



T.C.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**KLİNİĞİMİZDE ULTRAVİYOLE IŞIĞI FİLTRELEYEN İLE
ULTRAVİYOLE VE MAVİ IŞIĞI BİRLİKTE FİLTRELEYEN
GÖZ İÇİ MERCEK YERLEŞTİRİLEN HASTALARIN
SONUÇLARININ OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Fatih Ali CEYLAN

UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2024



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

KLİNİĞİMİZDE ULTRAVİYOLE IŞIĞI FİLTRELEYEN İLE
ULTRAVİYOLE VE MAVİ IŞIĞI BİRLİKTE FİLTRELEYEN
GÖZ İÇİ MERCEK YERLEŞTİRİLEN HASTALARIN
SONUÇLARININ OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Fatih Ali CEYLAN

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Olcay TATAR KARTALOĞLU

ANKARA

2024

TEŐEKKÖR

Tezimin yazım aŐamasında bilgi ve tecrübesiyle bana destek olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Olcay TATAR KARTALOĞLU'na teŐekkÖrü bir borç bilirim.

SÖreç boyunca desteklerini esirgemeyen annem Asiye CEYLAN ve babam Mehmet Ali CEYLAN'a sonsuz teŐekkÖrlerimi sunarım.

Dr. Fatih Ali CEYLAN

ÖZET

Ceylan FA. Kliniğimizde Ultraviyole Işığ Filtreleyen ile Ultraviyole ve Mavi Işığ Birlikte Filtreleyen Göz İçi Mercek Yerleştirilen Hastaların Sonuçlarının Optik Koherens Tomografi ile Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2024.

Katarakt, göze giren ışığı retinaya odaklayan doğal göz içi kristalinin bulanıklaşmasıdır. Bu bulanıklık görüşte azalmaya neden olabilir ve tedavi edilmezse sonunda körlüğe yol açabilir. Kataraktlar genellikle yavaş ve ağrısız bir şekilde gelişir, bu nedenle bir kişinin farkında olmadan görme ve yaşam tarzı etkilenebilir. Dünya çapında kataraktlar, önlenebilir körlüğün en önemli nedenidir. Katarakt gelişimini veya ilerlemesini önleyen tıbbi bir tedavi yoktur. Bulanık lensin çıkarılması ve berrak bir göz içi lens (GİL) yerleştirilmesi olan modern katarakt cerrahisi, kataraktlar için tek kesin tedavidir. Katarakt cerrahisi, tüm tıpta yapılan en etkili ve en yaygın işlemdir.

Lens, 300-400 nm dalga boyu aralığında çoğu ultraviyole ışığı engellerken daha kısa dalga boyları kornea tarafından engellenir. Katarakt ameliyatı ile lens çıkarıldığında ise göz hasara daha açık hale gelmektedir. Günümüzde GİL'ler UV ışığı filtreleyecek şekilde tasarlanmaktadır. Sarı kromorlu GİL'ler ise mavi ışığı da filtre edecek şekilde tasarlanmaktadır. Çalışmanın amacı daha önce katarakt cerrahisi uygulanmış, 2 farklı filtreye sahip GİL yerleştirilen hastaları optik koherens tomografi (OKT) ile değerlendirerek bulguları kıyaslamaktır.

Çalışmada her bir göz için OKT (Heidelberg Spectralis), biyometri (ZEISS IOLMaster 700) tetkikleri incelenmiş ve her iki grup arasında karşılaştırılmıştır. OKT ile santral makula kalınlığı, retina sinir lifi tabakası kalınlığı, ganglion hücre tabakası kalınlığı, iç pleksiform tabakası kalınlığı cihazın yazılımı üzerinden otomatik ölçülmüştür. Aksiyel uzunluk ve merkezi kornea kalınlığı ise biyometri cihazı üzerinden elde edilmiştir. Retina pigment epiteli (RPE) ve elipsoid zon reflektivitesi ile koroidal vaskülerite indeksi ImageJ programı yardımıyla hesaplanmıştır.

Çalışmaya katarakt cerrahisi uygulanmış, UV ve mavi ışık filtresine sahip GİL yerleştirilmiş 76 göz, sadece UV ışık filtresine sahip GİL yerleştirilmiş 51 göz dahil edilmiştir ve kıyaslanmıştır. Her iki GİL grubunda da zaman içerisinde ortalama retina kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir kayıp saptanmadı. Peripapiller retina sinir lifi kalınlıklarında istatistiksel anlamlı değişiklik saptanmadı. Her iki grupta da en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri benzer düzeydeydi. Göz içi basınçları kontrol ölçümlerinde normal sınırlarda ve iki grup arasında anlamlı olarak farklı değildi. Her iki grupta da kontrol muayenelerinde retina pigment epiteli ve elipsoid zon değişiklikleri saptanmadı. RPE ve elipsoid zon reflektiviteleri ameliyat öncesine göre kontrolde benzer saptandı. Koroidal vaskülerite indeksinde anlamlı değişiklik saptanmadı.

Sonuç olarak sağlıklı gözlere yerleştirilen UV ve mavi ışık filtreli GİL ile sadece UV ışık filtreli GİL karşılaştırıldığında OKT bulguları üzerindeki etkilerinin benzer olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: GİL, katarakt, makula, ganglion, optik koherens tomografi, mavi ışık filtre

ABSTRACT

Ceylan FA. Evaluation of Patients Implanted with Intraocular Lenses Filtering Ultraviolet Light versus Filtering Ultraviolet and Blue Light with Optical Coherence Tomography, Hacettepe University Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology, Thesis in Ophthalmology, Ankara, 2024.

Cataract is the clouding of the natural intraocular lens of the eye that focuses light entering the eye onto the retina. This cloudiness can cause a decrease in vision and if left untreated, can eventually lead to blindness. Cataracts generally develop slowly and painlessly, thus affecting a person's vision and lifestyle without their awareness. Worldwide, cataracts are the leading cause of preventable blindness. There is no medical treatment to prevent or stop the progression of cataracts. Modern cataract surgery, which involves removing the cloudy lens and implanting a clear intraocular lens (IOL), is the only definitive treatment for cataracts. Cataract surgery is the most effective and widespread procedure performed in medicine.

The lens blocks most ultraviolet light in the wavelength range of 300-400 nm, while shorter wavelengths are blocked by the cornea. However, when the lens is removed during cataract surgery, the eye becomes more susceptible to damage. Nowadays, intraocular lenses are designed to filter UV light. Yellow chromophore IOLs are designed to filter blue light as well. The aim of the study is to evaluate patients who have undergone cataract surgery previously with IOLs have two different filters using optical coherence tomography (OCT) and compare the findings.

In the study, OCT (Heidelberg Spectralis) and biometry (ZEISS IOLMaster 700) examinations were performed for each eye and compared within between the two groups. Central macular thickness, retinal nerve fiber layer thickness, ganglion cell layer thickness and inner plexiform layer thickness were automatically measured using the OCT device's software. Axial length and central corneal thickness were obtained using the biometry

device. Retinal pigment epithelium (RPE) and ellipsoid zone reflectivity, as well as choroidal vascularity index, were calculated using the ImageJ program.

A total of 76 eyes with UV + Blue light-filtering IOLs and 51 eyes with only UV light-filtering IOLs, all of which had undergone cataract surgery, were included and compared in the study.

There was no statistically significant loss in retinal thickness over time in both IOL groups. No significant difference was found in peripapillary retinal nerve fiber layer thickness within and between the two groups. Postoperative best-corrected visual acuities were similar in both groups. Intraocular pressures were within normal limits on follow-up measurements and did not differ significantly between the two groups. RPE and ellipsoid zone changes were not observed in either group during follow-up examinations. RPE and ellipsoid zone reflectivities were found to be similar during follow-up compared to the preoperative values. There were no significant changes observed in the choroidal vascularity index.

In conclusion, when comparing the effects of intraocular lenses with blue light filtering to those with only UV light filtering placed in healthy eyes, it was observed that their effects on OCT findings were similar.

Key Words: IOL, cataract, macula, ganglion, optical coherence tomography, blue light filtering

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Retinanın Anatomisi ve Vasküler Yapıları	4
2.2 Retina Görüntüleme Yöntemleri	7
2.3 Optik Biyometri.....	9
2.4. Lens ve Katarakt.....	10
2.5 Katarakt Tedavisi	14
2.7. Göz İçi Lensler	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM	16
3.1 Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	16
3.2 Çalışmadan Dışlama Kriterleri	16
3.3 Demografik ve Klinik Özelliklerin Değerlendirilmesi	17
3.4 Hastaların Gruplandırılması.....	17
3.5 Ön Segment Ölçümleri, Aksiyel Uzunluk ve Santral Kornea Kalınlığı Değerlendirilmesi	17

	vii
3.6 OKT Görüntülerinin Alınması ve Değerlendirilmesi.....	18
3.7 İstatistiksel Yöntemler.....	21
4. BULGULAR.....	22
4.1. Santral Kornea Kalınlığı ve Aksiyel Uzunluk.....	23
4.2. Optik Koherens Tomografi Ölçümleri.....	24
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ.....	36
7. KAYNAKLAR	38



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AL	:	Aksiyel Uzunluk
CCT	:	Central Cornea Thickness
GİL	:	Göz içi lens
IOL	:	Intraocular lens
KVİ	:	Koroidal Vaskülarite İndeksi
OCT	:	Optical Coherence Tomography
OKT	:	Optik Koherens Tomografi
OKT-A	:	Optik Koherens Tomografi Anjiyografi
RPE	:	Retina Pigment Epiteli
SKK	:	Santral Kornea Kalınlığı
UV	:	Ultraviyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Retinal hücre katmanlarının şematik gösterimi (Ferrara M. ve ark. çalışmasından düzenlenmiştir ²³	5
Şekil 2.2. Oküler vasküler yapıların şematik gösterimi ²⁷	6
Şekil 2.3. Optik koherens tomografi görüntüsü	8
Şekil 2.4. Optik koherens tomografi anjiyografi görüntüsü.....	9
Şekil 2.5. Optik Biyometri Cihazı (IOLMaster 700).....	10
Şekil 2.6. Lens Histolojisi ³³	11
Şekil 2.7. Nükleer Katarakt Ön Segment Fotoğrafı ³³	13
Şekil 3.1. ZEISS İOLMaster 700 AL ve SKK verileri	18
Şekil 3.2. OKT Kalınlık Ölçümü	19
Şekil 3.3. KVI Hesaplanması	19
Şekil 3.4. Plot Profil Analizi	20

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Göz İçi Lenslerin Teknik Özellikleri	15
Tablo 4.1. Grupların cinsiyete göre dağılımı	22
Tablo 4.2. Grupların yaşa göre dağılımı	22
Tablo 4.3. Ortalama Takip Süresi	23
Tablo 4.4. Grupların ameliyat sonrası en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve göz içi basınçları	23
Tablo 4.5. Ortalama Santral Kornea Kalınlığı ve Aksiyel Uzunluk.....	24
Tablo 4.6. Ameliyat Öncesi ve Sonrası Ortalama Santral Makula Kalınlığı	24
Tablo 4.7. Ameliyat Öncesi Retina Sinir Lifi, Ganglion Hücre ve İç Pleksiform Tabakalarının Kalınlıkları	25
Tablo 4.8. Ameliyat Sonrası Retina Sinir Lifi, Ganglion Hücre ve İç Pleksiform Tabakalarının Kalınlıkları	26
Tablo 4.9. Ameliyat Öncesi ve Sonrası Ortalama Retina Sinir Lifi, Ganglion Hücre ve İç Pleksiform Tabakalarının Kalınlıkları	27
Tablo 4.10. Ameliyat Öncesi ve Sonrası Makular Ganglion Hücre Kompleksi Kalınlığı.....	28
Tablo 4.11. Ameliyat Öncesi ve Ameliyat Sonrası Ortalama Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlıkları.....	29
Tablo 4.12. Ameliyat öncesi RPE ve Elipsoid Zon Reflektivitesi	29
Tablo 4.13. Ameliyat Sonrası RPE ve Elipsoid Zon Reflektivitesi.....	30
Tablo 4.14. Ameliyat Öncesi ve Ameliyat Sonrası RPE ve Elipsoid Zon Reflektivitesi.....	30
Tablo 4.15. Ameliyat Öncesi ve Ameliyat Sonrası KVİ	31

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Göz lensinin temel işlevi ışığı retina üzerine iletmek ve odaklamaktır. Bu işlevi kolaylaştırmak için lens yüksek protein yoğunluğuna sahiptir. 1833'te Sir David Brewster'in deneyleri ile uzun bir bilimsel araştırma başlamıştır.¹ 1894'te Mörner, şimdi kristalinler olarak adlandırdığımız yapısal proteinleri ilk kez tanımlamıştır.²

Doğumda yaklaşık 65 mg ağırlığında olan insan lensi, 10 yaşına kadar olan süreçte ağırlığı yaklaşık 160 mg'a kadar artar ve büyüme bu noktada büyük ölçüde yavaşlar, 90 yaşında yaklaşık 250 mg ağırlığa ulaşır.^{3,4} Lensin toplam kütesinin %60'ı kadarı proteinlerden oluşabilir.⁵ Lens kollajen bir kapsülle çevrilidir. Kapsül difüzyon için bariyer görevi görür ve lensin şekillenmesine katkıda bulunur.^{6,7} Ana bileşenleri tip IV kollajen, laminin, entaktin, perlekan, tip XVIII kollajen, heparin sülfat proteoglikan ve fibronektindir.^{8,9} Kapsüller filamentler, eşit boyutta ve paralel bir şekilde hizalanmış olup, en arka kutupta en ince, ekvatorunda en kalındır.⁹ Lens kapsülü, insanlarda gebeliğin 5-6 haftasında ilk kez tespit edilebilir.¹⁰

Lens, 300-400 nm dalga boyu aralığında çoğu ultraviyole ışığı engellerken daha kısa dalga boyları kornea tarafından engellenir. Işığı engelleyen pigment 3-hidroksikinurenin glikozidi, lens epitelindeki triptofan katabolizmasının bir ürünüdür.¹¹ Yüksek yoğunluktaki ultraviyole ışık retinaya zarar verebilir, bu nedenle yapay göz içi lensler ultraviyole ışığı da engellemek için üretilir.¹²

Katarakt, göze giren ışığı retinaya odaklayan doğal göz içi kristalinin bulanıklaşmasıdır. Bu bulanıklık görüşte azalmaya neden olabilir ve tedavi edilmezse sonunda körlüğe yol açabilir. Kataraktlar genellikle yavaş ve ağrısız bir şekilde gelişir, bu nedenle bir kişinin farkında olmadan görme ve yaşam tarzı etkilenebilir. Dünya çapında kataraktlar, önlenemez körlüğün en önemli nedenidir. Katarakt gelişimini veya ilerlemesini önleyen tıbbi bir tedavi yoktur. Bulanık lensin çıkarılması ve berrak bir GİL yerleştirilmesi olan modern katarakt cerrahisi, kataraktlar için tek kesin tedavidir. Katarakt cerrahisi, tüm tıpta yapılan en etkili ve en yaygın işlemdir.¹³

Kataraktlar genellikle yavaş bir şekilde görmeye düşüş ile gelişir ve gözlüklerle düzeltilemez. Yaygın şikayetler arasında bulanık görüş, az ışıkta okuma zorluğu, gece kötü görme, ışıklar etrafında parlamalar ve halkalar, bazen çift görme yer alır. Katarakt belirtileri arasında sık sık gözlük reçetesinde değişiklikler ve 55 yaşın üzerindeki hastalarda okuma gözlüğü olmadan okuma yeteneğinde artış bulunabilir.¹⁴

Başlıca yaşa bağlı, travmatik ve metabolik olmak üzere birkaç tür katarakt vardır. Yaşa bağlı olan en yaygın türdür, patogenez çok faktörlüdür ve tam olarak anlaşılammıştır. Travmatik katarakt, künt ve delici göz yaralanmalarını takiben, elektrik çarpması, kimyasal yanıklar ve radyasyona maruz kalma sonrasında ortaya çıkabilir. Metabolik kataraktlar ise kontrolsüz diyabetlilerde, galaktozemi, Wilson hastalığı ve Miyotonik distrofi hastalarında ortaya çıkabilir.¹³

Mavi ışık tehlikesi terimi ise, kısa dalga boylu ışığın, kısa süreli yoğun maruziyetlerinde, daha uzun dalga boyuna sahip ışıklardan daha fazla fototoksik olmasını tanımlar.^{12,15,16,17} UV ışınlarının, afakik gözlerde mor ışıktan potansiyel olarak daha fazla fototoksik olması, mavi ışığın da daha uzun dalga boylarına kıyasla akut olarak daha zararlı olabileceğini açıklayabilir.¹⁸ Mavi ışık tehlikesi verileri, 2500 wattlık bir xenon lambası kullanılarak yapılan ve süreleri 1 ile 1000 saniye arasında değişen retinal maruziyetlerle gerçekleştirilen anestezi altındaki rezus maymunları üzerindeki deneylerden kaynaklanmıştır.¹⁸ Bu terimin, retinal maruziyetlerin büyüklük olarak milyonlarca kat daha düşük olduğu iç ve dış mekan aydınlatmalarıyla ilgisi yoktur.^{12,15,17,19} Mavi ışık tehlikesi güneş, kaynak ışığı ve ameliyat mikroskobu makulopatisi gibi akut koroidal ve retinal yaralanmalara neden olabilen parlak ışık kaynaklarına maruziyetleri ifade eder. Bu durumun yanlış kullanımı, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun, mavi ışık tehlikesi teriminin güneş veya kaynak ışığı gibi parlak ışık kaynakları için kullanılması gerektiğini vurgulayan bir açıklama yayınlamasına neden olmuştur.¹⁷

Amerika Medicare ve Medicaid Hizmetleri Merkezleri, mavi ışık ile makula dejenerasyonu arasındaki ilişkinin spekülatif olduğunu ve mevcut kanıtlarla

kanıtlanmadığını öne sürmüştür.^{20,21} On dört yıl sonra Uluslararası Aydınlatma Komisyonu aynı sonucu yayınlamıştır.¹⁷

Bu tez çalışmasının amacı ise UV ve mavi ışık filtresine sahip GİL yerleştirilmiş hastalar ile sadece UV ışık filtresine sahip GİL yerleştirilmiş hastalarda OKT sonuçları üzerindeki etkisini ortaya koymaktır.

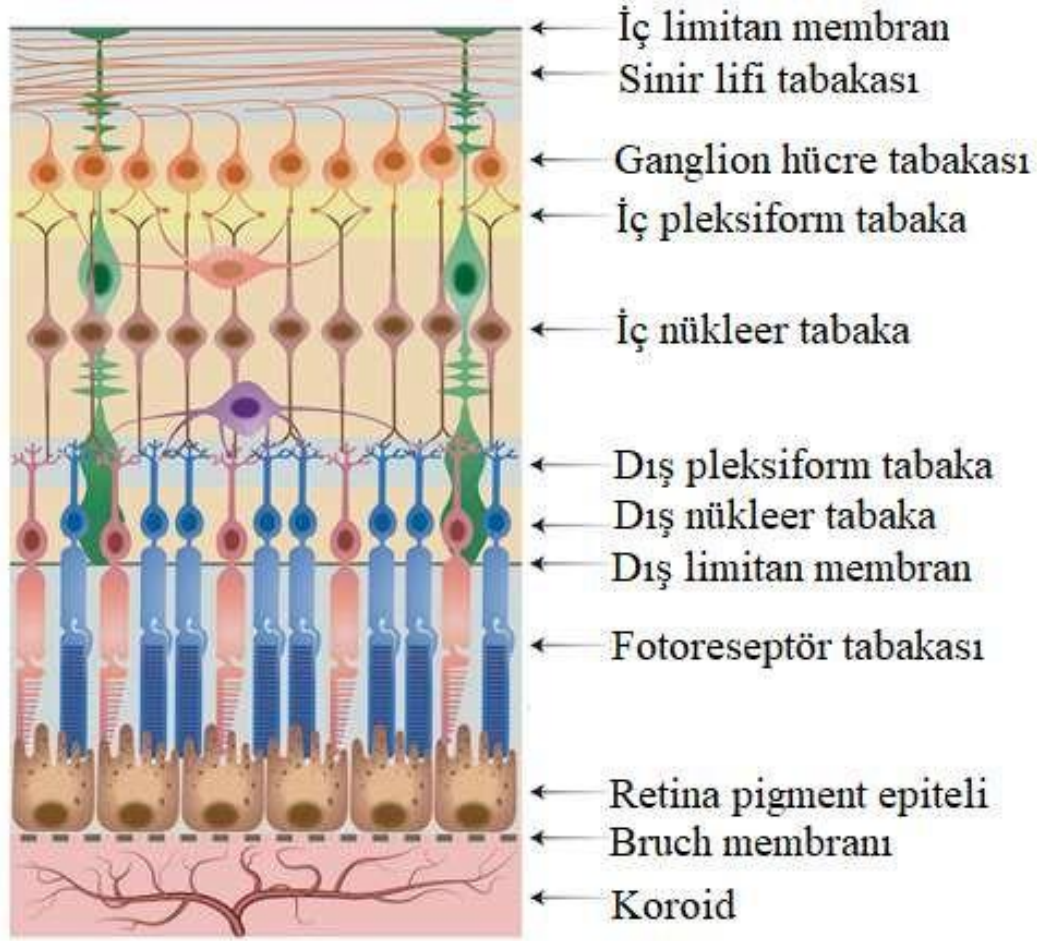


2. GENEL BİLGİLER

2.1 Retinanın Anatomisi ve Vasküler Yapıları

Retina gelen ışınları yakalayan ve bunları beynin görsel bir resim gibi algılaması için hem elektriksel hem de kimyasal sinyaller olarak nöronal yollar boyunca ileten, göz küresini içten kaplayan, fotoreseptör hücreler ve glial hücrelerden oluşan bir katmandır. Retina, irise en yakından en uzağa olmak üzere on katmandan oluşur.²² Bunlar sırasıyla şu şekildedir:

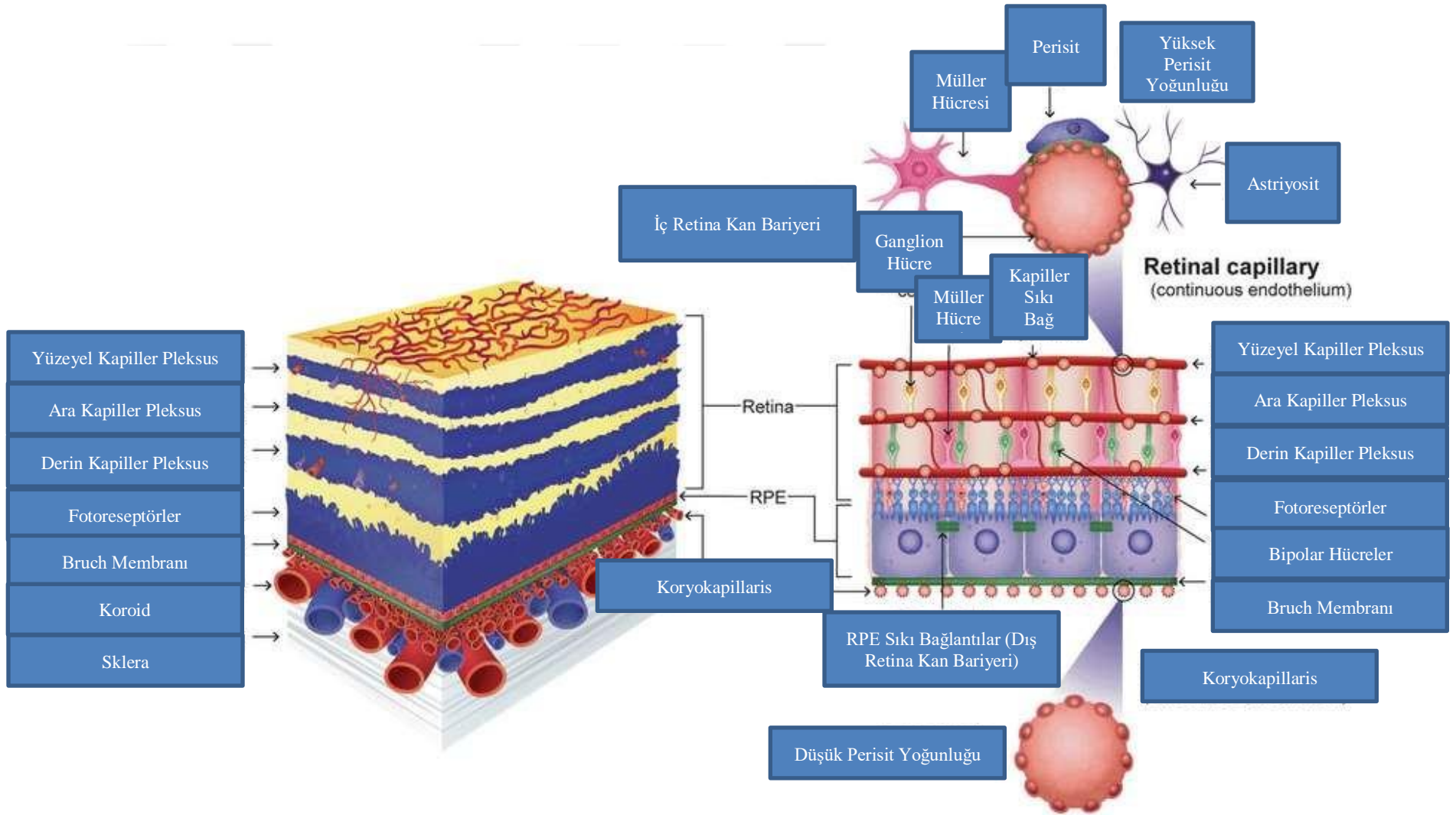
- İç limitan membran
- Sinir lifi tabakası
- Ganglion hücre tabakası
- İç pleksiform tabaka
- İç nükleer tabaka
- Dış pleksiform tabaka
- Dış nükleer tabaka
- Dış limitan membran
- Fotoreseptör tabakası



Şekil 2.1. Retinal hücre katmanlarının şematik gösterimi (Ferrara M. ve ark. çalışmasından düzenlenmiştir²³)

Sarımsı pigmentli görünümü nedeniyle makula lutea olarak da adlandırılan makula, retinanın en hassas bölgesini oluşturur ve en yüksek görme keskinliğine sahip bölgedir. Fundoskopik muayenede optik diskin temporal kısmında bulunur. Makulanın merkezinde fovea şeklinde adlandırılan yüksek konsantrasyonda koni hücresi içeren avasküler bir çöküntü mevcuttur.^{24,25}

Retina beslenmesi iki vasküler sistem tarafından sağlanır. Santral retinal arter, retinanın iç katlarının oksijenizasyonunu sağlarken; koryokapillaris ise retina pigment epitelinin ve dış retina katlarını beslemektedir.²⁶

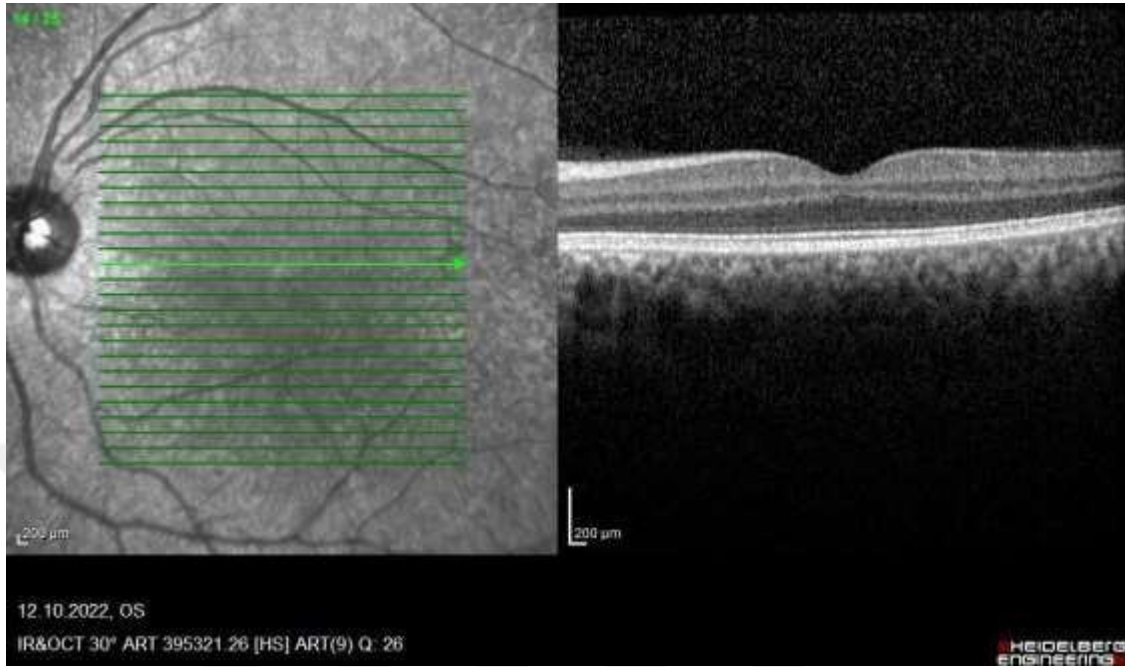


Şekil 2.2 Oküler vasküler yapıların şematik gösterimi²⁷

Koroid, yoğun pigmentli sinüzoidal bir yapıdır ve oftalmik arterin iki dalından kanlanır. Koroidin arka kısmını kısa arka siliyer arterler beslerken; iris, siliyer cisim ve koroidin ön kısmı ise uzun arka siliyer arterden beslenir. Koroid damar birbirine bağlı üç farklı damar katmanı mevcuttur. Retinaya en yakın kısmında koryokapilleris mevcut iken sırasıyla dışarıya doğru Sattler katmanı ve Haller katmanı vardır. Gözdeki kan hacminin yaklaşık yüzde seksen beşi koroidde dolaşmaktadır.²⁶

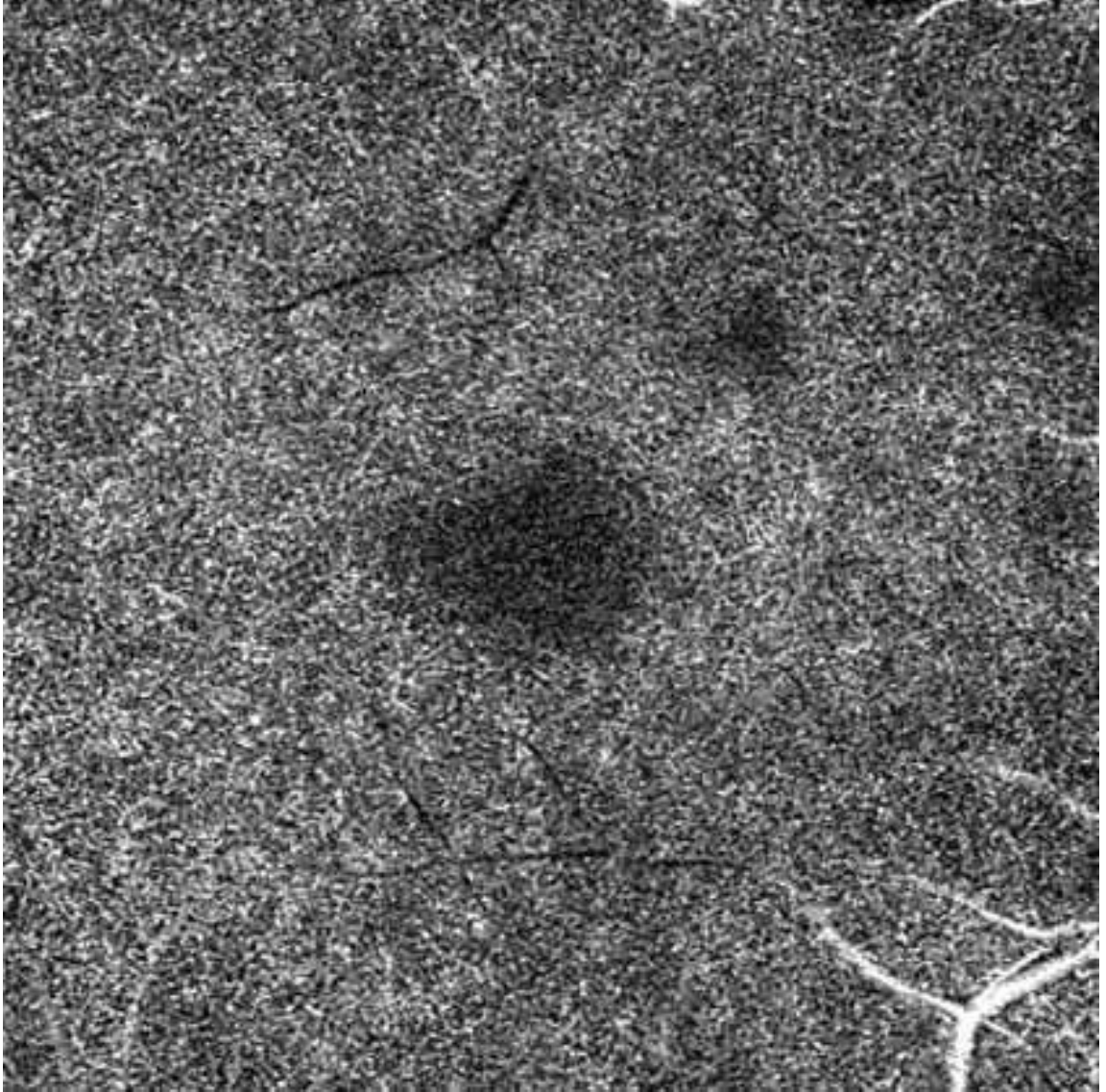
2.2 Retina Görüntüleme Yöntemleri

Optik Koherens Tomografi (OKT), retinanın in vivo kesitsel görünümünü sağlayan ve invaziv olmayan bir tanı tekniğidir. İlk kez 1991 yılında Huang ve arkadaşları tarafından tanıtılmıştır.²⁸ Başlangıçta OKT görüntüleri ‘‘Time Domain’’ ismi verilen yöntemle elde edilmiştir. Bu yöntem cihaz içerisinde hareket eden aynaya ve gözden geri yansıyan ışınların gecikme zamanına bağlı olduğu için time domain OKT şeklinde adlandırılmıştır. 840 nanometre dalga boyunda ışık demeti kullanılmakta ve saniyede 400 aksiyal tarama yapılabilmektedir. Zamanla bu yöntem yerini Spektral Domain OKT ismindeki yönteme bırakmıştır. Saniyede 20000-40000 aksiyal tarama yapabilen bu yöntemle küçük boyutlu lezyonları görüntülemek kolaylaşmıştır. Çalışma sistemi göze ve referans aynaya gönderilen ışın demetinden yansımaların spektrometride toplanması ve çeşitli formüllerle görüntünün oluşması esasına dayanmaktadır. Referans ayna bu yöntemde sabittir. Klasik spektral domain OKT’ler 800-870 nanometre dalga boylarında ışık demeti kullanmaktadır.²⁹ (Şekil 2.3) Swept-source teknolojisi kullanılarak saniyede 100000-400000 aksiyal tarama yapabilen OKT cihazlarında ise dalga boyu 1050-1060 nanometre düzeyindedir. Doku penetransı daha yüksek olup aynı anda daha geniş bir alan daha ince kesitlerle değerlendirilebilir.³⁰



Şekil 2.3. Optik koherens tomografi görüntüsü

Optik Koherens Tomografi Anjiyografi (OKT-A), retinanın ve koroidin mikro damar sistemini görüntülemek için kullanılan non-invaziv bir yöntemdir. Bu teknolojiyi kullanan ilk çalışmalar 2014 yılında yayınlanmıştır.³¹ Yöntemin çalışma prensibi damar içerisinde hareket eden kırmızı kan hücrelerinin göze iletilen lazer ışığını yansıtmasına dayanmaktadır.³² OKT-A algoritmaları standart olarak dört farklı segmente ayrılır. Bunlar iç retinal pleksus, dış retinal pleksus, dış retina, ve koryokapillaristir. Başlıca avantajları ise kontrast madde kullanımına gerek olmaması ve işlem süresinin kısa olmasıdır.³² (Şekil 2.4)



Şekil 2.4. Optik koherens tomografi anjiyografi görüntüsü

2.3 Optik Biyometri

Klinik uygulamada, GİL güç hesaplamaları için optik biyometri mevcut standarttır. Optik biyometri, gözün anatomik özelliklerini ölçmek için son derece doğru, invaziv olmayan otomatik bir yöntemdir. Doğru ölçümler, katarakt cerrahisi öncesinde implante edilmeden önce bir GİL'in doğru gücünü belirlemek için kritiktir.

Birden fazla cihaz ve formül mevcuttur ve hedef refraksiyonu gerçekleştirmek için aksiyel uzunluk, ön kamara derinliği ve korneal yarıçaplar (K1 ve K2) doğru bir şekilde ölçülmelidir.



Şekil 2.5. Optik Biyometri Cihazı (IOLMaster 700)

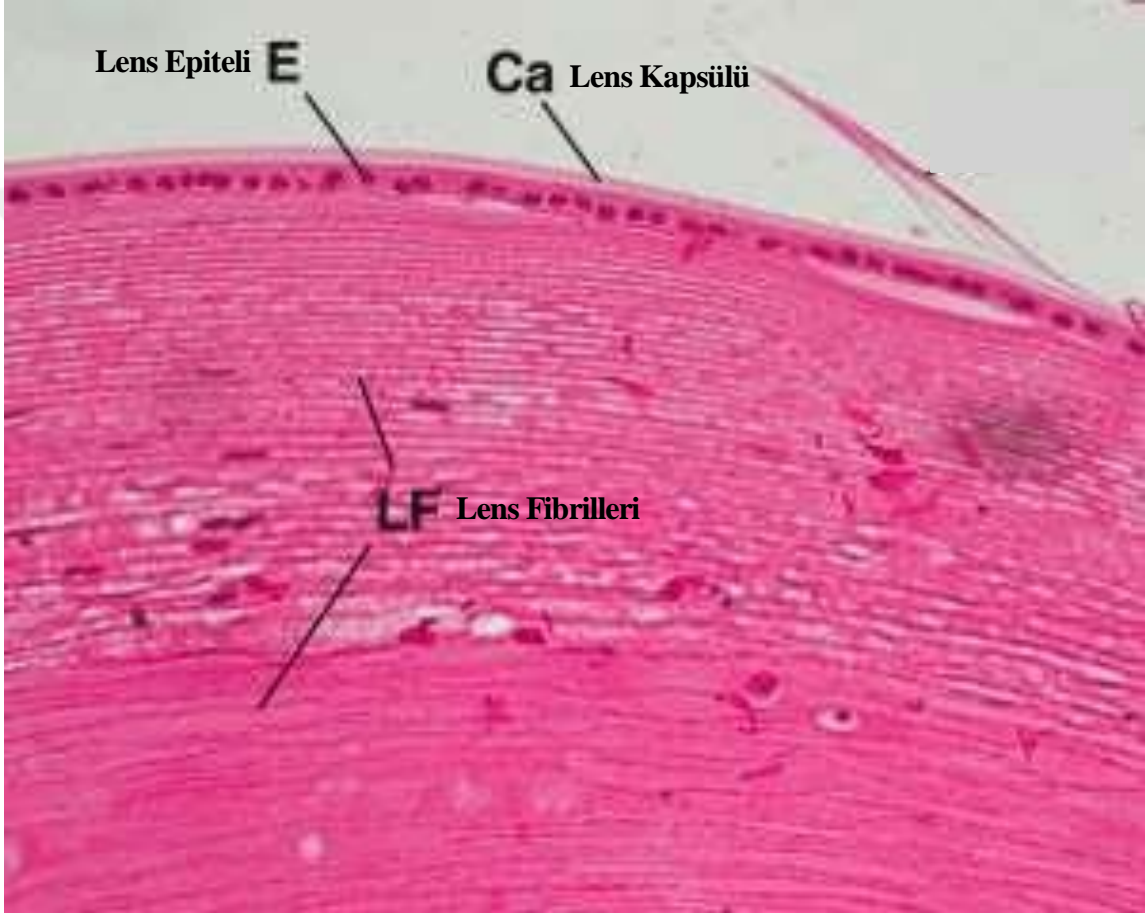
2.4. Lens ve Katarakt

Lens, doğrudan pupilin arkasında yer alan şeffaf, bikonveks bir disk şeklindeki yapıdır. Üç kısımdan oluşur: lens kapsülü, subkapsüler epitel ve lens lifleri.

Lens kapsülü, altındaki lens epitelinin bazal membranıdır. Vücuttaki en kalın bazal membranıdır ve çoğunlukla tip IV kollajen³⁴ ile glikoprotein içerir. Tüm lensi sarar ve kalınlığı 2 ile 28 mikrometre arasında değişir.³⁵

Subkapsüler epitel, lens kapsülünün hemen altında, lensin ön ve yan yüzeylerinde bulunur. Bir kat kübik hücreden oluşur ve hücreler öne doğru daha düz, arkaya doğru daha uzun hale gelirler. Lens epitel hücreleri aynı zamanda yeni lens liflerine bölünür.³⁶

Lens lifleri, lensin maddesini oluşturur. Subkapsüler epitelden köken alan ve çekirdeklerini ve organellerini kaybeden altıgen şekilli hücrelerdir. 7-10 mikron uzunluğa ulaşınca kadar uzanırlar.³⁵ Sonunda, hücreler lensin kırılma indeksini artıran özel lens proteinleri olan kristalinlerle dolarlar.



Şekil 2.6. Lens Histolojisi ³³

Lens, 300-400 nm dalga boyu aralığında çoğu ultraviyole ışığı engellerken daha kısa dalga boyları kornea tarafından engellenir. Işığı engelleyen pigment 3-hidroksikinurenin glikozidi, lens epitelindeki triptofan katabolizmasının bir ürünüdür.¹¹

Popülasyondaki kataraktların çoğu yaşa bağlı kataraktlardır, ancak kataraktın birçok türü ve nedeni bulunmaktadır. Kataraktın üç en yaygın türü (nükleer, kortikal ve

posterior subkapsüler) ve daha az yaygın olan diğer türleri (ön subkapsüler, posterior polar, travmatik, doğumsal ve polikromatik) bulunmaktadır.

Yaşa bağlı katarakt gelişiminin patogenezi çok faktörlüdür ve aşağıdaki faktörleri içerir:

- Zamanla kortikal (dış lens) liflerinin yeni katmanları sürekli olarak çoğaldıkça merkezi lens materyalinin sıkışması ve sertleşmesi (nükleer skleroz)
- Lens proteinlerinde (kristalinler) anormal değişiklikler, kimyasal ve yapısal değişikliklere neden olarak şeffaflığın kaybı
- Lens proteinlerinin pigmentasyonu (sarıdan kahverengine)
- Lensin iyonik bileşenlerindeki değişiklikler

Semptomlar arasında aşağıdaki durumlar bulunur:

- Uzak veya yakın mesafede bulanık görme (farklı tipler uzaktaki mesafeyi yakından daha fazla etkileyebilir veya tersi olabilir)
- Parlama (ışıkların etrafında haleler veya çizgiler, parlak ışıkların varlığında görme zorluğu)
- Düşük ışık durumlarında görme zorluğu
- Kontrast hassasiyetinin kaybı
- Renkleri ayırt etme yeteneğinin kaybı
- Yakını görememe veya kırılma durumunda değişiklik

Risk faktörleri arasında aşağıdaki durumlar bulunur:

- Diyabet veya yüksek kan şekeri
- Steroid kullanımı (ağızdan, damar içine veya inhalasyon yoluyla)
- Ultraviyole ışık maruziyeti

- Sigara ³⁷
- Göz hastalıkları: Retinitis Pigmentosa, Üveit
- Göz travması
- Geçirilmiş göz cerrahisi
- Genetik yatkınlık
- Dermatolojik hastalıklarla ilişkilendirilmiş kataraktlar
- Radyasyon veya kemoterapi tedavisi
- Akut dehidratasyon hastalıkları ³⁸



Şekil 2.7. Nükleer Katarakt Ön Segment Fotoğrafi ³³

2.5 Katarakt Tedavisi

Katarakt tedavisinde etkili medikal tedavi gösterilememiştir. En yaygın katarakt ameliyatı türü, kataraktı aspirasyonla alınabilecek kadar küçük parçalara bölmek için ultrason enerjisinin kullanıldığı fakoemülsifikasyon tekniğidir. Diğer teknikler arasında, kapsüler torbadan çıkarıldıktan sonra kataraktın tüm çekirdeğinin gözden çıkarıldığı ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu bulunur. Ekstrakapsüler katarakt ekstraksiyonu geleneksel olarak birden fazla dikiş gerektiren, korneadan büyük bir kesi yoluyla gerçekleştirilir.

Modern katarakt ameliyatındaki hedef yalnızca kataraktın çıkarılması değil aynı zamanda kataraktın GİL ile değiştirilmesidir. Genellikle katarakt ameliyatı sırasında kapsüler torbaya bir arka kamara merceği yerleştirilir. Modern katarakt ameliyatında kullanılacak birden fazla GİL türü vardır, bunlar arasında tek odaklı, çok odaklı, akomodatif, ışık ayarlı ve astigmatizmayı düzeltici lensler bulunmaktadır. Tüm GİL'lerin amacı, görme kalitesini iyileştirmek ve gözlük veya kontakt lenslere bağımlılığı sınırlamaktır.

Son zamanlarda, LASIK, INTACS ve kornea nakli gibi refraktif oftalmologlar tarafından bilinen femtosecond lazer, katarakt ameliyatında yardımcı olmak üzere uyarlanmıştır. Bu prosedür katarakt cerrahının fakoemülsifikasyonla benzer bir şekilde lens materyalini çıkarmasına dayanmasına rağmen birkaç adımı otomatik bir lazer mekanizması ile değiştirmektedir.

Önceden basit cerrahi teknikler ve ameliyat sonrasında zayıf görsel sonuçlarının olması nedeniyle kataraktlar ileri aşamada yapılırken, günümüzde tekniklerin ve görsel sonuçların iyileşmesi nedeniyle ameliyatlar erken aşamada gerçekleştirilmektedir.^{39, 40} Ciddi komplikasyon riski artık kataraktın ileri bir aşamaya bırakılması durumunda daha fazla olabilir.⁴¹

2.7. Göz İçi Lensler

Çalışmamızda kullanılan göz içi merceklerin özellikleri tabloda özetlenmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Göz İçi Lenslerin Teknik Özellikleri

Fiziksel Özellik	Alcon AcrySoft SA60AT	Alcon AcrySoft IQ SN60WF
Optik Tipi	Ön Asimetrik Bikonveks	Ön Asimetrik Bikonveks
Optik Malzemesi	UV ışığı filtreleyen Hidrofobik Akrilat/Metakrilat Kopolimer	UV ve Mavi ışığı filtreleyen Hidrofobik Akrilat/Metakrilat Kopolimer
Spektral Transmisyon (Havada)	+20.0 D için 400nm'de % 10 iletim	+20.0 D için 400nm'de % 10 iletim
Kırılma İndeksi	1.55	1.55
Optik Gücü	+6.0D ile +30.0D arasında	+6.0D ile +30.0D arasında
Haptik Konfigürasyonu	STABLEFORCE Modifiye L Haptikleri	STABLEFORCE Modifiye L Haptikleri
Haptik Materyal	UV ışığı filtreleyen Hidrofobik Akrilat/Metakrilat Kopolimer	UV ve Mavi ışığı filtreleyen Hidrofobik Akrilat/Metakrilat Kopolimer
Optik Çap (mm)	6.0	6.0
Toplam Uzunluk (mm)	13.0	13.0
Haptik Açısı	0	0

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalında Ocak 2020 – Aralık 2021 yılları arasında polikliniğine başvuran, katarakt cerrahisi uygulanan ve takiplerine devam eden hastalar retrospektif olarak değerlendirildi.

Çalışma Helsinki Deklarasyon ilkelerine ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurul koşullarına uygun olarak yürütüldü.

3.1 Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Anabilim Dalında katarakt tanısı alan ve fakoemülsifikasyon tekniği kullanılarak tek cerrah tarafından ameliyat edilen;

- Komplikasyon gelişmeyen
- UV ışık filtreli monofokal GİL yerleştirilen
- UV ve Mavi ışık filtreli monofokal GİL yerleştirilen
- Oküler ve sistemik hastalığı olmayan hastalar çalışmaya dahil edildi.

3.2 Çalışmadan Dışlama Kriterleri

- Ortam opasiteleri sebebiyle görüntü alınamayan
- Diyabetik retinopati, yaşa bağlı makula dejenerasyonu, hipertansif retinopati, santral seröz koryoretinopati tanısı olan
- HBA1C değeri 6'nın üzerinde olan
- Arteriyel tansiyonu regüle olmayan

- Herhangi bir üveit öyküsü olan
- Glokom şüphesi veya tanısı olan
- Makular ödemi olan
- Klorokin kullanan
- Katarakt cerrahisi dışında göz cerrahisi geçirmiş olgular çalışmaya kabul edilmemiştir.

3.3 Demografik ve Klinik Özelliklerin Değerlendirilmesi

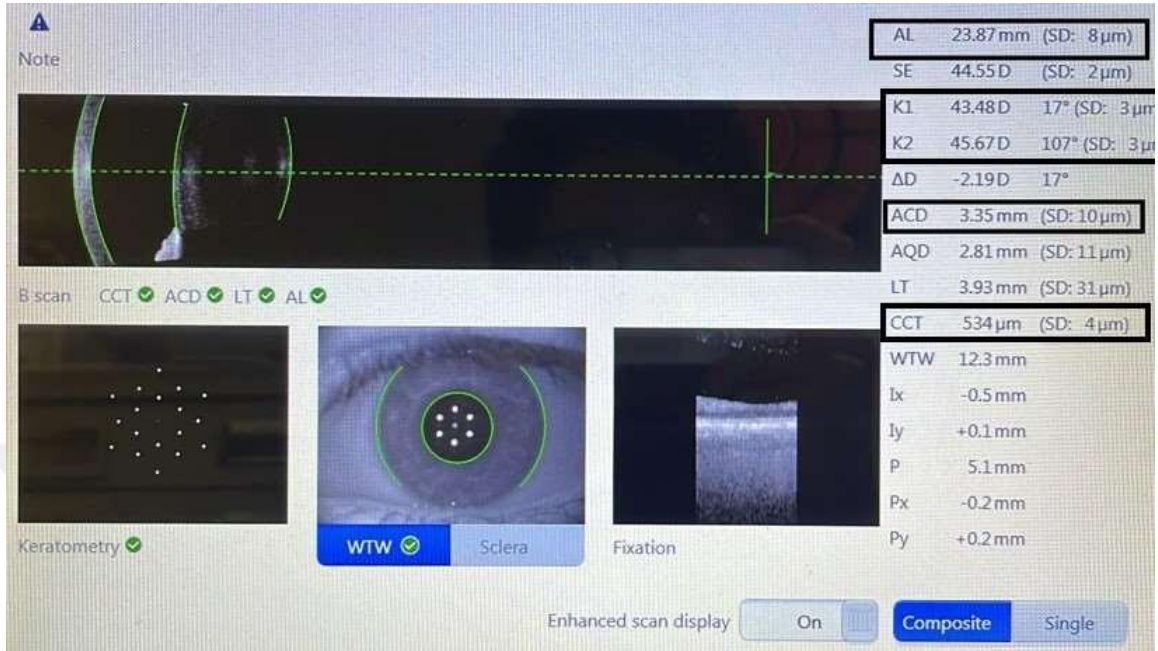
Çalışmaya dahil edilen hastaların yaşı, cinsiyeti not edildi. Tüm olguların dosyaları ve tetkikleri aynı hekim tarafından incelendi.

3.4 Hastaların Gruplandırılması

Hastalar yerleştirilen GİL'e göre iki gruba ayrıldı. Bu gruplar UV filtreli mercek (SA60AT) yerleştirilen ile UV ve Mavi ışık filtreli (SN60WF) mercek yerleştirilen hasta grubuydu.

3.5 Ön Segment Ölçümleri, Aksiyel Uzunluk ve Santral Kornea Kalınlığı Değerlendirilmesi

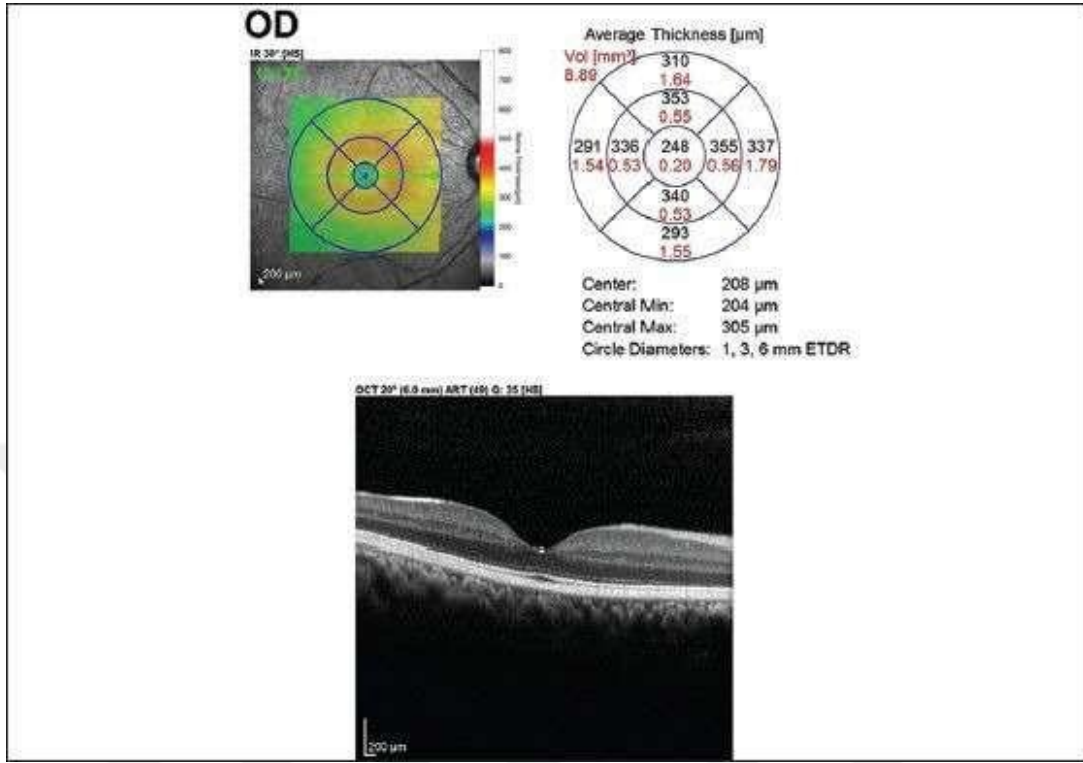
Gözün ön arka uzunluğu yani aksiyel uzunluk ve santral kornea kalınlığı (SKK) ZEISS IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec AG, Almanya) cihazı tarafından hastanın oturur pozisyonda çenesi sabit göz kapakları açık, cihazın fiksasyon ışığına bakarak yapılan çekimlerden elde edilmiştir. Cihazın otomatik yazılımı sayesinde alınan veriler kaydedilmiştir (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. ZEISS İOLMaster 700 AL ve SKK verileri

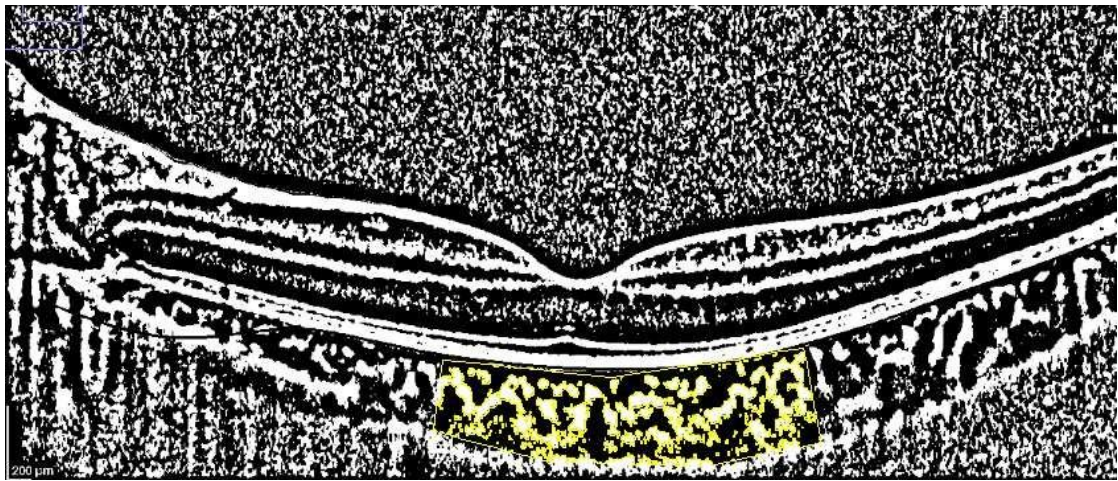
3.6 OKT Görüntülerinin Alınması ve Değerlendirilmesi

Oturur pozisyonda olan hastanın, Spektral domain OKT cihazının (Spectralis OCT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) fiksasyon ışığına bakarak gözleri açık ve hareketsiz pozisyonda alınan görüntüleri değerlendirmeye alındı. Makular kalınlık için 20x20 derecelik bir alanı kapsayan 240 μm aralıklı, yatayda 25 adet B tarama içeren 512 A-tarama protokolü kullanıldı. OKT cihazının refraksiyon düzeltmesi +12.00 D ve -24.00 D arasında otomatik olarak uygulandığı için düzeltme formülü kullanılmadı. Santral makular kalınlık ölçümleri, retina sinir lifi tabakası kalınlık ölçümleri, ganglion hücre tabakası kalınlık ölçümleri ve iç pleksiform tabakası kalınlık ölçümleri cihazın kendi arayüzü ve yazılım aracılığıyla kaydedildi (Şekil 3.2)



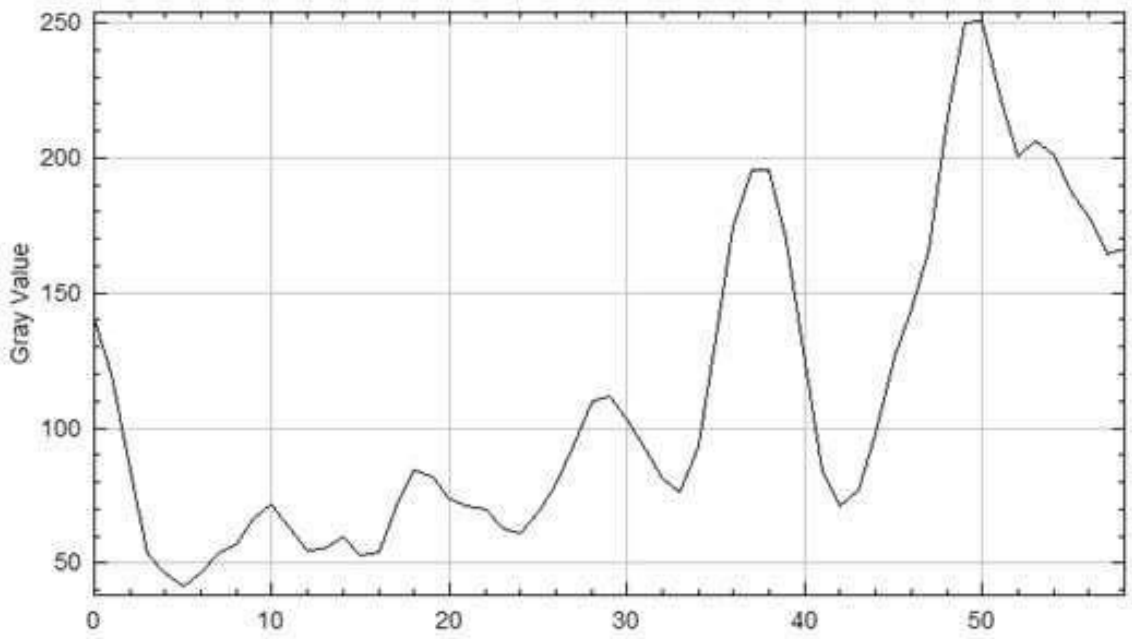
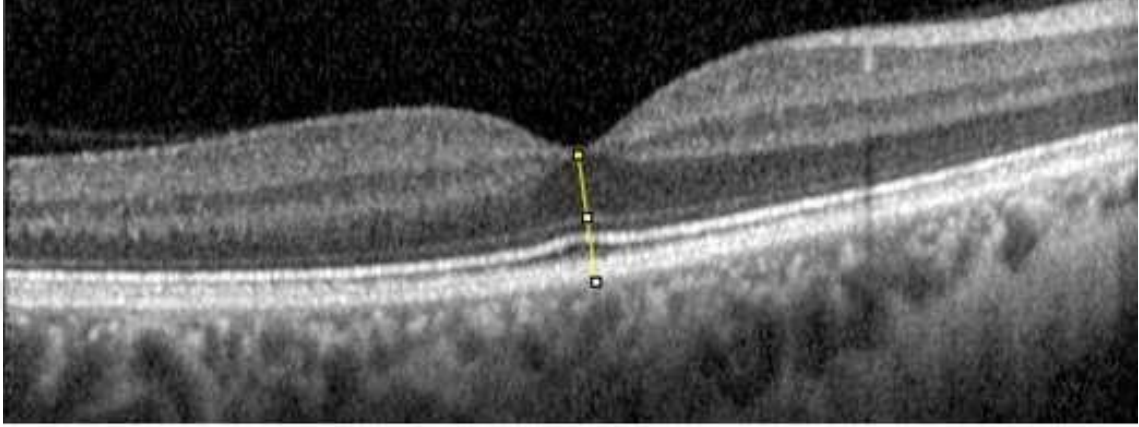
Şekil 3.2. OKT Kalınlık Ölçümü

Koroidal vasküler indeks (KVİ) ImageJ uygulaması ve Niblack ikileştirme tekniği kullanılarak elde edilen subfoveal koroid lümen alanının toplam Koroidal alana bölünmesi ile elde edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. KVİ Hesaplanması

Elipsoid zon ve retina pigment epitel (RPE) reflektivitesi ImageJ uygulaması ve Plot Profil analizi kullanılarak elde edildi (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Plot Profil Analizi

3.7 İstatistiksel Yöntemler

Çalışma sonucu elde edilen veriler veritabanına kaydedilerek IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapıldı ve p düzeyi 0,05'in altında olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Verilerin tanımlayıcı istatistiğinin değerlendirilmesinde nitel değişkenler için sıklık ve yüzde; nicel değişkenler için ise ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum ölçümleri kullanılmıştır. Verideki ilgili değişkenlerin normallik dağılımı Shapiro Wilk normallik testi ile değerlendirilmiştir. İki sayısal değişken karşılaştırılırken, normal dağılıma uyan değişkenler için T testi, normal dağılıma uymayanlar için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki'den fazla sayısal değişken karşılaştırılırken değişkenler normal dağılıma uymadığı durumda Kruskal-Wallis varyans analizi kullanılmıştır. Nitel değişkenler Ki-Kare testi ile analiz edilmiştir. Sayısal değişkenler arası korelasyonu incelemek için Spearman'nın rho korelasyon katsayısı kullanıldı. Bu değişkenler için satır veya sütun yüzdelerini içeren tablolar oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

Çalışmaya 85 hastanın 127 gözü; UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen gruptan 49 hastanın 76 gözü, UV filtreli mercek yerleştirilen gruptan 36 hastanın 51 gözü dahil edilmiştir. UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen 49 hastanın 23'ü kadın ve 26'sı erkektir. UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grup ise 20 erkek 16 kadından oluşmaktadır. Grupların cinsiyet dağılımları arasında istatistiksel anlamlı bir fark yoktur ($p=0.825$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Grupların cinsiyete göre dağılımı

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli
Kadın	23	16
Erkek	26	20

UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta yaş ortalaması 71.59 (± 8.12) olarak saptanmışken sadece UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grubun yaş ortalaması 68.88 (± 10.86) olarak saptandı. Her iki grup yaş dağılımı arasında istatistiki olarak anlamlı fark saptanmadı ($p= 0.193$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Grupların yaşa göre dağılımı

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli
Yaş ortalaması \pm SD	71.59 (± 8.12)	68.88 (± 10.86)

UV ve mavi ışık Filtreli mercek yerleştirilen grupta ortalama takip süresi 35.03 (± 4.72) ay, UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grubun ortalama takip süresi ise 34.53 (± 3.95) aydır ($p=0.516$) (Tablo4.3).

Tablo 4.3. Ortalama Takip Süresi

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli
Ortalama Takip Süresi (Ay)	35.03 (± 4.72)	34.53 (± 3.95)

UV ve mavi ışık Filtreli mercek yerleştirilen grupta ameliyat sonrasında göz içi basıncı 13.49 (± 2.16) mmHg olarak saptanmışken UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta göz içi basıncı 13.96 (± 2.13) mmHg olarak saptandı. Her iki grup arasında ameliyat sonrası en iyi düzeltilmiş görme keskinliği ve göz içi basıncında istatistiki olarak anlamlı fark görülmedi (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Grupların ameliyat sonrası en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve göz içi basınçları

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
En iyi düzeltilmiş görme keskinliği (LogMAR)	0.089 (± 0.06)	0.094 (± 0.05)	0.66
Göz içi Basıncı (mmHg)	13.49 (± 2.16)	13.96 (± 2.13)	0.23

4.1. Santral Kornea Kalınlığı ve Aksiyel Uzunluk

Santral kornea kalınlığı ve aksiyel uzunluk çalışmaya katılan 85 hastanın 127 gözü için ayrı ayrı değerlendirildi. Aksiyel uzunluğun her iki grupta benzer olduğu görüldü ($p=0.963$) İki grubun ortalama santral kornea kalınlığı istatistiksel olarak anlamlı farklı değildi ($p=0.878$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Ortalama Santral Kornea Kalınlığı ve Aksiyel Uzunluk

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
Santral kornea kalınlığı (μm)	535.01 (± 34.95)	534.71 (± 31.68)	0.88
Aksiyel uzunluk (mm)	23.36 (± 0.97)	23.37 (± 0.93)	0.96

Çalışmaya katılan tüm gözlerin aksiyel uzunlukları 21.57 mm ve 25.35 mm arasındaydı. Mavi ve UV ışık filtreli mercek yerleştirilen hastalarının ortalama aksiyel uzunlukları 23.36 (± 0.97) mm iken UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grubunun 23.37 (± 0.93)mm'ydi ($p=0.963$).

UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen hastalarının ortalama santral kornea kalınlığı 535.01 (± 34.95) μm iken UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grubunun 534.71 (± 31.68) μm olarak saptandı ($p=0.878$).

4.2. Optik Koherens Tomografi Ölçümleri

Ameliyat öncesinde OKT ile ölçülen ortalama santral makula kalınlıkları UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta 272.07 (± 20.41) μm düzeyindedir. UV filtreli mercek yerleştirilen grupta ise ortalama santral makula kalınlığı 263.80 (± 23.64) μm düzeyindedir ($p=0.038$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Ameliyat Öncesi ve Sonrası Ortalama Santral Makula Kalınlığı

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
Ameliyat Öncesi Santral Makula Kalınlığı (μm)	272.07 (± 20.41)	263.80 (± 23.64)	0.04
Ameliyat Sonrası Santral Makula Kalınlığı (μm)	275.51 (± 21.31)	269.27 (± 24.03)	0.13
p	0.310	0.249	

Ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde OKT ile ölçülen santral makula kalınlıkları UV ve mavi ışık filtrelili mercek yerleştirilen grupta 275.51 (± 21.31) μm düzeyindedir. UV filtrelili mercek yerleştirilen grupta ise ortalama santral makula kalınlığı 269.27 (± 24.03) μm düzeyindedir ($p=0.127$) (Tablo 4.6).

Her iki grupta ameliyat öncesine kıyasla ortalama santral makula kalınlığında istatistiksel anlamlı değişiklik yoktu ($p=0.310$, $p=0.249$) (Tablo 4.6).

Ameliyat öncesinde OKT ile ölçülen ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlıkları UV ve mavi ışık filtrelili mercek yerleştirilen grupta 13.26 (± 3.09) μm düzeyindedir. UV ışık filtrelili mercek yerleştirilen grupta ise 12.67 (± 2.93) μm düzeyindedir ($p=0.279$) (Tablo4.7) Ortalama ganglion hücre tabakası kalınlıkları UV ve mavi ışık filtrelili mercek yerleştirilen grupta 15.55 (± 4.53) μm düzeyindedir. UV filtrelili mercek yerleştirilen grupta ise 14.31 (± 4.22) μm düzeyindedir ($p=0.123$) (Tablo4.7) Ortalama iç pleksiform tabakası kalınlıkları UV + Mavi ışık filtrelili mercek yerleştirilen grupta 20.38 (± 4.00) μm düzeyindedir. UV filtrelili mercek yerleştirilen grupta ise 19.37 (± 3.77) μm düzeyindedir ($p=0.157$) (Tablo4.7).

Tablo 4.7. Ameliyat Öncesi Retina Sinir Lifi, Ganglion Hücre ve İç Pleksiform Tabakalarının Kalınlıkları

	UV + Mavi Işık Filtrelili	UV Işık Filtrelili	p
Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (μm)	13.26 (± 3.09)	12.67 (± 2.93)	0.28
Ganglion Hücre Tabakası Kalınlığı (μm)	15.55 (± 4.53)	14.31 (± 4.22)	0.12
İç Pleksiform Tabakası Kalınlığı (μm)	20.38 (± 4.00)	19.37 (± 3.77)	0.16

Ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde OKT ile ölçülen ortalama retina sinir lifi tabakası kalınlıkları UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta 13.29 (± 2.09) μm düzeyindedir. UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise 12.94 (± 2.77) μm düzeyindedir ($p=0.348$) (Tablo4.8) Ortalama ganglion hücre tabakası kalınlıkları UV ve vavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta 15.84 (± 3.82) μm düzeyindedir. UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise 15.55 (± 4.76) μm düzeyindedir ($p=0.293$) (Tablo4.8) Ortalama iç pleksiform tabakası kalınlıkları UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta 21.21 (± 3.78) μm düzeyindedir. UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise 20.82 (± 3.78) μm düzeyindedir ($p=0.387$) (Tablo4.8).

Tablo 4.8. Ameliyat Sonrası Retina Sinir Lifi, Ganglion Hücre ve İç Pleksiform Tabakalarının Kalınlıkları

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (μm)	13.29 (± 2.09)	12.94 (± 2.77)	0.35
Ganglion Hücre Tabakası Kalınlığı (μm)	15.84 (± 3.82)	15.55 (± 4.76)	0.29
İç Pleksiform Tabakası Kalınlığı (μm)	21.21 (± 3.78)	20.82 (± 3.78)	0.39

Tablo 4.9. Ameliyat Öncesi ve Sonrası Ortalama Retina Sinir Lifi, Ganglion Hücre ve İç Pleksiform Tabakalarının Kalınlıkları

UV + Mavi Işık Filtreli	Ameliyat Öncesi	Ameliyat Sonrası	p
Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (µm)	13.26 (±3.09)	13.29 (±2.09)	0.95
Ganglion Hücre Tabakası Kalınlığı (µm)	15.55 (±4.53)	15.84 (±3.82)	0.67
İç Pleksiform Tabakası Kalınlığı (µm)	19.37 (±3.77)	21.21 (±3.78)	0.19
UV Işık Filtreli	Ameliyat Öncesi	Ameliyat Sonrası	p
Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (µm)	12.67 (±2.93)	12.94 (±2.77)	0.63
Ganglion Hücre Tabakası Kalınlığı (µm)	14.31 (±4.22)	15.55 (±4.76)	0.17
İç Pleksiform Tabakası Kalınlığı (µm)	20.38 (±4.00)	20.82 (±3.78)	0.06

Her iki grupta da ameliyat öncesine kıyasla en uzun takip muayenesi ölçümlerinde her üç tabaka kalınlığında da istatistiksel anlamlı değişiklik yoktu (Tablo4.9).

Ameliyat öncesinde OKT ile ölçülen makular ganglion hücre kompleksi kalınlığı UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta 49.20 (±10.88) µm düzeyindedir. UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise makular ganglion hücre kompleksi kalınlığı 46.35 (±10.24) µm düzeyindedir (p=0.279) (Tablo4.10).

Ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde OKT ile ölçülen makular ganglion hücre kompleksi kalınlığı UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta 50.34 (±8.96) µm düzeyindedir. UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise makular ganglion hücre kompleksi kalınlığı 49.31 (±10.45) µm düzeyindedir (p=0.554) (Tablo4.10).

Tablo 4.10. Ameliyat Öncesi ve Sonrası Makular Ganglion Hücre Kompleksi Kalınlığı

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
Ameliyat Öncesi Makular Ganglion Hücre Kompleksi (μm)	49.20 (± 10.88)	46.35 (± 10.24)	0.28
Ameliyat Sonrası Makular Ganglion Hücre Kompleksi (μm)	50.34 (± 8.96)	49.31 (± 10.45)	0.55
p	0.480	0.152	

Her iki grupta da ameliyat öncesine kıyasla ameliyat sonrası en uzun takip muayenesi ölçümlerinde makular ganglion hücre kompleksi kalınlığında istatistiksel anlamlı değişiklik yoktu ($p=0.480$, $p=0.152$) (Tablo 4.10).

Ameliyat öncesinde UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta OKT ile ölçülen ortalama peripapiller retina sinir lifi tabakası kalınlıkları $97.16 (\pm 10.71) \mu\text{m}$, UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise ortalama peripapiller retina sinir lifi tabakası kalınlıkları $95.10 (\pm 9.65) \mu\text{m}$ düzeyindedir (Tablo 4.11).

UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde OKT ile ölçülen ortalama peripapiller retina sinir lifi tabakası kalınlıkları $97.39 (\pm 10.00) \mu\text{m}$, UV ışık filtreli mercek yerleştirilen grupta ise ortalama peripapiller retina sinir lifi tabakası kalınlıkları $95.02 (\pm 10.53) \mu\text{m}$ düzeyindedir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Ameliyat Öncesi ve Ameliyat Sonrası Ortalama Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlıkları

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
Ameliyat Öncesi Ortalama Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (µm)	97.16 (±10.71)	95.10 (±9.65)	0.27
Ameliyat Sonrası Ortalama Peripapiller Retina Sinir Lifi Tabakası Kalınlığı (µm)	97.39 (±10.00)	95.02 (±10.53)	0.20
p	0.888	0.969	

Her iki grupta ameliyat öncesine kıyasla ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde ortalama peripapiller retina sinir lifi tabaka kalınlıklarında da istatistiksel anlamlı değişiklik yoktu ($p=0.888$, $p=0.969$) (Tablo4.11).

Tablo 4.12. Ameliyat öncesi RPE ve Elipsoid Zon Reflektivitesi

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
RPE Reflektivitesi	235.95 (±11.33)	234.96 (±11.55)	0.82
Elipsoid Zon Reflektivitesi	192.42 (±15.83)	191.78 (±15.80)	0.63

Ameliyat öncesinde alınan OKT görüntülerinden elde edilen görüntüler üzerinden ImageJ programı Plot Profil analizi ile hesaplanan gri skalaya göre RPE ve elipsoid zon reflektivitesi bulunmuştur. Her iki grup arasında reflektivitede istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (Tablo4.12).

Tablo 4.13. Ameliyat Sonrası RPE ve Elipsoid Zon Reflektivitesi

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
RPE Reflektivitesi	234.68 (± 10.88)	233.79 (± 11.18)	0.90
Elipsoid Zon Reflektivitesi	191.68 (± 16.46)	191.38 (± 16.08)	0.65

Ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde alınan OKT görüntülerinden elde edilen görüntüler üzerinden ImageJ programı aracılığı ile RPE ve elipsoid zon reflektivitesi saptanmıştır. Her iki grup arasında reflektivitede istatistiksel anlamlı fark saptanmadı (Tablo4.13).

Tablo 4.14. Ameliyat Öncesi ve Ameliyat Sonrası RPE ve Elipsoid Zon Reflektivitesi

UV + Mavi Işık Filtreli	Ameliyat Öncesi	Ameliyat Sonrası	p
RPE Reflektivitesi	235.95 (± 11.33)	234.68 (± 10.88)	0.48
Elipsoid Zon Reflektivitesi	192.42 (± 15.83)	191.68 (± 16.46)	0.78
UV Işık Filtreli	Ameliyat Öncesi	Ameliyat Sonrası	p
RPE Reflektivitesi	234.96 (± 11.55)	233.79 (± 11.18)	0.60
Elipsoid Zon Reflektivitesi	191.78 (± 15.80)	191.38 (± 16.08)	0.88

Grupların kendi içerisinde ameliyat öncesinde ve ameliyat sonrası en uzun takip muayenesinde hesaplanan reflektiviteleri arasında istatistiksel anlamlı değişiklik saptanmamıştır (Tablo4.14).

Tablo 4.15. Ameliyat Öncesi ve Ameliyat Sonrası KVI

	UV + Mavi Işık Filtreli	UV Işık Filtreli	p
Ameliyat Öncesi KVI (%)	67.73 (\pm 4.54)	68.00 (\pm 4.18)	0.57
Ameliyat Sonrası KVI (%)	67.75 (\pm 4.48)	68.01 (\pm 4.21)	0.58
p	0.971	0.978	

Ameliyat öncesinde ve en uzun takip muayenesinde alınan OKT görüntüleri üzerinden ImageJ programı kullanılarak koroidal alan lümen ve stromal alan olarak segmentlere ayrıldı. Koroidal vaskülarite indeksi (KVI) lümen alanının toplam subfoveal koroid alanına oranı olarak hesaplandı. Her iki grupta anlamlı fark saptanmadı (Tablo4.15) Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde takipte istatistiksel anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo4.15).

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda katarakt cerrahisi sonrasında yerleştirilen UV ve mavi Işık filtreli mercek ile normal şartlar altındaki mavi ışığın filtrelenmesinin sağlıklı gözler üzerinde UV ışık filtreli merceklere kıyasla OKT bulgularında benzer sonuçlar elde edildiği gösterildi. UV ve mavi ışık filtreli merceğe sahip olan 49 hastanın 76 gözü sadece UV ışık filtresine sahip olan 36 hastanın 51 gözüyle karşılaştırıldı. Her iki grupta da ameliyat öncesinde alınmış görüntüler üzerinden yapılan ölçümler ve kontrol muayenesi esnasında alınmış görüntüler üzerinden yapılan ölçümler ve muayeneler kıyaslandı. Her iki grupta da en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri açısından anlamlı fark saptanmadı. Ameliyat sonrası ölçülen göz içi basınçları normal sınırlarda ve iki grup arasında anlamlı olarak farklı değildi. Her iki grupta da retina pigment epiteli ve elipsoid zon değişiklikleri saptanmadı. Retina sinir lifi, ganglion hücre ve iç pleksiform tabakaları kalınlıklarında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Ortalama peripapiller retina sinir lifi kalınlıklarında da anlamlı bir fark yoktu. Ayrıca takip süresi boyunca yaşa bağlı makula dejenerasyonu veya makular ödem gelişen hasta olmadı. Her iki göz içi lens grubunda da RPE ve ellipsoid zon reflektivitesinde anlamlı değişiklik saptanmadı. Hesaplanan koroidal vaskülarite indeksleri benzer olmakla birlikte kontrolde istatistiksel anlamlı bir değişiklik saptanmadı. Katarakt cerrahisi öncesinde planlama yapılırken çalışmamızın sonuçları da göz önüne alındığında hekime ve hastaya uygun göz içi mercek seçiminde fayda sağlayabilir. Ancak göz içi mercek seçiminde başka nedenler etkili olabilmektedir. Hasta tercihi, yaş, meşgul olunan meslek, yakın/uzak ağırlıklı çalışma, göz içi hastalık bulunması gibi birçok etken mevcuttur. Ayrıca fazla miktarda mavi ışığa maruziyetin uyanıklık ve uyku döngüsü, yorgunluk gibi fonksiyonel sonuçları yönünden araştırılması için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Katarakt, göz merceğinde bulanıklık oluşturan bir durumdur ve gözün görme yeteneğinde azalmaya neden olur.^{51,52} Katarakt genellikle yavaşça gelişir ve bir veya

her iki gözü etkileyebilir. Belirtiler arasında renklerin soluk görülmesi, bulanık veya çift görme, ışıkların etrafında haleler, parlak ışıklarda zorluk ve gece görmekte güçlük bulunabilir. Bu durum sürüş yapmayı, okumayı veya yüzleri tanımayı zorlaştırabilir.⁵³ Kataraktın neden olduğu kötü görme, düşme riskini artırabilir ve depresyona yol açabilir.⁵⁴

Lens, 300-400 nm dalga boyu aralığında çoğu ultraviyole ışığı engeller; daha kısa dalga boyları kornea tarafından engellenir. Işığı engelleyen pigment 3-hidroksikinurenin glikozidi, lens epitelindeki triptofan katabolizmasının bir ürünüdür.¹¹ Katarakt tedavisinin cerrahi olması nedeniyle lens çıkarıldığında ise göz tehlikelere daha açık hale gelmektedir. UV ışınları, yaşa bağlı makula dejenerasyonu da dahil olmak üzere birkaç göz hastalığıyla ilişkilendirilmiştir.^{55, 56, 57} Günümüz göz içi mercekleri UV ışık filtresine sahiptir.

Mavi ışık, 400 nm ile 500 nm arasında bir dalga boyuna sahiptir. Bazı çalışmalar, yüksek enerjili mavi ışığın kornea ve lensi penetre edebileceğini, doğrudan retina ulaşabileceğini, bu durumun da retina üzerinde foto kimyasal hasara neden olabileceğini göstermiştir⁴⁷ ve buna mavi ışık tehlikesi denmektedir. Mavi ışık tehlikesi mavi ışık yoğunluğu, aydınlatmanın mesafesi, bakış yönü ve ışık kaynağının spektrumu gibi çeşitli faktörler ile ilişkilidir.

Lavric ve Pompe, bir gözlerine UV ve mavi ışık filtreli ve diğer gözlerine sadece UV ışık filtreli mercek yerleştirilen 30 hastanın 2 yıllık takibini bildirmişti. Santral makula kalınlığı ve makular hacim yönünden iki grup arasında çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde istatistiksel anlamlı fark görülmemiş.⁵⁸

Pipis ve arkadaşları 2015'te, 66 gözden oluşan 40 hastanın incelendiği ve bu hastaların 27'sine UV ve mavi ışık filtreli göz içi mercek ve 39'una sadece UV filtreli göz içi mercek yerleştirildiği bir çalışmada, UV ve mavi ışık filtreli göz içi mercek yerleştirilen grupta coğrafik atrofinin çok daha yavaş bir ilerlemesinin olduğunu

bildirmiştir. ⁵⁹ Bizim çalışmamızda göz içi hastalık durumundaki sonuçlar değerlendirilmemiştir.

Laura ve ark. 2018 yılında yayınladıkları sistematik incelemede 17 farklı ülkeden 51 çalışmayı incelemiş ve mavi ışık filtreli göz içi merceklerin makular sağlığı koruyup korumadığını veya yaşa bağlı makula dejenerasyonu gelişimi ve ilerlemesiyle ilişkili riskleri değiştirip değiştirmediğinin belirsiz olduğunu, bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir. ⁶⁰ Çalışmamızda her iki göz içi mercek grubunda sağlıklı gözlerde OKT bulgularında anlamlı farklılık saptanmıştır.

Martin ve ark. 2022 yılında yayınladıkları çalışmada UV ve mavi filtreli göz içi merceklerinin yaşa bağlı makula dejenerasyonu riskini veya ilerlemesini azaltmadığını bildirmişlerdir. Mavi ışık tehlikesinin, insanları korkutarak mavi ışığı kısıtlayan gözlük ve GİL'ler kullanmaya yöneltmek için bir pazarlama stratejisi olarak kullanıldığını ve mavi ışığı filtrelemenin, iyi zihinsel ve fiziksel sağlık için kritik olan mavi ışığı bastırdığını savunmuşlardır. ⁶¹ Çalışmamızda benzer şekilde mavi ışık filtresinin, sadece UV ışık filtresine kıyasla OKT bulguları benzer saptamıştır ancak fonksiyonel değerlendirmeler için ek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Jiahn-Shing Lee ve ark. 2022 yılında yayınladıkları meta-analizde UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen hastaların 10 yıllık takiplerinde yaşa bağlı makula dejenerasyonu insidansında diğer göz içi mercek yerleştirilen hastalara kıyasla anlamlı bir fark saptamadıklarını bildirmişlerdir. ⁶² Bizim çalışmamızda takipte yaşa bağlı makula dejenerasyonu gelişen hasta saptanmamıştır.

Ji Hyun Kim ve ark. 2011 yılında yayınladıkları çalışmada 50 hastanın 50 gözünü retrospektif incelemiş ve retina sinir lifi kalınlığı üzerinde UV ve mavi ışık filtreli merceğin etkisinin olmadığını öne sürmüştür. ⁶³ Çalışmamızda da benzer şekilde incelediğimiz hastalarda UV ve mavi ışık filtreli mercek yerleştirilen

hastalarda sadece UV ışık filtreli mercek yerleştirilen hastalara kıyasla retina sinir lifi kalınlığı değişiminde anlamlı fark saptanmamıştır.

Çalışmamızdaki kısıtlılıklar ise daha uzun dönem sonuçlarını değerlendiremememiz, göz içi hastalık varlığındaki bulguların çalışmaya dahil edilmemesi ve hasta sayısının az olmasıdır. Bunun nedeni ise daha eski tarihlerde ameliyat edilen hastaların tetkiklerine ulaşılabilmesi ve yeterli sayıda göz içi hastalığı bulunan hastanın olmamasıdır. Hasta gruplarında ameliyat öncesinde retina patolojisi olmayan hastalar seçilmiştir. Retina patolojisi varlığında veya daha uzun süreli takiplerde sonuçların değişebileceği akılda tutulmalıdır.

6. SONUÇ

Çalışmamızda katarakt cerrahisi uygulanmış hastalarda yerleştirilen UV ve mavi ışık filtreli göz içi mercekler ve sadece UV ışık filtreli göz içi mercekler kıyaslandığında OKT bulgularında anlamlı fark saptanmamıştır ancak daha uzun süreli takiplere ihtiyaç vardır.

Her iki mercek grubunda da santral makula, retina sinir lifi tabaka, ganglion hücre tabaka ve iç pleksiform tabaka kalınlıkları kıyaslandığında ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası en uzun takip muayenesi ölçümlerinde istatistiksel anlamlı bir fark olmadığı saptandı.

Her iki mercek grubunda da en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve göz içi basınçlarında anlamlı fark saptanmadı.

Hem mavi ve UV ışığı birlikte filtreleyen hem de UV ışığı filtreyen göz içi mercek yerleştirilen hastaların ortalama peripapiller retina sinir lifi kalınlıklarında ameliyat öncesi ve kontrol ölçümlerinde istatistiksel anlamlı bir değişiklik olmadığı saptandı.

Her iki grupta da retina pigment epitel ve elipsoid zon değişiklikleri saptanmadı.

Her iki grupta da ameliyat öncesi ile kıyaslandığında retina pigment epitel ve elipsoid zon reflektivitesinde istatistiksel anlamlı fark saptanmadı.

Her iki grupta da ameliyat öncesi ile kıyaslandığında koroidal vaskülarite indeksinde istatistiksel anlamlı değişiklik saptanmadı.

Her iki grupta da takip esnasında yaşa bağlı makula dejenerasyonu veya makula ödemi saptanmadı.

Farklı göz içi merceklerin seçiminde çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Başlıca nedenler arasında hasta tercihi, gözün uygunluğu, cerrahın tercihi, hastanın sosyoekonomik durumu gibi nedenler yer almaktadır. Göz içi mercek seçiminde retina sağlığı dışında birçok faktör etkilidir ve sonuç olarak cerrahın ve hastanın tercihi ile şekillenmektedir. Ortalama üç yıllık izlemde UV ve mavi ışık filtreli GİL ve sadece UV ışık filtreli GİL yerleştirilen hastalarda hem grup içerisinde hem gruplar arasında OKT bulgularında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu bilgi GİL seçimi konusunda hekimlere klinik uygulamalarda ve ileri çalışmalarda ışık tutacaktır kanısındayız.

7. KAYNAKLAR

- 1- Brewster D. On the anatomical and optical structure of the crystalline lens of animals, particularly that of cod. *Philos Trans R Soc Lond.* 1833;123:323–332.
- 2- Morner CT. Untersuchungen der protein-substanzen in den lichtbrechenden Medien des Auges. *Hoppe Seylers Z Physiol Chem.* 1894;18:61–106.
- 3- Harding JJ, Rixon KC, Marriott FHC. Men have heavier lenses than women of the same age. *Exp Eye Res.* 1977;25:651.
- 4- Augusteyn RC. Growth of the human eye lens. *Mol Vis.* 2007;13:252–257.
- 5- Wistow GJ, Piatigorsky J. Lens crystallins: the evolution and expression of proteins for a highly specialized tissue. *Annu Rev Biochem.* 1988;57:479–504.
- 6- Koretz JF, Handelman GH. How the human eye focuses. *Sci Am.* 1988;256:92–99.
- 7- Fisher RF, Pettet BE. The postnatal growth of the capsule of the human crystalline lens. *J Anat.* 1972;112:207–214.
- 8- Parmigiani C, McAvoy J. Localisation of laminin and fibronectin during rat lens morphogenesis. *Differentiation.* 1986;28:53–61.
- 9- Cammarata PR, Cantu-Crouch D, Oakford L, Morrill A. Macromolecular organization of the bovine lens capsule. *Tissue Cell.* 1986;18:83–97.
- 10- Mann I. *The Development of the Human Eye.* New York: Grune and Stratton; 1964.

- 11- Andrew M.Wood and Roger J.W.Truscott (March 1993). "UV Filters in Human Lenses: Tryptophan Catabolism". *Experimental Eye Research*. 56 (3): 317–325. doi:10.1006/exer.1993.1041. PMID 8472787
- 12- Mainster, M. A (2006). "Violet and blue light blocking intraocular lenses: Photoprotection versus photoreception". *British Journal of Ophthalmology*. 90 (6): 784–792. doi:10.1136/bjo.2005.086553. PMC 1860240. PMID 16714268.
- 13- American Academy of Ophthalmology. Evaluation and Management of Cataracts. Basic and Clinical Science Course, Section 11. Lens and Cataract. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2023-2024:79-93.
- 14- Cataract in the Adult Eye. Preferred Practice Patterns. American Academy of Ophthalmology. Cataract in the Adult Eye PPP 2021
- 15- Mainster MA, Turner PL. Blue-blocking IOLs decrease photoreception without providing significant photoprotection. *Surv Ophthalmol* 2010;55:272–89. [PubMed: 19883931]
- 16- Audrey Cougnard-Gregoire, Bénédicte M J Merle, Tariq Aslam, Johanna M Seddon, Isabelle Aknin, Caroline C W Klaver, Gerhard Garhöfer, Alfredo Garcia Layana, Angelo Maria Minnella, Rufino Silva, Cécile Delcourt, Blue Light Exposure: Ocular Hazards and Prevention-A Narrative Review. *Ophthalmol Ther*. 2023 Apr;12 (2):755-788. doi: 10.1007/s40123-023-00675-3. Epub 2023 Feb 18.
- 17- International-Commission-on-Illumination. CIE Position on the Blue Light Hazard. Commission Internationale de l'Eclairage, April, , accessed 9 April 2021: 23 April 2019
- 18- Ham WT Jr., Mueller HA, Ruffolo JJ Jr., Guerry D 3rd, Guerry RK. Action spectrum for retinal injury from near-ultraviolet radiation in the aphakic monkey. *Am J Ophthalmol* 1982;93:299–306. [PubMed: 7072793]

- 19- Sliney DH, Wolbarsht ML. Safety with Lasers and Other Optical Sources: A Comprehensive Handbook. New York: Plenum Press, 1980:1035.
- 20- Mainster MA, Turner PL. Blue-blocking intraocular lenses: myth or reality? *Am J Ophthalmol* 2009;147:8–10. [PubMed: 19100352]
- 21- Centers-for-Medicare-&-Medicaid-Services. Medicare program: disapproval of adjustment in payment amounts for new technology intraocular lenses furnished by ambulatory surgical centers. *Federal Register* 2005;70:15337–15340.
- 22- Heavner W, Pevny L. Eye development and retinogenesis. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2012;4 (12):a008391.
- 23- Ferrara M, Lugano G, Sandinha MT, et al. Biomechanical properties of retina and choroid: a comprehensive review of techniques and translational relevance. *Eye (Basingstoke)* 2021;35:1818–32.
- 24- Jia YP, Sun L, Yu HS, et al. The Pharmacological Effects of Lutein and Zeaxanthin on Visual Disorders and Cognition Diseases. *Molecules.*2017;22 (4):610.
- 25- Gong X, Rubin LP. Role of macular xanthophylls in prevention of common neovascular retinopathies: retinopathy of prematurity and diabetic retinopathy. *Arch Biochem Biophys.* 2015;572:40-48.
- 26- Sun Y, Smith LEH. Retinal Vasculature in Development and Diseases [retracted in: *Annu Rev Vis Sci.* 2020 Oct 15;0:]. *Annu Rev Vis Sci.* 2018;4:101-122.
- 27- Jousseaume AM, Ricci F, Paris LP, Korn C, Quezada-Ruiz C, Zarbin M. Angiopoietin/Tie2 signalling and its role in retinal and choroidal vascular diseases: a review of preclinical data. *Eye (Lond).* 2021;35 (5):1305-1316.
- 28- Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science.* 1991;254 (5035):1178-1181.

- 29- Wojtkowski M, Bajraszewski T, Gorczyńska I, et al. Ophthalmic imaging by spectral optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2004;138 (3):412-419.
- 30- Adhi M, Liu JJ, Qavi AH, et al. Choroidal analysis in healthy eyes using swept-source optical coherence tomography compared to spectral domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2014;157 (6):1272-1281.e1.
- 31- Fingler J, Readhead C, Schwartz DM, Fraser SE. Phase-contrast OCT imaging of transverse flows in the mouse retina and choroid. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49 (11):5055-5059.
- 32- Koustenis A Jr, Harris A, Gross J, Januleviciene I, Shah A, Siesky B. Optical coherence tomography angiography: an overview of the technology and an assessment of applications for clinical research. *Br J Ophthalmol.* 2017;101 (1):16-20.
- 33- Gartner L. Chapter 22: Special Senses. In: Gartner LP, eds. *Textbook of Histology.* 5th edition. Elsevier; 2021: 545-576.
- 34- Mohan, PS; Spiro, RG (25 March 1986). "Macromolecular organization of basement membranes. Characterization and comparison of glomerular basement membrane and lens capsule components by immunochemical and lectin affinity procedures". *The Journal of Biological Chemistry.* 261 (9): 4328–36. doi:10.1016/S0021-9258 (17)35665-X. PMID 3512568.
- 35- John Forrester, Andrew Dick, Paul McMenemy, William Lee (1996). *The Eye: Basic Sciences in Practice.* London: W. B. Saunders Company Ltd. p. 28 ISBN 0-7020-1790-6
- 36- Shi, Yanrong; Barton, Kelly; De Maria, Alicia; Petrash, J. Mark; Shiels, Alan; Bassnett, Steven (15 May 2009). "The stratified syncytium of the vertebrate lens". *Journal of Cell Science.* 122 (10): 1607–1615. doi:10.1242/jcs.045203. PMC 2680101. PMID 19401333

- 37- Kelly SP, Thornton J, Edwards R, Sahu A, Harrison R. Smoking and cataract: review of causal association. *J Cataract Refract Surg* 2005;31: 2395-404.
- 38- Zodpey SP, Ughade SN, Khanolkar VA, Shrikhande SN. Dehydrational crisis from severe diarrhoea and risk of age-related cataract. *J Indian Med Assoc* 1999;97: 13-5, 24.
- 39- Prajna NV, Chandrakanth KS, Kim R, Narendran V, Selvakumar S, Rohini G, et al. The Madurai intraocular lens study. II: clinical outcomes. *Am J Ophthalmol* 1998;125: 14-25
- 40- Minassian DC, Rosen P, Dart JK, Reidy A, Desai P, Sidhu M, et al. Extracapsular cataract extraction compared with small incision surgery by phacoemulsification: a randomized trial. *Br J Ophthalmol* 2001;85: 822-9.
- 41- Osborne SA, Adams WE, Bunce CV, Fraser SG. Validation of two scoring systems for the prediction of posterior capsule rupture during phacoemulsification surgery. *Br J Ophthalmol* 2006;90: 333-6.
- 42- *Color and Light in Nature*. 2nd. Cambridge: Cambridge University Press. 2001. s. 231. ISBN 978-0-521-77504-5.
- 43- *Fundamentals of Ecology* 3E. Tata McGraw-Hill Education. 2009. s. 213. ISBN 978-1-259-08109-5.
- 44- "ISO 21348 Definitions of Solar Irradiance Spectral Categories". *Space Weather*
- 45- "Risks, especially for the eye, emanating from the rise of solar UV-radiation in the Arctic and Antarctic regions". *International Journal of Circumpolar Health*. 59 (1): 38-51. 2000. PMID 10850006
- 46- "Health effects of UV radiation". World Health Organization.

- 47- D. van Norren, J.J. Vos Light damage to the retina: an historical approach *Eye (Lond)*, 30 (2) (2016), pp. 169-172
- 48- Mechanisms of blue light-induced eye hazard and protective measures: a review, Xinli Ouyang, Jing Yang, Zexin Hong, Yide Wu, Yongfang Xie, *Biomedicine & Pharmacotherapy* Volume 130, October 2020, 110577, <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110577>
- 49- Z. Hu, Y. Zhang, J. Wang, et al. Knockout of *Ccr2* alleviates photoreceptor cell death in rodent retina exposed to chronic blue light *Cell death & disease*, 7 (11) (2016), p. e2468
- 50- E.K. Ozkaya, G. Anderson, B. Dhillon, et al. Blue-light induced breakdown of barrier function on human retinal epithelial cells is mediated by PKC- ζ over-activation and oxidative stress *Experimental Eye Research.*, 189 (2019), Article 107817
- 51- "Facts About Cataract". September 2009. Archived from the original on 24 May 2015. Retrieved 24 May 2015
- 52- M. Edward Wilson, Jr.; Rupal H. Trivedi; Suresh K. Pandey (2005). *Pediatric cataract surgery techniques, complications, and management*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. p. 20. ISBN 978-0781743075. Archived from the original on 2015-05-24.
- 53- Allen D, Vasavada A (July 2006). "Cataract and surgery for cataract". *BMJ*. 333 (7559): 128–132. doi:10.1136/bmj.333.7559.128. PMC 1502210. PMID 16840470
- 54- Gimbel HV, Dardzhikova AA (January 2011). "Consequences of waiting for cataract surgery". *Current Opinion in Ophthalmology*. 22 (1): 28–30. doi:10.1097/icu.0b013e328341425d. PMID 21076306. S2CID 205670956.
- 55- Schick T, Ersoy L, Lechanteur YT, et al. HISTORY OF SUNLIGHT EXPOSURE IS A RISK FACTOR FOR AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION. *Retina*. Apr 2016;36 (4):787-90. doi:10.1097/IAE.0000000000000756

- 56- Delcourt C, Cougnard-Grégoire A, Boniol M, et al. Lifetime exposure to ambient ultraviolet radiation and the risk for cataract extraction and age-related macular degeneration: the Alienor Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. Oct 21 2014;55 (11):7619-27. doi:10.1167/iovs.14-14471
- 57- Białek-Szymańska A, Misiuk-Hojło M, Witkowska K. [Risk factors evaluation in age-related macular degeneration]. *Klin Oczna*. 2007;109 (4-6):127-30.
- 58- Lavric A, Pompe MT. Do blue-light filtering intraocular lenses affect visual function? *Optom Vis Sci* 2014; 91 (11): 1348–1354.
- 59- Pipis A, Toulidou E, Pillunat LE, Augustin AJ. Effect of the blue filter intraocular lens on the progression of geographic atrophy. *Eur J Ophthalmol* 2015; 25 (2): 128–133. 2014.
- 60- Laura E Downie, Ljoudmila Busija, Peter R Keller Blue-light filtering intraocular lenses (IOLs) for protecting macular health, *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 May 22;5 (5):CD011977. doi: 10.1002/14651858.CD011977.pub2.
- 61- Martin A Mainster, Oliver Findl, H Burkhard Dick, Thomas Desmettre, Gerardo Ledesma-Gil, Christine A Curcio, Patricia L Turner, The Blue Light Hazard Versus Blue Light Hype, *Am J Ophthalmol*. 2022 Aug;240:51-57. doi: 10.1016/j.ajo.2022.02.016. Epub 2022 Feb 25.
- 62- Jiahn-Shing Lee, Pei-Ru Li, Chiun-Ho Hou, Ken-Kuo Lin, Chang-Fu Kuo, Lai-Chu See, Effect of Blue Light-Filtering Intraocular Lenses on Age-Related Macular Degeneration: A Nationwide Cohort Study With 10-Year Follow-up, *Am J Ophthalmol*. 2022 Feb;234:138-146. doi: 10.1016/j.ajo.2021.08.002. Epub 2021 Aug 16.
- 63- Ji Hyun Kim, Na Rae Kim, Eun Suk Lee, Seungsoo Rho, Sung Yong Kang, Chan Yun Kim, Influence of blue light-filtering intraocular lenses on retinal nerve fiber layer

measurements by spectral-domain optical coherence tomography, *Curr Eye Res.* 2011 Oct;36 (10):937-42. doi: 10.3109/02713683.2011.597535.

