

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

**MİYOPİK HASTALARDA AKSİYEL UZUNLUĞA GÖRE OPTİK
KOHERENS TOMOGRAFİ ANJİOGRAFİ VERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Osman BOZAT

TRABZON – 2024

T. C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİ
TIP FAKÜLTESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**MİYOPİK HASTALARDA AKSİYEL UZUNLUĞA GÖRE OPTİK
KOHERENS TOMOGRAFİ ANJİOGRAFİ VERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Osman BOZAT

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet KOLA

TRABZON – 2024

ÖNSÖZ

Tez çalışmam ve uzmanlık eğitimim süresince her türlü bilgi ve deneyimlerini benimle sabırla paylaşan, desteklerini esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. Mehmet KOLA'ya

Uzmanlık eğitimim boyunca mesleki bilgi, fikir ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Hidayet ERDÖL, Prof. Dr. Adem TÜRK, Doç. Dr. Murat GÜNAY, Doç. Dr. Dilek UZLU, Dr. Öğr. Üyesi Büşra KÖSE'ye,

Teorik ve cerrahi alanda yetişmemde emeği olan beraber çalışmaktan keyif aldığım Uzm. Dr. Bedirhan ONUŞ, Uzm. Dr. Tuğçe AYDIN, Uzm. Dr. Yasin YAŞAR, Uzm. Dr. Fatma Tuğba BULANIK, Uzm. Dr. Ömer Berk BULANIK'a, eşkıdemim Dr. İbrahim Mert KURT'a

Uzmanlık eğitimi boyunca beraber çalıştığım asistan arkadaşlarıma, özellikle asistanlık hayatımın bana kazandırmış olduğu her zaman yanımda olan, olmaya da devam edecek olan her konuda beni destekleyen Uzm. Dr. Hatice TÖP ve Uzm. Dr. Hilal ERDEM'e, klinik hemşire ve personellere,

Sevgisini, desteğini her zaman yanımda hissettiğim, bana olan inançları ile beni her zaman cesaretlendiren, tüm zorluklarımda yanımda olan annem, babam ve kardeşime, asistanlığın bana kazandırdığı en güzel şey olan anlayışı ve desteğiyle her zaman yanımda olan bana olan inancıyla ve sevgisiyle beni hep daha ileriye taşıyan sevgili eşim Dr. İrem Berfu BOZAT'a,

Teşekkür ederim...

Dr. Osman BOZAT

Trabzon, 2024

ÖZET

Miyopik Hastalarda Aksiyel Uzunluğa Göre Optik Koherens Tomografi Anjiyografi Verilerinin Değerlendirilmesi

Amaç: Miyopik hastaların maküla mikrovasküleritesini Optik Koherens Tomografi Anjiyografi aracılığı ile aksiyel uzunluklarına göre kendi aralarında karşılaştırmalı olarak değerlendirerek artan aksiyel uzunluğun maküla mikrovasküler dolaşımına olan etkilerini analiz etmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Karadeniz Teknik Üniversitesi Göz Polikliniği'ne Ağustos 2022-Nisan 2024 tarihleri arasında refraksiyon kusuru muayenesi için başvuran ve teferruatlı göz muayeneleri sonucunda aksiyel uzunlukları 22 milimetre ve üzerinde olan ve herhangi başka bir göz patolojisi olmayan, genel durumu sağlıklı gönüllüler dahil edildi. Katılımcılar aksiyel uzunluklarına göre aksiyel uzunlukları 22-24 milimetre(mm) olanlar (Grup 1), 24-26 mm arası olanlar (Grup 2) ve 26mm ve üzerinde olanlarb(Grup 3) olacak şekilde gruplandırıldı. Tüm katılımcılardan Solix OKT/OKT-A (Optovue Inc, Freemont, CA, USA) cihazında radyal tarama maküla SD-OKT ve 6*6 mm'lik OKT-Anjiyografi görüntüleri alındı. OKTA'da 6*6 mm'lik foveal ve parafoveal bölgelerde yüzeyel ve derin kapiller pleksus damar yoğunlukları, FAZ (foveal avasküler zon) alanı, santral fovea kalınlıkları otomatik olarak hesaplandı. Yüzeyel ve derin kapiller ağ damar yoğunluk (%) ölçümleri erken tedavi diyabetik retinopati çalışması (ETDRS) ızgara modeline (1mm ve 3mm) uyan maküla alanlarına karşılık gelen fovea ve parafoveada yapıldı. Merkezi 1mm'lik dairesel alan içindeki ortalama kalınlık cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanarak santral fovea kalınlığı (SFK) ölçüldü. Ayrıca parafoveal ve perifoveal alanda damar yoğunlukları superior, temporal, nazal ve inferior kadrantlarda cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı.

Bulgular: Çalışmaya yaş ortalamaları 35,5 olan 35'i kadın 14'ü erkek toplam 49 katılımcıya ait 78 göz dahil edildi. Yüzeyel Kapiller Pleksus (YKP) ve Derin Kapiller Pleksus(DKP) damar yoğunlukları Grup 3'te Grup 1 ve Grup 2'ye göre anlamlı olarak düşükken Grup 1 ve Grup 2 arasında ise anlamlı farklılık yoktur.(sırasıyla $p=0,000$, $p=0,005$, $p=0,885$, $p=0,000$, $p=0,020$, $p=0,415$) Parafoveal ve perifoveal damar yoğunlukları hem DKP hem de YKP'ta Grup 3'te

Grup 1 ve Grup 2'ye göre anlamlı olarak düşüktü.(sırasıyla $p=0,016$, $p=0,001$, $p=0,024$, $p=0,002$) Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir. (sırasıyla $p=0,113$, $p=0,477$, $p=0,346$, $p=0,840$) Subfoveal koroid kalınlıkları Grup 1'de en fazla Grup 3'te ise en azdı ve aralarında fark istatistiksel olarak anlamlı idi.(sırasıyla $p=0,047$, $p=0,000$) Grup 3'te FAZ alanı ve FAZ çevre döngüsellik indeksi Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı olarak daha yüksekti.(sırasıyla $p=0,017$, $p=0,000$, $p=0,020$, $p=0,000$) Grup 1 ve Grup 2 arasında ise anlamlı bir farklılık göstermemiştir.(sırasıyla $p=0,052$, $p=0,062$) Foveal damar yoğunluğu YKP ve DKP'de artan aksiyel uzunlukla gruplar arasında anlamlı korelasyon göstermemiştir.(sırasıyla $p=0,005$, $p=0,036$, $p=0,138$, $p=0,111$) Foveal, parafoveal ve perifoveal retina kalınlıkları Grup 3'te Grup 1 ve Grup 2'ye göre anlamlı olarak daha düşüktü. (sırasıyla $p=0,015$, $p=0,000$, $p=0,000$, $p=0,000$, $p=0,000$, $p=0,000$) Grup 1 ve Grup 2 arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. (sırasıyla $p=0,120$, $p=0,976$, $p=0,109$)

Sonuç: Miyopik kişilerde artan aksiyel uzunlukla birlikte YKP ve DKP damar yoğunluklarında azalma tespit edilmiştir. Bu azalma özellikle aksiyel uzunluğu 26mm ve üzeri olan hastalarda daha belirgindir. FAZ alanı, retina kalınlığı, subfoveal koroid kalınlığı da yine aksiyel uzunluk ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Miyopi, Optik koherens tomografi anjiyografi, mikrovasküler dolaşım, aksiyel uzunluk, kapiller pleksus

ABSTRACT

Evaluation of Optical Coherence Tomography Angiography Data Based on Axial Length in Myopic Patients

Objective: The aim is to comparatively assess the macular microvasculature in myopic patients based on axial lengths using Optical Coherence Tomography Angiography (OCTA) and to analyze the effects of increased axial length on macular microvascular circulation.

Materials and Methods: The study included healthy volunteers with an axial length of 22 millimeters or more who visited the Ophthalmology Clinic at Karadeniz Technical University between August 2022 and April 2024 for a refractive error examination and had no other eye pathology. Participants were grouped by axial length: those with 22-24 millimeters (mm) (Group 1), 24-26 mm (Group 2), and 26 mm or more (Group 3). All participants underwent radial scanning macular SD-OCT and 6x6 mm OCT-Angiography imaging using the Solix OCT/OCTA device (Optovue Inc, Fremont, CA, USA). Superficial and deep capillary plexus vessel densities, FAZ (foveal avascular zone) area, and central foveal thickness in the 6x6 mm foveal and parafoveal regions were automatically calculated. Vessel density (%) measurements in the superficial and deep capillary networks were performed in macular areas corresponding to the 1mm and 3mm ETDRS grid model in the fovea and parafovea. The device automatically calculated central foveal thickness (CFT) as the average thickness within the central 1mm circular area. Additionally, vessel densities in the parafoveal and perifoveal regions in the superior, temporal, nasal, and inferior quadrants were automatically calculated by the device.

Results: The study included 78 eyes from 49 participants (35 women and 14 men) with an average age of 35.5 years. Superficial Capillary Plexus (SCP) and Deep Capillary Plexus (DCP) vessel densities were significantly lower in Group 3 than in Groups 1 and 2, with no significant difference between Groups 1 and 2 ($p=0.000$, $p=0.005$, $p=0.885$, $p=0.000$, $p=0.020$, $p=0.415$, respectively). Parafoveal and perifoveal vessel densities in both DCP and SCP were significantly lower in Group 3 than in Groups 1 and 2 ($p=0.016$, $p=0.001$, $p=0.024$, $p=0.002$, respectively), with no

significant difference between Groups 1 and 2 ($p=0.113$, $p=0.477$, $p=0.346$, $p=0.840$, respectively). Subfoveal choroidal thickness was highest in Group 1 and lowest in Group 3, showing a statistically significant difference ($p=0.047$, $p=0.000$, respectively). The FAZ area and FAZ perimeter circularity index were significantly higher in Group 3 than in Groups 1 and 2 ($p=0.017$, $p=0.000$, $p=0.020$, $p=0.000$, respectively), with no significant difference between Groups 1 and 2 ($p=0.052$, $p=0.062$, respectively). Foveal vessel density did not show a significant correlation with axial length across groups in either SCP or DCP ($p=0.005$, $p=0.036$, $p=0.138$, $p=0.111$, respectively). Foveal, parafoveal, and perifoveal retinal thicknesses were significantly lower in Group 3 than in Groups 1 and 2 ($p=0.015$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.000$, $p=0.000$, respectively), with no significant difference between Groups 1 and 2 ($p=0.120$, $p=0.976$, $p=0.109$, respectively).

Conclusion: A decrease in SCP and DCP vessel density was observed with increasing axial length in myopic individuals, especially in patients with an axial length of 26 mm or more. FAZ area, retinal thickness, and subfoveal choroidal thickness were also found to be associated with axial length.

Keywords: Myopia, Optical coherence tomography angiography, microvascular circulation, axial length, capillary plexus

KISALTMALAR DİZİNİ

AU	: Aksiyel Uzunluk
BM	: Bruch Membranı
D	: Diyoptri
DKP	: Derin Kapiller Pleksus
DLM	: Dış Limitan Membran
DNT	: Dış Nükleer Tabaka
DPT	: Dış Pleksiform Tabaka
EİDGK	: En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği
ETDRS	: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
FA	: Floresein Anjiografi
FAZ	: Foveal Avasküler Zon
FT	: Fotoreseptör Tabaka
GHT	: Ganglion Hücre Tabakası
GİB	: Göziçi Basıncı
HM	: Hafif Miyopi
ICGA	: İndocyanine Green Angiography
ILM	: İç Limitan Membran
İNT	: İç Nükleer Tabaka
İPT	: İç Pleksiform Tabaka
KNV	: Koroidal Neovaskülarizasyon
MM	: Milimetre
NVD	: Neovascularization on the Disc
OKP	: Orta Kapiller Pleksus
OKT	: Optik Koherens Tomografi
OKTA	: Optik Koherens Tomografi Anjiografi
OM	: Orta Miyopi
RPE	: Retina Pigment Epiteli
RSLT	: Retina Sinir Lifi Tabakası
SE	: Sferik Eşdeğer
SFK	: Santral Fovea Kalınlığı

SFKK	: Subfoveal Koroid Kalınlığı
VEGF	: Vasküler Endotelyal Growth Faktörü
YKP	: Yüzeyel Kapiller Pleksus
YM	: Yüksek Miyopi



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
GRAFİKLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Optik	2
2.1.1. İndirgenmiş Şematik Göz	2
2.2. Gözün Refraktif Durumları	3
2.2.1. Emetropi ve Ametropi	4
2.3. Kırma Kusurları	5
2.3.1. Hipermetropi	6
2.3.2. Astigmatizma	7
2.3.3. Miyopi	8
2.3.3.1. Miyopi Terminolojisi	8
2.3.3.2. Miyopi Prevelansı	8
2.3.3.3. Miyopi Tanımı	8
2.3.3.4. Miyopi Etiyolojisi	9
2.3.3.4.1. Risk Faktörleri	9
2.3.3.5. Miyopinin Sınıflandırılması	10
2.4. Retina Histolojisi ve Anatomisi	12
2.4.1. Retina Histolojisi	12
2.4.1.1. Retina Pigment Epiteli	12
2.4.1.2. Nörosensöryel Retina	13
2.4.2. Retina Anatomisi	15
2.4.2.1. Santral Retina	15

2.4.2.2. Periferik Retina	17
2.4.3. Retina Kan Dolaşımı.....	17
2.4.3.1. Retinal Arterler.....	18
2.4.3.2. Retinal Kapiller Yatak.....	19
2.4.3.3. Retinal Venler	19
2.5. Koroid.....	20
2.6. Optik Koherens Tomografik Anjiografi (OKTA).....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	24
4. BULGULAR.....	28
4.1. Subfoveal Koroidal Kalınlık Verilerinin Değerlendirilmesi.....	29
4.2. Foveal Avasküler Zon (FAZ) Verilerinin Değerlendirilmesi.....	30
4.3. OKTA Damar Yoğunluk Verilerinin Değerlendirilmesi.....	31
4.3.1. Yüzeyel Kapiller Pleksus Verilerinin Değerlendirilmesi	32
4.3.2. Derin Kapiller Pleksus Verileri	35
4.4. Retinal Kalınlık Verileri.....	38
5. TARTIŞMA	43
6. SONUÇLAR	54
7. KAYNAKLAR	56

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Çalışmaya dahil edilen gözlerin klinik özellikleri	28
Tablo 2.	Çalışmaya dahil edilen gözlerin gruplara göre klinik özellikleri	29
Tablo 3.	Çalışmaya dahil edilen gözlerin FAZ verilerinin gruplara göre dağılımı	31
Tablo 4.	Çalışmaya dahil edilen tüm miyopik gözlerin OKTA’da ölçülen damar yoğunluğu verileri	32
Tablo 5.	Çalışmadaki gruplara göre YKP damar yoğunluk verileri.....	33
Tablo 6.	Çalışmadaki YKP Parafoveal damar yoğunluk verilerinin gruplara göre dağılımı	33
Tablo 7.	Çalışmadaki gruplara göre YKP perifoveal damar yoğunluğu	34
Tablo 8.	Çalışmadaki gruplara göre DKP damar yoğunluğu	36
Tablo 9.	Çalışmadaki gruplara göre DKP parafoveal damar yoğunluğu verileri....	36
Tablo 10.	Çalışmadaki gruplara göre DKP perifoveal damar yoğunluğu	37
Tablo 11.	Çalışmadaki gruplara göre retina kalınlıkları.....	39
Tablo 12.	Çalışmadaki gruplara göre perifoveal retina kalınlıkları	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Şematik göz.....	3
Şekil 2. Emetropi, miyopi ve hipermetropide ortaya çıkan odak mesafelerinin şematik gösterimi	4
Şekil 3. Miyopide gelişen kırınımın gösterimi.....	9
Şekil 4. Anatomik olarak makülanın yapısı	16
Şekil 5. Çalışmaya dahil edilen bir hastaya ait 6x6mm kesitli OKTA görüntüsü	26
Şekil 6. Çalışmaya dahil edilen bir hastanın subfoveal koroidal kalınlık ölçümü	27



GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Çalışmaya dahil edilen gözlerin gruplara göre subfoveal koroidal kalınlık değerleri	30
Grafik 2. Çalışmaya dahil edilen hastaların gruplara göre YKP verileri.....	35
Grafik 3. Çalışmaya dahil edilen hastaların gruplara göre DKP verileri.....	38
Grafik 4. Çalışmaya dahil edilen hastaların gruplara göre ortalama parafoveal retina kalınlıklarının kadranlara göre verileri	40
Grafik 5. Çalışmadaki gruplara göre ortalama perifoveal retina kalınlıklarının kadransal verileri.....	42

1. GİRİŞ

Miyopi, dünya genelinde en yaygın refraktif kusurdur. Yetişkin nüfusun dörtte birlik kesiminde mevcuttur. Miyopi endişe verici derecede hızlı bir insidans artışı göstermektedir. Dünya nüfusunun 2050 yılında %49,8'inin miyop olacağı öngörülmektedir (1).

Miyopide, refraktif kusurla beraber retina kalınlığında ve vasküler yoğunlukta da değişiklikler olmaktadır. Yüksek miyopi, koroidal yeni damar oluşması, retina dekolmanına neden olarak kalıcı görme kaybına yol açabilir (2).

Miyopiye neden olan aksiyel uzunluğun artışı ile birlikte retinanın incelmesi ve retinal damar yapılarının değişmesi gibi oküler yapısal değişiklikler meydana gelir. Bu değişiklikler görmeyi tehdit eden bazı komplikasyonlara yol açabilir (3).

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA), kontrast kullanmadan, retina ve koroidin farklı seviyelerinde kan damarlarının ve kan akışının görüntülerini sağlamaktadır ve retinayla ilgili eski görüntüleme tekniklerinin çok üzerinde bilgi vermektedir. OKTA retinal vasküler patolojilerin erken saptanması ve çeşitli oftalmolojik hastalıkların patogenezinin aydınlatılmasında oldukça etkili bir tetkiktir (1).

Daha önce yapılan OKTA çalışmaları, miyopide, özellikle yüksek miyopide vasküler yoğunlukta azalma olduğunu bildirmiştir (4-14). Yapılan bazı çalışmalarda ayrıca retina damar yoğunluğu ile aksiyel uzunluk (AU) veya sferik eşdeğer (SE) (4, 5, 7, 8, 10-13) arasında anlamlı korelasyonlar olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı literatürdeki önceki çalışmaların bulguları göz önüne alınarak gözleri aksiyel uzunluklarına göre kategorize ederek miyopik hastalarda maküla mikrovasküleritesini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Böylece gözdeki aksiyel uzunluk artışının retina vasküler dolaşımına olan etkilerini OKTA kullanılarak analiz etmek ve patolojik miyopik bulgular ortaya çıkmadan önce vasküler yapıda değişiklik olup olmadığını incelemektir

2. GENEL BİLGİLER

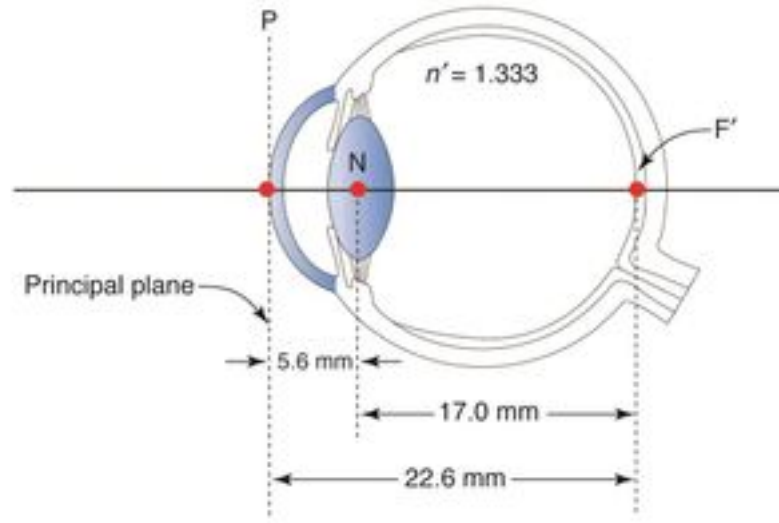
2.1. Optik

Gözün temel görevi retina üzerinde dış ortamın net bir görüntüsünü oluşturmak ve oluşan sinyalleri değerlendirmek üzere beyne iletmektir. Retina üzerinde dış ortamın görüntüsü göze gelen ışınların temel kırıcı ortamlar olan kornea ve lens tarafından uygun bir kırılmaya uğratılmasıyla oluşturulur. Gözün ortalama +62 diyoptri (D) toplam kırıcılığı vardır. Kornea gözün kırıcılığının yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Korneanın ön yüzü +48,8D, arka yüzü -5,8D olmak üzere toplamda +43,0D'lik kırma gücü bulunmaktadır ve kornea gözün en önemli kırıcı ortamını oluşturmaktadır. Lensin ise ortalama +19,0D'lik bir kırma gücü bulunmaktadır. Gözde bu toplam kırma gücü sayesinde 6 metre mesafedeki bir cismin retina üzerinde bir görüntüsü oluşmaktadır ve bu görüntü yaklaşık 350 kez küçültülmüş gerçek bir görüntüdür.(15)

Korneanın ön yüzeyi yaklaşık olarak küreseldir ve eğrilik yarıçapı 8 milimetreden azdır. Bu yüzey, gözün refraktif gücünün yaklaşık 2/3'ünü oluşturur. Gözün odak değiştirmesini de sağlayan lens ise gözün kırma gücünün 1/3'üne sahiptir. Göz yakındaki cisimlere odaklandığında siliyer kas, lensi kalınlaştırıp şeklini değiştirerek lensi optik olarak daha güçlü bir hale getirir ve görüntünün retinada odaklanmasını sağlar. (16)

2.1.1. İndirgenmiş Şematik Göz

Gözün optik sistemi ile ilgili olarak yıllar içinde, dikkatli anatomik ölçümlere ve dengeli tahminlere dayanan çok sayıda matematiksel model geliştirilmiştir. Listing, Donders, Tscherning ve von Helmholtz tarafından modeller ortaya konmuştur ancak bu modeller yaygın olarak kabul görmemiştir. İsveçli bir oftalmoloji profesörü olan Gullstrand insan gözüne çok yakın bir şematik göz modeli geliştirmiştir ve bu model ile birlikte 1911 yılında Nobel ödülünü kazanmıştır.



Şekil 1. Şematik Göz (17)

Gullstrand'ın şematik gözü, gözün optik modellerinin oluşturulması için yararlı olmakla birlikte bu model bazı klinik hesaplamaların yapılabilmesi için kullanışsızdır ve daha basitleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmüştür. Kornea ve lensin odak noktaları birbirine çok yakın olduğu için, tek bir nokta olarak değerlendirilebilir. Yine benzer şekilde, kornea ve lensin nodal noktaları gözün tek bir nodal noktası olarak birleştirilebilir. Bu durumda gözü, iki farklı kırma indeksine sahip olan (hava için 1,0 göz için 1,3) iki ayrı ortamı birbirinden ayıran tek bir refraktif eleman olarak kabul edebiliriz. Bu şekil, *indirgenmiş şematik göz* olarak adlandırılır (18)

İndirgenmiş şematik göz kavramının kullanımı ile, uzaydaki bir objenin retinal görüntü büyüklüğünü hesaplanılabilir (18).

2.2. Gözün Refraktif Durumları

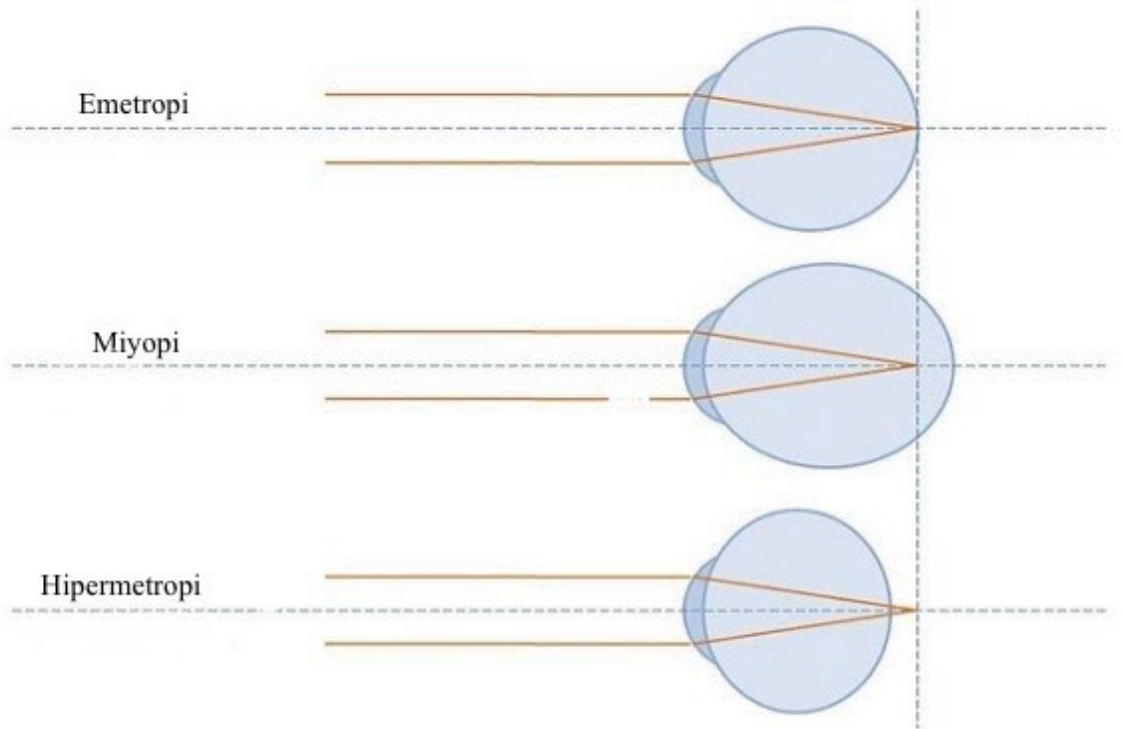
Gözün refraktif durumunu, akomodasyon yapmamış olan bir gözde, cisme ait oluşan görüntünün optik sonsuzluktaki konumu belirler. Retinanın üzerinde odaklanan cisimler net bir görüntü oluştururken retinanın önünde veya arkasında odaklanan cisimler bulanık bir görüntü oluşturmaktadır (18).

2.2.1. Emetropi ve Ametropi

Emetropi, akomodasyon yapmamış bir göze 6 metre veya daha fazla uzaklıkta bulunan bir nesneden gelen paralel ışık ışınlarının, retinada odaklanmış bir görüntü oluşturduğu kırılma durumu olarak tanımlanır. Emetrop gözlerde gözün kırıcılık gücü ile eksen uzunluğu birbiriyle uyumludur. Mükemmel emetropi nadiren vardır. Bir dereceye kadar kırma kusuru bireylerin çoğunda mevcuttur, ancak çoğunlukla düzeltme gerektirmez (15).

Ametropi, görüntünün retinaya odaklanmaması durumunu ifade etmektedir. Ametrop gözlerde net görüntü, retinanın önünde veya arkasında oluşur, bu yüzden algılanan görüntü net değildir. Optik görüntünün retinaya tam olarak odaklanmadığı üç temel ametropik durum bulunmaktadır (18):

1. Miyopi
2. Hipermetropi
3. Astigmatizma



Şekil 2. Emetropi, Miyopi ve Hipermetropide ortaya çıkan odak mesafelerinin şematik gösterimi (19)

Ametropi, etiyolojiye göre aksiyel ve refraktif olarak ikiye ayrılır. Aksiyel ametropide, aksiyel uzunluk normalden uzun (miyopi) ya da kısa (hipermetropi) olmakta iken, refraktif ametropide aksiyel uzunluk normal ancak refraktif elemanların (kornea-lens) kırma gücü normal değildir. Bireysel farklılıklar olmakla birlikte gözün ön-arka eksenini yani aksiyel uzunluğu ortalama 24 milimetre civarındadır. Aksiyel uzunluktaki her 1 milimetrelilik değişiklik ortalama olarak 3 D refraktif kusura neden olmaktadır (20)

2.3. Kırma Kusurları

Emetropik bir gözde, sonsuzluktan gelen paralel ışık ışınları uyum yapmayan gözün kırıcı ortamlarından geçtikten sonra retinada birleşir. Kırma kusuru veya ametropi durumunda ise görüntü tam retinada odaklanamamakta olup bu durum kusurlu odaklanmaya neden olur. Kırma kusurları görüntünün kalitesinin bozulmasına yol açan gözün optik anomalileridir.

Kırma kusurlarının birçok nedeni bulunmaktadır. Bu nedenler şu şekilde sıralanmaktadır:

1. Optik bileşenlerin boyutunda konumunda değişiklik veya optik

bileşenlerin yokluğu: Ametropinin en önemli nedeni, aksiyel uzunluk ile gözün toplam kırma gücü arasındaki uyumsuzluktur, örneğin normalden uzun bir gözde görüntü retinanın önünde oluşur. Bu duruma aksiyel miyopi denir. Benzer şekilde, aksiyel uzunluğu normalden daha kısa bir gözde, görüntü retinanın arkasında oluşur ve bu durum aksiyel hipermetropi olarak isimlendirilmektedir.

Lens normal aralıktan daha önde ya da arkada yerleşim gösterirse, benzer kırma kusurları meydana gelir. Lens öne doğru yer değiştirirse miyopi oluşurken arkaya doğru yer değiştirirse hipermetropi oluşur. Lensin sublukse ya da tilte olması durumunda ise astigmatizma ortaya çıkabilmektedir. Lensin yokluğu, optik sistemin kırma gücünü büyük oranda azaltarak yüksek hipermetropiye neden olmaktadır.

2. Optik bileşenlerin şeklinde değişiklik: Kornea yüzeyinde düzensizlik olmasıyla birlikte tek nokta yerine iki farklı düzlemde görüntülerin

oluşması sonucunda astigmatizma oluşabilmektedir. Kornea eğriliği düzenli ancak dik ise refraktif miyopiye sebep olur. Normal eğriliğe göre daha düz ise refraktif hipermetropiye sebep olur. Bu ametropi türleri; keratokonus, marjinal pellusid dejenerasyon ve keratoglobus gibi birçok kornea hastalığında klinik pratikte yaygın olarak görülmektedir.

3. Refraktif indekste değişiklik: Kırma gücü, iki dokunun kırma indekslerindeki farkla orantılıdır. Bazı patolojilerle birlikte aköz hümörün kırma indeksinde artış olursa, kornea ile aköz hümör arasındaki ara yüzün negatif gücü azalacak ve indeks miyopiye ile sonuçlanacaktır. İndis azalırsa indeks hipermetropiye neden olur. Bunun tersi vitreus cisminin refraktif indeksindeki değişikliklerde de karşımıza çıkmaktadır. Vitreusun refraktif indisi artarak lensinkine yaklaşırsa, ışık lens-vitreus ara yüzeyinde daha az kırılır ve bu durum hipermetropiye neden olur. İndeks miyopi ise vitreusun refraktif indeksi azalırsa ortaya çıkar (16).

2.3.1. Hipermetropi

Hipermetropi göze paralel gelen ışık ışınlarının retina arkasında odak oluşturma durumudur. Bu hastalarda uzak nokta retina arkasındadır ancak göze konverjan olarak gelen ışınlar retina üzerinde odak oluşturabilmektedirler. Retinaya yansıyan görüntü, ışık ışınları bir noktaya birleşmeden önce oluşturulan bulanıklık halkaları şeklinde oluşmaktadır ve bu durum kötü görüntü kalitesine neden olur.

Yapılan bazı çalışmalarda, dünya nüfusunda miyoplardan daha fazla hipermetrop olduğu, ancak bu hastalar çoğunlukla kırma kusurlarını akomodasyon ile birlikte nötralize ettikleri için 40 yaşına kadar bulgu vermediği belirtilmektedir (15).

Hipermetropi latent ve manifest olarak ikiye ayrılmaktadır.

1. Latent Hipermetropi: Siliyer kasın günlük hayatta gevşetilemeyen sadece atropin kullanılarak siklopleji yapıldığında belirlenebilen bir uyum gücü vardır. Siliyer kasın günlük hayatta gevşetilemeyen tonusuyla kompanse edilen hipermetropiye latent hipermetropi denir.

2. Manifest Hipermetropi: Toplam hipermetropinin latent kısmı dışında kalan kısmıdır. Hipermetropinin siliyer kasın kasılmasına rağmen uyum gücüyle ortadan kaldırılamayan kısmına manifest hipermetropi denir.

Ön kamara göz yapılarına göre büyük kalan lense bağlı olarak daha sıgıdır. Bu nedenle bu gözlerde açılı kapanması glokom riski daha fazladır (15).

Hipermetropik hastalarda, uzaktaki bir cismin görüntüsü bulanık olarak algılanmaktadır. Çünkü, optik sistemin kırılma gücü gözün uzunluğuna göre çok küçük kalmaktadır. Uzak bir nesnenin odaklanmış görüntüsü retinanın arkasında yer alır ve retinadaki görüntü bu nedenle belirsizdir. Genç hastalar lensin eğrilik yarıçapını azaltarak kırma gücünü değiştirir ve bu durumu tolere edebilirler. Görüntü öne doğru retinaya yer değiştirir ve görüntü retinaya odaklanır. Hipermetropik hastalarda göz ağrısı, gözde kızarıklık, geçici bulanık görme ve baş ağrısı gibi astenopik semptomlar olabilir. Bu şikayetler özellikle akşamları, zayıf aydınlatmada ve yakın nesneler üzerinde uzun bir konsantrasyondan sonra ortaya çıkmaktadır (21).

Hipermetropik düzeltme için en sık tercih edilen seçenekler, ince kenarlı mercek veya kontakt lenslerdir. Bu mercek ve lensler, uzaktaki nesnelerin görüntülerini retinaya odaklayarak net bir görüntü sağlarlar. Pratikte, Lazer keratorefraktif cerrahiler de kornea yüzey eğriliğini dikleştirilmesiyle eğrilik yarıçapını azaltılır ve hipermetropinin düzeltilmiş olur (21).

2.3.2. Astigmatizma

Astigmatizma ışığın değişik meridyenlerde farklı kırılarak tek bir odak oluşturamaması durumudur. Bu durum gözün optik sisteminde sferik kurvatür düzensizliği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bir nokta kaynağından gelen ışık farklı akslardaki kornea ve lens eğriliğindeki farklılıklar nedeniyle tek bir noktaya odaklanamamakta ve ayrılmış görüntü planı oluşturmaktadır (15).

Odaklanan ana meridyenlerin ışığı birbirine dik açıda ise bu duruma regüler astigmatizma denir. Regüler astigmatizmada, iki çizginin bulunduğu yere bağlı olarak, bir tanesi daha fazla alt tip belirtebilir. Odaklanan ana meridyenlerin her ikisi de retinanın önünde olduğunda bu refraktif durum bileşik miyopik astigmatizma

olarak adlandırılır. Benzer şekilde, her ikisi de retinanın arkasında ise bileşik hipermetropik astigmatizmayı oluştururlar. Bir çizgi retinaya odaklanır ancak diğer çizgi retinanın önünde ya da arkasında oluşmuş ise sırasıyla basit miyopik ya da basit hipermetropik astigmatizma meydana gelmektedir. Bir çizginin retinanın arkasında diğer çizgi ise retinanın önünde olduğu duruma mikst astigmatizma denir.

Astigmatizmada paralel gelen ışın demeti tek bir noktada oluşmaz, Sturm Konoidi denilen bir odak oluşturur. Konoidin ön-arka fokal çizgileri arasındaki uzaklık doğrudan astigmatizma derecesi ile ilişkilendirilir (15, 21, 18).

2.3.3. Miyopi

2.3.3.1. Miyopi Terminolojisi

Miyopi kavramı ilk kez MÖ. 350 yılında Aristoteles tarafından “*muein*” (kapanma) ve “*oops*” (göz) kelimelerinden türetilmiş “*muoops*” olarak ortaya çıkmıştır. Bu tanım miyopik hastaların pinhol etkisi yaratmak için göz kapaklarını daraltarak daha net görüntü oluşturma çabasından esinlenerek oluşturulmuştur. Miyopi ismi Aetius’un yazılarında MS 550 yılında görülmüştür (22).

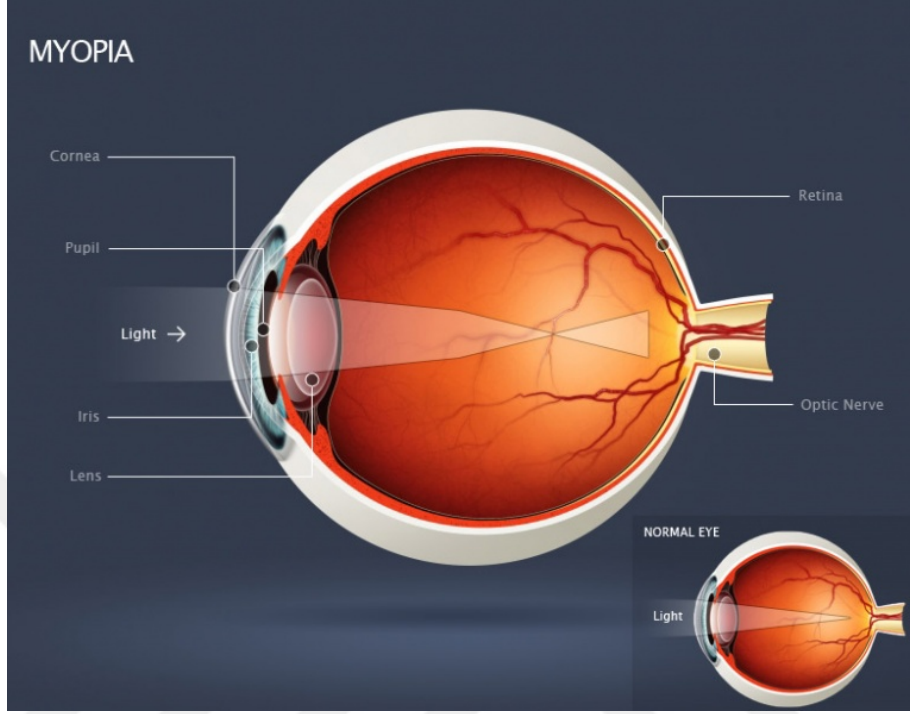
2.3.3.2. Miyopi Prevelansı

Miyopi, dünya genelinde en yaygın göz hastalığıdır ve özellikle Doğu Asya ülkelerinde yüksek oranda görülmektedir. Doğu Asya’da miyopi prevalansı %47,0, Orta Avrupa’da %27,1, Orta Asya’da %17,0 ve Orta Afrika’da %7,0 civarındadır. Bir meta-analizde, küresel nüfusun %28,3’ü miyop ve %4’ü ise yüksek miyop hastasıdır. Bu sayıların 2050 yılına kadar miyopi için %49,8 ve yüksek miyopi için %9,8’e yükseleceği tahmin edilmektedir (23).

2.3.3.3. Miyopi Tanımı

Miyopi sonsuzluktan gelen paralel ışık ışınlarının gözün kırıcı tabakalarında kırıldıktan sonra retinanın önünde bir noktada odaklaşma durumudur. Miyopik

hastalarda retinaya yansıyan görüntü, bulanıklık halkalarının toplamına karşılık gelir ve düşük görüntü kalitesine neden olur (16).



Şekil 3. Miyopide gelişen kırınımın gösterimi (24)

2.3.3.4. Miyopi Etiyolojisi

Miyopinin patofizyolojisi tam olarak anlaşılamamış olsa da hem genetik hem de çevresel faktörlerin miyopi gelişimine katkı sağladığı kabul edilmektedir. Miyopi ve yüksek miyopi ile ilişkili bazı genetik lokuslar CREAM konsorsiyumu tarafından tanımlanmıştır (23, 25).

2.3.3.4.1. Miyopi için Risk Faktörleri

1. Yaş: Miyopinin başlangıcının genç yaşta olması progresyon açısından en önemli bağımsız risk faktörüdür. Özellikle 6-7 yaşlarında en az -1,25D miyopisi olan hastalarda daha ileri yaşta başlayanlara göre daha hızlı bir progresyon izlenmektedir (26).

2. Etnik Köken: Miyopinin yaygınlığı bölgesel ve etnik farklılıklara göre büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Miyopinin yaygınlığı Doğu Asya'daki bazı bölgelerde %80'i aşmaktadır. Buna karşın, 2020'de yapılan bir incelemede Afrika popülasyonlarında tahmini miyopi yaygınlığı %20'un altında, Avrupa'da %30,6, Amerika Birleşik Devletleri'nde %41,6 oranındadır. Popülasyon temelli epidemiyolojik araştırmalar, genetik faktörlerin miyopi başlangıcında ve ilerlemesinde önemli ölçüde etkili olduğunu göstermektedir (27).
3. Çevresel Faktörler: Açık havada vakit geçirmenin, miyopi oluşumuna karşı koruyucu olduğu ve mevcut miyopisi olan hastalarda progresyonu yavaşlattığı gösterilmiştir. Yapılan hayvan çalışmaları, ultraviyole ışığın sklerayı stabilize ederek aksiyel uzamayı durdurabileceğini ileri sürmektedir (28). Yapılan bazı çalışmalarda açık havada günde 76 dakika geçirmenin, kontrol grubuyla kıyaslandığında miyopi insidansında %50'ye varan azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (29).
4. Ebeveyn Miyopluğu: Yapılan bazı çalışmalarda bir ya da her iki ebeveyninde miyopi olan çocuklarda miyopi riskinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı bildirilmiştir. Çocukların miyop ebeveynlerine benzer davranış özellikleri benimsemesi gibi çevresel etkiler de miyopi gelişimi açısından ek risk faktörleri olarak değerlendirilmiştir. Aksiyel uzamayla ilişkilendirilen birçok gen bulunmuştur (26, 30, 31).

2.3.3.5. Miyopinin Sınıflandırılması

Sferik eşdeğeri -3D altında olanlar düşük, 3-6 D arasında olanlar orta ve 6D'den yüksek olanlar yüksek miyopi olarak sınıflandırılır. Ayrıca başlangıç zamanına göre konjenital, erken, okul çağı, juvenil veya geç başlangıçlı gibi sınıflandırılmalar da bulunmaktadır (20).

Miyopinin basit ve dejeneratif miyopi olmak üzere iki türü vardır.

1. Basit Miyopi

Basit miyopide genellikle aksiyel uzunluğun fazla olması sebep olarak gösterilir. Bunun dışında lensin artmış kırma gücü ve lensin öne doğru yerleşimi,

artmış kornea ve lens kurvatürü, ön kamara sıklığı da diğer nedenler arasındadır. Paralel ışınlar retina önünde odaklanmakta, fakat diverjans gelen ışınlar retina üzerinde odaklanabilmektedir. Bu nedenle bu hastaların uzak görmeleri ileri derecede bozuk olmasına rağmen yakın noktaları göze yaklaştığından yakın görmede sıkıntıları olmamaktadır.

Miyoplar görebilmek için hemen hemen hiç akomodasyon yapmazlar, bu nedenle konverjans da reddedildiğinden miyoplarda ekzotropyanın daha sık olması beklenmektedir.

Basit miyopiler genelde 5,0-6,0D kadardır. Ancak daha yüksek miyopili olanlara da rastlanabilir.

Miyop gözler genellikle büyük ve ekzoftalmik görünmektedir. Kişilerin ön kamaraları hafif derindir. Pupillaları daha geniş olup ışık reaksiyonları daha zayıftır. Fundus genellikle normaldir, ancak bazen tigre retina adı verilen retinada kaplan derisine benzer şekilde pigmentasyon gösterebilirler. Basit miyopide arka kutupta dejeneratif değişiklik beklenmezken hayatın ileri evrelerinde periferik retinal dejenerasyonlar görülebilmektedir (15).

2. Dejeneratif Miyopi

Retinada dejeneratif değişikliklerle seyreden ve genellikle ilerleyici tarzda göz aksiyel uzunluğunun artması ile karakterize olan miyopi türüdür. Bir diğer ismi de bu özellikleri nedeniyle patolojik aksiyel miyopidir. Genellikle 5-10 yaşlarında başlayan refraktif değişiklikler 25 yaş ve bazen daha ileri yaşlara kadar artarak devam edebilmektedir. Sonuç olarak optik kusur 15-25D veya daha üzerine kadar ulaşır.

Küçük diyoptrili kusurlarda dejeneratif fundus değişiklikleri görülebildiği gibi, fundusu tamamen doğal olan yüksek diyoptrili kusurlar da mevcuttur.

Dejeneratif miyopide genellikle otozomal resesif geçiş olmak üzere birçok kalıtsal geçiş şekline rastlanabilmektedir. Bu nedenle iki dejeneratif miyopun çocuklarında ve akraba evliliklerinde görülme ihtimali daha fazladır. Dejeneratif miyopi ırksal eğilim göstermekle birlikte kadınlarda daha sık görülmektedir. Özellikle Doğu Asyalılar, Japonlar ve Yahudilerde olmak üzere Çinli ve Araplarda da daha sık olarak görülmektedir.

Dejeneratif miyopide göz küresi elipsoid şekilde uzamıştır. Bu hastalarda genellikle göz ön segmenti ve ekvator bölgesi normal olup bu uzamadan özellikle arka kutup bölgesi belirgin etkilenmiştir. Uzama muhtemelen bir gerilmeye bağlı olmayıp skleranın arka yarısındaki göz tabakalarının primer bir dejenerasyonu söz konusudur. Göz küresindeki bu büyüme sebebiyle sklera özellikle arka kutupta daha belirgin olmak üzere incelmıştır. Yüksek diyoptrili hastalarda posterior stafilom adı verilen skleranın arka kutupta dışarıya doğru çıkıntı oluşturduğu form görülebilmektedir.

Bu hastalarda koryokapillaris atrofisi de vardır. Bu duruma sekonder olarak retinanın koroidden beslenmesi bozulduğu için retinal değişiklikler meydana gelir. Koroidden beslenen retina dış tabakalarında atrofi görülürken retinal damarlardan beslenen retina iç tabakalarında atrofi görülmez. Retina pigment epiteli dejenerasyonu nedeniyle pigment artışı, kümelenmesi ve pigment epitel atrofisi olur (15).

2.4. Retina Histolojisi ve Anatomisi

2.4.1. Retina Histolojisi

Retina, retina pigment epiteli(RPE) ve nörosensoryel retina olmak üzere 2 histolojik bölümden oluşur

2.4.1.1. Retina Pigment Epiteli

RPE, retina ve koroid arasında uzanır, tek sıra hekzagonal hücrelerden oluşmaktadır. Hücreler içte çok sayıda melanozom içeren pigmente apikal kısım ve dışta nükleus içeren, pigmente olmayan bazal tabakadan oluşmaktadır.

Hücre tabanı Bruch membran ile temas halindedir ve hücre apekslerinde çok sayıda ipliğimsi villöz çıkıntılar fotoreseptör dış segmentleri arasında uzanım göstermektedir.

RPE hücreleri arka kutupta, özellikle foveada daha uzun ve ince yapıdadırlar şekilleri düzenlidir, perifere göre daha büyük ve fazla sayıda melanozom içerirler.

RPE hücreleri arasındaki sıkı bağlantı kompleksleri(zonula okludensler) dış kan-retina bariyerini oluştururlar. Dış kan-retina bariyeri, ekstraselüler sıvının koryokapillaristen subretinal boşluğuna geçişini engeller ve subretinal boşluktan dışarı aktif iyon ve su pompalar (32).

Fonksiyonları:

- Dış kan-retina bariyerinin yapısına katılır.
- Dökülen fotoreseptör dış segmentlerini fagositoz ve lizozomal parçalanma ile ortamdan uzaklaştırarak fotoreseptör döngüsünün kolaylaşmasını sağlar.
- Dış kan-retina bariyeri ile birlikte metabolitlerin (esas aminoasit ve glukoz gibi küçük moleküller) içeri taşınması ve metabolik atık ürünlerinin dışa taşınmasında görev alır, böylece en uygun retina ortamının korunmasını sağlar.
- Görsel siklusta önemli olan A vitaminin depolanması, metabolizması ve transportuna aracılık eder.
- Yoğun RPE pigmenti yansıyan ışığı absorbe etmeye yardımcı olur (33).

2.4.1.2. Nörosensöryel Retina

Retina, göz küresini en içten saran şeffaf hücre tabakasından oluşur. Fundus muayenesinde görülen parlak kırmızı renk retina pigment epitelinden ve koroidden kaynaklanmaktadır. Nörosensöryel retinanın duyuşal innervasyonu yoktur. Bu nedenle retina hastalıkları ağrısızdır (34).

Kalınlığı optik sinir çevresinde 0,56 milimetre, ora serratada 0,1 milimetre, ekvatorunda ise 0,2 milimetredir. Nörosensöryel retina ve RPE arasında optik sinir ve ora serrata bölgesinde sıkı yapışıklıklar mevcuttur.

Histolojik kesitlerde retina hücre tabakalarının organizasyonu içten retina pigment epiteline doğru 9 tabakadan oluşmaktadır (34).

İç Limitan Membran (ILM): Gerçek bir membrandır. (PAS pozitif bazal membran) ve müller hücrelerinin ayaksı çıkıntılarından oluşmaktadır. Fundus muayenesinde ora serrata bölgesinde sarı-beyaz spotlar olarak görülebilmektedir.

Retina Sinir Lifi Tabakası (RSLT): Demiyelinize ganglion hücre aksonlarıdır. Glial hücreler(astrositler) de içerir. Bu akson yapılar lamina kribrozada oligodendrisitlerce myelinize olurlar ve lateral genikülat cisimde sinaps yaparlar.

Ganglion Hücre Tabakası (GHT): Ganglion hücre gövdeleri ve glial hücrelerden oluşmaktadır. Perifer retinadan makülaya doğru kalınlığı artmaktadır, sonrasında foveaya doğru tekrar azalır ve foveolada tamamen kaybolur.

İç Pleksiform Tabaka (İPT): Bipolar-amakrin hücre, bipolar-ganglion hücre sinapsları yer alır. En dış tabakasına kadar retinal arterle beslenir.

İç Nükleer Tabaka (İNT): Horizontal, bipolar, amakrin, interpleksiform ve müller hücrelerinin gövdeleri bu tabakada yer alır. Bipolar hücreler sinyal integrasyonunda görev alan hücrelerdir, fotoreseptör hücrelerden gelen uyarıları diğer hücrelere iletir. Horizontal hücreler GABAerjik nöronlardır, ‘açık’ ve ‘kapalı’ yanıtlarını üreterek sinyal iletimini düzenlemektedirler. Amakrin hücreler multipolar özelliktedirler, bipolar hücreler veya ganglion hücreler ile bağlantı kurarlar, 30’a yakın tipi vardır. Müller hücreleri bipolar hücrelerdir ve gövdeleri ILM ve dış limitan membran (DLM) arasında retina boyunca radial olarak uzanır. Işığın retina içerisinde fotoreseptör hücrelere ulaşmasını sağlar. Retinanın besin ve enerji rezervini sağlar (35).

Dış Pleksiform Tabaka (DPT): Bipolar hücreler ve fotoreseptör hücreler arasındaki sinapslar bu tabakada yer alır. Gerçek membran yapısında değildir. Fotoreseptörlerin maküla bölgesinde aksonları daha uzundur. Fovea bölgesinde oblik seyrettikleri için daha uzun, daha kalın ve fibröz yapıdadırlar. Maküladaki bu uzun ve fibröz yapısı ‘Henle Tabakası’ olarak adlandırılırlar.

Dış Nükleer Tabaka (DNT): Fotoreseptör hücrelerin hücre çekirdekleri bu tabakada bulunmaktadır.

Dış Limitan Membran (DLM): Gerçek bir membran değildir. Fotoreseptörler ve Müller hücre uzantılarının arasındaki sıkı bağlantıların kesişme bölgesidir.

Fotoreseptör Tabaka (FT): Bu tabakada rod ve kon hücrelerinin iç ve dış segmentleri yer alır. Rod hücreleri, tek bir fotona bile duyarlı, yüksek ışık hassasiyetine sahip hücrelerdir. Karanlık adaptasyonunda kon hücrelerinden 1000 kat daha duyarlıdırlar. Sayıları 125 milyonu bulmaktadır. Foveada hiç rod hücresi

bulunmaz. Kon hücreleri, renkli görmeyi ve gündüz ışığında görme sağlarlar. Kon hücreleri fovea bölgesinde yoğunlaşmıştır ve %50'si maküla bölgesinde yer alır. Sayıları 6 milyon kadardır (34).

2.4.2. Retina Anatomisi

Retina ora serratada 0,1 milimetre, ekvatorunda 0,2 milimetre, optik disk yakınında 0,56 milimetre kalınlığı olan ince, saydam bir dokudur. Dış yüzeyi retina pigment epitelinden potansiyel bir boşluk ile ayrılmış olup iç yüzeyi vitreus ile temas halindedir. Arka kutupta sinir lifi tabakası hariç bütün retina tabakaları optik sinir başında sonlanırken periferde nörosensöryel retina ora serrataya uzanır ve pars plananın nonpigmente siliyer epitel ile devam eder (36).

2.4.2.1. Santral Retina

Santral retina diğer adıyla maküla bölgesi, histolojik açıdan ganglion hücre tabakasında en az iki nükleus tabakası içeren bölge olarak tanımlanmaktadır. Makülayı umbo, foveola, fovea, parafovea ve perifovea denilen bölgeler oluşturmaktadır. Santral retinada periferik retinadan farklı olarak ganglion hücre tabakası birkaç katlı olarak dizimlenmiştir. Makülanın çapı temporal vasküler arkadlar sınır olarak kabul edildiğinde yaklaşık olarak 5,5 milimetredir.

Fovea: Optik disk merkezinden 4,0 milimetre temporalde ve 0,8 milimetre inferiorunda yer alır. Çapı yaklaşık olarak 1,5 milimetredir. Foveada ortalama retina kalınlığı 0,25 milimetredir. Foveada sinir lifi, ganglion hücre ve iç pleksiform tabakaları bulunmamaktadır. Foveanın santral 0,57 milimetre çaplı bölgesinde sadece koni hücreleri bulunmaktadır.

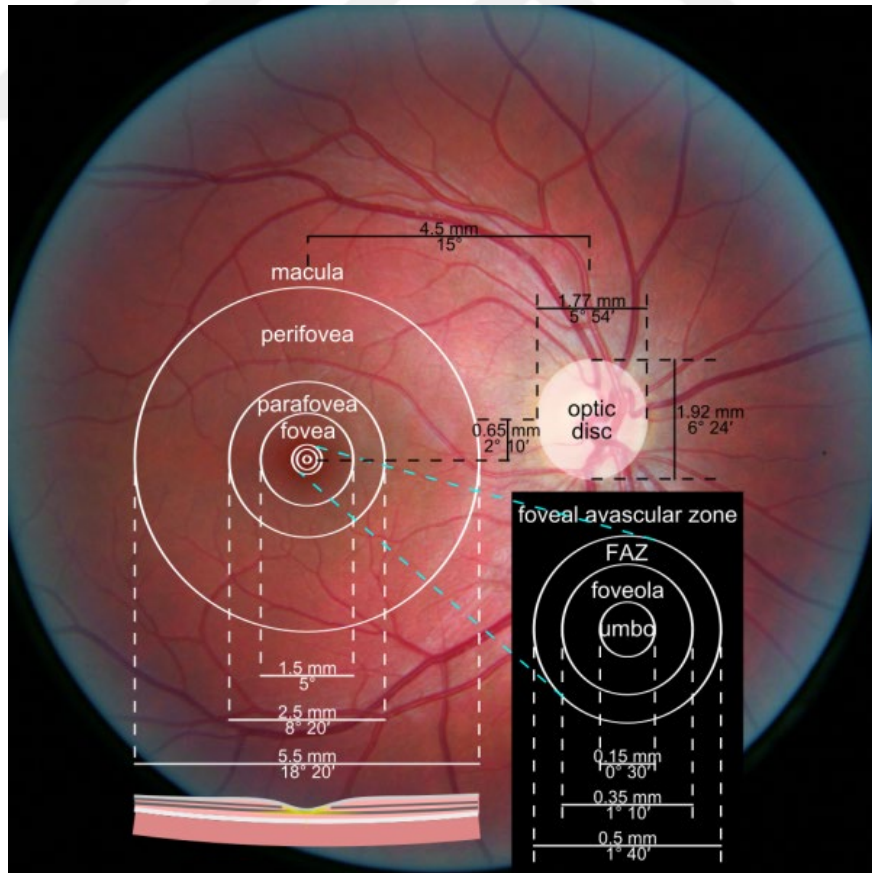
Foveola: 350 mikron çaplı ve 150 mikron kalınlığında sadece koni hücrelerinin bulunduğu fovea çukurluğudur. Avasküler foveola kapillerlerin oluşturduğu bir halka ile çevrelenir, bu damarlar iç nükleer tabaka düzeyindedir ve 250-600 mikron genişliğindeki foveal avasküler zonu (FAZ) oluşturur.

Umbo: Foveola merkezindeki 150-200 mikron çapındaki çukurluktur. En keskin görme bu bölgede sağlanmaktadır. Bu bölgede koni dansitesi yüksektir, milimetre karede 385 000 koni mevcuttur.

Foveal Avasküler Zon (FAZ): Fovea merkezinde retinal kapiller ağı bulunmadığı 250-600 mikron çapındaki alandır. Bu bölgenin geometrik merkezi makülanın da merkezi olup fiksasyon merkezi olarak kabul edilir.

Parafovea: Foveayı çevreleyen 0,5 milimetre genişliğindeki bölgedir. Karakteristik olarak bu bölgede iç retina tabakasında, özellikle iç nükleer ve ganglion hücre tabakasında belirgin artış mevcuttur. Retina sinir lifi tabakası rölatif olarak özellikle nazal kenardaki papillomaküler demette kalındır. Koni-Basil hücreleri bu bölgede 1:1 oranına sahiptir.

Perifovea: Maküla bölgesinin periferik zonudur, parafoveayı çevreleyen 1,5 milimetre genişliğindeki alandır. Çok sayıda ganglion hücre tabakası ve aynı zamanda 6 kat bipolar hücre tabakası içerir. Bu bölgedeki koni:rod oranı 1:2'dir (37).



Şekil 4. Anatomik olarak makülanın yapısı (38)

2.4.2.2. Periferik Retina

Vasküler arkuadlar dışında kalan retina alanıdır. 4 bölüme ayrılabilir. Bunlar; yakın perifer, orta perifer(ekvator), uzak perifer ve ekstrem periferdir. Yakın perifer 1,5 milimetre genişliğinde, orta perifer ise 3 milimetre genişliğindedir. Uzak perifer ekvator bölgesinden ora serrataya kadar uzanan bölgedir. Periferik retina ora serrataya yaklaştıkça inceliyor sonlanır ve pars plana bölgesinde nonpigmente epitel ile devam eder. Ora serrata temporalde 2,1 milimetre, nazalde 0,7-0,8 milimetre genişliğine sahiptir. Göz çevresi ekvatorunda 72 milimetre iken ora serratada 60 milimetredir .(34)(36). Ora serrata nazalde temporale göre daha ön yerleşimlidir. Nazal ora, limbusun 6 milimetre arkasında, temporal ora ise 7 milimetre arkasındadır (34, 36).

2.4.3. Retina Kan Dolaşımı

Retina vücuttaki en yüksek metabolizmaya sahip dokulardan biridir. Beslenmesi iki ayrı vasküler sistemden sağlanmaktadır. Bu sistemler retina damar ağı ve koroid damar ağıdır. Her iki sistem de internal karotis arterin ilk dalı olan oftalmik arterden kaynaklanmaktadır.

Santral retinal arter optik sinir ile göze girer, sonrasında 4 dala ayrılır ve her bir dal bir retina kadranını besler. Bu damarlar retina sinir lifi tabakasında ILM'a yakın yerleşim gösterirler. Retinanın iç 2/3 kısmının beslenmesi santral retinal arterden kaynaklanan retinal kapillerlerden sağlanmakta iken dış retina katları avaskülerdir ve metabolik ihtiyaçlarını kısa posterior siliyer arterden beslenen koriokapillaristen sağlamaktadır (34).

Retinanın oksijen tüketiminin çoğunluğunun koroid kaynaklı olduğu, az bir kısmının retinal vasküler sistem ile sağlandığı düşünülmektedir. Retinal vasküler beslenme ve koriokapiller difüzyon arasındaki sınır topografik lokasyonuna, retina kalınlığına, ışık miktarına göre değişmekle birlikte esas ayırım bölgesi dış pleksiform tabakadır (39).

Retinal damarlar üzerine otonom sinir sisteminin etkisi yoktur. Retinal damarlar retina iç tabakada oksijenizasyonu göreceli olarak sabit seviyede tutan,

sistemik oksijen seviyesine göre düzenleyen bir otoregölasyon sistemine sahiptir. Bu sayede perfüzyon basıncındaki değişimlere rağmen retina dokusundan kan basıncı nispeten sabit kalabilmektedir. Dış retina katmanlarını besleyen koroidal damarlarda ise böyle bir otoregölasyon sistemi yoktur. Bu nedenle koroiddeki oksijen seviyesini sistemik oksijen seviyesi belirler (40).

2.4.3.1. Retinal Arterler

Retina, vücutta birim doku ağırlığı başına en fazla oksijen tüketen yapıdır. İki kaynaktan beslenmektedir. Rodlar, koniler ve dış nükleer tabakadan oluşan üçte birlik dış kısım koroid kapillerlerinden difüzyon aracılığıyla beslenir. Üçte ikilik iç kısım ise santral retinal arterden beslenir.

Retinal arterler arteriovenöz anastomoz içermezler, endarteryal yapıdadırlar. Santral retinal arterin optik diski geçtikten sonra internal elastik lamina ve kas tabakası kaybolur. Bu iki tabakayı bulundurmadığı için retinal arterler arteriol olarak sınıflandırılırlar. Çapları optik disk kenarında bile ancak 100 mikron kadardır. Endotel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar iç kan-retina bariyerini oluşturur. Retinanın sağlıklı çalışabilmesi için her iki arteryal sistemin de sağlıklı olması gerekmektedir.

Santral retinal arter, oftalmik arterlerin ilk dalıdır, 0,3 milimetre çapına sahiptir. Optik sinirin dura kılıfına yapışık şekilde öne doğru gelir. Göz küresine yaklaşık 10-12 milimetre mesafeden optik sinirin alt medial kısmına girer. Bu sırada dura ve araknoidi delerek onlardan birer kılıf alır.

Arka siliyer arterler optik sinirin çevresindeki sklerada bir anastomoz halkası oluşturur ve bu halkadan ayrılan küçük dallar koroide geçerek optik disk ve komşu retinayı besler. Santral retinal arter ve arka siliyer arter dalları arasında küçük anastomozlar mevcuttur. İnsanların yaklaşık %20'sinde büyük bir anastomoz mevcuttur. Bu anastomoza silioretinal arter denir.

Retina periferinde damarlar daha az sayıdadır. Ora serrata bölgesinde damar bulunmaz. Maküla kapiller ağların en yoğun bulunduğu bölgedir ancak foveada damar bulunmaz. Yaklaşık 0,4-0,5 milimetre çapındaki bu bölgeye Foveal Avasküler Zon denir (41).

2.4.3.2. Retina Kapiller Yatak

Retina kapiller ağı retinanın topografik yapısına göre farklı dağılımlar gösterir. Çoğunlukla iki katman bulunmaktadır ve bunlar yüzeysel kapiller pleksus(YKP) ve derin kapiller pleksus(DKP)'tur. Ancak peripapiller bölgede kapiller ağ 3-4 katmanlı, ora serrata bölgesinde ise tek katmanlı olarak bulunur.

Makülada 3 retinal kapiller damar ağı bulunmaktadır:

1. **Yüzeysel Kapiller Pleksus (YKP):** Ganglion hücre tabakasında yer alır.
2. **Orta Kapiller Pleksus (OKP):** İç nükleer tabakanın üzerinde yer alır.
3. **Derin Kapiller Pleksus(DKP):** İç nükleer tabakanın altında yer alır.

Yüzeysel kapiller pleksustan vertikal anastomozlar ile beslenmektedir.

Lobüler bir anatomik konfigürasyon gösterirler.

Peripapiller bölgede kapiller ağ derin kapiller pleksustan farklı olarak lobüler yapıda değildir ve diğer bölgelere göre daha yüzeyseldir. Radial peripapiller kapiller pleksus, retina sinir liflerine paralel konfigürasyon gösterir 34, (41).

2.4.3.3. Retinal Venler

Retinal venöz damarlar arterlerin yanında yer alarak retinal arteriolar damarlarla birlikte seyrederek. Venlerin çapı eşlik ettikleri arterlerden daha büyüktür. Venlerin çapı optik disk çevresinde 125 mikron kadardır. Arter/ven çap oranı genelde 2/3 civarındadır.

Venler genellikle arterlerden daha derinde seyrederek ve arteriovenöz çaprazlaşma bölgelerinde arterler venleri üstten çaprazlarlar. Bu çaprazlaşma bölgelerinde arter ve ven tunika adventisya denilen ortak kılıf ile sarılıdır.

Santral retinal venin alt ve üst dalları çoğu hastada optik disk önünde birleşir. %20 kadar olguda ise optik diske ayrı girerek optik sinir içinde santral retinal veni oluştururlar. Bu olgularda üst veya alt retinal ven dalında tıkanıklık olması durumunda, 'hemisantral retinal ven oklüzyonu' oluşur

Santral retinal ven, superior oftalmik ven yoluyla veya direkt olarak kavernoöz sinüse drene olur (34, 41, 42)

2.5. Koroid

Vücudun en çok kanlanan dokularından birisi olan koroid, sklera ve retina arasında yer alır. Koroid üveanın posterior birimidir ve optik diskten pars planaya kadar uzanmaktadır. Mezoderm ve kranial nöral krest hücreleri olmak üzere iki embriyolojik dokudan köken almaktadır. Koroidin; ışık absorpsiyonu, dış retina katmanlarına oksijen ve besin desteği sağlama ve termoregülasyon gibi görevleri bulunmaktadır. Yüksek kan akımı sayesinde koroide aktarılan oksidatif moleküllerin hızla ortamdan uzaklaştırılmasını sağlar. Ayrıca göziçi basıncının (GİB) kan akımının vazomotor kontrolü ve üveoskleral yol aracılığıyla düzenlenmesinde rol oynar. İnsanların koroid kalınlığı yaklaşık 200 mikrondur. İçten dışa olarak 5 tabakadan oluşur.

- 1. Bruch Membranı(BM):** Bruch membranı koroidin iç tabakasını oluşturur, hem retinal hem de koroidal elementlerin birleşiminden oluşmaktadır. Yaklaşık 7 mikron kalınlığındadır. BM optik disk yakınında kalırken periferde doğru incelmektedir (43).
- 2. Koryokapillaris:** Yoğun anastomoz gösteren bir kapiller ağ yapısı mevcuttur, BM'nin altında bulunmaktadır. Foveanın altında yaklaşık 10 mikron kalınlığa sahip olup kapiller damar yoğunluğu fovea altında artmaktadır. Buradaki kapiller damarlar fenestralı yapıdadır ve proteinlere karşı oldukça geçirgendirler. Ekstravasküler stromada yüksek bir onkotik basınç vardır ve bu basınç retinadan koroide doğru olan sıvı hareketini sağlamaktadır.
- 3. Stroma (Sattler ve Haller Tabakaları):** Büyük kısmını kan damarları oluşturan stroma nispeten gevşek bir yapıdadır. Kan damarları çevresinde düzensiz organizasyona sahip kollajen lifler vardır. Haller tabakası koroidin dış tarafında yer almakta olup büyük damarların olduğu bölgedir. İç tarafta ise orta ve küçük damarların olduğu 'Sattler tabakası' bulunmaktadır.

Arka siliyer arterlerin dalları olan koroid arterleri öne doğru uzanırlar. Skleradan çıkıp oftalmik venlere katılan vorteks venleri arterlerden daha büyüktür.

Toplamda 7 tane vorteks veni mevcuttur. Küçük venlerin çapı 40-90 mikron, arteriollerin çapı ise 20-40 mikron kadardır.

4. **Suprakoroid:** Sklera ve koroid arasında bulunan potansiyel boşluktur, pigmentli ince bağ dokusu lifleri ile örtülüdür. İçinden uzun ve kısa siliyer arter ve sinirler geçer. Koroidin en dış takabasıdır. Lamina Fusca denen pigmente sklera iç tabakası ile Haller tabaksı arasında yer alır. Yaklaşık 30 mikron kalınlığındadır. Suprakoroidal boşluk arkada optik sinire uzanırken önde suprasiliyer boşlukla devam eder (43).

Subfoveal koroid kalınlığı normal gözde $191 \pm 74,2 - 354 \pm 111$ mikron olarak ölçülmüştür. Subfoveal koroid kalınlığı nazalde temporalden daha incedir. Koroid kalınlığı yaş, boy ve kilo ile korele bulunmuş olup cinsiyetle ilişkilendirilememiştir. Aynı zamanda aksiyel uzunlukla ters korelasyon görülmüştür (44). Miyopik refraktif kusurun her 1 Diyoptrilik (D) artışı ile 15 mikron veya her 1 milimetrelik aksiyel uzunluk artışı ile 32 mikron subfoveal koroidal kalınlığında azalma olduğu rapor edilmiştir (45, 46).

2.6. Optik Koherens Tomografik Anjiyografi (OKTA)

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA), retina ve koroidin perfüze damar yapısının üç boyutlu görüntülenmesini sağlamakta olup invaziv olmayan bir görüntüleme tekniğidir (47, 48).

İnvaziv bir işlem olan floresein anjiyografi (FA), 50 yılı aşkın bir süredir klinik uygulamada kullanılmaktadır. FA gözdeki birkaç önemli kan damarı katmanını görüntüleyememekte olup sadece yüzeysel kapiller pleksusu göstermektedir. OKTA FA'ya ek olarak radyal peripapiller kapiller pleksus, orta ve derin kapiller pleksusu görüntüleme imkanı sunar. Bu sayede, OKTA hastalık tanımı, hastalığın patogenezi araştırması, yeni tedavilerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için çok sayıda imkan sunmaktadır (47).

OKTA'nın temel çalışma prensibi, hareketsiz arka plan üzerinde hareket eden eritrositlerin oluşturduğu hareket kontrastının saptanması üzerinedir. Bu algoritmalar ile aynı yerden geçen tekrarlayan kesitler arasındaki sinyal farklılıklarını değerlendirilir. Retinanın tek bir noktasından ardışık olarak alınan iki kesitsel B-scan

OKT imajları arasındaki sinyal farkı hesaplanılır ve B-scan OKT imajları üzerine renkli akım sinyalleri bindirilir. Renkli akım sinyalinin bindirilmiş olduğu bu B-scan görüntülerin birleştirilmesi ile birlikte üç boyutlu OKTA görüntüleri oluşturulur. Bir imaj küpünde 400x400 B-scan görüntüsü yer alır. Böylece retina ve koroid tabakalarına ait en-face OKTA görüntüleri de oluşturulmuş olur. Maküla görüntülemek için genellikle 3x3 milimetre, 6x6 milimetre ve 8x8 milimetrelilik tarama alanları kullanılır, optik disk için ise 4,5x4,5 milimetre ve 6x6 milimetrelilik tarama seçenekleri mevcuttur. Daha geniş fundus görüntüleri elde etmek için optik disk ve maküla görüntüleri anjiomontaj yazılımları ile birleştirilebilir (49).

Bu retina taramaları, YKP ve DKP ile iç retinal vasküler pleksusların, dış retinanın ve koryopakillarisin otomatik olarak segmentasyonunu sağlar. Yüzeyel iç retinanın OKTA segmentasyonu, RSLT ve GHT'ın damarsal yapının bir izdüşümünü içerir. Derin iç retina OKTA segmentasyonu, İPT ve İNT sınırındaki ve INT ve DPT sınırındaki damarsal pleksusların bir bileşimini gösterir (50).

FA ve indosiyanin yeşili anjiyografi (ICGA), intravenöz kontrast uygulanması sonrasında 10-30 dakikaya kadar görüntüleme gerektiren invaziv testlerdir. Geniş bir görüş alanı ve kan akışının dinamik olarak görüntülenmesini sağlayan iki boyutlu görüntü verirler. FA, disk neovaskülarizasyonu ve başka yerde neovaskülarizasyon gibi retinal neovaskülarizasyonun tespiti için altın standart olmaya devam etmektedir. Fakat, retina patolojisi hemoraji ya da herhangi bir opasite tarafından gizlenebilir ve lezyonun derinliğinin lokalizasyonu ve neovaskülarizasyonun boyutunun belirlenmesi zor olabilir. Sonuç olarak, farklı katmanların segmentasyonu FA ya da ICGA ile mümkün değildir. Bu nedenle, patolojinin aksiyel konumunun belirlenmesi, tıkanıklık ve sızıntı modellerinin anlaşılmasını gerektirir. İnvaziv, nispeten pahalı ve zaman alıcı oldukları için yoğun bir klinik ortamında rutin olarak kullanmak için ideal teknikler değildirler. Verilen kontrast maddeler nedeniyle mide bulantısından alerjik reaksiyonlara, nadir durumlarda anafilaksi dahil olmak üzere çeşitli komplikasyonları vardır. Buna karşılık OKTA, kontrast kullanmadan hacimsel anjiyografik bilgi edinen invaziv olmayan bir tekniktir. Hızlı bir şekilde görüntüleme sağlamaktadır. OKTA vasküler pleksusları görüntülemekte olup aynı zamanda iç retinayı, dış retinayı,

koriokapillaris segmentlere ayırarak ILM'den koroide doğru detaylı inceleme imkanı sunmaktadır (48).

Daha önce yapılan OKTA çalışmaları, miyopide, özellikle yüksek miyopide vasküler yoğunlukta azalma olduğunu bildirmiştir (4-14). Metin girmek için buraya tıklayın veya dokununuz. Yapılan bazı çalışmalar ayrıca retina vasküler yoğunluk ile aksiyel uzunluk (AU) veya sferik eşdeğer (SE) (4, 5, 7, 8, 10-13). Arasında anlamlı korelasyonlar olduğunu öne sürmektedir. Koroid kalınlığının da aksiyel uzunlukla ters korelasyonu görülmüştür (44). Miyopik refraktif kusurun her 1 Dioptrilik (D) artışı ile 15 mikron veya her 1 milimetrelik aksiyel uzunluk artışı ile 32 mikron subfoveal koroidal kalınlığında azalma olduğu rapor edilmiştir (45). Aksiyel uzunluk ile koroid arasında negatif korelasyon mevcuttur (46).

Çalışmamızın amacı literatürdeki önceki çalışmaların bulguları göz önüne alınarak gözleri aksiyel uzunluklarına göre kategorize ederek miyopik hastalarda maküla mikrovasküleritesini olarak değerlendirmektir. Böylece gözdeki aksiyel uzunluk artışının retina vasküler dolaşımına olan etkilerini OKTA kullanılarak analiz etmek ve patolojik miyopik bulgular ortaya çıkmadan önce vasküler yapıda değişiklik olup olmadığını incelemektir

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Polikliniği'ne Ağustos 2022-Nisan 2024 tarihleri arasında refraksiyon kusuru muayenesi için başvuran ve yapılan teferruatlı muayeneleri neticesinde miyopi teşhisi konulan gönüllü katılımcılar dahil edildi. Görme azlığı şikâyeti ile başvurup detaylı muayene ve tetkikler sonrasında aksiyel uzunluğu 22 mm ve üzerinde olan hastalar incelendi. Çalışma için K.T.Ü. Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 30/05/2024 tarihinde 24237859-327 sayılı etik kurul onayı alındı.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

1. Katılımcıların gözlerine ait aksiyel uzunluğun 22 mm ve üzerinde olması
2. Katılımcılar ile kooperasyon kurulabilmesi, katılımcının muayenesi ve ölçümler esnasında uyum sağlanabilmesi
3. Katılımcının çalışmaya katılım konusunda gönüllü olması
4. Katılımcıların yaşının 15'ten büyük olması

Çalışmadan Dışlama Kriterleri:

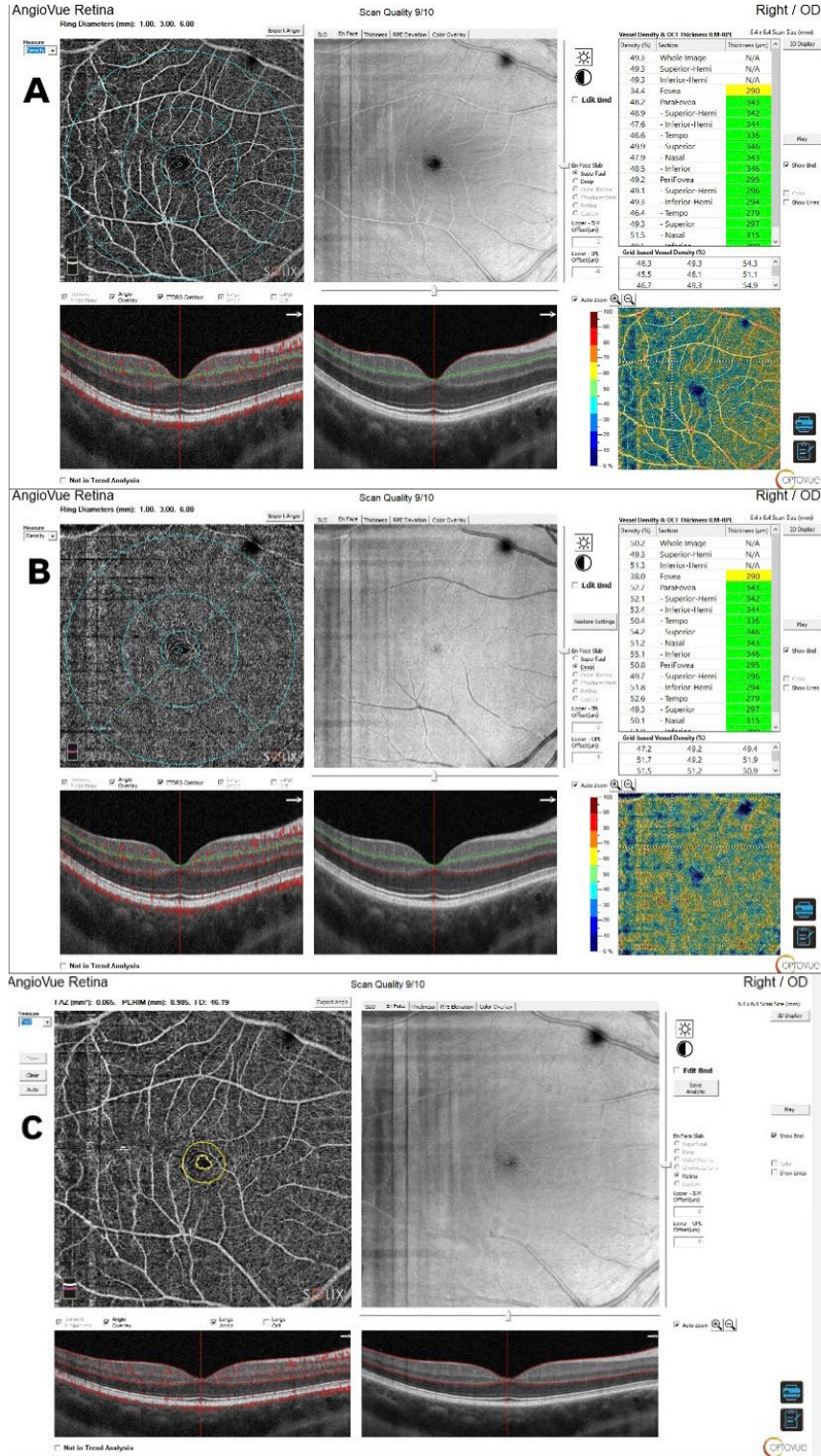
1. Katılımcı ile kooperasyon kurulamaması, katılımcının muayene ve ölçümler esnasında uyum sağlayamaması
2. Geçirilmiş göz cerrahisi öyküsü
3. Potansiyel olarak gözleri etkileyen sistemik hastalıkların varlığı
4. Miyopik koroidal neovaskülerizasyon varlığı
5. Retinal lazer uygulaması yapılmış olması
6. Sinyal gücü 6'dan daha az kaliteli olan hastalar
7. OKTA çekimlerinde önemli artefaktı görüntü edinimi sırasında yanıp sönme veya hareketten kaçınamama durumu bulunan katılımcılar
8. Miyopi harici retinal bozukluğu olan katılımcılar

83 hastanın 166 gözü incelendi. Dışlama kriterleri değerlendirilince 49 hastanın 78 gözü çalışmaya dahil edildi. Çalışmada her hastanın iki gözü değerlendirilmiş olup dışlama kriterleri değerlendirildiğinde bazı hastaların tek gözü bazı hastaların ise iki gözü çalışmaya dahil edilmiştir. Gözler 3 gruba ayrıldı. Grup 1 aksiyel uzunluğu 22 mm ile 24 mm arasında olan 26 göz, Grup 2 aksiyel uzunluğu

24 mm ile 26 mm arasında olan 26 göz, Grup 3 ise aksiyel uzunluğu 26 mm ve daha uzun olan 26 gözden oluşturuldu.

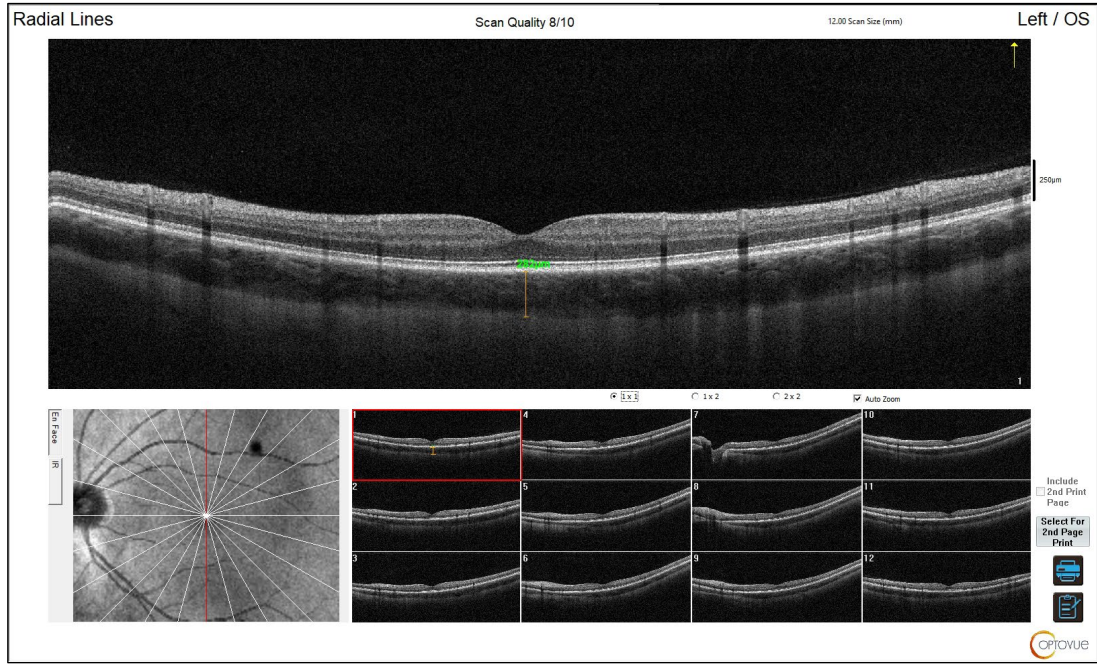
Çalışmaya dâhil olan tüm hastalardan etiyolojik araştırmaya yönelik olarak sistemik hastalık, geçirilmiş travma öyküsü, oküler hastalık ve cerrahi öyküyü içeren ayrıntılı anamnez alındı, yaş ve cinsiyet bilgileri kaydedildi. Her iki göz için Snellen eşelindeki en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK) ve göz içi basıncı (GİB) ölçümlerinden sonra biyomikroskopik ön segment muayeneleri ve 90 D (Volk Optical, Inc, ABD) mercek ile fundus muayeneleri yapıldı. Olguların refraksiyon ölçümleri otorefraktometre ile ölçüldü. Refraksiyon ölçümlerinin sferik eşdeğer hesaplaması (Sferik eşdeğer= Sferik değer + silindirik değer/2) yapıldı. Görme keskinliği istatistiksel analiz için logMAR (logarithm of the minimum angle of resolution) değerine çevrilerek kaydedildi. Hastaların Nidek AL-Scan optik biyometri cihazı ile aksiyel uzunlukları ölçüldü. Aksiyel uzunlukları 22 milimetreden uzun olan hastalarda Solix OKT/OKTA (Optovue Inc, Freemont, CA, USA) cihazında radyal tarama maküla SD -OCT ve 6*6 mm'lik OCT- Anjiyografi görüntüleri alındı.

6*6 mm'lik OKTA'da foveal ve parafoveal bölgelerde yüzeyel ve derin kapiller pleksus damar yoğunlukları, FAZ (foveal avasküler zon) alanı, santral fovea kalınlıkları yazılım tarafından otomatik olarak ölçüldü. Yüzeyel ve derin kapiller ağ damar yoğunluk (%) ölçümleri erken tedavi diyabetik retinopati çalışması (ETDRS) ızgara modeline (1mm ve 3mm) uyan maküla alanlarına karşılık gelen fovea ve parafovea ve perifoveada yapıldı. Merkezi 1mm'lik dairesel alan içindeki ortalama kalınlık yazılım tarafından otomatik olarak hesaplanarak santral fovea kalınlığı (SFK) ölçüldü. Parafoveal ve perifoveal alanda damar yoğunlukları superior, temporal, nasal ve inferior kadranlarda cihaz tarafından otomatik olarak ölçüldü (Şekil 5)



Şekil 5. Çalışmaya dahil edilen bir hastaya ait 6x6 mm kesitli OKTA görüntüsü. A: Foveal, Parafoveal Ve Perifoveal Bölgelerde YKP Damar Yoğunlukları, Retina Kalınlık Ölçümleri. B: Foveal, Parafoveal Ve Perifoveal Bölgelerde DKP Damar Yoğunlukları, Retina Kalınlık Ölçümleri. C: FAZ Alanı, FAZ Çevre Döngüsellik İndeksi

OKTA cihazında görüntü kalitesi 6/10 ve üzeri olan çekimler değerlendirmeye alındı. Radyal kesit maküla OKT’de subfoveal koroid kalınlığı tüm hastalarda aynı klinisyen tarafından manuel olarak yazılımın ölçüm aracı kullanılarak retina pigment epitelinin dış kenarından koroid-sklera bileşkesine dik bir çizgi indirilmesiyle ölçüldü (Şekil 6)



Şekil 6. Çalışmaya dahil edilen bir hastanın subfoveal koroid kalınlığının ölçümü

İstatiksel Yöntem

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı kolmogorov simirnov, shapiro-wilk test ile ölçüldü. Dağılımı normal olan nicel bağımsız verilerin analizinde ANOVA (Tukey test) kullanıldı. Dağılımı normal olmayan nicel bağımsız verilerin analizinde Kruskal-wallis test kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare test kullanıldı. Analizlerde SPSS 28.0 programı kullanılmıştır. İstatistiksel açıdan anlamlılık değeri $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalamaları $35,5 \pm 16,8$ (16-72) olan 49 hastanın 78 gözü dahil edilmiştir. İncelenen gözlerin 41(%52,6)'i sağ göz, 37(%47,4)'si ise sol gözdü. Gözlerin 54'ü (%69,2) kadın katılımcılara ait 24'ü(%30,8) ise erkek katılımcılara aitti. İncelenen gözlerin aksiyel uzunlukları 22,0 ile 33,1 arasında değişmekte olup ortalama $25,3 \pm 2,4$ idi.

En iyi düzeltilmiş görme keskinliği(EİDGK) Logmar cinsinde değerlendirilmiş olup 0,00 ile 1,30 arasında değişim göstermekte ortalama değer olarak $0,11 \pm 0,23$ şeklinde bulunmuştur.

Çalışmaya dahil edilen gözlerin klinik özellikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen gözlerin klinik özellikleri

		ARALIK	Ort. $\pm$ ss/n-%
Aksiyel Uzunluk		22 - 33,1	$25,3 \pm 2,4$
SE		-0,25 - -20,00	$-5,40 \pm 6,23$
Göz Dağılımı	Sağ		41(52,60%)
	Sol		37(47,20%)
EİDGK (Logmar)		0 - 1,3	$0,11 \pm 0,23$
Göziçi Basıncı		10,0 – 20,0	$15,4 \pm 2,1$

Gruplar demografik özellikler açısından kendi arasında incelendiğinde Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında hastaların yaşı, cinsiyet dağılımı anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir. ($p > 0,05$) Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında taraf anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$).

Görme keskinliği Grup 3'te Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı olarak daha düşüktü. (sırasıyla $p < 0,001$, $p < 0,001$) Grup 1 ve grup 2 arasında görme keskinliği anlamlı farklılık göstermemiştir. ($p = 0,423$) Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında göz içi basıncı anlamlı farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 2).

Sferik eşdeğer ölçümleri Grup 3'te Grup 2'den, Grup 2'de ise Grup 1'den anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0,05$, $p < 0,05$).

Çalışmaya dahil edilen gözlerin gruplara göre klinik özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

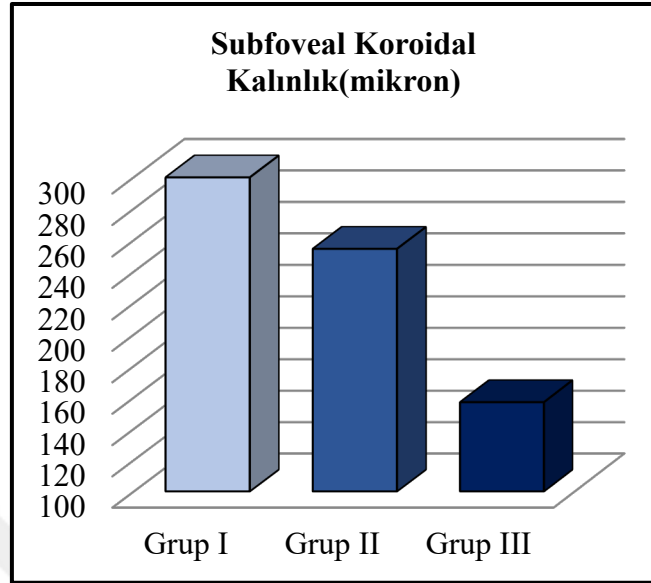
Tablo 2. Çalışmaya dahil edilen gözlerin gruplara göre klinik özellikleri

			Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Yaş	Ort.±ss		40±12,5	31,6±16,6	34,9±20,0	0,125	K
Cinsiyet	Kadın	n-%	20(76,9%)	17(65,4%)	17(65,4%)	0,582	X ²
	Erkek	n-%	6(23,1%)	9(34,6%)	9(34,6%)		
SE	Ort.±ss		-0,59±0,30	-4,04±2,37	-11,7±5,04	<0,001	K
AL	Ort.±ss		23±0,5	25±0,7	27,9±2,1	<0,001	K
Taraf	Sağ	n-%	14(53,8%)	13(50,0%)	14(53,8%)	0,95	X ²
	Sol	n-%	12(46,2%)	13(50,0%)	12(46,2%)		
Görme Keskinliği	Ort.±ss		0,04±0,19	0,03±0,06	0,27±0,30	<0,001	K
Göz İçi Basıncı	Ort.±ss		14,9±1,7	16,1±2,0	15,2±2,4	0,092	K
A ANOVA / K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / X ² Ki-kare test							
1 Grup I ile fark p<0.05, 2 Grup II ile fark p<0.05, 3 Grup III ile fark p<0.05							

4.1. Subfoveal Koroidal Kalınlık Verilerinin Değerlendirilmesi

Tüm gruplardaki miyopik katılımcıların ortalama subfoveal koroidal kalınlık (SFKK) değerleri 237,1±89,8(38-390) olarak bulunmuştur. Ortalama subfoveal koroidal kalınlık Grup 1’de 299,8±47,5, Grup 2’de 254,4±46,9, Grup 3’te ise 157,0±96,4 olarak ölçülmüştür. İstatiksel olarak değerlendirildiğinde Grup 1’de subfoveal koroidal kalınlık Grup 2 ve Grup 3’ten anlamlı (p<0.05) olarak daha yüksekti.(sırasıyla p=0,047, p<0,001) Grup 2’de koroidal kalınlık Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksekti. (p<0,001) Artan aksiyel uzunlukla birlikte subfoveal koroidal kalınlık arasında anlamlı negatif korelasyon bulunmuştur. (p<0,05) Hastaların subfoveal koroidal kalınlıkları grafiksel olarak Grafik 1’de gösterilmiştir.

Grafik 1. Çalışmaya dahil edilen gözlerin gruplara göre subfoveal koroidal kalınlık değerleri



4.2. Foveal Avasküler Zon (FAZ) Verilerinin Değerlendirilmesi

Tüm gruplardaki miyopik gözlerin ortalama FAZ alan değerleri $0,24 \pm 0,11 (0,04-0,64)$ idi. FAZ alanı gruplar üzerinden değerlendirildiğinde Grup 1 ortalama FAZ alanı $0,24 \pm 0,11$, Grup 2 ortalama FAZ alanı $0,18 \pm 0,09$, Grup 3 ortalama FAZ alanı ise $0,29 \pm 0,10$ olarak bulunmuştur. FAZ alanı Grup 3'te Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı olarak daha yüksekti.(sırasıyla $p=0,017$, $p<0,001$) Grup 1 ve Grup 2 arasında FAZ alanı anlamlı farklılık göstermemiştir. ($p=0,052$) (Tablo 3)

Tüm gruplardaki miyopik gözlerin ortalama FAZ Çevre Döngüsellik İndeksi $1,88 \pm 0,45 (0,75-3,63)$ idi. FAZ Çevre Döngüsellik İndeksi gruplar üzerinden değerlendirildiğinde ortalama FAZ Çevre Döngüsellik İndeks değeri Grup 1'de $1,90 \pm 0,42$, Grup 2'de $1,65 \pm 0,42$, Grup 3'te ise $2,10 \pm 0,41$ olarak bulunmuştur. FAZ çevre döngüsellik indeksi Grup 3'te, Grup 1 ve Grup 2'den anlamlı olarak daha yüksekti.(sırasıyla $p=0,020$, $p<0,001$) Grup 1 ve Grup 2 arasında FAZ çevre döngüsellik indeksi anlamlı farklılık göstermemiştir.($p=0,062$) (Tablo 3)

Çalışmaya dahil edilen miyopik gözlerin gruplara göre FAZ verilerinin dağılımı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Çalışmaya dahil edilen gözlerin FAZ verilerinin gruplara göre dağılımı

		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup (n:26)	p	
Faz Alanı	Ort.±ss	0,24±0,11	0,18±0,09	0,29±0,10	<0,001	K
Faz Çevre Döngüsellik Endeksi	Ort.±ss	1,9±0,42	1,65±0,42	2,1±0,41	<0,001	K
A ANOVA / K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / X ² Ki-kare test 1 Grup I ile fark p<0.05, 2 Grup II ile fark p<0.05, 3 Grup III ile fark p<0.05						

4.3. OKTA Damar Yoğunluk Verilerinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen tüm miyopik gözlerin OKTA verileri üzerinden alınan damar yoğunluk verileri Yüzeyel Kapiller Pleksus(YKP) ve Derin Kapiller Pleksus(DKP) olarak alınmış olup her iki pleksusta da tüm görüntü, fovea, parafovea ve perifovea olarak veriler alınmıştır. Parafovea ve perifovea verileri alınırken temporal, superior, nazal inferior verileri ayrı ayrı da değerlendirilmeye alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilen tüm miyopik gözlerin OKTA'da ölçülen damar yoğunluğu verileri Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Çalışmaya dahil edilen tüm miyopik gözlerin OKTA’da ölçülen damar yoğunluğu verileri

	ARALIK	Ort.±ss
YKP Damar Yoğunluğu		
Tüm Görüntü	39,5 – 51,6	48,2±2,5
Fovea	4,9 – 46,4	29±6,6
YKP Parafoveal Damar Yoğunluğu		
Parafovea	36,6 – 53,5	48,8±3,0
Temporal	24,5 – 53,4	48,1±4,2
Superior	39,3 – 54,0	49,9±2,8
Nazal	35,7 – 54,1	48,0±3,5
İnferior	36,8 – 55,6	49,2±3,5
YKP Perifoveal Damar Yoğunluğu		
Perifovea	37,8 – 51,3	48,2±2,4
Temporal	33,0 – 51,3	45,6±3,3
Superior	40,6 – 53,6	48,7±2,3
Nazal	36,8 – 55,1	51,1±2,9
İnferior	32,0 – 54,7	47,7±3,2
DKP Damar Yoğunluğu		
Tüm Görüntü	38,0 – 55,5	51,6±3,7
Fovea	10,2 – 54,2	30,5±7,6
DKP Parafoveal Damar Yoğunluğu		
Parafovea	28,7 – 56,9	53,4±3,3
Temporal	15,6 – 56,9	53,2±4,8
Superior	36,9 – 57,7	53,7±2,8
Nazal	28,4 – 58,0	53,3±3,7
İnferior	33,9 – 58,2	53,4±3,3
DKP Perifoveal Damar Yoğunluğu		
Perifovea	38,2 – 56,6	52,4±3,5
Temporal	44,1 – 57,1	53,3±2,6
Superior	35,1 – 57,5	52,5±3,6
Nazal	15,4 – 56,8	51,8±6,0
İnferior	29,3 – 57,0	52,0±4,4

4.3.1. Yüzeysel Kapiller Pleksus Verilerinin Değerlendirilmesi

YKP damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup, Grup 1 ve Grup 2 arasında YKP damar yoğunluğu anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p<0,001$, $p=0,005$, $p=0,855$) (Tablo 5).

YKP fovea damar yoğunluğu, Grup 2’de Grup 1 ve Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek buna karşılık Grup 1 ve Grup 3 arasında YKP fovea damar yoğunluğu anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,005$, $p=0,036$, $p=0,819$) (Tablo 5).

Tablo 5. Çalışmadaki gruplara göre YKP damar yoğunluk verileri

YKP Damar Yoğunluğu						
		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Tüm Görüntü	Ort.±ss	49,2±1,1	48,4±3,2	47±2,3	0,001	K
Fovea	Ort.±ss	27,9±4,7	30,8±7,3	28,2±7,2	0,016	K
^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)						
¹ Grup I ile fark $p<0.05$, ² Grup II ile fark $p<0.05$						

Parafovea damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,026$, $p=0,019$, $p=0,346$). Benzer şekilde parafovea temporal kadran damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,001$, $p=0,009$, $p=0,602$). Buna karşılık, parafovea superior kadran damar yoğunluğu, parafovea nazal kadran damar yoğunluğu ve parafovea inferior kadran damar yoğunluğu Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,286$, $p=0,122$, $p=0,485$) (Tablo 6).

Tablo 6. Çalışmadaki YKP parafoveal damar yoğunluk verilerinin gruplara göre dağılımı

YKP Parafoveal Damar Yoğunluğu						
		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Parafovea	Ort.±ss	49,4±1,5	49,2±3,8	47,8±3,1	0,024	K
Temporal	Ort.±ss	49,4±1,6	48,9±3,9	46±5,5	0,003	K
Superior	Ort.±ss	50,3±2,0	50,1±3,6	49,4±2,7	0,286	K
Nazal	Ort.±ss	48,4±2,5	48,6±4,2	47,1±3,6	0,122	K
İnferior	Ort.±ss	49,5±1,9	49,3±4,5	48,6±3,6	0,485	K
^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)						
¹ Grup I ile fark $p<0.05$, ² Grup II ile fark $p<0.05$						

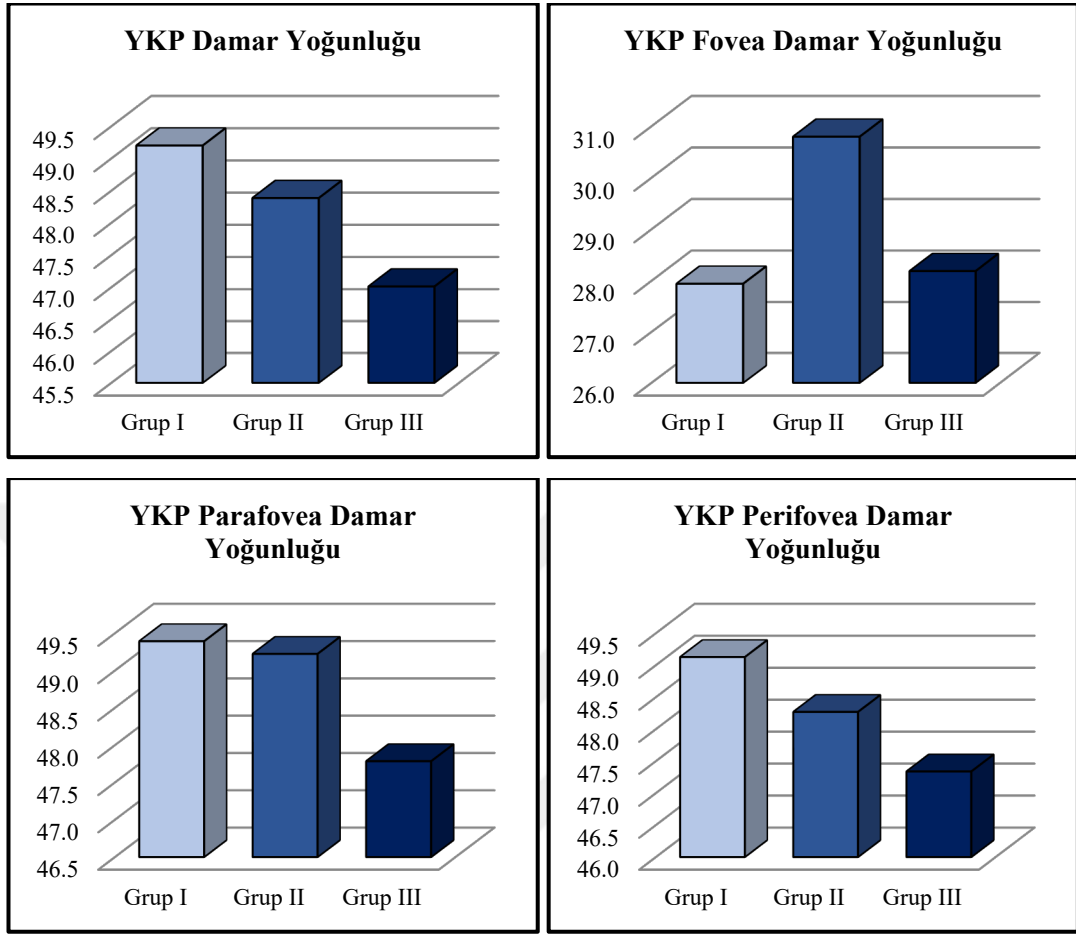
Perifovea damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,001$, $p=0,006$, $p=0,840$). Perifovea temporal kadran damar yoğunluğu, perifovea superior kadran damar yoğunluğu ve perifovea inferior kadran damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,001$, $p=0,016$, $p=0,654$, $p=0,001$, $p=0,013$, $p=0,993$, $p=0,003$, $p=0,027$, $p=0,898$). Perifovea nazal kadran damar yoğunluğu Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir($p=0,126$). (Tablo 7)

Tablo 7. Çalışmadaki gruplara göre YKP perifoveal damar yoğunluğu

YKP Perifoveal Damar Yoğunluğu						
		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Perifovea	Ort.±ss	49,1±1,1	48,3±3,3	47,3±2,1	0,002	K
Temporal	Ort.±ss	47±1,7	45,6±3,9	44,3±3,4	0,003	K
Superior	Ort.±ss	49,6±1,9	48,8±2,8	47,8±1,9	0,005	K
Nazal	Ort.±ss	51,4±1,2	51,2±4,3	50,6±2,4	0,126	K
İnferior	Ort.±ss	48,9±1,6	47,6±4,1	46,7±3,1	0,011	K
^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) ¹ Grup I ile fark $p<0.05$, ² Grup II ile fark $p<0.05$						

Gruplara göre YKP damar yoğunluğu verileri Grafik 2’de gösterilmiştir.

Grafik 2. Hastaların Gruplara Göre YKP Verileri



4.3.2. Derin Kapiller Pleksus Verileri

DKP damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p < 0,001$, $p = 0,020$, $p = 0,415$). DKP fovea damar yoğunluğu Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p = 0,138$, $p = 1,00$, $p = 0,111$) (Tablo 8).

Tablo 8. Çalışmadaki gruplara göre DKP damar yoğunluğu

DKP Damar Yoğunluğu					
		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p
Tüm Görüntü	Ort.±ss	53,2±1,5	51,4±4,8	50,2±3,6	0,002 ^K
Fovea	Ort.±ss	29,4±6,8	32,6±8,1	29,4±7,7	0,205 ^K
^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)					
¹ Grup I ile fark p<0.05, ² Grup II ile fark p<0.05					

DKP damar yoğunluğu ve DKP fovea damar yoğunluğu verileri Grafik 3'te gösterilmiştir

DKP parafovea damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2'de Grup 3'ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir.(sırasıyla p=0,007, p=0,042, p=0,133). Parafoveal superior kadran damar yoğunluğu Grup 1'de Grup 3'ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 2 ile Grup 1 ve Grup 3 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla p=0,003, p=0,063, p=0,380). Parafoveal temporal kadran damar yoğunluğu, parafoveal nazal kadran damar yoğunluğu ve parafoveal inferior kadran damar yoğunluğu Grup 1, Grup 2 ve Grup 3 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla p=0,062, p=0,137, p=0,064). (Tablo 9)

Tablo 9. Çalışmadaki gruplara göre DKP parafovral damar yoğunluğu verileri

DKP Parafovea Damar Yoğunluğu					
		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p
Parafovea	Ort.±ss	54,4±1,7	53,7±1,6	52,1±5,1	0,016 ^K
Temporal	Ort.±ss	54,1±2,3	53,9±2,1	51,4±7,6	0,062 ^K
Superior	Ort.±ss	54,9±1,6	53,6±2,2	52,6±3,8	0,012 ^K
Nazal	Ort.±ss	54,3±2,0	53,4±2,6	52,2±5,3	0,137 ^K
İnferior	Ort.±ss	54,4±1,7	53,8±2,0	52,0±4,7	0,064 ^K
^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)					
¹ Grup I ile fark p<0.05, ² Grup II ile fark p<0.05					

DKP parafoveal damar yoğunluğu verileri Grafik 3'te gösterilmiştir.

DKP perifoveal damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2'de Grup 3'ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla p<0,001, p=0,023, p=0,447). DKP Perifoveal temporal kadran damar

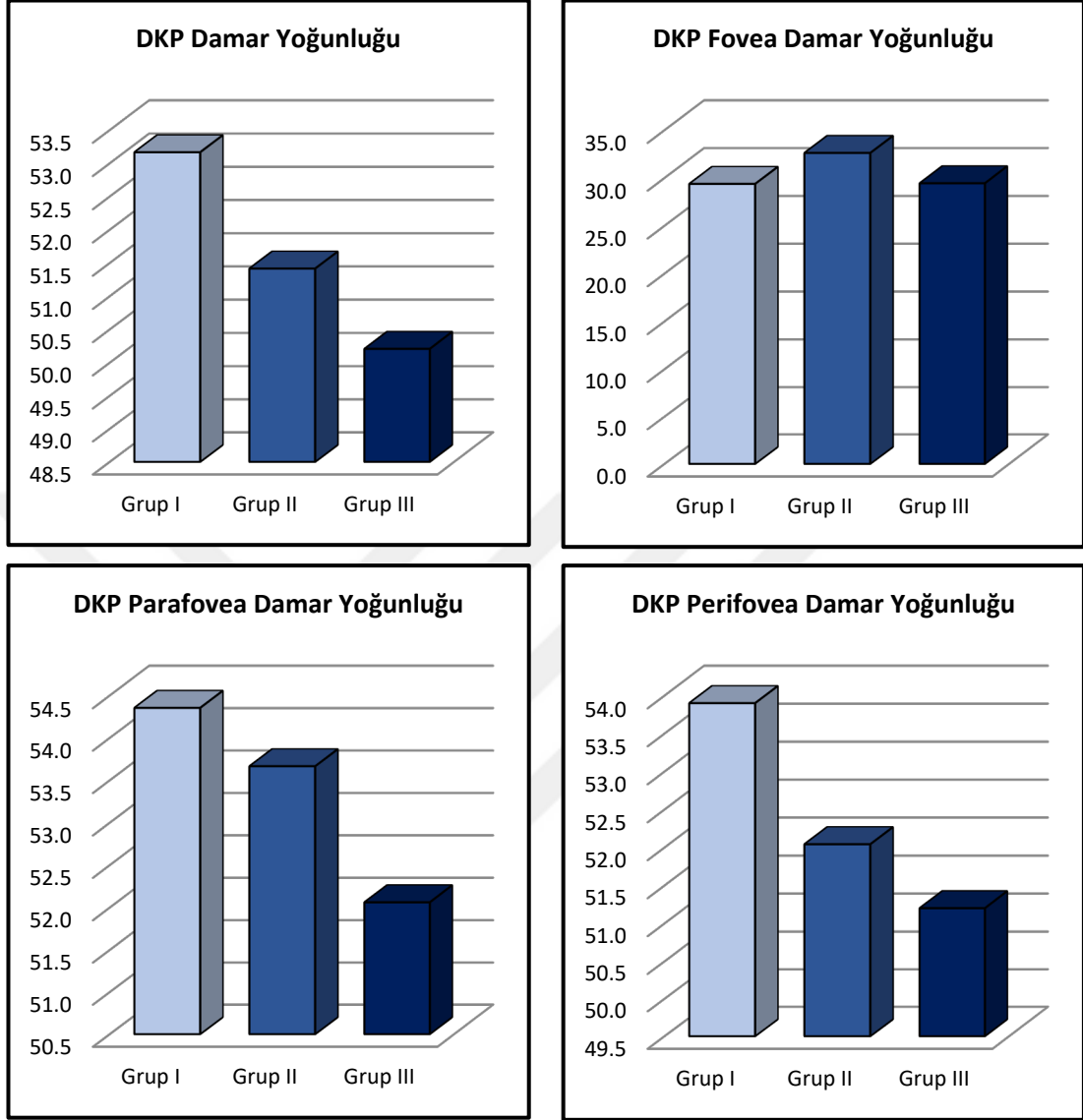
yoğunluğu ve DKP perifoveal superior kadran damar yoğunluğu Grup 1’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 2 ile Grup 1, Grup 3 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,003$, $p=0,323$, $p=0,167$, $p=0,006$, $p=0,346$, $p=0,187$). DKP Perifoveal nazal kadran damar yoğunluğu ve DKP perifoveal inferior kadran damar yoğunluğu Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p<0,001$, $p=0,014$, $p=0,254$, $p=0,006$, $p=0,011$, $p=0,700$). (Tablo 10)

Tablo 10. Çalışmadaki gruplara göre DKP perifoveal damar yoğunluğu

DKP Perifovea Damar Yoğunluğu						
		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Perifovea	Ort.±ss	53,9±1,3	52,0±4,8	51,2±3,0	0,001	K
Temporal	Ort.±ss	54,3±1,9	53,4±2,6	52,1±3,0	0,021	K
Superior	Ort.±ss	53,8±1,9	52,1±4,8	51,6±3,3	0,034	K
Nazal	Ort.±ss	54,3±1,9	50,8±9,0	50,1±4,4	<0,001	K
İnferior	Ort.±ss	53,3±1,9	51,8±6,3	50,9±3,5	0,009	K
^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)						
¹ Grup I ile fark $p<0.05$, ² Grup II ile fark $p<0.05$						

DKP perifovea damar yoğunluğu verileri Grafik 3’te gösterilmiştir.

Grafik 3. Hastaların Gruplara Göre DKP Verileri



4.4. Retinal Kalınlık Verileri

Foveal retina kalınlığı Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0,015$, $p<0,001$, $p=0,120$). (Tablo 11)

Parafoveal retina kalınlığı Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p=0,976$). Parafoveal temporal kadranda retina kalınlığı, parafoveal superior kadranda retina kalınlığı, parafoveal nazal kadranda retina kalınlığı,

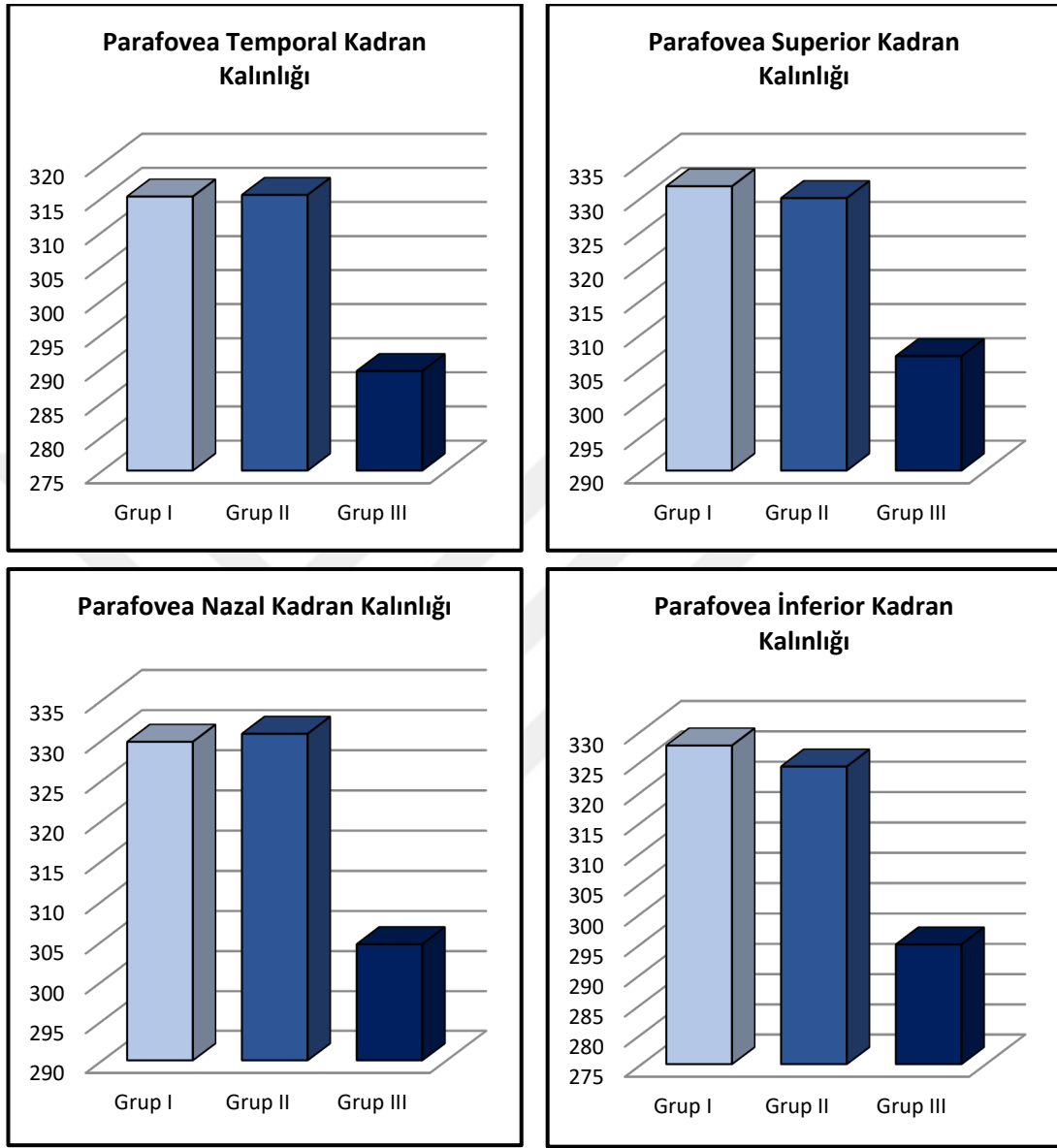
parafovea inferior kadran retina kalınlığı Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Çalışmadaki gruplara göre retina kalınlıkları

		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Fovea Kalınlık	Ort.±ss	254,4±18,4	266,7±23,4	242,1±22,7	0,001	^K
Parafovea Kalınlık						
<i>Parafovea</i>	Ort.±ss	326±9,7	325±11,4	299,3±23,2	<0,001	^A
<i>Temporal</i>	Ort.±ss	315,2±10,4	315,4±12,5	289,5±21,7	<0,001	^K
<i>Superior</i>	Ort.±ss	331,7±9,6	329,9±12,3	306,7±21,1	<0,001	^A
<i>Nazal</i>	Ort.±ss	329,8±10,4	330,8±10,2	304,6±25,2	<0,001	^A
<i>İnferior</i>	Ort.±ss	327,6±11,0	324,1±11,9	294,8±32,3	<0,001	^K
^A ANOVA / ^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)						
¹ Grup I ile fark $p<0.05$, ² Grup II ile fark $p<0.05$						

Parafoveal kalınlık değerlerinin kadrana göre verileri Grafik 4’te gösterilmiştir.

Grafik 4. Çalışmaya dahil edilen miyopik gözlerin gruplara göre ortalama parafoveal retina kalınlıklarının kadranlara göre verileri



Perifoveal retina kalınlığı Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p=0,109$). (Tablo 12)

Perifoveal temporal kadran retina kalınlığı ve perifoveal superior kadran retina kalınlığı Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p=0,111$, $p<0,001$, $p<0,001$, $p=0,693$). Perifoveal nazal kadran retina kalınlığı ve perifoveal inferior kadran retina kalınlığı Grup 1’de Grup 2 ve Grup

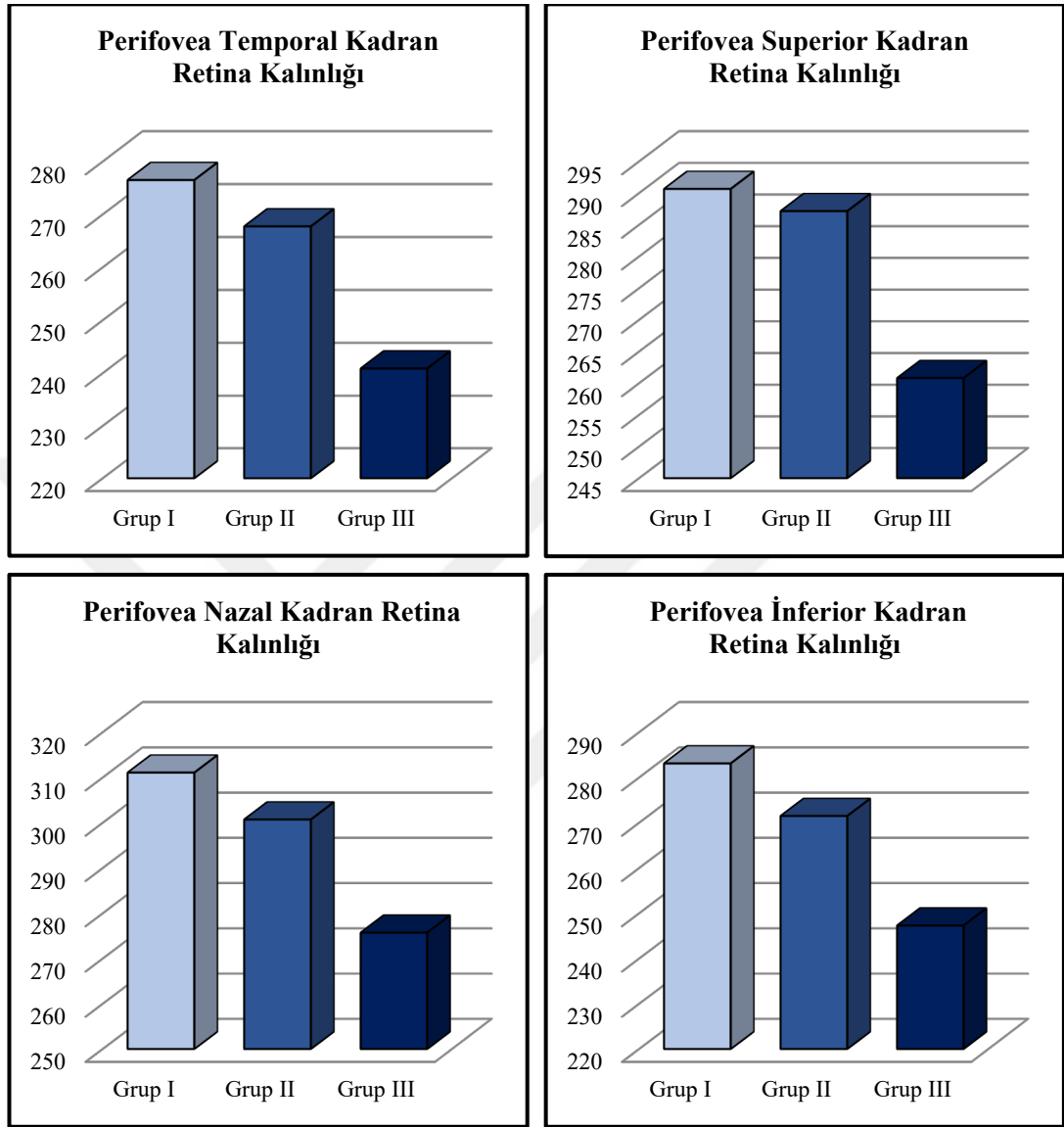
3'ten anlamlı olarak daha yüksek olup Grup 2'de Grup 3'ten anlamlı olarak daha yüksek olarak bulunmuştur (sırasıyla $p=0,038$, $p<0,001$, $p<0,001$, $p=0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$). (Tablo 12)

Tablo 12. Çalışmadaki gruplara göre perifoveal retina kalınlıkları

		Grup 1 (n:26)	Grup 2 (n:26)	Grup 3 (n:26)	p	
Perifovea Kalınlık						
Perifovea	Ort.±ss	290,0±8,2	282,0±12,0	256,2±21,3	<0,001	^A
Temporal	Ort.±ss	277,0±7,8	268,0±12,4	240,9±22,6	<0,001	^A
Superior	Ort.±ss	291,0±9,3	287,0±11,0	260,8±22,5	<0,001	^A
Nazal	Ort.±ss	311,0±9,7	301,0±21,7	275,7±28,3	<0,001	^K
İnferior	Ort.±ss	283,0±10,5	272,0±12,8	247,3±25,3	<0,001	^K
^A ANOVA / ^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test)						
¹ Grup I ile fark $p<0.05$, ² Grup II ile fark $p<0.05$						

Perifoveal kalınlık değerlerinin kadrantlar üzerinden verileri Grafik 5'te gösterilmiştir.

Grafik 5. Gruplara Göre Ortalama Perifoveal Retina Kalınlıklarının Kadransal Verileri



5. TARTIŞMA

Miyopi, görme bozukluğuna ve kör edici komplikasyonlara yol açan küresel bir halk sağlığı sorunudur (51). İnternet ve bilgi teknolojisinin hızla gelişmesiyle birlikte, son epidemiyolojik çalışmalar, özellikle öğrencilerin %69-90'ının etkilendiği bildirilen miyopi prevalansında muazzam bir artış olduğunu bildirmiştir (52, 53). Dünya genelinde 2050 yılına kadar miyopi prevalansının %49,8'i ve yüksek miyopi prevalansının ise %9,8'i bulacağı tahmin edilmektedir (23). Ayrıca, yüksek miyopi, korioretinal atrofi, miyopik makülopati, glokom ve diğer görmeyi tehdit eden durumlar dahil olmak üzere gözün çeşitli patolojileri için bir risk faktörüdür (54). Aşırı aksiyel uzama, miyopi gelişimi için en sık karşılaşılan mekanizmadır. Miyop gözdeki skleral yüzey alanının genişlemesi, gözün diğer katmanlarının, özellikle de altta yatan koroid ve retinanın gerilmesine ve incelmesine neden olur (55). Daha önce yapılan çalışmalar, retina mikrovasküler yapısındaki değişikliklerin; miyopi, miyopi komplikasyonlarının gelişimi ve ilerlemesi ile ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur (56).

Hızlı, invazif olmayan bir teknoloji olan OKTA, retina mikrovasküler hastalıkların araştırmasında ve klinik tanılarının konmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. OKTA, oküler kan akışının işlevini kantitatif ve kapsamlı bir şekilde analiz edebilir ve retina vasküler hastalıkların tedavisi için retinal katmanların yapısı ve mikrosirkülasyonu hakkında ayrıntılı bilgi sağlamaktadır (57). Daha önce yapılan OKTA çalışmaları, miyopide, özellikle yüksek miyopide vasküler yoğunlukta azalma olduğunu bildirmiştir (4-14). Yapılan bazı çalışmalar ayrıca retina vasküler yoğunluk ile aksiyel uzunluk (AU) veya sferik eşdeğer (SE) (4, 5, 7, 8, 10-13 arasında anlamlı korelasyonlar olduğunu öne sürmüşlerdir. Mevcut çalışmamızdaki amacımız miyopik hastaların OKTA'dan edindiğimiz YKP ve DKP damar yoğunlukları, FAZ verileri, subfoveal koroid kalınlığı, retina kalınlığı gibi verilerin detaylı bir şekilde incelenmesi ve aksiyel uzunluğa göre anlamlı korelasyon gösterip göstermediğinin değerlendirilmesi ile birlikte miyopide gördüğümüz aksiyel uzamanın retinanın mikrovasküler yapısına etkisini araştırmaktır. Çalışmamızda, diyoptrik değerler yerine aksiyel uzunluk, miyopideki değişen mikrovaskülerizasyon için açıklayıcı bir değer olarak kabul edilmiştir, çünkü diyoptrik değer kristalin lens

durumundan etkilenebilir ve aksiyel uzama, miyop optik disk ve maküladaki değişikliklerin altında yatan mekanizma ile ilgilidir.

Koroid, retinanın dış tabakalarına besin ve oksijen sağlayan ve göz içi basıncının düzenlenmesi gibi gözde bir dizi kritik rol oynayan vasküler bir dokudur (58). Aynı zamanda koroidin iki önemli işlevi de mevcuttur. Bunlar retinanın pozisyonunun koroid kalınlığındaki değişikliklerle ayarlanması ve skleranın yeniden yapılanması ile gözün büyümesinin düzenlemesinde yer alan büyüme faktörlerinin salınmasıdır (59-61). Bu işlevler koroidin emmetropizasyonda önemli bir rolüne, böylece gözün büyümesinin düzenlemesinde ve miyopi gibi refraksiyon hatalarının gelişimindeki etkilerini işaret etmektedir (62). Daha önce koroid kalınlığı ve miyopi ilişkisini değerlendiren birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda (63-67), miyopik hastaların, emmetrop ve hipermetropik hastalarla kıyaslandığında koroid kalınlıklarının anlamlı olarak daha ince olduğunu göstermiştir. Wei ve ark(63) yapmış oldukları çalışmayla birlikte subfoveal koroidal kalınlık üzerinde en etkili 2 parametrenin yaş ve aksiyel uzunluk olduğunu bulmuşlardır. Subfoveal koroidal kalınlıkta incelme aksiyel uzamaya bağlı skleranın incelmesine paraleldir (68). 1 D'lik miyopik kırılma hatasındaki her artış için subfoveal koroidal kalınlıkta 15 mikronluk ortalama incelme olmaktadır. Yüksek miyop gözlerde subfoveal koroidal kalınlığın belirgin incelmesi, miyopik retinopatinin gelişmesinin nedenlerin biri olabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmamızda subfoveal koroid kalınlığı verileri açısından Grup 3(AU>26mm), Grup 2(24<AU<26)'den, Grup 2 ise Grup 1(22<AU<24)'den anlamlı olarak daha azdı. Yani artan aksiyel uzunluk ile koroidal kalınlık arasında anlamlı negatif bir korelasyon mevcuttur. Mevcut çalışmamız literatürdeki çalışmaları desteklemektedir. Koroidin kan akışını hızla değiştirebilen vasküler bir doku olduğu düşünüldüğünde, koroid kalınlığındaki değişiklikler öncelikle koroid kan akışındaki değişikliklerden kaynaklanabilir. Hipoksinin miyopi ile ilişkili olduğu ve koroid kan akışının ana oksijen ve besin kaynağı olduğu düşünüldüğünde, muhtemelen koroid kalınlığının azalmasının miyopi üzerindeki etkinin yanı sıra, koroid kan akışının da azalmasının skleral iskemi ve hipoksiye katkıda bulunarak skleral yapıda değişikliklere ve böylece miyopiye yol açtığı düşünülebilir.

FAZ, fovea merkezinde retinal kapiller ağıın bulunmadığı merkezi görmeden sorumlu alandır (69). Bu bölgede önemli kapiller kaybı, maküler iskemi ve hatta görme bozukluğu anlamına gelebilecek FAZ genişlemesine yol açmaktadır (70). FAZ ölçümleri, bazı hastalıkların ciddiyetini ve progresyon durumunu değerlendirmek açısından önemli bir göstergedir (71). FAZ çevre döngüsellik indeksi (foveal avasküler zon perimeter circularity index), OKTA ile elde edilen bir ölçümdür. Bu indeks, FAZ şeklinin ne kadar yuvarlak ya da dairesel olduğunu belirlemek için kullanılır. FAZ'ın normal yapısı genellikle yuvarlağa yakın bir formda olur. FAZ çevre döngüsellik indeksi 1'e ne kadar yakınsa, bu bölgenin o kadar düzgün ve dairesel olduğu anlamına gelir. Bu indeks, bazı retina hastalıklarının veya yapısal değişikliklerin erken tespitinde kullanılabilir (72, 73). Daha önce FAZ'ın miyopi derecesine göre etkilenimini değerlendiren birçok çalışma yapılmıştır. Li ve ark. (74) yüksek miyop(-5D ve üzeri SE) 20 hasta ile sağlıklı (-3D ve altında SE) 20 hastanın retinal mikrovasküler değişikliklerini değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada FAZ alanında ve çapında yüksek miyopi ile bir değişiklik saptamamışlardır ve FAZ alanının miyopik gözlerde mikrovasküler ağ yoğunluğundaki değişiklikleri incelemek açısından bir belirteç olmadığını bildirmişlerdir. Gołębiewska ve ark (75) miyop çocuklar üzerinde yaptıkları çalışmada ise miyopik hastalar (SE<-1D) ile emetropik hastaların(SE 0,50 ila -0,50) FAZ alanları arasında miyopiyle pozitif korelasyon gösteren bir FAZ alan artışı olduğu göstermişlerdir. Koç ve arkadaşları (76) yapmış oldukları emetropik, yüksek miyopik ve patolojik miyopik hastaları karşılaştırdıkları bir çalışmada emetrop hastalar ile yüksek miyop hastalar arasında FAZ alanının ve FAZ çevresinin yüksek miyop hastalarda daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Min ve ark (77) yaptıkları bir çalışmada, miyopi ile ilişkili patolojik değişikliklerin ortaya çıkmasından önce uzun bir aksiyel uzunluğa (> 26 mm) sahip gözlerin genişlemiş bir FAZ alanına sahip olduğunu göstermişlerdir. Biz mevcut çalışmada FAZ alanında ve FAZ Çevre Döngüsellik İndeksinde Grup 3(AU>26mm)'deki hastaların değerlerini Grup 1(22mm<AU<24mm) ve Grup 2(24mm<AU<26mm)'den daha yüksek olarak bulduk. Yani aksiyel uzunluğu 26 milimetre ve üzerinde olan miyopik hastaların FAZ alanları ve FAZ Çevre Döngüsellik İndeks verileri 22 ile 26 milimetre arasında olan hastalara göre istatistiksel anlamlı olarak daha yüksekti. Çalışmamızın sonuçları

Gołębiewska ve ark (75), Koç ve ark. (76) ve Min ve ark. (77) çalışmaları ile uyumluluk göstermektedir, ancak Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı fark bulamadık. Çalışmamız bu yönüyle FAZ verilenin 26 milimetrelik aksiyel uzunluğa kadar anlamlı olarak etkilenmediğini ancak 26 mm AU'tan sonra artış gösterdiğini göstermiştir. İlerleyen miyopi ile birlikte, göz küresinde oluşan yapısal uzama göz küresinin retina dokusunu mekanik olarak gerdiği bilinmektedir. Bu gerilmeyle birlikte AU ile negatif korelasyona sahip olduğu tespit edilen azalmış vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF)ne benzer büyüme faktörleri, retina mikrovasküler yoğunluğunun azalmasında rol oynayabilir (78-80). VEGF damar endotel hücreleri ve retina pigment epitel hücreleri tarafından üretilmekte ve damar büyümesini uyarak retina damar gelişiminde önemli rol oynamaktadır (78, 81, 82). Miyopi ilerlemesi ile birlikte azalmış VEGF seviyeleri olası kapiller ağ kaybına ve FAZ genişlemesine neden olmuş olabilir. Literatürdeki daha önceki çalışmalar incelendiğinde FAZ çevre döngüsellik indeksi değerlendirilmemiştir. Mevcut çalışmamız FAZ çevre döngüsellik indeksinin de incelendiği ilk çalışmadır. Mevcut çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler FAZ çevre döngüsellik indeksinin yüksek miyopide retinanın mikrovasküler etkileniminde değerlendirilebilecek bir veri olduğunu bize göstermektedir.

Min ve ark (83) yüksek miyopili ($AU > 26,5\text{mm}$) 52 göz ile 52 normal kontrol grubu olarak kategorize ettikleri ve damar yoğunluklarını karşılaştırdıkları bir çalışmada, miyopi grubunda kontrol grubuna göre YKP parafoveal damar yoğunluğunun anlamlı bir şekilde azaldığını gösterdiler. Aynı zamanda dört kadrant olarak da değerlendirilen verilerde kadransal olarak da her kadranda miyop hastalarda damar yoğunluğunda anlamlı azalma olduğunu gösterdiler. Bu durum önceki çalışmalarla da tutarlıydı ve yazarlar bu sonuçların göz küresinin mekanik olarak gerilmesinden ve bunun sonucunda retina damarlarının daralmasından kaynaklanabileceğini düşünmektedirler (84-88). Min ve ark. (83) bu çalışmada aynı zamanda damar yoğunluğunun DKP'ta önemli ölçüde azalmadığını buldular. Ancak daha önceki çalışmalar hem YKP damar yoğunluğunda hem de DKP damar yoğunluğunda önemli bir azalma olduğunu ortaya koymuşlardır (84, 85, 87, 88). Min ve ark. (83) bu durumun, damarların parafoveal bölgenin DKP'sinde daha yoğun bir şekilde paketlenmiş olmasına bağlı olabileceğini öne sürmektedirler. Mevcut

çalışmamızda YKP parafoveal damar yoğunluğu Grup 3($AU > 26\text{mm}$) hasta grubunda Grup 2($24\text{mm} < AU < 26\text{mm}$) ve Grup 1($22\text{mm} < AU < 24\text{mm}$)'e göre istatistik olarak anlamlı olarak daha düşüktü. Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı fark izlenmedi. Biz de YKP parafoveal damar yoğunluğunu daha önce yapılan birçok çalışma ile uyumlu olarak yüksek aksiyel uzunluklarda azaldığını bulduk. Ancak 22-24 mm aksiyel uzunluğa sahip gözlerle 24-26 mm aksiyel uzunluğa sahip gözlerin YKP damar yoğunluğu benzerdi. Çalışmamızda YKP parafoveal damar yoğunluğunu gruplara göre kadransal olarak değerlendirdiğimizde temporal kadranda da YKP ile benzer damar yoğunluğu azalması varken diğer kadrarlarda anlamlı fark izlenmedi. Literatürde damarsal yoğunluğu kadransal olarak değerlendiren çok fazla çalışma olmamakla birlikte olan çalışmalar da farklı sonuçlar göstermektedir. Biz çalışmamızdaki bu farklılığın çalışmamızın örneklem boyut küçüklüğünden, yaş aralığının fazla oluşundan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Meng ve ark. (89) yapmış oldukları bir çalışmada patolojik değişiklik olmayan miyopik hastalar sferik eşdeğerlerine göre hafif($-0,50D < SE < -3,00$), orta($-3,00 < SE < -6,00$) ve yüksek ($SE < -6,00$) miyop olarak sınıflandırılmış ve damar yoğunlukları değerlendirmiş olup YKP damar yoğunluğunun artan miyopi derecesi ile birlikte azaldığını göstermişlerdir. Yapılan çalışmada tüm kadrarlarda da (superior, temporal, inferior, nazal) artan miyopi ile birlikte damar yoğunluklarının azaldığı gösterilmiştir. Ancak foveal damar yoğunluğunun miyopi derecesi ile ilişkili olmadığı izlenmiş. Yazarlar foveal damar yoğunluğundaki bu durumun FAZ'un yüksek metabolizmasından kaynaklanıyor olabileceğini düşündüler. FAZ'un retina otoregülasyonunun metabolik ihtiyaçlarını karşılamak için nispeten stabil ve yeterli kan akışını sürdürmesine yardımcı olması mümkündür (90). Daha önce yapılan çalışmalarda da daha yüksek miyopisi olan hastalarda YKP damar yoğunluğunda azalma olduğu ve foveal bölge hariç YKP damar yoğunluğu ile AU arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir (91-94). Toprak ve ark. (95) yaptıkları çalışmada orta derecede miyopisi olan hastalarla sağlıklı hastaları kıyaslamışlardır ve YKP damar yoğunluğunun artan miyopiyle birlikte anlamlı olarak azaldığını bulmuşlardır. Aynı şekilde YKP foveal damar yoğunluğunun anlamlı olarak miyopik hastalarda daha az olduğunu bulmuşlardır. Jiang ve ark. (96) yaptıkları çalışmada ise sferik eşdeğeri 6D'den daha yüksek olan yüksek miyop hastalar ile sferik eşdeğeri 6D'den

daha küçük olan yüksek olmayan miyop hastaları YKP damar yoğunluğu foveal, parafoveal, superior yarı ve inferior yarı damar yoğunluklarını karşılaştırmış ve YKP damar yoğunluğu, parafovea, superior yarı ve inferior yarı damar yoğunluklarında yüksek miyopilerde yüksek olmayan miyopilere göre azalmalar olduğu ancak YKP foveal damar yoğunluğunda anlamlı bir fark olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Çalışmamızda YKP damar yoğunluğunda Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$) arasında anlamlı fark olmamakla birlikte Grup 1 ve Grup 2 damar yoğunluk verileri Grup 3($\text{AU} > 26\text{mm}$)’ten anlamlı olarak daha yüksekti. Foveal damar yoğunluğu ise 24-26mm AU olanlarda 22-24mm ve 26 ve üzeri AU olanlardan anlamlı olarak daha yüksekti. Mevcut çalışmamızda aynı zamanda YKP perifoveal damar yoğunluğu ve temporal, superior ve inferior kadran verilerinde Grup 3($\text{AU} > 26\text{mm}$) hasta grubunun damar yoğunluğunun Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$)’den istatistiksel olarak anlamlı olarak düşük bulduk ancak Grup 1 ve Grup 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlemedik. Perifoveal nazal kadran damar yoğunluğunda gruplar arasında anlamlı bir fark izlenmedi.

Mevcut çalışmamızdan elde edilen verilerde YKP foveal damar yoğunluğu aksiyel uzunluk artışıyla bir anlamlı korelasyon göstermemiş olup daha önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar görmekteyiz. YKP damar yoğunluğu, parafoveal ve perifoveal damar yoğunluğu verileri de aksiyel uzunluk artışı ile azalma göstermiş olup bu literatürdeki diğer çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Ancak biz çalışmamızda 22-24 milimetre aksiyel uzunluğa sahip olan grubumuzla 24-26 milimetre aksiyel uzunluğa sahip grubumuz arasında anlamlı fark izlenmemiş olup 26 mm ve üzeri aksiyel uzunluk olan grup damar yoğunlukları anlamlı olarak daha düşük olduğunu saptadık. Bu durum da daha önce de belirtildiği gibi damar yoğunluğundaki bu azalmanın göz küresinin mekanik gerilmesi ve retinal damar daralması teoremini doğrulamakta olup çalışmamız bu etkinin 26 milimetrelik aksiyel uzunluğa kadar anlamlı olmadığını 26 ve üzeri aksiyel uzunluğa sahip hastalarda damar yoğunluğunda anlamlı bir azalma olduğunu göstermektedir.

Hua ve ark (97) yapmış olduğu katılımcıları kontrol grubu, orta derece miyopi ve yüksek derece miyopi olacak şekilde 3 gruba ayırdıkları bir çalışmada DKP damar yoğunluğunun artan miyopi derecesine göre anlamlı olarak azaldığını

buldular. Yao ve ark. (98) hastaları hafif miyop (HM), orta miyop (OM) ve yüksek miyop (YM) olarak 3 gruba ayırdıkları çalışmada DKP ve YKP damar yoğunluklarını kadranslara da ayırarak detaylı bir şekilde incelemişlerdir. Parafoveal ve perifoveal alanları çoğu kadransında, YM grubu, HM ve OM grubuna göre önemli ölçüde daha düşük bir DKP damar yoğunluğuna sahip olduğunu bildirdiler. Ayrıca parafoveal ve perifoveal alanları bazı kadranslarında OM grubunda HM grubuna göre daha düşük bir DKP damar yoğunluğu gösterdiler. Bununla birlikte YKP damar yoğunluğu açısından yalnızca birkaç kadranda üç grup arasında anlamlı fark olduğunu bildirdiler. YKP, retinal damarlara doğrudan bağlı kapiller bir ağ olup DKP doğrudan retinal damarlara bağlı değildir ve ayrılmış lobüler kılcal damarlardan oluşmaktadır (99). Bu çalışmada azalmış damar yoğunluğu esas olarak DKP’te mevcutken YKP’te DKP kadar belirgin değildi. Bu çalışmada yazarlar bu DKP’un nispeten daha zayıf bir düzenleyici bir kapasiteye sahip olabileceği ve miyopinin ilerlemesi açısından daha savunmasız olduğunu düşündüler. Çalışmada aynı zamanda DKP damar yoğunluğunun HM gözlere kıyasla OM gözlerinde önemli ölçüde azalma izlenirken, retina kalınlığının OM ve HM gözler arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Bu durumla birlikte yazarlar mikrovasküler değişikliklerin kalınlık değişikliklerinden önce meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Al-Sheikh ve ark(100) tarafından yapılan miyopik gözler ile sağlıklı gözleri karşılaştırdıkları bir çalışmada ise YKP ve DKP damar yoğunluğu verileri miyopik grupta istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşüktü. Bu çalışma miyop gözlerde YKP ve DKP damar yoğunluğunun sağlıklı kohorta kıyasla azaldığını, retinanın beslenmesinin gerileyebileceğini ve açık bir şekilde kayıp yerine damar yoğunluğunda azalmaya yol açabileceğini göstermiştir. Çalışmamızda Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$) DKP damar yoğunluğu, perifoveal ve parafoveal damar yoğunlukları Grup 3($\text{AU} > 26\text{mm}$)’e göre anlamlı olarak daha yüksekti. Foveal damar yoğunluğu açısından gruplar arasında fark izlenmedi. Parafoveal kadrans verileri açısından ise superior kadranda Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$) hastaların DKP damar yoğunlukları Grup 3($\text{AU} > 26\text{mm}$) hastalarından anlamlı olarak daha fazlaydı. Diğer kadranslarda anlamlı fark izlenmedi.

Perifoveal DKP superior ve temporal kadrans damar yoğunlukları Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$) hastaların DKP damar

yoğunlukları Grup 3(AU>26mm) hastalarından anlamlı olarak daha fazlaydı. İnferior ve nazal kadranda ise Grup 1 ve Grup 2’de Grup 3’e göre anlamlı olarak daha fazlaydı. Verilerimiz DKP damar yoğunluğu açısından 22 ile 24 milimetrelik aksiyel uzunlukta anlamlı bir fark izlenmemiş olup aksiyel uzunluğu 26 milimetre ve üzeri olanlarda damar yoğunluklarında anlamlı azalma mevcut olduğu görülmüştür. Bu çalışma literatürde mevcut olan yüksek miyopi ile DKP damar yoğunluğunda azalma gösteren çalışmalarla uyumludur.

Ayrıca mevcut çalışmada miyopide YKP ve DKP parafoveal ve perifoveal kadrarlarda damar yoğunluğu etkilenimlerinde farklılıklar mevcuttu. Ancak bu farklılıkların sebebinin çalışmamızın örneklem boyut küçüklüğünden, hasta yaş aralığının geniş olmasından ve OKTA çekimlerindeki segmentasyon hatalarından da kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Yang ve ark. (101) yaptıkları çalışmada hastaları hafif miyop ($-0,50 < SE < -3,00$), orta miyop ($-3,00 < SE < -6,00$) ve yüksek miyop ($SE < -6,00$) olarak kategorize ederek hastaların maküla vasküler yoğunluğunu ve retinal kalınlığı incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda hafif miyop hastalar en kalın retinaya sahip olarak bulunmuş, ancak orta ve yüksek miyopik hastalarda retinal kalınlık açısından anlamlı istatistiksel fark bulunmamıştır. Miyopizasyon, aksiyel uzama ile ilişkilidir ve retina, koroid ve skleranın biyomekanik gerilmesine neden olur ve bu da retina kalınlığının azalmasına neden olabilir (102). İnsan gözünün, iç retinanın, retina vasküler sistemi tarafından beslendiği ve dış retinanın koroid vasküler sistem tarafından desteklendiği oftalmik arterin iki uzantısı tarafından perfüzyona uğradığı iyi bilinmektedir (103). Bu nedenle, ortalama retina kalınlığı teorik olarak hem koroid hem de retinal vasküler sistemlerinden etkilenir. Yazarlar retinal kalınlıktaki azalmanın miyopik hastalarda oluşan vasküler sistem perfüzyon bozukluğundan kaynaklandığını düşünmektedir. Wu ve ark. (104) yapmış oldukları 120 hastalık çalışmada hastaları yüksek miyop ve sağlıklı göz olarak kategorize ettiler. Hastaların retinal kalınlıklarını değerlendirdikleri çalışmada yüksek miyopik gözlerin foveola ve foveada miyop olmayan gözlere göre daha fazla retinal kalınlığa sahip olduğunu gösterdiler. Mu ve ark. (105) 4 ila 16 yaş arası miyop çocuklarda yapmış olduğu çalışmada gözler miyop olmayan, düşük miyop ve yüksek miyop olarak kategorize etmişlerdir. Katılımcıların tam kat retina kalınlıkları karşılaştırılmış ve perifoveal

temporal, superior, inferior, nazal bölgelerde retina kalınlıkları yüksek miyopik gözlerde, düşük miyop ve miyop olmayan gözlere göre anlamlı olarak daha düşük olarak bulunmuşlardır. Foveada retina kalınlığı yüksek miyoplarda düşük miyop ve miyop olmayanlara göre anlamlı olarak daha yüksek olarak bulunmuş. Ancak parafoveal temporal, superior, nazal, inferior bölgelerde anlamlı fark izlenmemiş. Bu çalışma foveadaki retinal kalınlığın aksiyel uzunluk ile ilgisiz olduğunu, perifovea ve parafoveadaki retinal kalınlığın ise aksiyel uzunluk ile negatif ilişkili olduğunu göstermiştir. Yazarlar miyop olmayanlara göre, miyop grubu merkezi foveal retinal kalınlıktaki kalınlaşmayı ve perifoveal retinal kalınlığında incelmeyi periferik retinada çekiş ve gerilme direncini azaltabilecek büyük kan damarları ve optik liflerin olmamasına bağladılar. Retinanın daha elastik olan perifoveal bölgesi gerilme ve incelmeye uğrarken, periferik retina kalınlığının incelmesi tüm retinadaki gerilme kuvvetlerini telafi edebilir, böylece merkezi foveal retinal kalınlığı korunabilir (106, 107). Ayrıca, miyopideki aksiyel uzunluk artışı, posterior skleranın mekanik olarak gerilmesine yol açar ve miyopide merkezi foveada vitreoretinal traksiyona neden olur (106, 108). Bu çalışma bu nedenle, santral foveal retinal kalınlıktaki artışın, yüksek miyopide vitreoretinal traksiyonun erken bir belirtisi olabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmamızda fovea kalınlık değeri Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$) de Grup 3($\text{AU} > 26\text{mm}$)'e göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Bu sonuç literatürdeki çalışmalarla (104)(105)örtüşmemekte olup bunun sebebinin gruplarımız içerisindeki aksiyel uzunluk dağılımının farklılığından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Grup 1 ve Grup 2 aksiyel uzunluk verileri dar bir aralıkta iken Grup 3'te daha geniş aksiyel uzunluk aralığındaki hastalar değerlendirilmiştir. Grup 3'teki ortalama aksiyel uzunluğun yüksek olması nedeniyle foveanın vasküler beslenmesi ileri seviyede bozulmuş olup bu durumun da foveal retinal kalınlıkta literatüre ters düşen retinal incelmeyi açıklayabileceğini düşünmekteyiz.

Parafoveal ortalama retinal kalınlık ve parafoveal kadrantların (temporal, superior, nazal, inferior) retinal kalınlıkları Grup 1($22\text{mm} < \text{AU} < 24\text{mm}$) ve Grup 2($24\text{mm} < \text{AU} < 26\text{mm}$) değerleri Grup 3($\text{AU} > 26\text{mm}$)'ten anlamlı olarak yüksek olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlam fark izlenmemiştir. Perifoveal ortalama retinal kalınlık ve perifoveal temporal ve superior kadrant ortalama retinal kalınlıkları Grup

1 ve Grup 2 değerleri Grup 3'ten anlamlı olarak yüksek çıkmış olup Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı fark izlenmemiştir. Perifoveal nazal ve inferior kadranda ise retina kalınlıkları Grup 1 Grup 2'den Grup 2 ise Grup 3'ten anlamlı olarak daha yüksek olarak değerlendirildi. Çalışmadan elde edilen parafoveal ve perifoveal retina kalınlık verilerimiz literatürle uyumlu olup retinal kalınlıktaki bu incelmanın 26 mm aksiyel uzunluğa kadar istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ancak 26 milimetre ve üzeri aksiyel uzunluğa sahip hastalarda daha ince olduğunu göstermiştir.

Çalışmada elden edilen veriler genel olarak literatür verileriyle örtüşmektedir. DKP ve YKP damar yoğunlukları, parafoveal ve perifoveal retina kalınlıkları, FAZ alan ve FAZ çevresellik indeksi verileri özellikle 26 ve üzeri aksiyel uzunluğa sahip gözlerde anlamlı olarak aksiyel uzunlukla korelasyon göstermekte olup 22-24 mm AU ile 24-26 mm AU arasında anlamlı farklılıklar izlenmemiştir. Bu durumun daha önceki çalışmalarda da olduğu gibi (84-88) ilerleyen miyopi ile birlikte, göz küresinde oluşan yapısal uzama göz küresinin retina dokusunu mekanik olarak germesi ve bunun sonucunda retina damarlarının daralmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Ancak alışma sonuçları göstermektedir ki bu gerilme etkisi ile birlikte oluşan bu etki miyopik hastalarda 26 milimetre aksiyel uzunluğa kadar anlamlı bir saptanmazken 26 milimetre ve üzeri aksiyel uzunluklarda retina mikrovaskülerizasyonunu olumsuz yönde etkilendiğini görmekteyiz. Koroidal neovaskülerizasyon gibi birçok vasküler komplikasyon ile karşımıza çıkan patolojik miyopi de 26 milimetre ve daha yüksek aksiyel uzunlukta görölmektedir. Çalışmamızdaki retinal mikrovasküler azalmanın da 26 mm ve daha yüksek aksiyel uzunluğa sahip hastalarda olduğu görölmüştür. Çalışma bu yönüyle patolojik miyopik hastalarda retina mikrovasküler beslenmesinin azaldığını ancak basit miyopik hastalarda artan aksiyel uzunluğun retina beslenmesine anlamlı bir etkisinin olmadığı göstermiştir. Mevcut çalışmada parafoveal ve perifoveal damar yoğunlukları gruplara göre kadransal olarak değerlendirildiğinde farklılıklar izlenmiş olup bu durumun literatürdeki mevcut çalışmalarda da olduğu görölmektedir, aksiyel uzunluğun parafoveal ve perifoveal kadranda damar yoğunlukları üzerine etkisini değerlendirmek açısından daha detaylı, örneklem büyüklüğü daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Çalışmadaki kısıtlılıklar arasında katılımcıların sayılarının az olması, yaşı retina mikrovaskülarizasyonuna etkisi olduğu bilinirken çalışmamıza dahil edilen hasta yaş aralığının geniş olması, artan aksiyel uzunlukla birlikte nedeniyle OKTA'da segmentasyon hatalarına elverişli olması olarak özetlenebilir. Hasta gruplamasını diyoptrik değer yerine miyop hastalarda optik disk ve maküladaki değişikliklerin altında yatan mekanizmayla ilgili olan aksiyel uzunluk üzerinden yapılması, OKTA çekim kalitesi 6/10 altında kalan hastaların değerlendirmeye alınmaması, OKTA da hareket ve projeksiyon artefaktı olan hastaların değerlendirmeye alınmaması, kapiller pleksus vasküler yoğunluk analizinin literatürdeki benzer birçok çalışmadan farklı olarak ETDRS ızgara modelindeki 1mm ve 3mm alanlarda yazılım tarafından otomatik olarak yapılması ve bu sayede klinisyene bağlı hataların ortadan kalkmış olması çalışmanın güçlü yanlarıdır. Literatürde miyopik hastaların mikrovasküler yapılarını inceleyen birçok çalışma mevcutken bu çalışmaların çoğunluğu sferik eşdeğer üzerinden yapılmıştır, bizim çalışmamızda hasta sınıflandırmasında aksiyel uzunluk verileri dikkate alınmıştır. Çalışmamızın bu konuda literatüre katkı sağladığını düşünüyoruz.

6. SONUÇLAR

Miyopik hastalarda maküla mikrovaskülaritesini OKTA aracılığıyla aksiyel uzunluğu 22-24 milimetre olan, 24-26 milimetre olan ve 26 milimetre üzerinde olan gözlerde karşılaştırmalı olarak değerlendirerek miyopik hastalarda aksiyel uzunluğun maküla mikrovasküler dolaşımına olan etkilerini analiz etmek ve klinik bulgular ortaya çıkmadan önce vasküler yapıda değişiklik olup olmadığını incelemek amaçlanmış olup aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

1. Miyopik hastalarda subfoveal koroidal kalınlığın artan aksiyel uzunlukla negatif korelasyon gösterdiği saptandı.
2. FAZ alanı ve FAZ çevre döngüsellik indeksinin aksiyel uzunluğu 26 milimetre ve üzerinde olan gözlerde 22 ile 26 milimetre olanlardan daha yüksek olduğunu ancak aksiyel uzunluğu 22-24 milimetre arasında olanlarla 24-26 milimetre arasında olan gözler arasında anlamlı bir fark görülmediğini tespit edildi.
3. YKP damar yoğunluğu, YKP parafoveal damar yoğunluğu, YKP perifoveal damar yoğunluğunun aksiyel uzunluğu 26 milimetreden yüksek olanlar gözlerde aksiyel uzunluğu 22 ve 26 milimetre arasında olan gözlere kıyasla anlamlı olarak daha düşük olduğunu ancak aksiyel uzunlukları 22-24 milimetre arasında olanlarla 24-26 milimetre arasında gözlerde anlamlı bir fark olmadığını tespit edildi.
4. DKP damar yoğunluğu, DKP parafoveal damar yoğunluğu, DKP perifoveal damar yoğunluğunun aksiyel uzunluğu 26 milimetreden yüksek olanlar gözlerde aksiyel uzunluğu 22 ve 26 milimetre arasında olan gözlere kıyasla anlamlı olarak daha düşük olduğunu ancak aksiyel uzunlukları 22-24 milimetre arasında olanlarla 24-26 milimetre arasında gözlerde anlamlı bir fark olmadığını tespit edildi.
5. Miyopik hastalarda foveal damar yoğunluğunun hem DKP hem de YKP'ta aksiyel uzunluk artış ya da azalışı ile birlikte anlamlı bir korelasyon göstermemiştir.
6. Fovea retinal kalınlığının aksiyel uzunluğu 26 milimetre ve üzerinde olan gözlerde 22 ile 26 milimetre olanlardan daha yüksek olduğunu ancak

aksiyel uzunluğu 22-24 milimetre arasında olanlarla 24-26 milimetre arasında olan gözler arasında anlamlı bir fark görülmediğini bulundu.

7. Parafoveal retinal kalınlığın bütün kadranslarında da aynı şekilde olacak şekilde aksiyel uzunluğu 26 milimetre ve üzerinde olan gözlerde 22 ile 26 milimetre olanlardan daha yüksek olduğunu ancak aksiyel uzunluğu 22-24 milimetre arasında olanlarla 24-26 milimetre arasında olan gözler arasında anlamlı bir fark görülmediğini tespit edildi.
8. Perifoveal retinal kalınlığın aksiyel uzunluğu 26 milimetre ve üzerinde olan gözlerde 22 ile 26 milimetre olanlardan daha yüksek olduğunu ancak aksiyel uzunluğu 22-24 milimetre arasında olanlarla 24-26 milimetre arasında olan gözler arasında anlamlı bir fark görülmediğini ancak her kadranın bu durumdan eşit şekilde etkilenmemektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Živković MLJ, Lazić L, Zlatanovic M, Zlatanović N, Brzaković M, Jovanović M, et al. The Influence of Myopia on the Foveal Avascular Zone and Density of Blood Vessels of the Macula—An OCTA Study. *Medicina* 2023, 59(3):452.
2. Mu J, Wei J, Geng H, Yi W, Kang X, Wen J, et al. Wide-field swept-source optical coherence tomography angiography (SS-OCTA) in the assessment of retinal vessel density and thickness in 4-to 16-year-old myopic children. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2024 1;48.
3. Liu M, Wang P, Hu X, Zhu C, Yuan Y, Ke B. Myopia-related stepwise and quadrant retinal microvascular alteration and its correlation with axial length. *Eye (Lond)*. 2021;35(8):2196–205.
4. Yang Y, Wang J, Jiang H, Yang X, Feng L, Hu L, et al. Retinal microvasculature alteration in high myopia. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 1;57(14):6020–30.
5. Li M, Yang Y, Jiang H, Gregori G, Roisman L, Zheng F, et al. Retinal microvascular network and microcirculation assessments in high myopia. *Am J Ophthalmol*. 2017; 1;174:56–67.
6. Al-Sheikh M, Phasukkijwatana N, Dolz-Marco R, Rahimi M, Iafe NA, Freund KB, et al. Quantitative OCT angiography of the retinal microvasculature and the choriocapillaris in myopic eyes. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2017; 1;58(4).
7. Fan H, Chen HY, Ma HJ, Chang Z, Yin HQ, Ng DSC, et al. Reduced macular vascular density in myopic eyes. *Chin Med J*. 2017;130(4):445–51.
8. Cheng D, Chen Q, Wu Y, Yu X, Shen M, Zhuang X, et al. Deep perifoveal vessel density as an indicator of capillary loss in high myopia. *Eye*. 2019;33(12).
9. Leng Y, Tam EK, Falavarjani KG, Tsui I. Effect of age and myopia on retinal microvasculature. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2018; 49(12).
10. Mo J, Duan A, Chan S, Wang X, Wei W. Vascular flow density in pathological myopia: an optical coherence tomography angiography study. *BMJ*. 2017; 7(2)
11. Gołębiewska J, Biała-Gosek K, Czeszyk A, Hautz W. Optical coherence tomography angiography of superficial retinal vessel density and foveal avascular zone in myopic children. *PLoS One*. 2019;14(7)
12. He J, Chen Q, Yin Y, Zhou H, Fan Y, Zhu J, et al. Association between retinal microvasculature and optic disc alterations in high myopia. *Eye*. 2019; 33(9).

13. Venkatesh R, Sinha S, Gangadharaiah D, Gadde SGK, Mohan A, Shetty R, et al. Retinal structural-vascular-functional relationship using optical coherence tomography and optical coherence tomography – angiography in myopia. *Eye Vis.* 2019; 6(1).
14. Wang X, Kong X, Jiang C, Li M, Yu J, Sun X. Is the peripapillary retinal perfusion related to myopia in healthy eyes? A prospective comparative study. *BMJ Open.* 2016; 6(3).
15. Güler Cenap. Temel Göz Hastalıkları. 3. Aydın O'dwyer Pınar, Aydın Akova Yonca, editors. 2015. 127–136 p.
16. Yanoff Myron, Duker Jay S. *OPHTHALMOLOGY*, fifth edition. 2022. 26–35 p.
17. Esteve-Taboada JJ, Montés-Micó R, Ferrer-Blasco T. Schematic eye models to mimic the behavior of the accommodating human eye. *J Cataract Refract Surg.* 2018; 44(5).
18. Miller Kevin M., Albert Darren L., Asbell Penny A., Atebara Neal H., Schechter Robert J., Wang Ming X., et al. *American Academy of Ophthalmology Clinical Optics*. Aydın O'Dwyer Pınar, editor. Ankara; 2009. 103–123 p.
19. Kjøbaek M, Andersen G, Kessel L, Andersen MKG. Ametropia and Emmetropization in CNGB3 Achromatopsia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2021; 62(2).
20. Eğrilmez Sait, Demirkılınç Biler Elif. *Optik, Refraksiyon ve Refraktif Cerrahi*. Ankara; 2022. 27–45 p.
21. Schiefer U, Kraus C, Baumbach P, Ungewiß J, Michels R. Refractive errors - Epidemiology, effects and treatment options. *Dtsch Arztebl Int.* 2016; 113(41).
22. De Jong PTVM. Myopia: its historical contexts. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2018; 102(8).
23. Matsumura S, Kuo AN, Saw SM. An Update of Eye Shape and Myopia. *Eye Contact Lens.* 2019; 45(5).
24. Rose KA, Morgan IG, Smith W, Burlutsky G, Mitchell P, Saw SM. Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol.* 2008; 126(4).
25. Verhoeven VJM, Hysi PG, Wojciechowski R, Fan Q, Guggenheim JA, Höhn R, et al. Genome-wide meta-analyses of multiancestry cohorts identify multiple new susceptibility loci for refractive error and myopia. *Nature Genetics* 2013; 45(3).

26. Landreneau JR, Hesemann NP, Cardonell MA. Review on the Myopia Pandemic: Epidemiology, Risk Factors, and Prevention. *Mo Med.* 2021; 118(2):156.
27. Cai XB, Shen SR, Chen DF, Zhang Q, Jin ZB. An overview of myopia genetics. *Exp Eye Res.* 2019; 188:107778.
28. Li X, Wu M, Zhang L, Liu H, Zhang L, He J. Riboflavin and ultraviolet A irradiation for the prevention of progressive myopia in a guinea pig model. 2017; 165:1–6.
29. Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, Zang J, Zou H, Zhu J, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2017; 95(6).
30. Zhang X, Qu X, Zhou X. Association between parental myopia and the risk of myopia in a child. 2015; 9(6).
31. Wojciechowski R. Nature and nurture: the complex genetics of myopia and refractive error. 2011; 79(4).
32. Salmon John F. KANSKI KLİNİK OFTALMOLOJİ. Aydın Akova Yonca, Dönmez Oya, editors. 2021. 556–557 p.
33. Strauss O. The retinal pigment epithelium in visual function. *Physiol Rev.* 2005; 85(3).
34. Arıkan Yorgun Mücella. Temel Retina Hastalıklarına Güncel Yaklaşım. Gürelik Gökhan, editor. 2023. 1–12 p.
35. Gupta MP, Herzlich AA, Sauer T, Chan CC. Retinal Anatomy and Pathology. *Dev Ophthalmol.* 2015; 55:7–17.
36. Akar Solmaz, Akyol Sibel. Temel Göz Hastalıkları. Aydın O'Dwyer Pınar, Aydın Akova Yonca, editors. 2015. 633–655 p.
37. Provis JM, Penfold PL, Cornish EE, Sandercoe TM, Madigan MC. Anatomy and development of the macula: Specialisation and the vulnerability to macular degeneration. *Clin Exp Optom.* 2005; 88(5)
38. Kim Stephen J. 2022-2023 Basic and Clinical Science Course, Section 12: Retina and Vitreous. 2022.
39. Cioffi, G. A., Granstam. Adler's Physiology of the Eye. 10th ed. 2003. 747–784 p.
40. Wangsa-Wirawan ND, Linsenmeier RA. Retinal oxygen: fundamental and clinical aspects. *Arch Ophthalmol.* 2003; 121(4).
41. Recep Ömer Faruk. Göz Anatomisi. 2016. 162–167 p.

42. Arıkan Yorgun Mücella. Retina Hastalıklarında Güncel Tanı ve Tedaviler. 2019. 12–19 p.
43. SÜMER F. Koroid Anatomisi, Histolojisi ve Fizyolojisi. *Current Retina Journal / Güncel Retina Dergisi*. 2022; 6(3):119–22.
44. Park SY, Kim SM, Song YM, Sung J, Ham D Il. Retinal thickness and volume measured with enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2013; 156(3).
45. Read SA, Collins MJ, Vincent SJ, Alonso-Caneiro D. Choroidal Thickness in Childhood. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013; 54(5).
46. Wei W Bin, Xu L, Jonas JB, Shao L, Du KF, Wang S, et al. Subfoveal Choroidal Thickness: The Beijing Eye Study. *Ophthalmology*. 2013; 120(1).
47. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, Sadda SR, Staurengi G. Optical coherence tomography angiography. *Prog Retin Eye Res*. 2018; 64:1–55.
48. Rocholz R, Corvi F, Weichsel J, Schmidt S, Staurengi G. OCT Angiography (OCTA) in Retinal Diagnostics. *High Resolution Imaging in Microscopy and Ophthalmology*. 2019; 135–60.
49. Şermet Figen, Yanık Odabaş Özge. Temel Retina Hastalıklarına Güncel Yaklaşımlar. Gürelik Gökhan, editor. 2023. 95–100 p.
50. de Carlo TE, Romano A, Waheed NK, Duker JS. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). *Int J Retina Vitreous*. 2015; 1(1):1–15.
51. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2012; 32(1):3–16.
52. Warner N. Update on myopia. *Curr Opin Ophthalmol*. 2016; 27(5):402–6.
53. Fan DSP, Lam DSC, Lam RF, Lau JTF, Chong KS, Cheung EYY, et al. Prevalence, incidence, and progression of myopia of school children in Hong Kong. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004; 45(4):1071–5.
54. Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *Lancet*. 2012; 379(9827):1739–48.
55. Man REK, Lamoureux EL, Taouk Y, Xie J, Sasongko MB, Best WJ, et al. Axial Length, Retinal Function, and Oxygen Consumption: A Potential Mechanism for a Lower Risk of Diabetic Retinopathy in Longer Eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013; 54(12):7691–8.
56. Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, He M, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res*. 2018; 62:134–49.

57. Jia Y, Tan O, Tokayer J, Potsaid B, Wang Y, Liu JJ, et al. Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. 2012; 20(4).
58. Read SA, Fuss JA, Vincent SJ, Collins MJ, Alonso-Caneiro D. Choroidal changes in human myopia: insights from optical coherence tomography imaging. 2019; 102(3).
59. Liu Y, Wang L, Xu Y, Pang Z, Mu G. The influence of the choroid on the onset and development of myopia: from perspectives of choroidal thickness and blood flow. *Acta Ophthalmol.* 2021; 99(7).
60. Lambert V, Munaut C, Jost M, Noël A, Werb Z, Foidart JM, et al. Matrix metalloproteinase-9 contributes to choroidal neovascularization. 2002; 161(4).
61. Early transcriptional changes of retinal and choroidal TGFbeta-2, RALDH-2, and ZENK following imposed positive and negative defocus in chickens.
62. Nickla DL, Wallman J. The multifunctional choroid. 2010; 29(2).
63. Wei W Bin, Xu L, Jonas JB, Shao L, Du KF, Wang S, et al. Subfoveal choroidal thickness: the Beijing Eye Study. *Ophthalmology.* 2013; 120(1).
64. Shin JW, Shin YU, Lee BR. Choroidal thickness and volume mapping by a six radial scan protocol on spectral-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2012; 119(5).
65. Li XQ, Larsen M, Munch IC. Subfoveal choroidal thickness in relation to sex and axial length in 93 Danish university students. 2011; 52(11).
66. Ding X, Li J, Zeng J, Ma W, Liu R, Li T, et al. Choroidal thickness in healthy Chinese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011; 52(13).
67. Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T, Yasuno Y. Choroidal thickness in healthy Japanese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010; 51(4).
68. Vurgese S, Panda-Jonas S, Jonas JB. Scleral Thickness in Human Eyes. *PLoS One.* 2012; 7(1).
69. Provis JM, Dubis AM, Maddess T, Carroll J. Adaptation of the central retina for high acuity vision: Cones, the fovea and the a vascular zone. *Prog Retin Eye Res.* 2013; 35:63–81.
70. Flammer J, Orgül S, Costa VP, Orzalesi N, Krieglstein GK, Serra LM, et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res.* 2002;21(4).
71. Pang Y, Zhang G, Zhang H, She J, Zhang X, Li H, et al. Foveal avascular zone in normal human eyes by optical coherence tomography angiography. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023; 42:103303.

72. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, Sadda SR, Staurengi G. Optical coherence tomography angiography. *Prog Retin Eye Res.* 2018; 64:1–55.
73. Samara WA, Say EAT, Khoo CTL, Higgins TP, Magrath G, Ferenczy S, et al. Correlation Of Foveal Avascular Zone Size With Foveal Morphology In Normal Eyes Using Optical Coherence Tomography Angiography. *Retina.* 2015; 35(11).
74. Li M, Yang Y, Jiang H, Gregori G, Roisman L, Zheng F, et al. Retinal Microvascular Network and Microcirculation Assessments in High Myopia. *Am J Ophthalmol.* 2017; 174:56.
75. Gołębiewska J, Biała-Gosek K, Czeszyk A, Hautz W. Optical coherence tomography angiography of superficial retinal vessel density and foveal avascular zone in myopic children. 2019; 14(7).
76. AM K, YS G, FE S. The Effect of Pathological Retinal Changes on Retinal Capillary Circulation in Myopic Patients. *Beyoglu eye journal.* 2022; 7(4).
77. Min CH, Al-Qattan HM, Lee JY, Kim JG, Yoon YH, Kim YJ. Macular microvasculature in high myopia without pathologic changes: An optical coherence tomography angiography study. *Korean Journal of Ophthalmology.* 2020; 34(2).
78. Chen W, Song H, Xie S, Han Q, Tang X, Chu Y. Correlation of macular choroidal thickness with concentrations of aqueous vascular endothelial growth factor in high myopia. 2015; 40(3).
79. Shin YJ, Nam WH, Park SE, Kim JH, Kim HK. Aqueous humor concentrations of vascular endothelial growth factor and pigment epithelium-derived factor in high myopic patients. 2012; 18:2265–70.
80. Sawada O, Miyake T, Kakinoki M, Sawada T, Kawamura H, Ohji M. Negative correlation between aqueous vascular endothelial growth factor levels and axial length.
81. Chen J, Lois AE, Smith EH. Retinopathy of prematurity.
82. Noma H, Funatsu H, Yamasaki M, Tsukamoto H, Mimura T, Sone T, et al. Aqueous humour levels of cytokines are correlated to vitreous levels and severity of macular oedema in branch retinal vein occlusion. 2006; 22(1).
83. Min CH, Al-Qattan HM, Lee JY, Kim JG, Yoon YH, Kim YJ. Macular Microvasculature in High Myopia without Pathologic Changes: An Optical Coherence Tomography Angiography Study. *Korean Journal of Ophthalmology.* 2020;3 4(2).

84. Fan H, Chen HY, Ma HJ, Chang Z, Yin HQ, Ng DSC, et al. Reduced Macular Vascular Density in Myopic Eyes. *Chin Med J*. 2017; 130(4).
85. Li M, Yang Y, Jiang H, Gregori G, Roisman L, Zheng F, et al. Retinal microvascular network and microcirculation assessments in high myopia. 2017;174:56.
86. Milani P, Montesano G, Rossetti L, Bergamini F, Pece A. Vessel density, retinal thickness, and choriocapillaris vascular flow in myopic eyes on OCT angiography. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 256(8).
87. Yang Y, Wang J, Jiang H, Yang X, Feng L, Hu L, et al. Retinal Microvasculature Alteration in High Myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57(14).
88. Al-Sheikh M, Phasukkijwatana N, Dolz-Marco R, Rahimi M, Iafe NA, Freund KB, et al. Quantitative OCT Angiography of the Retinal Microvasculature and the Choriocapillaris in Myopic Eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017; 58(4).
89. Changes in macular vascular density and retinal thickness in young myopic adults without pathological changes: an OCTA study.
90. Li M, Yang Y, Jiang H, Gregori G, Roisman L, Zheng F, et al. Retinal Microvascular Network and Microcirculation Assessments in High Myopia. *Am J Ophthalmol*. 2017; 174:56–67.
91. Wang T, Li H, Zhang R, Yu Y, Xiao X, Wu C. Evaluation of retinal vascular density and related factors in youth myopia without maculopathy using OCTA. *Sci Rep*. 2021; 11(1).
92. Ucak T, Icel E, Yilmaz H, Karakurt Y, Tasli G, Ugurlu A, et al. Alterations in optical coherence tomography angiography findings in patients with high myopia. 2020; 34(6).
93. Min CH, Al-Qattan HM, Lee JY, Kim JG, Yoon YH, Kim YJ. Macular Microvasculature in High Myopia without Pathologic Changes: An Optical Coherence Tomography Angiography Study. *Korean J Ophthalmol*. 2020; 34(2).
94. Yang Y, Wang J, Jiang H, Yang X, Feng L, Hu L, et al. Retinal Microvasculature Alteration in High Myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57(14).
95. Toprak G, Ulaş F, Kaymaz A, Soydan A, Kaplan A, Alkan Y, et al. Evaluation and comparison of optical coherence tomography angiography (OCTA) parameters in normal and moderate myopic individuals. 2024; 46:104077.

96. Jiang Y, Lou S, Li Y, Chen Y, Lu TC. High myopia and macular vascular density: an optical coherence tomography angiography study. 2021; 21(1).
97. Fan H, Chen HY, Ma HJ, Chang Z, Yin HQ, Ng DSC, et al. Reduced macular vascular density in myopic eyes. 2017; 130(4).
98. Yao H, Xin D, Li Z. The Deep Vascular Plexus Density Is Closely Related to Myopic Severity. 2022; 65(4).
99. Campbell JP, Zhang M, Hwang TS, Bailey ST, Wilson DJ, Jia Y, et al. Detailed Vascular Anatomy of the Human Retina by Projection-Resolved Optical Coherence Tomography Angiography. 2017;7.
100. Al-Sheikh M, Phasukkijwatana N, Dolz-Marco R, Rahimi M, Iafe NA, Freund KB, et al. Quantitative OCT Angiography of the Retinal Microvasculature and the Choriocapillaris in Myopic Eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017; 58(4).
101. Yang S, Zhou M, Lu B, Zhang P, Zhao J, Kang M, et al. Quantification of Macular Vascular Density Using Optical Coherence Tomography Angiography and Its Relationship with Retinal Thickness in Myopic Eyes of Young Adults. *J Ophthalmol*. 2017;(1).
102. Wu PC, Chen YJ, Chen CH, Chen YH, Shin SJ, Yang HJ, et al. Assessment of macular retinal thickness and volume in normal eyes and highly myopic eyes with third-generation optical coherence tomography. 2007; 22(4).
103. Kur J, Newman EA, Chan-Ling T. Cellular and physiological mechanisms underlying blood flow regulation in the retina and choroid in health and disease. *Prog Retin Eye Res*. 2012; 31(5).
104. Wu PC, Chen YJ, Chen CH, Chen YH, Shin SJ, Yang HJ, et al. Assessment of macular retinal thickness and volume in normal eyes and highly myopic eyes with third-generation optical coherence tomography. 2007; 22(4).
105. Mu J, Wei J, Geng H, Yi W, Kang X, Wen J, et al. Wide-field swept-source optical coherence tomography angiography (SS-OCTA) in the assessment of retinal vessel density and thickness in 4-to 16-year-old myopic children. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2024; 48:104240.
106. Wakitani Y, Sasoh M, Sugimoto M, Ito Y, Ido M, Uji Y. Macular thickness measurements in healthy subjects with different axial lengths using optical coherence tomography. *Retina*. 2003; 23(2).
107. Karlin DB, Curtin BJ. Peripheral chorioretinal lesions and axial length of the myopic eye. *Am J Ophthalmol*. 1976;81(5).
108. Xie R, Zhou XT, Lu F, Chen M, Xue A, Chen S, et al. Correlation between myopia and major biometric parameters of the eye: a retrospective clinical study. *Optometry and Vision Science*. 2009; 86(5).