı fark yoktu (**Tablo 12**).

Tablo 12: Kornea parametreleri, GİB ve AL değişimlerinin kontrol grubu ile karşılaştırması

Parametre	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
GİB (mmHg)	17,44 ± 2,60	16,56 ± 2,83	15,78 ± 2,54	16,67 ± 2,69	0,383 *	0,055 *	0,495 *
Pakimetri (µm)	549,78 ± 38,25	543,44 ± 34,56	550,89 ± 31,94	546,33 ± 36,48	0,672*	0,931*	0,806*
Speküler (cell/mm ²)	2125,00 ± 281,62	2110,44 ± 434,23	2093,22 ± 364,76	2085,67 ± 358,44	0,904*	0,781*	0,716 *
AL (mm)	23,39 ± 1,02	22,94 ± 1,12	22,90 ± 1,11	22,89 ± 1,11	0,148*	0,1102*	0,107*

*Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon testi.

Makula kalınlığının kontrol göz grubu ile Nd: YAG lazer grubu ölçümleri arasındaki karşılaştırma tablo 13'te gösterilmiştir. Kontrol grubu ortalama makula kalınlıkları değişimi ile lazer grubunun başlangıç, lazer sonrası 1. hafta ve 1. ay değişimleri arasında anlamlı fark izlenmemiştir.

Tablo 13: Kontrol grubu ile lazer grubu arası makula kalınlıklarının karşılaştırması

Parametre	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
Santral kalınlık (µm)	233,00 ± 25,39	231,89 ± 27,03	226,67 ± 19,79	223,00 ± 16,84	0,935*	0,604*	0,392*
Parafovea temporal (µm)	283,00 ± 20,41	292,00 ± 15,21	293,22 ± 12,23	294,33 ± 12,28	0,185*	0,112*	0,067*
Parafovea superior (mm)	305,22 ± 10,58	288,44 ± 32,10	297,00 ± 15,46	305,67 ± 10,32	0,152*	0,215*	0,496**
Parafovea nasal (µm)	304,33 ± 19,79	302,22 ± 11,83	303,44 ± 10,78	304,22 ± 11,48	0,827*	0,925*	0,991*
Parafovea inferior (µm)	305,56 ± 11,77	299,00 ± 15,44	301,11 ± 11,82	303,67 ± 11,41	0,385*	0,533*	0,820 **
Perifovea temporal (µm)	257,67 ± 18,73	249,33 ± 8,89	249,44 ± 7,13	251,56 ± 8,26	0,233**	0,189*	0,3887*
Perifovea superior (mm)	266,78 ± 16,28	261,89 ± 12,77	271,89 ± 35,16	262,78 ± 7,05	0,396*	0,674* *	1,000 **
Perifovea nasal (µm)	281,22 ± 23,16	278,67 ± 7,07	279,11 ± 7,77	279,22 ± 6,83	0,772*	0,813*	0,824*
Perifovea inferior (µm)	254,67 ± 16,29	258,44 ± 15,88	256,00 ± 11,40	255,11 ± 10,66	0,707*	0,866*	0,947*

*Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon testi.

Makula GHK kalınlığının kontrol grubu ile çalışma grubu 3 farklı vizitteki ölçümleri karşılaştırılmıştır (**Tablo 14**). Kontrol grubu ile lazer grubu 3 farklı ölçümü arası anlamlı fark yoktu.

Tablo 14: Kontrol grubu ile lazer grubu GHK kalınlıklarının karşılaştırması

GHK	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
Süperior	64,78 ± 5,04	63,33 ± 6,44	64,22 ± 4,38	65,33 ± 2,65	0,628*	0,826*	0,798*
İnferior	63,56 ± 5,15	64,78 ± 5,14	64,33 ± 3,32	64,33 ± 2,87	0,566*	0,651*	0,639*
Total	63,78 ± 4,55	64,22 ± 3,07	64,56 ± 2,88	64,67 ± 2,65	0,794*	0,642*	0,610*

*Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon testi.

Lazer yapılan gözler ile kontrol gözlerin RSLT kalınlıkları değişimleri **Tablo 15'** da gösterilmiştir. Lazer uygulana gözlerin preop, 1. hafta ,1 ay RSLT kalınlıkları ile kontrol grubu RSLT kalınlıkları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 15: RSLT kalınlık değişimlerinin kontrol grubu ile karşılaştırması

Parametre	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
Rim alanı (mm ²)	1,45 ± 0,56	1,29 ± 0,47	1,29 ± 0,48	1,29 ± 0,43	0,567*	0,585*	0,560*
Disk alanı (mm ²)	2,06 ± 0,43	1,99 ± 0,26	1,97 ± 0,31	1,99 ± 0,23	0,730*	0,685*	0,724*
Cup hacmi (mm ²)	0,12 ± 0,13	0,13 ± 0,09	0,13 ± 0,10	0,12 ± 0,07	0,935*	0,904*	0,889*
Total kalınlık (µm)	106,56 ± 7,73	103,89 ± 11,35	104,67 ± 10,51	104,78 ± 11,20	0,595*	0,690*	0,725*
Süperior (µm)	128,33 ± 12,94	127,56 ± 21,28	126,22 ± 18,00	126,00 ± 21,12	0,930*	0,793*	0,782*
İnferior (µm)	134,22 ± 13,64	130,44 ± 15,57	131,44 ± 16,35	130,56 ± 15,58	0,602*	0,712*	0,612*
Nazal (µm)	87,78 ± 7,03	87,11 ± 10,47	90,44 ± 10,62	89,44 ± 11,56	0,898*	0,578*	0,760*
Temporal (µm)	75,56 ± 8,02	71,33 ± 9,95	70,67 ± 10,51	72,89 ± 10,97	0,389*	0,319*	0,565*

*Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon testi.

Koroid kalınlığı ve KVI değerlerinin kontrol gözler ile çalışma grubu arasındaki karşılaştırmaları **Tablo 16**'de gösterilmiştir. Nd: YAG grubunun farklı vizitteki ölçüm değeri ortalamaları ile kontrol göz grubu arasında anlamlı fark izlenmemiştir.

Tablo 16: Koroid kalınlığı ve KVI değerlerinin kontrol grubu ile karşılaştırması

Parametre	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
SSKK (μm)	318 ± 79,69	309,00 ± 80,41	318,44 ± 79,34	315,00 ± 85,50	0,875*	0,694*	0,856*
0,75 mm nazal SKK (μm)	292,22 ± 111,00	298,33 ± 94,33	298,78 ± 87,54	295,33 ± 101,40	0,589*	0,657*	0,847*
1,5 mm nazal SKK	260,00 ± 113,78	276,06 ± 96,54	268,90 ± 97,23	267,15 ± 102,84	0,156 *	0,459*	0,562*
0,75 mm temporal SKK (μm)	295,65 ± 115,5	301,78 ± 88,74	304,70 ± 82,2	309,00 ± 73,24	0,647*	0,553*	0,410*
1,5 mm temporal SKK (μm)	283,70± 110,21	287,00 ± 79,03	288,33 ± 76,30	287,50 ± 78,08	0,387**	0,387* *	0,268**
KVI	65,65 ± 2,77	66,57 ± 3,36	66,59 ± 2,84	66,43 ± 2,84	0,147**	0,185* *	0,191*

*Eşleştirmiş t testi, ** Wilcoxon testi

Kontrol göz ile YAG lazer uygulanan gözlerin YKP damar yoğunlukları **Tablo 17**'de gösterilmiştir. Parafove temporal kadranında ve perifoveal YKP'de (temporal ve nazal kadranslarında) kontrol göz ile preop hasta göz ölçümleri arasında anlamlı fark izlenmiştir ($p<0,005$). Lazer sonrası 1. hafta ve 1 ay ölçümleriyle fark yoktu. Preop damar yoğunluğu ortalaması diğer ölçümlere göre daha düşük izlenmiştir.

Tablo 17: Lazer yapılan gözler ile kontrol göz YKP ölçümlerinin karşılaştırılması

YKP	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
Fovea	19.1 ± 6.6	18.5 ± 8.5	19.4 ± 6.2	19.3 ± 6.5	0.693*	0.821*	0.866*
Parafovea	48.6 ± 4.0	45.9 ± 5.3	47.9 ± 5.1	47.2 ± 4.9	0.129*	0.657*	0.313*
-temporal	49.9 ± 4.1	46.1 ± 5.5	48.2 ± 5.8	47.3 ± 4.6	0.031*	0.315*	0.052*
-süpeior	48.1 ± 5.8	45.7 ± 5.9	48.8 ± 4.9	47.4 ± 5.2	0.308*	0.736*	0.690*
-nasal	48.0 ± 4.0	45.6 ± 6.0	46.6 ± 5.6	47.0 ± 5.1	0.165*	0.447*	0.603*
-inferior	48.7 ± 5.0	46.3 ± 5.7	48.1 ± 5.7	48.0 ± 5.7	0.202*	0.740*	0.312**
Perifovea	46.9 ± 4.1	43.7 ± 3.8	46.6 ± 3.5	46.8 ± 4.2	0.018*	0.839*	0.965*
-temporal	43.5 ± 4.3	38.6 ± 4.6	43.0 ± 4.7	43.0 ± 5.1	0.005**	0.757*	0.719*
-süperior	46.7 ± 4.8	43.6 ± 5.1	46.4 ± 3.8	46.1 ± 4.7	0.085*	0.830*	0.680*
-nasal	50.5 ± 4.1	48.3 ± 3.2	50.8 ± 2.7	51.7 ± 3.2	0.044*	0.787*	0.283*
-inferior	46.6 ± 4.2	44.3 ± 4.1	48.1 ± 5.7	46.9 ± 3.8	0.071*	0.740*	0.792*

** Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon testi

Kontrol gözlerle, Nd: YAG lazer yapılan gözlerin DKP damar yoğunluklarının değişimi **Tablo 18**'da gösterilmiştir. DKP yoğunluğunda kontrol gözler ile lazer yapılan gözlerin preop, 1. hafta, 1. ay ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak perifoveal DKP kadrantlarında damar yoğunluğunun preop ortalamaları kontrol göze göre daha düşükken, lazer sonrası damar yoğunluğu ortalamaları kontrol göze göre daha yüksekti.

Tablo 18: Lazer yapılan gözler ile kontrol göz DKP ölçümlerinin karşılaştırılması

DKP	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
Fovea	34.3 ± 8.8	34.1 ± 9.1	34.1 ± 8.0	35.2 ± 8.2	0.909*	0.909*	0.869**
Parafovea	51.1 ± 3.6	51.7 ± 2.9	52.8 ± 3.8	53.2 ± 3.9	0.490*	0.133*	0.050*
-temporal	52.9 ± 3.4	53.1 ± 3.6	53.8 ± 3.2	53.3 ± 3.9	0.736*	0.347*	0.606*
-süpeior	49.9 ± 4.8	50.4 ± 3.7	51.9 ± 4.5	52.1 ± 4.1	0.689*	0.138*	0.043*
-nasal	52.5 ± 3.6	53.6 ± 3.4	54.7 ± 4.1	54.5 ± 3.6	0.348*	0.092*	0.111*
-inferior	49.1 ± 4.7	49.6 ± 3.4	51.0 ± 4.9	52.8 ± 5.3	0.589*	0.250*	0.024*
Perifovea	46.5 ± 5.4	44.0 ± 5.0	48.1 ± 5.5	48.1 ± 6.0	0.130*	0.393*	0.366*
-temporal	50.2 ± 5.1	47.2 ± 5.4	51.7 ± 5.0	51.0 ± 5.5	0.081*	0.359*	0.601*
-süperior	46.2 ± 6.9	43.8 ± 5.9	48.5 ± 6.0	47.9 ± 6.4	0.314*	0.318*	0.421*
-nasal	44.5 ± 4.5	42.3 ± 4.6	46.4 ± 5.5	46.6 ± 5.8	0.094*	0.322*	0.237*
-inferior	45.2 ± 6.2	43.1 ± 6.1	45.8 ± 6.6	46.2 ± 7.5	0.238*	0.766*	0.608*

*Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon testi

Lazer uygulanan gözler ile kontrol gözlerin FAZ alanı, çevresi, damar yoğunlukları karşılaştırılması tablo 19’de verilmiştir. Kontrol gözler ile lazer yapılan gözlerin farklı zamanlarda yapılan ölçümleri arasında anlamlı fark izlenmemiştir.

Tablo 19: Kontrol grubu ile lazer yapılan grubun FAZ parametrelerinin karşılaştırması

Parametre	Kontrol Ort $\pm$ SS	Başlangıç Ort $\pm$ ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol $\leftrightarrow$ Baş)	p (Kontrol $\leftrightarrow$ 1H)	p (Kontrol $\leftrightarrow$ 1A)
FAZ alanı	0.3 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	0.841**	0.349**	0.409**
FAZ çevraesi	2094.9 $\pm$ 477.3	2091.2 $\pm$ 527.1	2115.2 $\pm$ 353.1	1986.3 $\pm$ 580.4	0.963*	0.388**	0.841**
FY (%)	52.2 $\pm$ 4.7	49.5 $\pm$ 3.6	51.0 $\pm$ 5.1	50.0 $\pm$ 5.5	0.073*	0.387*	0.115*

*Eşleştirilmiş t testi, ** Wilcoxon testi

Optik sinir başı RPKP damar yoğunluğunun lazer öncesi ve sonrası ölçümlerinin kontrol gözlerin ölçümleri ile karşılaştırılması Tablo 20’ de sunulmuştur. OSB ve çevresi RPK damar yoğunluğu ölçüm değerlerinde YAG lazer yapılan grup ile kontrol grubu arasında, RPKP’nin hiçbir kadranında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu.

Tablo 20: Lazer yapılan grup ile kontrol grubu RPKP damar yoğunluklarının karşılaştırılması

RPKP	Kontrol Ort ± SS	Başlangıç Ort ± ss	1. hafta Ort + ss	1. ay Ort+ss	p (Kontrol ↔Baş)	p (Kontrol ↔1H)	p (Kontrol ↔ 1A)
Tüm alan (%)	46,92 ± 2,38	47,50 ± 2,00	48,24 ± 2,20	47,61 ± 2,74	0,576 *	0,312 *	0,641*
Disk içi (%)	45,82 ± 7,20	44,77 ± 3,02	47,68 ± 4,77	46,81 ± 3,83	0,724 *	0,444*	0,685*
Peripaller (%)	50,10 ± 2,20	50,76 ± 2,48	51,06 ± 2,66	50,51 ± 3,48	0,598 *	0,570*	0,800*
Süperior yarı (%)	50,67 ± 2,21	50,88 ± 2,79	51,11 ± 2,70	50,56 ± 3,49	0,884 *	1,000 **	0,945*
İnferior yarı (%)	49,50 ± 2,50	50,61 ± 2,33	50,96 ± 2,76	50,43 ± 3,59	0,322*	0,242*	0,577*
Nasal-süperior (%)	47,17 ± 3,17	48,18 ± 4,05	49,51 ± 4,18	48,20 ± 5,18	0,590 *	0,425*	0,7344**
Nasal-inferior (%)	46,46 ± 3,51	48,82 ± 4,06	48,37 ± 2,98	47,42 ± 4,19	0,122 *	0,287 *	0,630 *
İnferior-Nasal (%)	48,03 ± 4,37	51,33 ± 3,21	50,98 ± 2,25	50,00 ± 3,31	0,052 *	0,100 *	0,4258**
İnferior-Temporal (%)	55,96 ± 4,46	56,30 ± 2,02	56,44 ± 4,18	56,41 ± 5,11	0,839 *	0,794*	0,859 *
Temporal - inferior (%)	48,96 ± 4,33	47,84 ± 4,04	49,27 ± 4,20	49,33 ± 4,74	0,618 *	0,886*	0,875 *
Temporal -süperior (%)	52,72 ± 2,64	54,17 ± 3,37	54,16 ± 2,71	54,50 ± 3,37	0,432 *	0,363 *	0,332 *
Supeior-temporal (%)	55,98 ± 3,54	53,72 ± 3,01	54,28 ± 3,96	53,08 ± 4,06	0,161 *	0,203 *	0,142*
Süperior-nazal (%)	48,58 ± 3,16	48,62 ± 5,31	47,22 ± 4,25	47,02 ± 3,90	0,984 *	0,474 *	0,364 *

*Eşleştirilmiş t testi, **Wilcoxon test. RPKP: Radyal Peripapiller Kapiller Pleksus.

4.5. TOPLAM ENERJİ MİKTARI ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Makula mikrovasküler damar yoğunluğundaki değişimlere enerji miktarının bir etkisinin olup olmadığını incelemek için hastalar, Nd: YAG lazer sırasında uygulanan toplam enerji miktarı 75mJ ve altı olan bir grup, 75mJ üstü olan bir grup olarak 2 grupta incelendi. Uygulanan toplam enerji miktarı 75mJ ve altı olan grupta 22 göz, 75mJ üstü grupta 19 hasta göz vardı.

YKP ve DKP damar yoğunluğundaki değişimlerin total enerji miktarı ile karşılaştırılması **Tablo 21** ve **Tablo 22**'de gösterilmiştir.

Lazer öncesi YKP damar yoğunluğu ölçümlerinde enerji grupları arasında anlamlı fark yoktu. Lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda da YKP damar yoğunluğunda enerji miktarı grupları arasında anlamlı fark izlenmemiştir.

Tablo 21: Enerji Gruplarına Göre YKP Damar Yoğunluğu Değişimlerinin Karşılaştırması

YKP	≤75 mJ (Preop) (ort±ss)	>75 mJ (Preop) (ort±ss)	p** (Preop) (ort±ss)	≤75 mJ (1H) (ort±ss)	>75 mJ (1H) (ort±ss)	p** (1H) (ort±ss)	≤75 mJ (1A) (ort±ss)	>75mJ (1A) (ort±ss)	p** (1A) (ort±ss)
Fovea	18,25 ± 6,42	21,57 ± 7,90	0,144	19,41 ± 6,59	21,38 ± 6,08	0,151	20,51 ± 6,22	21,32 ± 6,29	0,684
Parafovea	46,00 ± 3,39	45,83 ± 5,71	0,912	47,69 ± 4,79	48,58 ± 4,48	0,441*	48,89 ± 3,45	47,25 ± 4,74	0,209
-temporal	46,12 ± 4,14	46,51 ± 4,86	0,789	47,78 ± 5,30	49,00 ± 4,54	0,539*	48,72 ± 4,13	47,45 ± 4,60	0,187*
-süpeior	46,33± 4,55	45,52 ± 6,27	0,646	47,41 ± 5,79	49,59 ± 4,46	0,139*	49,32 ± 3,11	47,80 ± 5,36	0,284
-nasal	45,24 ± 4,63	44,75 ± 6,94	0,480*	47,19 ± 4,28	47,93 ± 4,00	0,572	48,19 ± 4,92	46,80 ± 4,67	0,182*
-inferior	46,20 ± 3,79	46,57 ± 6,54	0,828	48,27 ± 5,56	48,50 ± 4,74	0,890	49,70 ± 4,60	47,58 ±5,24	0,114*
Perifovea	44,13 ± 2,88	44,12 ± 4,55	0,917*	45,57 ± 4,35	46,66 ± 4,16	0,347*	47,20 ± 3,55	46,38 ± 4,51	0,524
-temporal	39,48 ± 3,45	39,13 ± 5,04	0,795	41,06 ± 5,04	43,04 ± 5,31	0,082*	43,33 ± 3,45	42,60 ±5,42	0,607
-süperior	43,82 ± 3,89	44,00 ± 5,32	0,910	45,54 ± 4,33	46,96 ± 4,56	0,150*	47,26 ± 3,84	46,30 ± 4,65	0,676*
-nasal	47,89 ± 3,14	48,75 ± 4,15	0,865*	49,74 ± 4,15	50,46 ± 3,32	0,744*	50,80 ± 3,72	50,94 ± 3,87	0,911
-inferior	44,11 ± 3,74	44,65 ± 5,14	0,906*	45,70 ± 4,85	47,06 ± 4,06	0,339	46,80 ± 4,89	46,77 ± 4,16	1,000*

*Student t test, **Mann Whitney U testi

Enerji gruplarına (75mJ ve altı ile 75mJ üstü) göre DKP değişimlerine bakıldığında; **lazer öncesi parafovea ve parafovea temporal** kadranda DKP damar yoğunluğu, 75mJ üstü enerji grubunda anlamlı olarak daha yüksekti ($p<0,05$). Lazer öncesi diğer tüm kadrarlarda fark yoktu. Lazer sonrası 1. haftada enerji grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmemiştir. Lazer sonrası 1 ayda da yüksek enerji ($>75mJ$) grubunda anlamlı artış izlenmedi.

Tablo 22: Enerji gruplarına göre DKP damar yoğunluğu değişimlerinin karşılaştırması

DKP	≤75 mJ (Preop) (ort±ss)	>75 mJ (Preop) (ort±ss)	p** (Preop) (ort±ss)	≤75 mJ (1H) (ort±ss)	>75 mJ (1H) (ort±ss)	p** (1H) (ort±ss)	≤75 mJ (1A) (ort±ss)	>75mJ (1A) (ort±ss)	p** (1A) (ort±ss)
Fovea	33,38 ± 8,54	36,34 ± 6,92	0,235	34,68 ± 8,62	35,46 ± 6,87	0,754	36,67 ± 7,59	35,38 ± 7,16	0,584
Parafovea	50,31 ± 3,36	52,52 ± 3,27	0,041	53,09 ± 3,16	51,83 ± 3,46	0,230	53,20 ± 3,64	51,73 ± 3,63	0,202
-temporal	51,24 ± 3,23	54,36 ± 4,34	0,012	53,84 ± 2,81	53,69 ± 3,20	0,872	53,81 ± 3,14	52,63 ± 4,05	0,300
-süpeior	49,24 ± 4,67	51,49 ± 4,35	0,121	52,40 ± 3,72	50,79 ± 4,45	0,204	53,11 ± 4,15	50,71 ±3,69	0,058
-nasal	52,12 ± 3,17	53,90 ± 3,63	0,102	54,13 ± 4,29	53,32 ± 3,83	0,530	53,57 ± 4,83	53,04 ± 3,28	0,693
-inferior	48,03 ± 4,19	50,30 ± 3,34	0,065	52,00 ± 4,05	49,59 ± 4,10	0,066	52,39 ± 4,50	50,46 ± 5,16	0,209
Perifovea	43,90 ± 4,77	45,91 5,27	0,133*	48,32 ± 5,18	47,15 ± 4,59	0,457	48,92 ± 4,98	46,96 ± 5,25	0,227
-temporal	48,04 ± 4,39	48,65 ± 5,19	0,685	51,32 ± 5,34	50,58 ± 4,22	0,574*	52,63 ± 3,66	49,64 ± 4,80	0,030
-süperior	42,55 ± 5,02	46,33 ± 5,60	0,028	47,74 ± 5,75	47,86 ± 5,37	0,943	49,29 ± 5,62	47,16 ± 5,72	0,241
-nasal	42,60 ± 4,75	44,73 ± 5,85	0,214*	47,55 ± 5,06	45,46 ± 4,38	0,167	47,53 ± 5,37	45,38 ± 4,97	0,163
-inferior	41,69 ± 6,08	44,41 ± 6,52	0,174	46,41 ± 6,48	44,85 ± 5,77	0,583*	46,48 ± 6,94	45,00 ± 6,78	0,494

*Student t test, **Mann Whitney U testi

5. TARTIŞMA

Katarakt ameliyatı sonrası geç dönemde gelişen ve en sık görülen komplikasyon AKK'dir. Ameliyat sonrası geride kalan lens epitel hücrelerinin göçü ve çoğalması AKK gelişimin ana nedeni olarak görülmektedir. Sıklıkla sekonder katarakt olarak adlandırılır (2,5). Tedavisinde Nd: YAG lazer yaygın olarak kullanılır. Çalışmada; tedavide kullanılan Nd: YAG lazerin retina, optik sinir ve koroid yapıları üzerine etkilerini OKT ve OKTA ile değerlendirdik. Literatürde YAG lazerin arka segment mikrovasküler yapıları üzerine etkilerini inceleyen yalnızca birkaç çalışmanın bulunduğu dikkate alındığında, çalışmamızın önemli olduğu ve literatüre değerli bilgiler katabileceği düşünülebilir.

Lazer kapsülotomi sonrası EİDGK anlamlı artış olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (6,47–49). Görme keskinliğinde iyileşmenin hastaların 84-96% 'ında gerçekleştiği literatürde belirtilmektedir (50,51). Bizim de tüm hastalarımızın görme keskinliği (100%) belirgin şekilde arttı. Nd: YAG kapsülotomi, AKK bağlı azalan görme keskinliğini iyileştirmede etkinliği kanıtlanmış bir yöntem olmuştur.

Kornea endotel sayısı üzerine Nd: YAG lazer kapsülotominin anlamlı bir etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar vardır (52,53). Bunun aksine; kornea endotel sayısında anlamlı azalma olduğunu ileri süren çalışmalar da bulunmaktadır (54–56). Bizim çalışmamızda kornea endotel sayısında anlamlı bir değişiklik saptanmadı. Nd: YAG lazer kapsülotomi uygularken kornea yanlışlıkla hedeflenmedikçe Nd: YAG kapsülotominin kornea endotel hasarı açısından güvenilir bir işlem olduğu kabul edilir.

Literatüre bakıldığında; YAG kapsülotomi sonrası aksiyal uzunlukta anlamlı bir değişiklik olmadığı bildirilmektedir. (57,58). Bizim çalışmamızda literatüre benzer şekilde aksiyel uzunluk değerlerinde bir değişiklik izlenmedi.

Nd: YAG kapsülotomi sonrası en sık görülen komplikasyon ani geçici GİB' de yükselmedir (28,30). Literatüre göre, YAG kapsülomi sonrası birinci saatte GİB'de yükselme olmaktadır ve bir ay içinde GİB değerleri normale dönmektedir. Ayrıca, yüksek enerji ile açılan kapsülotomilerin, düşük enerjililere kıyasla göz içi basıncında daha fazla değişkenlik gösterme eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Göz içi basıncındaki

bu dalgalanmaların kalıcı olmadığı belirtilmiştir (48,59,60). Diğer yandan; işlem sonrası profilaktif antiglokomatöz kullanıldığında GİB’de anlamlı bir artış olmadığı görülmüştür (61,62). Biz çalışmamızda lazer öncesi ve lazer sonrası 1. hafta ve 1. ay GİB değerlerinde anlamlı bir değişiklik izlemedik. Yine kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı fark görülmedi. Ancak lazer sonrası 1. hafta GİB ortalaması (15,85), lazer öncesi ve lazer sonrası 1. ay GİB ortalamalarına (sırasıyla 16,39, 16,34) göre daha düşüktü. Bu durumun lazer işlemi sonrası başlanılan ve bir hafta süreyle kullandığımız antiglokomatöz ilacın etkisine bağlanmaktadır. Hiçbir hastamız takip süresinde 23 mmHg üzerinde göz içi basıncına ulaşmadı. Lazer sonrası profilaksi amaçlı antiglokomatöz ilaç başlanması erken dönem GİB değişimlerini güvenli aralıkta tutmaktadır.

YAG kapsülotomi sırasında lens hasarı; hatalı odaklama, yüksek enerji gücü ve hastanın ani hareketi bağlı olarak görülebilmektedir. Literatürde farklı olgu serilerinde farklı oranlarda bildirilmiştir (28). Çalışmamızda YAG lazer uygulanan 41 gözün 5’inde (%12,20) lens isabet aldı. Takiplerde hiçbir hastada görsel semptom şikâyeti yoktu.

Nd: YAG kapsülotominin arka segment komplikasyonları arasında; kistoid maküler ödem (KMÖ), ön hyaloid rüptürü, retinal yırtık, retina dekolmanı, makula deliği bildirilmiştir (32,63,64). Kapsülotomi sonrası arka segmentte meydana gelen komplikasyon ve değişimlerin gerçekleşmesinde ana etkenin inflamasyon olduğu belirtilmiş. Uygulanan toplam enerji ile ön vitreus ve aköz hümoda ortaya çıkan oksidatif hasarın inflamasyona yol açtığı ileri sürülmüştür (65). 550 hastanın değerlendirildiği bir çalışmada Nd: YAG kapsülotomi sonrası KMÖ %3 oranında rapor edilmiştir (30). YAG kapsülotomi sonrasında ortaya çıkan kapsül parçalanma ürünlerine bağlı olarak kan-retina bariyerinin bozulmasının da kistoid makula ödemeine yol açabileceği öne sürülmüştür (32,53). Birçok çalışma, YAG lazerde kullanılan enerji miktarının ve kapsülotomi açıklığının; makula kalınlığı üzerindeki etkisini optik koherens tomografi (OKT) ile incelemiştir. Karahan ve ark. yaptığı çalışmada, Nd: YAG lazer tedavisi sonrasında kapsülotomi boyutu ile retinal tabaka kalınlıkları arasındaki ilişkiyi değerlendirmiş; kapsülotomi boyutundan bağımsız olarak 1. haftada santral makula kalınlığında (SMK) artış saptanmış ve bu artışın 1. ayda lazer öncesi değerlere döndüğü bildirilmiştir. Başka bir çalışmada 50 mJ

üzerindeki enerji seviyelerinde makula kalınlığının arttığı, makula ödemi gelişmeksizin tedavisiz normale döndüğü bildirilmiştir (60). Benzer bir çalışmada; Ari ve ark. (66), makula kalınlığı ve GİB değerlerinin, 80 mJ üzerinde enerji uygulananlarda daha fazla artığını bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda makulanın 9 farklı kadrından yapılan kalınlık ölçümlerinde anlamlı değişiklik izlenmediği gibi enerji grupları arasında da anlamlı farklılık izlenmemiştir.

Nd: YAG kapsülotomi ile ilgili yapılan çalışmalarda; RD ve RY gibi komplikasyonların gerçekleşmesinde farklı mekanizmalar öne sürülmüştür (67–69). Wesolosky JD ve ark. Nd: YAG lazer sonrası ilk 5 ay içinde RD riskinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir (69). Bhargava ve arkadaşları(6) yüksek enerji miktarı ile RD, RY riskinin arttığını bulmuşlardır. Ranta ve ark.(68) 5 yıllık takipli bir çalışmada RD riskinin 2% olduğunu rapor etmişlerdir. Bunların aksine bir sistematik derlemede RD riskinin YAG lazer kapsülotomi sonrası arka segment için risk faktörü bulunmayan hastalarda artmadığı ileri sürülmüştür (70). Bizim çalışmamızda 1 aylık takip süresince hiçbir hastada KMÖ, RY ve RD gibi ciddi komplikasyon görülmedi.

Literatürde RSLT ve GHK kalınlıklarını değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmakla birlikte; İçöz ve ark. (71) yaptığı bir çalışmada lazer öncesi, sonrası 1. hafta ve 1. ayda yapılan kontrollerde RSLT ve GHK değerlerinde anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Yine Yuvacı ve ark. yaptığı 3 aylık takipli bir çalışmada RSLT kalınlıklarında anlamlı bir değişiklik izlenmemiştir. (72). Bizim çalışmamızda RSLT total kalınlıkta lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda lazer başlangıcına göre anlamlı bir artış olmuştur ($p<0.01$ ve $p<0.05$). RSLT kadrana bakıldığında nazal kadranda 1. haftada, temporal kadranda 1. ayda lazer öncesine göre anlamlı fark izlenmiştir (sırasıyla $p=0.003$, $p=0.017$). GHK süperior kadranda lazer sonrası anlamlı artış izlenmiştir ($p<0.05$). Bu kalınlık artışlarının Nd: YAG lazer enerji etkisinden çok lazer öncesi lazer sonrası hafif görüntü kalitesinden ve lazer öncesi kapsülotomi alanındaki bölgesel AKK kalınlık farklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Subfoveal koroid kalınlığında (SFKK), ND: YAG kapsülotomi sonrası anlamlı bir değişiklik olmadığı çalışmalarda gösterilmiştir (72,73). Yuvacı ve arkadaşları çalışmalarında, Nd: YAG lazer sonrası 3 aylık bir periyotta takip ettikleri hastalarında SFKK'da anlamlı bir değişiklik izlenmemişler. Benzer şekilde Yılmaz ve ark. 1 yıla

kadar takip ettikleri çalışmalarında lazer sonrası koroid kalınlığında anlamlı değişiklik bulmamışlar. Biz de çalışmamızda koroidal kalınlığı subfoveal 5 farklı noktadan değerlendirdik. Lazer öncesi ve sonrası ölçümlerimiz arasında, SKKK'da anlamlı değişiklik izlenmedi.

Agrawal ve ark. koroid kalınlığının cinsiyet, yaş, AL, GİB gibi birçok faktörden etkilenmesine rağmen, KVI'in bu bireysel özelliklerden etkilenmediği göstermişlerdir. Koroidin sağlık durumu hakkında KVI daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Agrawal ve arkadaşları aynı etnik kökene sahip, yaş ortalaması 61 olan 345 normal birey üzerinden KVI değerlendirmişler ve ortalama KVI'i $65,61 \pm 2,33$ olarak hesaplamışlardır (46)

Nd:YAG lazer kapsülotomi sonrası Koroidal vasküler indeks (KVI) ile ilgili literatürde 2 çalışma bulunmaktadır; Küçük ve ark. tarafından yapılan 34 kişilik bir çalışmada (74), lazer kapsülotomi uygulanan hastalarda lazer öncesi ve sonrası 1. hafta ve 1 ay KVI ortalama değerleri arasında anlamlı bir artış gösterilmiştir ($p=0.005$ ve $p<0.001$). İçöz ve ark. (71) 30 serilik benzer bir çalışmada ;YAG lazer sonrası KVI'de anlamlı artış tespit etmişlerdi. Çalışmamızda KVI değerleri literatürde bildirilen ortalama değerlere benzer bulduk (lazer öncesi: $67,00 \pm 3,28$, 1.hafta: $67,11 \pm 3,09$, 1. ay: $67,22 \pm 3,14$). Ancak bu ortalamalar arasında anlamlı fark yoktu. Diğer gözü kontrol grubunu oluşturan 20 hastanın karşılaştırmasında kontrol göz ile de anlamlı değişiklik izlemedik.

Optik Koherens Tomografi Anjiyografi (OKTA) ile retina koroid ve optik sinir başı (OSB) mikro damar yapılarının noninvaziv görüntülemesi yapılabilir (44). Nd: YAG kapsülotomi sonrası arka segment yapılarının mikro damar değişiklikleri değerlendirilebilir. Nd: YAG kapsülotomi sonrası OKTA ile arka segment yapılarını değerlendiren çok az sayıda çalışma bulunmaktadır; Urfalıoğlu ve ark (75), toplam enerji seviyesini 50mJ veya altında tutarak yaptıkları Nd: YAG kapsülotomi sonrası OKTA ile makula, optik sinir başı damar yoğunlukları ve akım alanları ile koryopakiler akım alanlarını (KKAA) değerlendirmişler. Bu çalışmada lazer öncesi, sonrası; 1. saat, 1. hafta, 1. ay yapılan ölçümler analiz edilmiş. Makula damar yoğunluğu ve akım alanlarında anlamlı bir değişiklik saptanmamış ($p> 0.05$). Yine OSB damar yoğunluğu

ve akım alanlarında da fark görülmemiş ($p > 0.05$). Benzer şekilde KKAA' da da anlamlı bir değişiklik izlenmemiş.

Başka bir çalışmada Küçük ve Gedik (76); 59 hastanın Nd: YAG sonrası ilk yarım saat içinde ve 1. ayda OKTA ile çekilen ölçümleri karşılaştırmıştır. Bu çalışmada da toplam enerji miktarı 50 mJ ve altında uygulanmıştır. Makulanın yüzeysel ve derin plexusun farklı kadranslarında ölçülen damar yoğunluklarının karşılaştırılmasında anlamlı bir fark bulunmamış. Foveal avasküler zon (FAZ) alanı (mm^2), FAZ çevresi (mm), Foveal yoğunluk değerleri karşılaştırılmış ve anlamlı fark bulunmamıştır. 1mm KKAA değerleri arasında anlamlı bir değişiklik saptanmadığı belirtilmiştir. 2 farklı zamandaki OSB ölçümleri ve RPKP damar yoğunlukları arasında da anlamlı fark görülmemiş. Uygun kriterleri sağlayan 28 hastanın diğer gözü kontrol grubuna seçilmiş ve OKTA değerleri, lazer yapılan gözün ilk yarım saat ve 1. ay ölçülen değerleri ile karşılaştırılmış ve bakılan tüm alanlarda anlamlı bir fark bulunmadığı öne sürülmüştür (76).

Çalışmamızda literatürdeki çalışmalardan farklı olarak OKTA ölçümlerinde parafoveal ve perifoveal YKP damar yoğunluğunda lazer sonrası 1. hafta ve 1 ayda lazer öncesine göre anlamlı artış izlenmiştir ($p < 0,05$). Yine DKP perifoveal kadranslarındaki damar yoğunluğunda da lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda, lazer öncesine göre anlamlı artış izlenmiştir ($p < 0,05$). FAZ alanı ve FAZ çevresi ölçümleri lazer sonrası 1. hafta lazer öncesine göre anlamlı artış göstermiş ($p < 0.05$), 1. ayda anlamlı fark izlenmemiştir. Foveal damar yoğunluğu lazer sonrası 1. hafta ve 1. ayda lazer öncesine göre anlamlı artış göstermiştir. (Sırasıyla $p = 0,009$ ve $p = 0,024$).

Çalışmamızda Optik sinir başı (OSB) RPKP damar yoğunluğu bazı kadranslarda (tüm alan, disk içi, peripapiller, süperior yarı, nazal-süperior, nazal-inferior) YKP ve DKP'dekine benzer şekilde lazer sonrasında öncesine göre anlamlı artış izlenmiştir ($p < 0,05$).

Çalışmamızda 20 hastanın Nd: YAG lazer yapılan göz OKTA ölçümleri kontrol göz ölçümleri ile karşılaştırıldı. YKP bazı kadranslarında (temporal parafovea, nazal, temporal perifovea ve total perifovea) lazer öncesi damar yoğunluğu kontrol grubuna göre anlamlı olarak düşük bulundu ($p < 0,05$). YKP damar yoğunluğunda Lazer sonrası ölçümlerle kontrol göz arasında anlamlı fark izlenmedi. DKP kontrol gözler ile

karşılaştırıldığında lazer öncesi ile kontrol göz arasında anlamlı fark izlenmedi. Lazer sonrası 1. hafta ve 1. ay ölçümler kontrol grubuna göre anlamlı olmamakla birlikte daha yüksekti. FAZ alanı ve OSB mikrovasküler yapılarının OKTA ölçümlerini lazer grubu ile kontrol grubu arasında karşılaştırdığımızda anlamlı fark izlenmedi.

Çalışmamızda özellikle YKP ve DKP damar yoğunluğunda lazer sonrası anlamlı artış olması farklı nedenleri bağlanabilir. Literatürde bu konuda bir iki çalışma dışında ve daha fazla hasta sayılarıyla yapılmış çalışma olmaması tartışmamızı kısıtlamaktadır. YAG lazer kapsülotomi yapıldığında lazerin patlama etkisi ile vitreusun posterior hareketi değişebilir, bu durum retina dolaşımını etkileyebilir ve retinal kan akımında artışa yol açabilir. Bu da OKTA ile damar yoğunluğu artışı olarak izlenebilir veya Nd: YAG kapsülotomi sonrası mikroskobik inflamasyon gerçekleşebilir, inflamasyona yanıt olarak retina damarlarında geçici dilatasyon ve damar geçirgenliğinde artış meydana gelebilir, bu durum OKTA ile damar yoğunluğunda artış olarak gözlemlenebilir. Bunun yanı sıra Nd: YAG kapsülotomi sonrası arka kapsül açılmasıyla optik ortamın saydamlaşması, retinal görüntü kalitesini artırır. Böylece önceden net görünmeyen küçük damarların daha net görünmesi sağlanabilir ve damar yoğunluk artışı olarak yanlış pozitif sonuç doğurabilir. Çalışmamızda ayrıca enerji grupları arasında ve kontrol grubu ile karşılaştırmada anlamlı fark olmayışı, lazer sonrası YKP ve DKP damar yoğunluğundaki artışın kapsülotomi sonrası artan hafif görüntü kalitesine OKTA cihaz yanıtına bağlı olabileceğini desteklemektedir.

Bu iki çalışma (75,76) dışında literatürde retina, koroid ve OSB mikrovasküler yapılarını Nd: YAG lazer sonrası OKTA ile değerlendiren çalışma bulunamamıştır. Her iki çalışmada benzer şekilde 50mj ve altı toplam enerji uygulanan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Bizim çalışmamızda 50 mJ üzerinde toplam enerji uygulanan hastalar da dahil edilmiştir. Çalışmamızın bu yönüyle ilk çalışma olmasının literatüre önemli bilgiler katacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları vardır. İlki olarak hasta sayısının ve özellikle kontrol göz sayısının az olması ve kısa takip süresidir. Ayrıca lazer kapsülotomi öncesi çekimlerde AKK varlığı OKTA ardışık çekimlerinde görüntü kalitesini etkileyebilir.

Sonuç olarak ND: YAG lazer kapsülotominin AKK bağlı azalmış görme keskinliğini net şekilde iyileştirdiği görölmüştür. Enerji miktarından bağımsız retina mikrovasküler damar yapılarında değişikler olabileceği bildirilmiştir ve kısa dönem sonuçları gösterilmiştir.



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Katarakt ameliyatı sonrası gelişen AKK’inde Nd: YAG kapsülotomi oldukça etkili ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmiştir.

AKK bağlı azalmış görme keskinliğinde YAG kapsülotomi sonrası hızlı bir iyileşme olduğu görülmektedir.

Lazer kapsülotomi sonrası ani GİB artışları, lazer sonrası başlayan antiglokomatöz ilaçla güvenli aralıkta kalabilir.

Kornea kalınlığı ve endotel hücre sayısı için Nd: YAG kapsülotomi güvenli kabul edilebilir

Makula ve optik disk kalınlıkları Nd: YAG lazer öncesi ve sonrası OKT ile değerlendirildi, anlamlı fark izlenmedi.

Koroid kalınlığı OKT’de line görüntülerde manuel olarak ölçülmüş, koroid kalınlığı değişimlerinde anlamlı fark izlenmemiştir

Koroidal vasküler indeks aynı görüntülerden özel image J programları ile hesaplandı. Nd YAG kapsülotomi sonrası KVI anlamlı değişiklik izlenmedi

Nd: YAG kapsülotomi sonrası YPK ve DKP damar yoğunluklarında anlamlı artış izlenmiştir, benzer şekilde optik sinir RPKP damar yoğunluğunda da istatistiksel olarak anlamlı artışlar izlenmiştir.

Enerji miktarının retina mikrovasküler yapıları üzerine etkisi değerlendirilmiş yüksek ve düşük enerjili gruplar arasında anlamlı fark izlenmemiştir

Nd: YAG kapsülotomi sonrası OKTA ile arka segment yapılarını değerlendiren çalışma sayısı çok azdır, daha uzun takip süreli ve daha fazla hasta sayıları içeren çalışmalar bu konuda literatüre değerli bilgiler sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Wormstone IM, Wormstone YM, Smith AJO, Eldred JA. Posterior capsule opacification: What's in the bag? *Prog Retin Eye Res.* 2021 May 1;82:100905.
2. Konopińska J, Młynarczyk M, Dmuchowska DA, Obuchowska I. Posterior Capsule Opacification: A Review of Experimental Studies. *J Clin Med.* 2021 Jun 27;10(13):2847.
3. Wu S, Tong N, Pan L, Jiang X, Li Y, Guo M, et al. Retrospective Analyses of Potential Risk Factors for Posterior Capsule Opacification after Cataract Surgery. *J Ophthalmol.* 2018 Aug 5;2018:1–7.
4. Maedel S, Evans JR, Harrer-Seely A, Findl O. Intraocular Lens Optic Edge Design for the Prevention of Posterior Capsule Opacification After Cataract Surgery. *Cochrane Eyes and Vision Group, editor. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 2021 Aug 16 [cited 2025 Apr 5];2021(8). Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD012516.pub2>
5. Bhangra JS. A Review of Posterior Capsular Opacification. *CRO Clin Refract Optom J.* 2023;
6. Bhargava R, Kumar P, Phogat H, Chaudhary K. Neodymium-yttrium aluminium garnet laser capsulotomy energy levels for posterior capsule opacification. *J Ophthalmic Vis Res.* 2015;10(1):37.
7. Rajpoot M, Nehra H, Sharma V, Bhargava R, Pandey K, Mehta B, et al. How Safe is Nd:YAG Laser Capsulotomy in Patients with Uveitis? Outcomes of a Long-Term Study. *J Curr Ophthalmol.* 2024 Mar;36(1):72.
8. Chen W, Tan X, Chen X. Anatomy and Physiology of the Crystalline Lens. In: Liu Y, editor. *Pediatric Lens Diseases [Internet].* 2017 [cited 2025 Apr 6]. p. 21–8. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-981-10-2627-0_3
9. Liu YC, Wilkins M, Kim T, Malyugin B, Mehta JS. Cataracts. *The Lancet.* 2017 Aug;390(10094):600–12.
10. Ophthalmology AA of. 2024-2025 Basic and Clinical Science Course, Section 11: Lens and Cataract. Standard Edition. American Academy of Ophthalmology; 2024. 290 p.
11. Salmon JF. Kanski's Clinical Ophthalmology: A Systematic Approach. Tenth edition. Amsterdam: Elsevier; 2025.
12. Helvacıoğlu F, Şencan S, Tunç Z, Uyar OM, Kapran Z. Katarakt ve Güncel Tedavi Yaklaşımları. *Maltepe Tıp Derg.* 2014 Apr 1;6(1):30–7.
13. Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, Varadaraj V, Khanna RC. Cataracts. *The Lancet.* 2023 Feb;401(10374):377–89.
14. Jacob TJ, Humphry RC, Davies EG, Thompson GM. Cytological Factors Relating to Posterior Capsule Opacification Following Cataract Surgery. *Br J Ophthalmol.* 1987 Sep 1;71(9):659–63.
15. Gu X, Chen X, Jin G, Wang L, Zhang E, Wang W, et al. Early-Onset Posterior Capsule Opacification: Incidence, Severity, and Risk Factors. *Ophthalmol Ther.* 2022 Feb;11(1):113–23.
16. Chen HC, Lee CY, Sun CC, Huang JY, Lin HY, Yang SF. Risk factors for the occurrence of visual-threatening posterior capsule opacification. *J Transl Med.* 2019 Dec;17(1):209.

17. Schaumberg DA, Dana MR, Christen WG, Glynn RJ. A systematic overview of the incidence of posterior capsule opacification. *Ophthalmology*. 1998 Jul;105(7):1213–21.
18. Wormstone IM, Liu CS, Rakic JM, Marcantonio JM, Vrensen GF, Duncan G. Human Lens Epithelial Cell Proliferation in a Protein-Free Medium. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1997 Feb;38(2):396–404.
19. Aslam TM, Devlin H, Dhillon B. Use of Nd:yag Laser Capsulotomy. *Surv Ophthalmol*. 2003 Nov;48(6):594–612.
20. Jelinkova H, Pasta J, Sulc J, Nemec M, Miyagi M, Shi YW, et al. Yag Laser in Ophthalmology. Longo L, Hofstetter AG, Pascu ML, Waidelich WRA, editors. 2002 Oct 1;38.
21. Friedman N j. Nd:YAG Lasers in Ophthalmology. 2009 [cited 2025 Apr 5]. Nd:YAG Lasers in Ophthalmology. Available from: <https://www.opthalmologyweb.com/Tech-Spotlights/26524-Nd-YAG-Lasers-in-Ophthalmology/>
22. Borkenstein AF, Borkenstein EM. Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet (nd: Yag) Laser Treatment in Ophthalmology: A Review of the Most Common Procedures Capsulotomy and Iridotomy. *Lasers Med Sci*. 2024 Jul 2;39(1):167.
23. Rao VP, Mohankumar A, Mohan S, Rajan M. Sub-Hyaloid Hemorrhage Due to Ruptured Retinal Artery Macroaneurysm Treated with Yag Hyaloidotomy. *Oman J Ophthalmol*. 2023 May;16(2):390–1.
24. Yotsukura E, Torii H, Saiki M, Negishi K, Tsubota K. Effect of neodymium:YAG laser capsulotomy on visual function in patients with posterior capsule opacification and good visual acuity. *J Cataract Refract Surg*. 2016 Mar;42(3):399–404.
25. Ceylan A, Aydin FO, Karapapak M, Aydın S, Ozal SA, Yildirim Y. Nd:yag Laser Capsulotomy Vs Needle Aspiration in Intumescent Cataracts: Comparative Study of Complications and Outcomes. *J Cataract Refract Surg*. 2024 Nov;50(11):1123–7.
26. Liu H, Liu X, Chen Y, Wang D, Li Y, Chen H, et al. Effect of Nd:yag Laser Capsulotomy on the Risk for Retinal Detachment After Cataract Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Cataract Refract Surg*. 2022 Feb;48(2):238–44.
27. Rajpoot M, Nehra H, Sharma V, Bhargava R, Pandey K, Mehta B, et al. How Safe is Nd:YAG Laser Capsulotomy in Patients with Uveitis? Outcomes of a Long-Term Study. *J Curr Ophthalmol*. 2024 Jan;36(1):72–7.
28. Abdul Matin M, Shaheen MR, Farhana Z, Abdul Khaleque S. Complications of Nd Yag Laser Capsulotomy. *Med Today*. 2023 Nov 19;35(2):91–4.
29. Stark WJ, Worthen D, Holladay JT, Murray G. Neodymium: YAG Lasers. *Ophthalmology*. 1985 Feb;92(2):209–12.
30. Raza A. Complications After Nd Yag Posterior Capsulotomy. 2007;
31. Khan BI, Alam M, Shah M, Bashir B, Iqbal A, Alam A. Complications of Nd: YAG Laser Capsulotomy. 2014;
32. Steinert RF, Puliafito CA, Kumar SR, Dudak SD, Patel S. Cystoid Macular Edema, Retinal Detachment, and Glaucoma After Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy. *Am J Ophthalmol*. 1991 Oct;112(4):373–80.

33. Lin Z, Yang W, Liu Y. [Complications following Nd: YAG laser posterior capsulotomy]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi Chin J Ophthalmol.* 1994 Sep 1;
34. Kaur R. IOL decentration post Nd-YAG laser capsulotomy. *Indian J Clin Exp Ophthalmol.* 2021 Mar 28;7(1):157–8.
35. Gupta MP, Herzlich AA, Sauer T, Chan CC. Retinal Anatomy and Pathology. *Dev Ophthalmol.* 2016;55:7–17.
36. Wright WS, Eshaq RS, Lee M, Kaur G, Harris NR. Retinal Physiology and Circulation: Effect of Diabetes. Terjung R, editor. *Compr Physiol.* 2020 Jul 8;933–74.
37. Hildebrand GD, Fielder AR. Anatomy and Physiology of the Retina. Reynolds J, Olitsky S, editors. *Pediatr Retina.* 2011;39–65.
38. Quinn N, Csincsik L, Flynn E, Curcio CA, Kiss S, Sadda SR, et al. The Clinical Relevance of Visualising the Peripheral Retina. *Prog Retin Eye Res.* 2019 Jan;68:83–109.
39. Hayreh SS. Blood Supply of the Optic Nerve Head. *Ophthalmologica.* 2010 Apr 1;210(5):285–95.
40. Hirsch K, Heitmar R, Cubbidge RP. Structural and Haemodynamic Differences Between Emmetropic and Highly Myopic Eyes - an Exploratory Study Aiming to Identify Possible Haemodynamic Risk Factors for Glaucoma Susceptibility in High Myopes. 2019 [cited 2025 May 18]; Available from: <http://rgdoi.net/10.13140/RG.2.2.28243.40481>
41. Podoleanu AGh. Optical coherence tomography. *J Microsc.* 2012 Sep;247(3):209–19.
42. Katkar RA, Tadinada SA, Amaechi BT, Fried D. Optical Coherence Tomography. *Dent Clin North Am.* 2018 Jul;62(3):421–34.
43. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, Sadda SR, Staurengi G. Optical Coherence Tomography Angiography. *Prog Retin Eye Res.* 2018 May;64:1–55.
44. Javed A, Khanna A, Palmer E, Wilde C, Zaman A, Orr G, et al. Optical Coherence Tomography Angiography: A Review of the Current Literature. *J Int Med Res.* 2023 Jul;51(7):03000605231187933.
45. Hagag A, Gao S, Jia Y, Huang D. Optical coherence tomography angiography: Technical principles and clinical applications in ophthalmology. *Taiwan J Ophthalmol.* 2017;7:115–29.
46. Agrawal R, Gupta P, Tan KA, Cheung CMG, Wong TY, Cheng CY. Choroidal Vascularity Index as a Measure of Vascular Status of the Choroid: Measurements in Healthy Eyes from a Population-Based Study. *Sci Rep.* 2016 Feb 12;6(1):21090.
47. Lighthizer N, Johnson S, Holthaus J, Holthaus K, Cherian B, Swindell R, et al. Nd:yag Laser Capsulotomy: Efficacy and Outcomes Performed by Optometrists. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* 2023 Oct 1;100(10):665–9.
48. Karahan E, Tuncer I, Zengin MO. The Effect of Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy Size on Refraction, Intraocular Pressure, and Macular Thickness. *J Ophthalmol.* 2014;2014:1–5.
49. Parajuli A, Joshi P, Subedi P, Pradhan C. Effect of Nd:YAG laser posterior capsulotomy on intraocular pressure, refraction, anterior chamber depth, and macular thickness. *Clin Ophthalmol Auckl NZ.* 2019;13:945–52.
50. Weiblinger RP. Review of the Clinical Literature on the Use of the Nd:yag Laser for Posterior Capsulotomy. *J Cataract Refract Surg.* 1986 Mar;12(2):162–70.

51. Bhadka S, S Bezankiwar V, Ainapure S, Pathak P. A Clinical Study of Visual Outcome After Nd-Yag Laser Capsulotomy in Posterior Capsule Opacification. *Int J Sci Res IJSR*. 2022 May 5;11(5):1157–9.
52. Kim JS, Choi JY, Kwon J, Wee W, Han Y. Comparison of Two Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy: Cruciate Pattern Vs Circular Pattern with Vitreous Strand Cutting. *Int J Ophthalmol*. 2018 Feb 18;11 2:235–9.
53. Ruiz-Casas D, Barrancos C, Alio J, Ruiz-Guerrero M, Muñoz-Negrete F, Barrancos RC, et al. Effect of Posterior Neodymium:yag Capsulotomy. Safety Evaluation of Macular Foveal Thickness, Intraocular Pressure and Endothelial Cell Loss in Pseudophakic Patients with Posterior Capsule Opacification. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2013 Nov 1;88:415–22.
54. Keleş A, Karaman S. Nd: Yag Lazer Kapsülötominin Göz İçi Basınç Ve Kornea Endoteli Üzerine Erken Dönemde Etkisi. *Akdeniz Med J*. 2021 Jul 12;7(2):220–4.
55. Khan A, Abdul Rauf, Muhammad Haroon Sarfraz, Summaya Khan, Taimoor Ashraf, Nazia Iqbal. Assessment of Endothelial Cell Count Changes Post-Yttrium Aluminium Garnet Laser for Posterior Capsular Opacification. *Pak Armed Forces Med J*. 2023 Jul 28;73(SUPPL-2):S316-19.
56. Chen HC, Lee CY, Liu CF, Hsueh YJ, Meir YJJ, Cheng CM, et al. Corneal Endothelial Changes Following Early Capsulotomy Using Neodymium:yttrium–Aluminum–Garnet Laser. *Diagnostics*. 2022 Jan 8;12(1):150.
57. JoÃ£o MD, Costa JV, Monteiro T, Franqueira N, Faria Correia F, Vaz F. Intraocular Lens Position and Anterior Chamber Parameters Evaluation After Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy for Posterior Capsular Opacification Using Anterior Segment Swept-Source Optical Coherence Tomography. *Clin Ophthalmol*. 2022 Jan;Volume 16:153–9.
58. Simsek A. Biometric and Intraocular Pressure Changes After Nd:yag Laser Capsulotomy. *Eur Res J* [Internet]. 2017 Mar 12 [cited 2025 Jun 10];3. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/doi/10.18621/eurj.270086>
59. Ghasemi Falavarjani K, Aghamirsalim M, Abri Aghdam K. Resident-Performed Neodymium:yag Laser Posterior Capsulotomy. *Can J Ophthalmol*. 2017 Aug;52(4):324–30.
60. Parajuli A, Joshi P, Subedi P, Pradhan C. Effect of Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy on Intraocular Pressure, Refraction, Anterior Chamber Depth, and Macular Thickness. *Clin Ophthalmol*. 2019 Jun;Volume 13:945–52.
61. Lin JC, Katz LJ, Spaeth GL, Klancnik JM. Intraocular Pressure Control After Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy in Eyes with Glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2008 Mar 1;92(3):337–9.
62. Ozkurt YB, Sengör T, Evciman T, Haboğlu M. Refraction, Intraocular Pressure and Anterior Chamber Depth Changes After Nd:yag Laser Treatment for Posterior Capsular Opacification in Pseudophakic Eyes. *Clin Exp Optom*. 2009 Sep 1;92(5):412–5.
63. Grzybowski A, Kanclerz P. Does Nd:YAG Capsulotomy Increase the Risk of Retinal Detachment? *Asia-Pac J Ophthalmol*. 2018;7:339.
64. Alimanović-Halilović E. [complications in the Posterior Eye Segment After Nd-Yag Laser Capsulotomy]. *Med Arh* [Internet]. 2004 [cited 2025 Jun 11]; Available from: https://www.semanticscholar.org/paper/%5BComplications-in-the-posterior-eye-segment-after-Alimanovi%C4%87-Halilovi%C4%87/344cea2042f59e2eb523ce95c6e14b5199928ea8?utm_source=consensus

65. Bergandi L, Skorokhod OA, Franzone F, La Grotta R, Schwarzer E, Nuzzi R. Induction of Oxidative Stress in Human Aqueous and Vitreous Humors by Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(7):1145–51.
66. Ari S, Cingü AK, Sahin A, Çinar Y, Çaça I. The Effects of Nd:yag Laser Posterior Capsulotomy on Macular Thickness, Intraocular Pressure, and Visual Acuity. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2012 Sep;43(5):395–400.
67. Lee MS, Lass JH. Rapid Response of Cystoid Macular Edema Related to Nd:yag Laser Capsulotomy to 0.5% Ketorolac. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Off J Int Soc Imaging Eye*. 2004;35(2):162–4.
68. Ranta P, Tommila P, Kivelä T. Retinal breaks and detachment after neodymium:YAG laser posterior capsulotomy: Five-year incidence in a prospective cohort. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Jan;30(1):58–66.
69. Wesolosky JD, Tennant M, Rudnisky CJ. Rate of Retinal Tear and Detachment After Neodymium:yag Capsulotomy. *J Cataract Refract Surg*. 2017 Jul;43(7):923–8.
70. Grzybowski A, Kanclerz P. Does Nd:yag Capsulotomy Increase the Risk of Retinal Detachment? *Asia-Pac J Ophthalmol*. 2018 Oct;7(5):339.
71. Icoz M, Tarım B, Icoz SGG. The Effect of Nd:yag Laser Applied in the Posterior Capsule Opacification on Retinal and Choroidal Structures. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2023 Sep;43:103653.
72. Yuvacı İ, Pangal E, Yüce Y, Yuvacı S, Bayram N, Ulusoy DM, et al. Optic Coherence Tomography Measurement of Choroidal and Retinal Thicknesses After Uncomplicated Yag Laser Capsulotomy. *Arq Bras Oftalmol* [Internet]. 2015 [cited 2025 Jun 12];78(6). Available from: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0004-2749.20150091>
73. Yılmaz T, Yılmaz A. Long-Term Changes in Subfoveal Choroidal Thickness and Central Macula Thickness After Nd:yag Laser Capsulotomy. *Int Ophthalmol*. 2017;37:1003–8.
74. Küçük E, Yeşilyurt H, Çakmak M, Zor KR, Karataş MÇ. Evaluation of the Effects of Nd: Yag Laser Capsulotomy on Choroidal Thickness and Choroidal Vascularity Index. *Lasers Med Sci*. 2025 Feb 27;40(1):120.
75. Urfalıoğlu S, Özdemir G, Güler M, Daghan B, Öz F. The Evaluation of the Effect of Nd-Yag Capsulotomy on Posterior Ocular Vascular Structures by Optical Coherence Tomography Angiography. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2023 Jun 1;42:103323.
76. Küçük E, GEDİK B. Neodymium: Yttrium Alüminyum Garnet Lazer Kapsülötomisi Esnasında Lazerin Maküler Ve Peripapiller Mikrovasküleritede Ve Koryopakillerlerde Kantitatif Değişiklikler Oluşturup Oluşturmadığının Araştırılması. *Fırat Tıp Derg*. 2023;28(2):141–9.