

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**MAKULA VE OPTİK SİNİR BAŞI PARAMETRELERİNİN YAŞA BAĞLI
DEĞİŞİMİNİN OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ VE OPTİK KOHERENS
TOMOGRAFİ ANJİYOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. RAFİYE NUR ABAY

UZMANLIK TEZİ

KONYA, 2020

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ
GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**MAKULA VE OPTİK SİNİR BAŞI PARAMETRELERİNİN YAŞA BAĞLI
DEĞİŞİMİNİN OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ VE OPTİK KOHERENS
TOMOGRAFİ ANJİYOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. RAFİYE NUR ABAY

UZMANLIK TEZİ

Danışman: PROF. DR. HÜRKAN KERİMOĞLU

KONYA, 2020

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimin her aşamasında iyi bir göz hekimi olmam yolunda desteklerini esirgemeyen, bilgi birikimleri ve tecrübelerinden faydalandığım başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Ahmet ÖZKAĞNICI olmak üzere tüm hocalarıma;

Gerek uzmanlık eğitimimde gerek bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sürecinin her aşamasında değerli önerilerini ve bilimsel katkılarını esirgemeyen, kendisiyle çalışmanın her daim bir ayrıcalık olduğunu hissettiğim tez danışmanım Prof. Dr. Hürkan KERİMOĞLU'na;

Berber çok şey paylaştığımız, dört yıl boyunca birlikte çalışmaktan ve vakit geçirmekten keyif aldığım sevgili asistan arkadaşlarıma;

Tezimin görüntüleme tetkiklerine olan katkılarından dolayı Mitat ÇOPUR başta olmak üzere tüm teknisyenlerimize;

Yoğun çalışma temposunda dahi desteklerini ve hoşgörülerini esirgemeyen kliniğimiz hemşire, sekreter ve personeline teşekkür ederim.

Benim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan ve bugünlere gelmemi sağlayan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Rafiye Nur ABAY

KONYA, 2020

ÖZET
MAKULA VE OPTİK SİNİR BAŞI PARAMETRELERİNİN YAŞA BAĞLI
DEĞİŞİMİNİN OPTİK KOHERENS TOMOGRAFİ VE OPTİK KOHERENS
TOMOGRAFİ ANJİYOĞRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Rafiye Nur Abay

Uzmanlık Tezi

Konya, 2020

Amaç: Bu çalışmada göz muayenesi için kliniğimize müracaat eden hastaların gözlerinin retinasının yapısal ve vasküler değişkenlerinin optik koherens tomografi (OKT) ve optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) ile değerlendirilmesi ve bu değişkenlerin yaş ile ilişkisi araştırıldı.

Gereç ve Yöntem: Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği'ne göz muayenesi için Ocak 2019-Kasım 2019 tarihleri arasında başvuran hastaların verileri retrospektif olarak değerlendirildi. 20-73 yaş aralığında sistemik hastalığı bulunmayan, optik disk ve retinada patoloji saptanmayan 153 hastanın bir gözü çalışmaya dahil edildi. Hastalara tam bir oftalmolojik muayene yapıldı; yarıık lamba ve fundus muayenesi, en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), göz içi basıncı, OKT ve OKTA ölçümleri yapıldı. Veriler 5 ayrı yaş grubuna ayrılarak analizi IBM SPSS 22.0 paket programında yapıldı ve $p<0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Araştırmada değerlendirilen 153 hastanın yaş ortalaması 45.14 (± 14.11) yıl (Minimum=20-Maksimum=73) olup hastaların 88'i (%57.5) kadındı. Yüzeysel kapiller pleksus (YKP) vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.001$), parafovea ($p=0.038$), perifoveanın ($p=0.001$) yaş ile birlikte değiştiği bulundu. Derin kapiller pleksus (DKP) vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.004$), parafovea ($p=0.001$), perifoveanın ($p=0.002$) yaş ile birlikte değiştiği bulundu. YKP ve DKP'de özellikle 50 yaş ve üzerinde yaşla birlikte azalma saptandı. Foveal avasküler zon (FAZ) alanı (mm^2) yaş ile beraber artmıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0.660$). Koryokapillaris akım alanının (mm^2) yaş ile beraber azaldığı bulundu ($p=0.002$). Radial peripapiller kapiller pleksus (RPPK) vasküler dansite değerlerinden iç disk alanının yaş ile beraber azaldığı bulundu ($p=0.038$). OKT değerlerinden santral makula ve inferior

perifovea dışındaki alanların yaş ile birlikte değiştiği bulundu. Özellikle 40 yaş ve üzerinde yaşla birlikte azalma saptandı. Retina sinir lifi tabakası (RSLT) kalınlıklarından temporal inferior ($p<0.001$), temporal superior ($p<0.001$), santral ($p=0.043$) değer ortalamalarının yaş ile birlikte değiştiği bulundu. Santral ve temporal inferiorda 50 yaş ve üzerinde, temporal superiorda 40 yaş ve üzerinde azalma saptandı.

Sonuç: 20-73 yaş aralığında sistemik ve oküler patolojisi bulunmayan hastaların OKTA ile ölçülen verilerinde YKP, DKP ve RPKP'de iç disk vasküler dansite, koryokapillaris akım alanı ölçümlerinin yaşla beraber azaldığı, FAZ değerinin yaşla birlikte değişmediği saptandı. OKT ile ölçülen makula ve RSLT kalınlık ölçümlerinin bazı kadralarda yaşla azaldığı gösterildi. Bu yöntemlerin rutin klinik uygulamalarda kullanılmadan önce mevcut yaş grupları dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiği düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Retina, optik disk, makula, optik koherens tomografi

ABSTRACT
EVALUATION OF AGE RELATED CHANGES IN MACULA AND OPTIC
NERVE HEAD PARAMETERS BY OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY
AND OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY

Rafiye Nur Abay, Md

Purpose: In this study, the evaluation of structural and vascular variability of the retina of the eyes of patients who applied to our clinic for ophthalmic examination using optical coherence tomography (OCT) and optical coherence tomography angiography (OCTA) and relationship of these variables with age were identified.

Materials and Methods: The clinical data of patients who applied to Necmettin Erbakan University Meram Medical Faculty Ophthalmology Department between January 2019 and November 2019 were evaluated, retrospectively. One eye of 153 patients, who did not have systemic disease in the age range of 20-73, with no optic disc and retina pathology was included in the study. A complete ophthalmologic examination was performed on the patients; Slit lamp examination, fundus examination, best corrected visual acuity (BCVA), intraocular pressure, OCT and OCTA measurements were performed. Patients were divided into 5 separate age groups. The analysis was performed in IBM SPSS 22.0 package program and $p < 0.05$ for results were considered statistically significant.

Results: The average age of 153 patients evaluated in the study was 45.14 (± 14.11) year (Minimum=20-Maximum=73) and 88 (57.5%) of patients were women. Superficial capillary plexus (SCP) vascular density (%) values of whole image ($p=0.001$), parafovea ($p=0.038$), perifovea ($p=0.001$) were found to change with age. Deep capillary plexus (DCP) vascular density (%) values of whole image ($p=0.004$), parafovea ($p=0.001$), perifovea ($p=0.002$) were found to change with age. There was a decrease in YKP and DKP, especially with age 50 and over. Foveal avascular zone (FAZ) area (mm^2) increased with age, but this increase was not statistically significant ($p=0.660$). Choriocapillaris flow area (mm^2) was found to decrease with age ($p=0.002$). Among the Radial peripapillary capillary plexus (RPCP) vascular density (%) values, inside disc area was found to decrease with age ($p=0.038$). OCT values were found to change with age in areas other than the central macula and inferior perifovea. Especially with the age of 40 and over, there was a decrease with age. It was found that retinal nerve fiber layer (RNFL) values of temporal inferior ($p<0.001$) temporal superior ($p<0.001$) and central ($p=0.043$) areas

changed with age. A reduction of 50 years and over in the central and temporal inferiors, and 40 years and over in the temporal superior were detected.

Conclusions: In the data of patients with no systemic and ocular pathology between the ages of 20-73, measured by OCTA, SCP, DCP, RPCP inside disc vascular density and choriocapillaris flow measurements decreased with age and FAZ area did not change with age. The macula and RSLT thickness measurements measured by OCT have been shown to decrease with age in some quadrants. It was thought that these methods should be evaluated by considering existing age groups before being used in clinical applications.

Keywords: Retina, optic disc, macula, optical coherence tomography

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
GRAFİKLER.....	x
KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Retina Anatomisi.....	2
2.1.1. Makula Anatomisi	5
2.1.2. Retinanın Dolaşımı	6
2.2. Koroid Anatomisi	8
2.3. Optik Sinir Anatomisi	9
2.4. Optik Koherens Tomografi (OKT)	11
2.4.1. OKT ile RSLT Kalınlığının Ölçülmesi	14
2.5. Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA)	15
2.5.1. OKTA Bulguları	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	18
4. BULGULAR.....	22
5. TARTIŞMA	44
6. SONUÇLAR	51
7. KAYNAKLAR	53

TABLÖLAR

Tablo 1: Yaş gruplarına göre yaş ortalamaları ve cinsiyet oranları.....	22
Tablo 2: Yaş grupları arasında YKP vasküler dansite (%) değerlerinin karşılaştırılması... 23	
Tablo 3: YKP’de vasküler dansite değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.	27
Tablo 4: Yaş grupları arasında DKP vasküler dansite (%) değerlerinin karşılaştırılması... 28	
Tablo 5: DKP vasküler dansite değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.	32
Tablo 6: Yaş grupları arasında FAZ alanı (mm ²) ve koryopakillaris akım alanı (mm ²) 33	
Tablo 7: FAZ alanı ve koryopakillaris akım alanı değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar	33
Tablo 8: Yaş grupları arasında RPKP vasküler dansite (%) değerlerinin karşılaştırılması. 34	
Tablo 9: RPKP vasküler dansite değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.	36
Tablo 10: Yaş grupları arasında OKT değerlerinin karşılaştırılması.	37
Tablo 11: OKT değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.	40
Tablo 12: Yaş grupları arasında RSLT değerlerinin karşılaştırılması.	41
Tablo 13: RSLT değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.	43

ŞEKİLLER

Şekil 1: SD-OKT ile makula tarama örneği.	13
Şekil 2: SD-OKT retina sektörleri.	14
Şekil 3: OKT cihazı ile yapılmış RSLT analiz örneği.	15
Şekil 4: Yüzeysel ve derin kapiller ağ, dış retina ve koryokapillaris ait OKTA görüntüleri.	17
Şekil 5: OKTA'da vasküler dansite ölçümü.	19
Şekil 6: OKTA'da FAZ ölçümü.	20
Şekil 7: Yarıçapı 1 mm'lik alanda koryokapillaris akım alanı ölçümü.	20
Şekil 8: OKTA'da RPKP vasküler dansite ölçümü.	21

GRAFİKLER

Grafik 1: YKP vasküler dansite tüm alan ortalamaları.	24
Grafik 2: YKP superior yarı, superior parafovea ve superior perifovea ortalamaları.	24
Grafik 3: YKP inferior yarı, inferior parafovea ve inferior perifovea ortalamaları.	25
Grafik 4: DKP tüm alan değerlerin yaşa göre değişimi.	29
Grafik 5: DKP superior yarı, superior parafovea ve superior perifovea değerlerinin yaşa göre değişimi 29	
Grafik 6: DKP inferior yarı, inferior parafovea ve inferior perifovea değerlerinin yaşa göre değişimi 30	
Grafik 7: RPKP vasküler dansite değerlerinin yaşa göre değişimi.	35
Grafik 8: Santral makula değer ortalamalarının yaş gruplarına göre değişimi.	37
Grafik 9: OKT superior parafovea ve superior perifovea kalınlıklarının değer ortalamalarının yaşa göre değişimi 38	
Grafik 10: OKT inferior parafovea ve inferior perifovea kalınlığı değer ortalamalarının yaşa göre değişimi 39	
Grafik 11: RSLT değerlerinin yaşa göre değişimi.	42

KISALTMALAR

DKP	: Derin Kapiller Pleksus
EİDGK	: En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği
ELM	: External Limitan Membran
ETDRS	: Erken Tedavi Diyabetik Retinopati Çalışması
FAZ	: Foveal Avasküler Zon
FFA	: Fundus Floresein Anjiyografi
ILM	: Internal Limitan Membran
İSYA	: İndosiyanin Yeşili Anjiyografi
OKT	: Optik Koherens Tomografi
OKTA	: Optik Koherens Tomografi Anjiyografi
OSB	: Optik Sinir Başı
RPE	: Retina Pigment Epiteli
RPKP	: Radial Peripapiller Kapiller Pleksus
RSLT	: Retina Sinir Lifi Tabakası
SD-OKT	: Spektral Domain Optik Koherens Tomografi
SLD	: Superluminescent Diod Laser
SRA	: Santral Retinal Arter
SSADA	: Split-Spectrum Amplitude-Decorrelation Angiography
YKP	: Yüzeyel Kapiller Pleksus

1. GİRİŞ

Retina oldukça kompleks yapısal ve vasküler sistem içerir. Arka segmentteki mikro damar yapısının patolojik değişiklikleri potansiyel olarak körlüğe yol açan çeşitli göz hastalıkları ile ilişkilidir (Kawali 2017). Geleneksel olarak arka segmentteki mikrovasküler dolaşım, Fundus floresein anjiyografi (FFA) ve İndosiyanin Yeşili anjiyografi (İSYA) görüntüleme sistemleri ile görselleştirilir. Bu görüntüleme teknikleri, arka segment kan dolaşımı hakkında önemli bilgiler sağlar. Bununla birlikte, intravenöz floresein veya indosiyanin yeşili boyasının kullanılması zorunluluğu bulunmaktadır (De Carlo 2015).

Optik koherens tomografi (OKT) cihazı, retina tabakalarının, optik disk ve koroidin yüksek çözünürlüklü görüntülerini sağlayan invaziv olmayan bir tanı aracıdır (Kawali 2017). Retina katmanlarının hassas bölümlenmesini sağlar ve spesifik retina katmanlarını etkileyen hastalıkları incelemede yardımcı olabilecek kalınlık haritaları sağlar. Retina, makula hastalıkları ve glokomun tanısı amacıyla kullanılır. Hedef alınan bölgedeki retina, koroid kalınlığı, retina sinir lifi kalınlığı ve retina sinir lifi defektlerinin varlığı saptanabilir (Nieves-Moreno 2018).

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) belli bir retina alanının ardışık OKT taramaları ile damar içindeki eritrositlerin hareket kontrastını elde ederek ve bunları işleyerek retinal damar ağının detaylı görüntülenmesini sağlayan yeni bir görüntüleme yöntemidir. FFA ve İSYA'nın aksine, OKTA temassız, non-invaziv, gerçekleştirmesi kolay ve oküler mikrovasküler dolaşımın üç boyutlu görüntüsünü sağlama yeteneğine sahiptir (Lim 2018).

OKT ve OKTA, makula ve optik sinir başının yapısal ve vasküler değişkenlerini görselleştirmek için yararlı yöntemlerdir. Bu değişkenlerin sağlıklı gözlerde tanımlanması ve yaşın etkisinin değerlendirilmesi, hastalık durumlarının daha doğru analizine izin verecektir.

Çalışmamızda, 20-73 yaş aralığında göz muayenesi için kliniğimize başvuran hastaların gözlerinin yapısal ve vasküler değişkenlerini ölçmek ve bu değişkenler ile yaş arasındaki ilişkinin OKT ve OKTA verileri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Retina Anatomisi

Embriyolojik olarak retina optik vezikülün distal bölümündeki nöral ektodermin invajinasyonu sonucu gelişir. İntrauterin hayatın birinci ayında optik vezikül yüzey ektoderme yaklaşır ve lens vezikülü belirmeye başlar. Aynı anda optik vezikülün de kendi içine gömülmesi ile ikincil optik vezikül oluşur. İkincil optik vezikülün dış yaprağı retina pigment epitelini, iç yaprağı ise nörosensöryel retina katlarını oluşturmaktadır (Sigelman 1984).

Retina gözün en iç tabakasında yer alır, yapısında barındırdığı fotoreseptör ile optik enerjiyi algılar, nöronal sinyallere çevirir ve oksipital kortekse optik sinir yoluyla iletir. Optik sinir başından ora serrataya dek uzanan yaklaşık 1206 mm² alana sahip bir yapıdır. İç tarafta vitreus korteksi ile dış tarafta da Bruch membranı aracılığıyla koryopakillaris tabakasıyla ve koroidle komşudur. Retinanın kalınlığı optik disk kenarında 0.56 mm, ora serratada ve fovea merkezinde 0.1 mm, ekvatorunda 0.2 mm dir. Ön tarafta siliyer cismin epiteli olarak devam eder (O'dwyer 2015).

Retina içten dışa doğru 10 ayrı tabaka şeklinde incelenmektedir;

1. İç limitan membran
2. Sinir lifi tabakası
3. Gangliyon hücre tabakası
4. İç pleksiform tabaka
5. İç nükleer tabaka
6. Dış pleksiform tabaka
7. Dış nükleer tabaka
8. Dış limitan membran
9. Fotoreseptör hücre tabakası
10. Retina pigment epiteli

İç (Internal) Limitan Membran (ILM)

Dış kısmı Müller hücrelerin ayaksı çıkıntılarında, iç kısmı vitreus fibrilleri ve mukopolisakkaritlerden oluşmaktadır. Tip I, tip IV kollajen, laminin ve fibronektin içerir. Bu zar fovea dahil tüm retina yüzeyini örtmektedir. Optik disk kenarında astroglial hücrelerin bazal laminası olarak devam eder.

Sinir Lifi Tabakası

Optik diske doğru uzanan gangliyon hücrelerinin aksonları tarafından oluşturulur. Ganglion hücre aksonları optik sinirin lamina kribrozasına ulaşınca kadar miyelinsizdir. Fovea santralisten çıkan aksonlar, radyal yönde optik sinire katılır ve optik sinirin merkezini oluşturur. Foveanın temporalinde kalan lifler alt ve üst kısmından kıvrılarak optik sinirin oluşumuna katılırlar. Sinir lifi tabakasının en kalın olduğu yerler optik diskin üst temporal ve alt temporal kenarlarıdır. Optik diskten ora serrataya doğru gidildikçe kalınlık azalır.

Gangliyon Hücre Tabakası

Gangliyon hücrelerinin gövdeleri ve çekirdeklerinin olduğu tabakadır. Periferik retinada tek bir tabaka halindeyken, makulada ise 6-8 kat tabaka oluştururlar. Bu hücreler foveolaya yaklaşırken azalır ve kaybolur. Gangliyon hücre tabakası nöroglia elemanları, Müller hücrelerinin uzantılarını ve retina damar dallanmalarını da içermektedir (Recep 2016).

İç Pleksiform Tabaka

Bipolar ve gangliyon hücreleri arasındaki sinaptik bağlantılardan oluşur. Amakrin hücreler, interpleksiform hücreler ve Müller hücre uzantıları da bu tabakada yer alır. Amakrin hücreler çoğunlukla inhibitör ara nöronlardır. Bipolar, gangliyon ve diğer amakrin hücrelere inhibitör geri bildirim yaparlar. Bu tabaka foveolada yer almaz (Özdemir 2015, Recep 2016).

İç Nükleer Tabaka

Horizontal hücreler, Bipolar hücreler, amakrin hücreler, Müller hücrelerinin çekirdekleri, interpleksiform hücreler bulunur. Bu tabaka foveada bulunmaz.

Dış Pleksiform Tabaka

Rod ve konların terminal uçları, bipolar ve horizontal hücreler arasındaki sinaplardan oluşur. Foveal rod ve konların aksonları daha uzun olduğundan ve oblik seyrettiğinden dolayı en kalın hali makuladadır. Bu bölgedeki dış pleksiform tabaka Henle lifleri tabakası olarak anılır.

Dış Nükleer Tabaka

Rod ve konların gövde ve çekirdeklerini içerir.

Dış (External) Limitan Membran (ELM)

Fotoreseptörün müller hücrelerine olan bağlantıları yer alır. Gerçek bir membran değildir. Optik diskten ora serrataya kadar uzanır. Ora serratada RPE ile birleşir (Recep 2016).

Fotoreseptör Hücre Tabakası

Rod ve kon fotoreseptör hücrelerinin iç ve dış segmentlerinin yer aldığı tabakadır. Fotoreseptör hücreleri görünür ışığı dalga boyuna uygun olarak elektrik enerjisine çevirir. Bu uyarılar da retinanın en iç tabakasında yer alan gangliyon hücrelerinin aksonları tarafından oluşturulan optik sinir ile beyindeki görme merkezine ulaştırılır. Fotoreseptörler dış segment, iç segment, nükleus ve sinaptik terminal bölge olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

Tüm retinada yaklaşık 6.6 milyon kon, 125 milyon rod bulunmaktadır. Rod hücreleri tek bir fotona bile cevap veren, yüksek hassasiyete sahip nokturnal reseptörlerdir. Alacakaranlıkta renkleri, grinin tonlarını görmemizi sağlarlar. Dış segmentleri ışık uyarımının alındığı bölgedir ve çok sayıda katlantılı disk içerir. Her rod dış segmentinde yaklaşık olarak 1000 disk vardır ve içinde ışığa duyarlı bir pigment olan rodopsin bulunur. Rodlar fovea merkezinde bulunmazlar. En yoğun olarak retinanın midperiferinde yer alırlar. Kon hücreleri foveada yoğunlaşmıştır gündüz ışığında ve renkli görmeyi sağlayan diurnal reseptörlerdir. Koniler dış segmentlerindeki disklerde üç farklı iodopsin türevi içerirler ve içerdikleri iodopsin türüne göre üçe ayrılırlar. Bunlar; mavi dalga boyuna duyarlı koniler (440 nm), yeşil dalga boyuna duyarlı koniler (540 nm) ve kırmızı dalga boyuna duyarlı koniler (577 nm) olmak üzere üç farklı tepe noktasındaki ışığa hassastırlar.

Bu hücrelerin her biri farklı dalga boyundaki ışığı emerek farklı renk kombinasyonlarının algılanmasını sağlamaktadır (O'dwyer 2015, Özdemir 2015).

Retina Pigment Epiteli (RPE)

Retinanın en dışında yer alan, fotoreseptör hücrelerin ve altındaki koryokapillarisin işlevselliğini korumada önemli bir rol oynayan, altıgen görünümlü tek sıra hücrelerden oluşan bir tabakadır. İnsan gözünde yaklaşık 5 milyon RPE bulunmaktadır. RPE boyutları yaşa ve konumlarına göre değişir. Makulada daha uzun ve dar, periferde daha kısa ve genişlerler. Yaşla beraber tüm retinadaki epitel hücrelerinin boyutları kısalmış, genişlerler. Komşu hücreler bazal bölgelerinde zonula adherens, apikal bölgelerinde ise zonula okludens denilen sıkı bağlantılar ile dış kan-retina bariyerini oluşturur. Etkili bir şekilde ışığı absorbe ederek görme keskinliğini artırır. Fotoreseptörlerin dış segmentlerinin fagositozu, vizüel pigmentlerin yenilenmesi ve A vitamini depolamada rol alırlar. Retinayı toksik ve oksidatif hasara karşı korurlar (Recep 2016).

2.1.1. Makula Anatomisi

Üst ve alt temporal damar arkları arasında kalan, yaklaşık 5-6 mm çaplı alana makula (arka kutup, santral retina) denilmektedir. Histolojik olarak periferdeki tek sıra gangliyon tabakasının aksine birden fazla gangliyon tabakası yer alır.

Umbo (Clivus): Foveolanın tam merkezinde yer alan depresyondur.

Foveola: Foveanın santral zeminini oluşturur, çapı 0.35 mm'dir. Avasküler yapıdadır. Gangliyon hücre tabakası yoktur. Müller hücreleri ve kon fotoreseptörleri yer alır (Kanski 2011).

Fovea: Makula merkezindeki 1.5 mm çaplı bir depresyondur. Optik disk merkezinin 4 mm temporalinde ve 0.8 mm aşağısında yer alır. İç nükleer tabakada bulunan ikinci ve üçüncü nöronların dışarı doğru itilmesi ile yaklaşık 22 derecelik konkavite oluşur. Bu bölgede iç pleksiform tabaka, gangliyon hücre tabakası ve sinir lifi tabakası bulunmaz.

Parafovea: Foveayı çevreleyen 0.5 mm genişliğindeki alandır. Bu mesafede 7-11 tabaka bipolar hücre ve 4-6 tabaka gangliyon hücresini içermektedir. Normal retina mimarisi gözlenmektedir. Kon-rod oranı 1/1 dir.

Perifovea: Makulanın periferik zonudur, parafoveyı çevreleyen 1.5 mm genişliğinde bir kuşaktır. Çok sayıda gangliyon hücre tabakası ve 6 tabaka bipolar hücre tabakası içerir. Bu bölgede kon-rod oranı 1:2 dir (O'dwyer 2015).

Foveal Avasküler Zon (FAZ): Fovea içerisinde kan damarı içermeyen, devamlılık gösteren bir kapiller ağ ile çevrili alandır. Bu bölgenin net sınırları özellikle FFA ile tespit edilebilir. Ayrıca Optik Koherens Tomografi Anjiyografi'nin en face görüntüleme modu sayesinde FFA'daki gibi normal FAZ görüntülenebilir (Kanski 2011, Samara 2015).

2.1.2. Retinanın Dolaşımı

Retinanın beslenmesi; pigment epiteli, fotoreseptör, dış nükleer ve dış pleksiform tabakadan oluşan retinanın 1/3 dış kısmı (avasküler retina) koryokapillaris ile koroidal dolaşımdan beslenirken, nörosensoryel retinanın geri kalan 2/3 iç kısmı ise oftalmik arterin ilk dalı olan santral retinal arter ve dalları tarafından beslenmektedir. Bu iki sistem anatomik ve fizyolojik yönden birbirinden farklıdır. Koroid dolaşımı daha yüksek akımlı ve değişken olup metabolitlerin koroid ve çevre dokulardaki serbest transferine izin verir. Retina dolaşımı daha düşük akımlı ancak daha sabit hızda bir akıma sahiptir ve kandan oksijen alımı daha yüksektir. Retina kan damarlarının otonom sinir sistemi innervasyonu yoktur. O₂ ihtiyacı, pH değişiklikleri ve CO₂ gibi metabolik ürün birikimi retina dolaşımını etkileyebilir. Retina arterleri uç-arterler olup arter-ven anastomozuna rastlanmamaktadır (İnan 2014).

Retinanın arterleri

Santral retinal arter (SRA), oftalmik arterin ilk dalıdır. Arter çapı 0,3 mm civarındadır. Optik sinirin dura kılıfına yapışık olarak gelir ve papilladan yaklaşık 1 cm uzaklıkta optik sinire girer. SRA öncelikle üst ve alt dallar olmak üzere ikiye ayrılır. Bu dallar da daha sonra ayrılarak nazal ve temporal dalları oluştururlar.

Siliyoretinal arter, retina papilladan giren ancak koroidal damar sisteminden kaynaklanan bir damardır. Gözlerin yaklaşık %20'sinde görülmektedir.

Retinanın venleri

Santral retinal ven, optik sinir başı üzerinde retina ven dallarının birleşmesi ile oluşur. Venlerin çapı arterlere göre %25-30 daha büyüktür. Retinanın venleri genellikle arteriyel dallanmaya eşlik eder. Retinadaki venler arterlere göre daha derinde yer alırlar ve

arterler venleri yer yer aprazlarlar. Arteriovenoz çaprazlaşma noktalarında genellikle arterler venleri önden aprazlarlar. Disk bölgesinde retina ve koroid dolaşimleri arasında anastomozlar bazı patolojik durumlarda devreye girerler ve optosiliyer şantlar olarak isimlendirilirler (Recep 2016). Retina venleri santral retina venine drene olduktan sonra superior oftalmik ven veya direk kavernöz sinüz yolu ile drene olurlar (Snell 1998).

Kapiller dolaşım

Retinada doku düzeyinde 4 farklı vasküler pleksus bulunmaktadır. Dört pleksus yüzeysel ve derin vasküler ağı olarak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Tan 2012).

Yüzeysel vasküler ağ, gangliyon hücre tabakasındaki yüzeysel vasküler pleksus ve retina sinir lifi tabakasında bulunan radial peripapiller kapiller pleksustan (RPKP) oluşur. Yüzeysel vasküler pleksus doğrudan büyük retina arterlerinden kaynaklanır ve hem makro hem de mikro damarları içerir. Yüzeysel vasküler pleksus, RPKP ve yüzeysel retinal tabakalara akım sağlar. RPKP, retina gangliyon hücre aksonlarına paralel uzanan radyal olarak organize edilmiş bir kılcal pleksustur. RPKP peripapiller bölgedeki yoğun retina sinir lifi tabakanın kan akımından sorumlu olduğuna inanılmaktadır. Derin vasküler ağ yüzeysel vasküler ağa göre daha sıkı bir ağ oluşturur. Derin vasküler ağ iç nükleer tabakanın iç ve dış sınırlarında yerleşmiş, ara kapiller pleksus ve derin kılcal pleksustan oluşur (Yi 2015). Bu pleksuslar iç retinanın derin tabakalarının beslenmesinden sorumlu olan örümcek benzeri karaktere sahip küçük çaplı damarların oluşturduğu gevşek kılcal damarlardır (Yu 2010, Chen 2015).

Dış pleksiform tabakanın dışında kalan retina katları avaskülerdir, beslenmesi ise koroidal dolaşım tarafından sağlanır (Yi 2015). Retina kapiller ağları ora serratadan yaklaşık 1 mm uzaklıkta sonlanırlar. Retinada sadece üç bölgede kapiller ağ yoktur. Bunlar; foveal avasküler bölge, büyük arter ve vene komşu retina alanları ve ora serratanın 1 mm gerisine kadar olan perifer retinadır (Recep 2016).

Kan – Retina Bariyeri

Dış Kan Retina Bariyeri: Komşu RPE hücreleri arasındaki sıkı bağlantı kompleksleri olan zonula okludens ve zonula adherensler tarafından oluşmaktadır. Zonula okludens bağlantıları seçici geçirgendir, lipid ve proteinlerin sızmasını engellerler.

İç Kan Retina Bariyeri: Retina damar endotel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılara ek olarak bu hücrelere bitişik astrosit, Müller hücreleri, perisitler ve diferansiye olmuş nöronlardan oluşur. Bu bariyerler, retinanın işlevlerini sürdürebileceği ortamın devamlılığını sağlamaktadırlar (Remington 2012).

2.2. Koroid Anatomisi

RPE ve duyuşal retinanın dış kısmının beslenmesini sağlayan vasküler bir tabakadır. Arkada optik sinirden, önde korpus siliyareye kadar uzanır. Makula bölgesinde 0.22-0.30 mm, periferde ise 0.1 mm kalınlığa sahiptir. Koroidin kanlanması, kısa siliyer arterlerden, iki uzun posterior siliyer arterden ve 7 tane ön siliyer arter tarafından sağlanır. Tüm göz kan akımının %85'i koroidde meydana gelir.

Dıştan içe üç bölüm halinde incelenebilir:

1. Stromal tabaka (büyük ve orta damarların içeren katman)
2. Koryokapillaris (kılcal tabaka)
3. Bruch membranı

Stromal Tabaka melanosit içeren gevşek bir bağ dokusundan oluşur. İçerisinde çok sayıda büyük ve orta boyutlu kan damarlı yer alır. Dıştaki büyük damarların bulunduğu bölüm Haller katı, içteki orta boyutlu damarların bulunduğu bölüm Sattler katı olarak bilinir. Arterler fenestrasyonsuzdur. Arterler kısa arka siliyer arterlerin dalları olup öne doğru uzanırlar. Venler 4-7 vorteks veninde birleşerek üst ve alt oftalmik vene katılırlar.

Koryokapillaris fenestrasyonlu endotel yapısına sahip kapiller damar ağından oluşur. Koryokapillarisin segmental bir dağılımı vardır. Merkezde besleyici bir arteriol, çevresinde toplayıcı venüller bulunur. Kısa arka siliyer arterlerden ayrılan arteriyollerle beslenir. Yaşlanmayla beraber koryokapillarisin yoğunluğu azalır, çapı küçülür.

Bruch membranı, lamina vitrea olarak da bilinmekle birlikte beş kısımdan oluşur. Bunlar dıştan içe doğru kapiller endotelinin bazal membranı, dış kollajen lif katı, elastik lif katı, iç kollajen lif katı ve retina pigment epitelinin bazal membranıdır. Düzenli bir yapıya sahip olup en kalın olduğu bölge optik disk civarındır. Burada 2-4 µm iken çevresel kısımlarda 1-2 µm'ye düşer. Koroid kalınlığı yaşla azalırken bruch membranı kalınlığı lipid ve oksidatif süreç sonucu oluşan materyallerin birikimi ile artar (Remington 2012, Recep 2016).

2.3. Optik Sinir Anatomisi

Nöroektodermal kökenli gangliyon hücreleri retinanın farklılaşan ilk hücreleridir. Arka kutba en yakın gangliyon hücrelerinin aksonları optik sinir oluşumunu başlatır. Altıncı haftada gangliyon hücre aksonları optik sinire ve bir hafta sonra da kiyazmaya ulaşır. Mezenkimal dokular etraftaki dokuya girerek sinirin vasküler septasını oluştururlar. Nöral tomurcuk hücreleri 7. haftadan başlayarak optik sinir kılıfını yaparlar. Sekizinci gestasyon haftası boyunca lamina kribrozanın glial elemanları oluşur. Miyelinizasyon 7. ayda kiyazmada başlar ve doğumda lamina kribrozaya ulaşır, doğumdan sonra 1-3 ayda tamamlanır. Miyelinizasyon laminada kesintiye uğrar (Sadler 2012).

Optik sinir, retinadaki gangliyon hücrelerinden kaynaklanan yaklaşık 1.2-1.5 milyon aksondan oluşur ve oksipital kortekse uzanır. İntraoküler (Optik sinir başı, göz içi kısım-1 mm), intraorbital (orbita içi kısım-25 mm), intrakanaliküler (kanal içi kısım-4-6 mm) ve intrakraniyal (kafa içi kısım-10 mm) olmak üzere dört bölümde incelenir.

Optik sinir başının (OSB) ön yüzü optik disk'tir. Normal bir optik diskin vertikal çapı ortalama 1.85-1.95 mm, horizontal çapı ise 1.70-1.80 mm arasında değişmektedir. OSB enine kesit alındığında önden arkaya doğru 4 anatomik tabaka halinde incelenir (Smith 2004).

Yüzeyel sinir lifi tabakası (Lamina Retinalis): Optik sinir başının en iç tabakasıdır. Bu tabaka retinadaki gangliyon hücrelerinin aksonları, nöroglial hücreler ve astrositler tarafından oluşturulur.

Prelaminer Bölge (Lamina Choroidalis): Optik sinir başının koroid düzeyine paralel seyreden tabakasıdır. Myelinsiz optik sinir lifleri, astrositler ve glial dokudan oluşur. Derinleştikçe glial doku oranı artmaktadır.

Lamina Skleralis (Lamina Cribrosa): Bu tabaka skleranın bir uzantısı olup retinal damarların geçişini sağlayan iki büyük, sinir lifi demetlerinin geçişini sağlayan yaklaşık 500-600 kadar küçük deliklere sahiptir. Ekstraselüler bir matrikse sahip olan bu tabakada, laminin, elastin, fibronektin ve tip 1- 6 kollajen bulunmaktadır.

Retrolaminer Bölge: Optik sinir bu bölgede myelin kılıf ile sarılmaktadır. Myelin kılıfın yapımında görevli olan oligodendrisitler bu bölgede sayıca artarak astrositlerin yerini alır (Varma 1996).

Optik Sinir Vasküler Yapısı

Optik sinir santral retinal arter, kısa arka siliyer arterler, pia ve koroid damarlarından beslenir. Oftalmik arterin orbitadaki ilk dalı olan santral retinal arter globun yaklaşık 8-15 mm gerisinden optik sinire girerek retina iç tabakalarının ve optik sinirin beslenmesini sağlar. Oftalmik arterin diğer dallarından olan kısa arka siliyer arterler ve oftalmik arter, internal karotis arterin diğer dallarından oluşan pial pleksus ile lamina kribroza seviyesinde anastomoz yapar ve Zinn Haller arter halkasını meydana getirir.

Yüzeydeki sinir lifi tabakası öncelikle santral retina arterinin peripapiller retinadaki küçük dallarından beslenir. Prelaminar tabaka kısa arka siliyer arterler ile doğrudan ya da birleşerek oluşturdukları Zinn Haller arter halkası ile beslenir. Lamina kribroza tabakası bu arter halkasından beslenir, bazen peripapiller koroidden küçük arteriollerde katkıda bulunur. Retrolaminar bölgenin beslenmesini çevresel kısımdaki pia damarları ve kısa arka siliyer arterlerin dalları sağlar (Radius 1994, Recep 2016).

OSB'den gelen kanın boşaldığı venöz yapılar vücudumuzdaki diğer venlerden farklı olarak valv içermezler. Serbestçe yerleşim gösterirler ve kıvrımlı yapıya sahiptirler. Venler, arterlere eşlik eden kollektörlerin oluşturduğu santral retinal vene drene olurlar, bu da dörtte birinden daha büyük bir drenajı gösterir. Santral retinal ven doğrudan kavernöz sinüs veya superior oftalmik ven içine drene olabilir. Santral retinal ven doğrudan drene olmamış olsa bile superior oftalmik ven ile mutlaka bir bağlantısı vardır. Ayrıca lenfatik damarlar veya lenfoid doku da bulunmamaktadır. Bazı kişilerde retrolaminar bölgede pial venlere drene olan septal venler de bulunur. Prelaminar bölgeden veya sinir lifi tabakasından (optosiliyer damarlar) oluşan küçük venüller koroid içine drene olabilmektedir (Bron 1997).

Retina Sinir Lifi Tabakası (RSLT)

Optik diske doğru uzanan retinal gangliyon hücre aksonları sinir lifi katını oluştururlar. Lifler gruplar oluşturur ve bu katta Müller hücre aksonları görülür. Makuladan gelen lifler optik diske düz olarak girerler ve makulopapiller demeti oluştururlar. Retinanın temporal yarısından gelen lifler üstten ve alttan ark şeklinde makulopapiller demetin etrafını dolanarak, nazal retina yarısından gelen lifler ise yelpaze şeklinde direkt olarak OSB'ye ulaşırlar. Perifer retinada bulunan gangliyon hücrelerinin aksonları, sinir lifi tabakasının derin katlarında bulunurken, OSB'ye yakın gangliyon

hücrelerinin aksonları ise sinir lifi tabakasının yüzeyel katlarındadır. Sinir lifi tabakası peripapiller bölgede kalın iken, periferde gidildikçe inceler (Stamper 1999).

OKT ile yapılan çalışmalarda sinir lifi kalınlığı üstte 124, altta 126, nazalde 81, temporalde 69 mikron ölçülmektedir. Sinir lifi katının kalınlığı yaşla birlikte azalmaktadır (Recep 2016).

2.4. Optik Koherens Tomografi (OKT)

OKT, biyolojik dokulardan mikron çözünürlükte tomografik kesitler almak için kullanılan, nonkontakt optik temelli çalışan bir görüntüleme yöntemidir. Görüntü almak için kızılötesi bir ışığı (~800 nm) retinaya göndererek farklı optik özelliklere sahip dokulardan meydana gelen yansımaların özelliklerinin değerlendirilmesidir. OKT'nin çalışma prensibi B-tarama ultrasonografiye benzer ancak OKT'de ses dalgaları yerine, ışık kullanılır ve daha detaylı mikron çözünürlükte görüntüler elde edilir. Işık kaynağından gönderilen ışık, yansımaya aynasında referans ve ölçüm ışığı olarak iki farklı ışığa ayrılır. Referans ışığı referans aynasına, ölçüm ışığı ise göze ulaşır. Referans aynasından ve farklı yansımaya özelliğine sahip oküler yapılardan yansıyan ışık arasındaki zamansal farka göre dokunun tomografik kesiti belirlenir. OKT ile retina ve optik sinir görüntüleri elde edilebilir ve bu nedenle oftalmolojide sık ve etkin olarak kullanılmaktadır (Fujimoto 2000).

OKT tekniği ilk olarak, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde fizik profesörü Dr. Fujimoto ve ekibi tarafından tanımlanmıştır (Huang 1991). Oftalmolojide ilk kullanımı ise Boston Tufts Üniversitesi New England Göz Merkezinde, cihazın bir biyomikroskop üzerine monte edilmesi ile yapılan prototip OKT'nin Dr. Puliafito ve Dr. Schuman tarafından ön segment, retina hastalıkları ve glokomda uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan OKT tekniği 1996'da Carl Zeiss firmasının Humphrey bölümü tarafından ilk kez ticari kullanıma sunulmuştur (Puliafito 1995).

OKT teknolojik olarak bir parsiyel koherens interferometredir. Koherent ışık terimi lazer ışığı gibi tek dalga boyundaki ışığı tanımlamaktadır. Parsiyel koherent ışık ise kısa bir aralıkta farklı dalga boyundaki ışın demetini içermektedir. OKT'de kullanılan parsiyel koherent ışık, superluminescent diod laser (SLD) cihazından sağlanan ~800 nm dalga boyundaki kızılötesi lazer ışığıdır (çeşitli firmalar tarafından üretilen OKT cihazlarında kullanılan kızılötesi ışığın dalga boyu 800 ile 840 nm arasında değişmektedir). SLD cihazından gönderilen ~800 nm dalga boyundaki ışık göze yönlendirilmekte, bu sırada ışık, ışın ayırıcı olarak adlandırılan yarısaydam bir aynadan geçmektedir. Bu aynada ışın demeti

ikiye ayrılır ve yarısı, dedektöre mesafesi bilinen ve bu mesafe değiştirilebilen bir referans aynasına, diğer yarısı ise göze gönderilmektedir. Göze giden ölçüm ışığı, gözde ilerlerken geçtiği doku katmanların yapısına bağlı olarak farklı şiddette ve gecikme zamanıyla dalgalara ayrılarak geriye döner. Referans aynasına giden ışık ise bilinen bir mesafeden bilinen bir gecikme zamanıyla tek bir dalga olarak dedektöre ulaşır. Dokulardan gelen ve doku katmanlarının sayısı kadar yansıma içeren ışık sinyali; referans aynasından gelen, yansıma mesafesi ve gecikme zamanı bilinen tek referans ışık sinyali ile interferometrede birleştirilir (Aydın 2007).

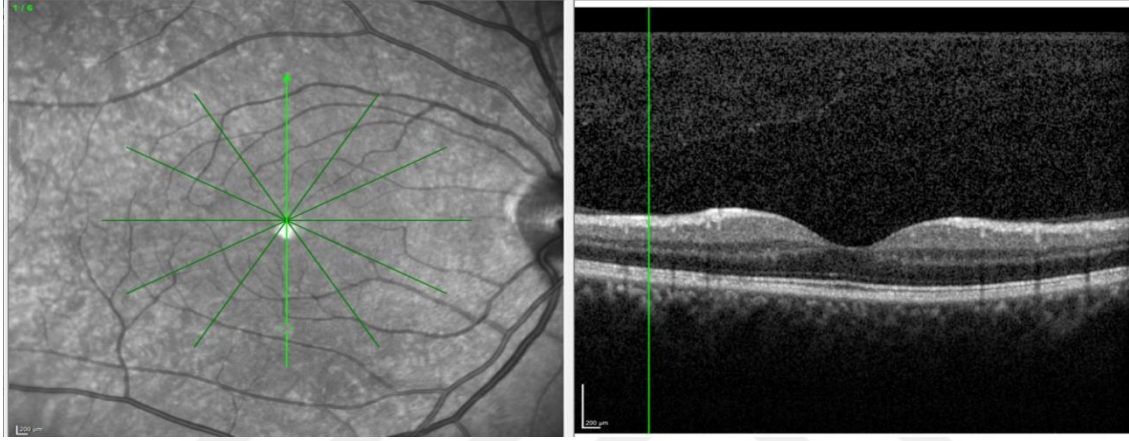
Dokunun derin tabakalarından yansıyan ışın, yüzeyel tabakalardan yansıyan ışına göre daha uzun bir gecikme süresi gösterir. Bu gecikme sürelerine göre yansıyan ışınların dağılımı A mod tarama ile görüntülenir. Yansıyan ışınların gecikme süresi, yoğunluğu ve sinyal amplitütleri değerlendirilerek doku katmanları gri skala ile gösterilir. Gri skalada görüntü siyah-beyaz olarak görülür. Vitreus, humör aköz gibi düşük yansıtıcı yapılar siyah renkte; fotoreseptörler gibi orta derecede yansıtıcı yapılar gri renkte; RPE, RSLT gibi yüksek yansıtıcı özellikteki yapılar beyaz renkte gösterilir.

Gri skaladaki görüntü bilgisayar programı yardımıyla renklendirilerek renkli skala elde edilebilir. Gri skaladaki beyaz alanlar sarı ve kırmızı, gri alanlar mavi, siyah alanlar ise lacivert-siyah olarak gösterilir. OKT'de A mod tarama ile elde edilen görüntüler transvers eksende birleştirilerek üç boyutlu B mod tarama görüntüleri oluşturulur. Veriler toplandıktan sonra artefaktlar temizlenir, görüntü pürüzsüzleştirilir. Bilgisayar programı aracılığıyla topografik haritalar da oluşturulabilir (Mumcuoğlu 2008).

Geçmişte kullanılan time-domain OKT cihazlarının düşük hız ve düşük çözünürlüğe sahip olması, hareket artefaktlarının fazla olması bir sorun teşkil etmekteydi. 2006 yılında geliştirilen spektral-domain (fourier-domain) OKT ile bu sorunlara çözüm bulunmuştur. Saniyede 400 adet A mod tarama görüntüsü yapabilen time-domain OKT ile 8-10 μm çözünürlüklü görüntüler oluşturulabilirken, spektral-domain OKT (SD-OKT) saniyede 14.600-29.200 adet A mod tarama görüntüsü oluşturulabilir. Bu sayede hareket artefaktları minimuma iner ve görüntü çözünürlüğü 5-6 μm 'ye kadar artar (Schuman 2008).

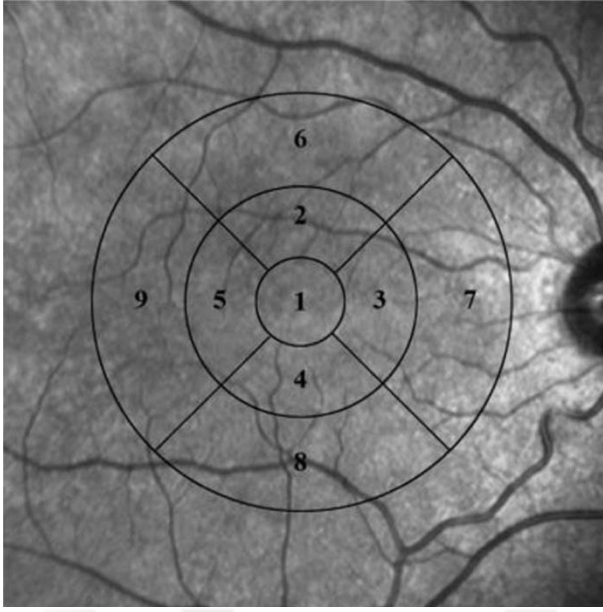
OKT yazılımı, otomatik olarak retina kalınlık analizi protokolünde ortalama foveal kalınlık ve standart sapmasını hesaplamaktadır. OKT yazılımı, retina kalınlığını hesaplarken her bir A mod taramada rölatif olarak yüksek reflektivitesi olan iki nokta arası

mesafeyi hesaplar. İç retina sınırı olarak vitreoretinal ara yüzeyi ve dış retina sınırı olarak da retina pigment epiteli-fotoreseptör katını belirler ve mesafeyi ler. Lineer taramalardan topografik maküla haritası oluşturulur. OKT’de maküla taraması, merkezi foveadan geçen 30 derecelik aralıkla radyal tarzda birbirini kesen 6 mm uzunluğunda 6 taramadan oluşur. Bu altı radyal tarama maküla protokolünde standart mod (512 A tarama/görüntü) veya hızlı mod (128 A tarama/görüntü) taramadan oluşmaktadır. Retina kalınlığı tespiti için bu altı radyal taramanın segmentasyonu yapılıp 9 bölgeden oluşan renkli topografi haritası oluşturulur (Huang 1998).



şekil 1: SD-OKT ile makula tarama rneği.

OKT, retinada optik disk ve maküla gibi anatomik yerlerin görüntülemesi ile hastalıkların tanı ve takibinde önemli bir tanı yöntemidir. SD-OKT içerisindeki mevcut yazılım ile retinayı 10 katmana, bu katmanları da kendi içerisinde 9 sektöre ayırmaktadır. Sektörler Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS)’ye göre belirlenmiş 1,3 ve 6 mm’lik alanı göstermektedir.



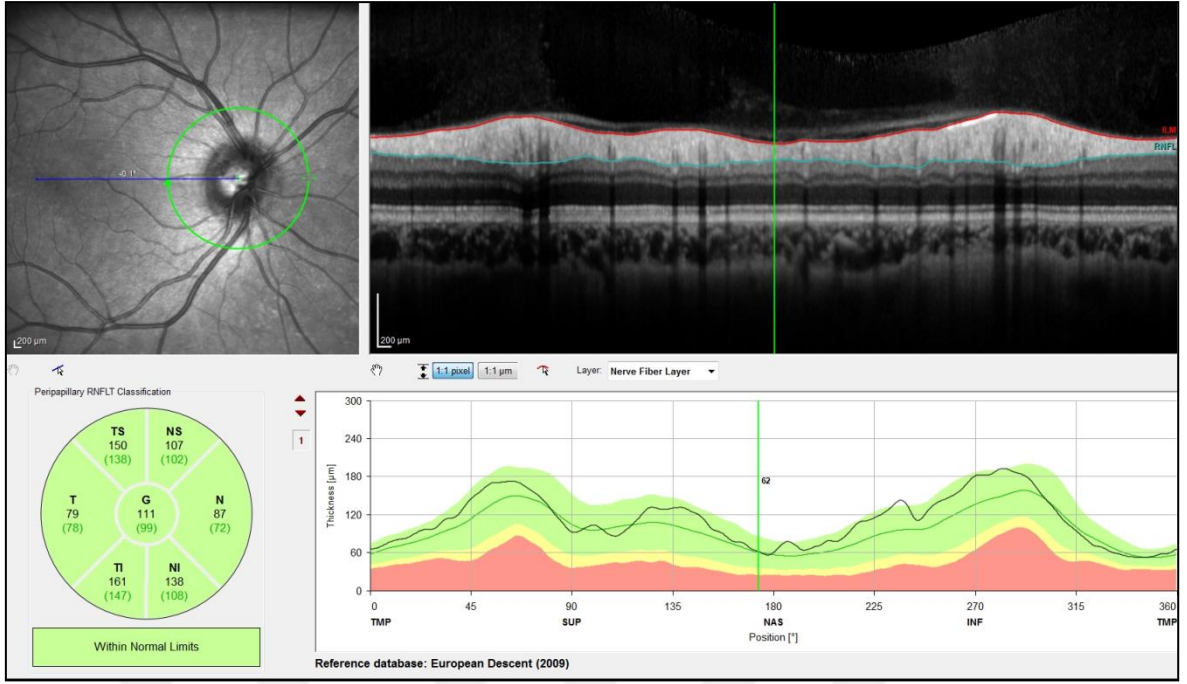
- Sektör 1: Fovea
- Sektör 2: Parafoveal superior
- Sektör 3: Parafoveal nasal
- Sektör 4: Parafoveal inferior
- Sektör 5: Parafoveal temporal
- Sektör 6: Perifoveal superior
- Sektör 7: Perifoveal nasal
- Sektör 8: Perifoveal inferior
- Sektör 9: Perifoveal temporal

Şekil 2: SD-OCT retina sektörleri.

2.4.1. OKT ile RSLT Kalınlığının Ölçülmesi

RSLT kalınlık ölçümünde optik diski merkezine alan 3.4 mm çaplı tarama çemberi kullanılmaktadır. Bunun nedeni toplumda optik disk çapının 0.8 ile 2.8 mm arasında değişim göstermesi (nadiren 3 mm'nin üzerindedir) ve peripapiller atrofi ya da disk kenarındaki pigmentasyon değişikliklerinin ölçümü etkilemesini önlemektir (Jonas 1999). RSLT ölçümüyle süperior, inferior, nazal ve temporal kadranların ayrı ayrı kalınlıkları, bununla birlikte tüm optik diskin kalınlığı kantitatif olarak saptanır ve grafiksel olarak numerik formatta sunulur. OKT'nin RSLT analiz çıktısında, bulunan değerler, sağlıklı popülasyonun değeri ile kıyaslanır ve hastanın yaşına göre normalden ne kadar sapma gösterdiği renklere göre grafikte sunulur. Beyaz ve yeşil bantlar normal, sarı sınır değer, kırmızı ise anormal değeri gösterir. Toplumun % 5'i beyaz, % 90 yeşil, % 4'ü sarı ve % 1'i kırmızı bantta yer alır. RSLT ölçümü yapılırken hastanın eski ölçümleri referans alınarak progresyon analizi de yapılabilir. Bu özellik RSLT hasarı ile karakterize glokom gibi hastalıkların takibinin daha etkin yapılmasına olanak sağlar.

Optik diskin üst ve alt bölümlerine komşu peripapiller retinada sinir liflerinin yoğunluğu fazladır. Bu nedenle, normal gözlerde bu bölgelerdeki RSLT daha kalın olarak saptanmakta ve “çift deve hörgücü” şeklinde özel bir görünüm elde edilmektedir (Özçetin 2007).



Şekil 3: OKT cihazı ile yapılmış RSLT analiz örneği.

2.5. Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA)

OKTA belli bir retina alanının ardışık OKT taramaları ile damar içindeki eritrositlerin hareket kontrastını elde ederek ve bunları işleyerek mikrovasküler yapı hakkında üç boyutlu veri oluşturan yeni bir görüntüleme yöntemidir (Schwartz 2013). Halen geliştirilmekte olmasına rağmen, OKTA retinanın tüm vasküler tabakalarının kan akımını hızlı bir şekilde görüntüler.

Görüntülemenin alternatif bir yöntemi olan FFA klinik uygulamada 50 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Ne yazık ki, FFA sadece yüzeysel vasküler pleksusu görüntüleyebilir. OKTA ayrıca radyal peripapiller kapiller ağın, ara ve derin kapiller pleksusların görüntülenmesi olasılığını sunar. Bu yetenek, hastalığın tanımı ve niceliği, hastalığın patogenezi üzerine araştırmalar ve yeni tedavilerin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için çok sayıda olanak sunmaktadır (Spaidea 2018).

OKTA yönteminde FFA'dan farklı olarak herhangi bir intravenöz kontrast madde gerektirmez ve bu nedenle işlem noninvazivdir (Wylęgała 2016). OKTA'nın dezavantajı ise vasküler sızıntıyı ve boyanmayı göstermemesidir. Bu durumun avantajı ise görüntü hiperfloresans ile maskelenmediği için mikrovasküler yapıların yüksek kalitede detaylı görüntüleri oluşur (Schwartz 2013).

Günümüzde çeşitli spektral-domain ve swept-source temelli OKTA cihazları bulunmaktadır. Bu cihazların ortak prensibi, hareket kontrastını saptamalarıdır. Kan damarlarında akan eritrositlerin hareket kontrastını saptayarak, statik ve nonstatik dokular arasındaki sinyal dekorelasyon hesaplanır ve üç boyutlu OKTA küpü oluşturulur. Yapısal dokulardan gelen sinyal sabit kalır, dolaşımdaki damardan gelen sinyaller ise kırmızı kan hücrelerinin sürekli hareketinden dolayı zamanla değişir. Aslında lipid partikülleri gibi hareketli parçacıklar da hareket kontrast sinyali üretebilmektedir, fakat retina dokusunda baskın hareket kırmızı kan hücreleri tarafından oluşturulur (Kashani 2017). Kullanılan SSADA (Split-Spectrum Amplitude-Decorrelation Angiography) algoritmi ile kan damarı içerisindeki hareket, ardıl kesitler arasındaki sinyal amplitüdündeki varyasyona göre tesbit edilmektedir. Her OKT taraması bir sonraki tarama ile karşılaştırılmaktadır. Böylelikle radial peripapiller ağ, yüzeyel, derin kapiller pleksuslar ve koriokapillaris ile ilgili çok detaylı ve devamlı akım imajları oluşur. Ancak OKTA görüntüleri, eritrositlerin damardaki akışının saptanması ile oluştuğundan, hastanın hareketine ve fiksasyon yeteneğine karşı çok hassastır. Bu görüntü artefaktlarını gidermek ve net görüntü alınabilmesi için hareket düzeltme veya göz takip yazılımları kullanılmaktadır. OKT-Anjiogram ve B-Scan görüntüleri birlikte kaydedilerek, hem yapısal hem de vasküler bilgiler aynı anda görüntülenebilir ve aynı noktalar birebir olacak şekilde aynı platformda yorumlanarak daha doğru bilgilere ulaşılabilmektedir (Coscas 2016).

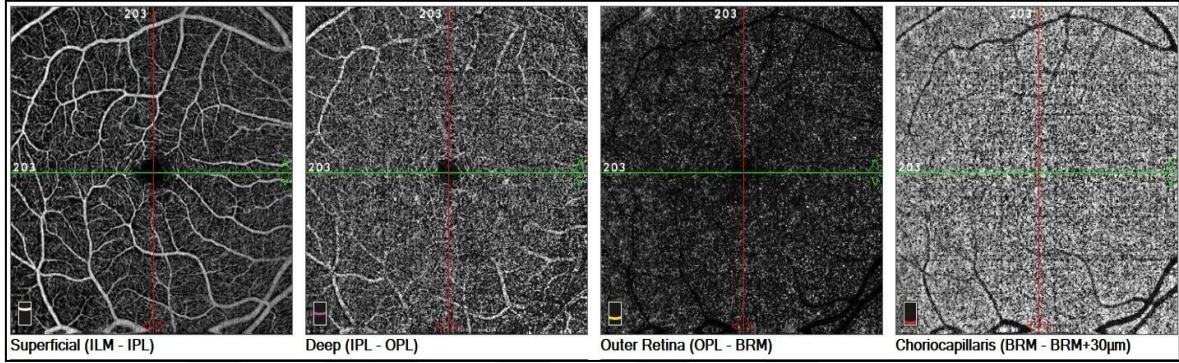
SSADA algoritması ilk olarak Swept-source OKT üzerine entegre edilmiştir. SSADA'nın Spectral OKT ile birlikte kullanıldığı sistemde (RTVue XR Angiovue, Optovue, Inc. Fremont, CA) ardışık çok sayıda B-scan görüntülerine ihtiyaç duyduğu için 840 nm bir ışık kaynağı ile saniyede 70,000 A-scan tarama hızına ulaşmaktadır. Yaklaşık 3 saniyede içinde 340×340 A-scan taramaları ile volumetrik A-scan görüntü elde etmektedir. Bu sistemle saniyede daha az aksiyel görüntü alınmasına karşılık dekorelasyon sayesinde kaliteli görüntüler kaydedilebilir. Swept-source OKT prototipine göre daha yüksek çözünürlük elde edilir (De Carlo 2015).

2.5.1. OKTA Bulguları

OKTA en face görüntüleme sayesinde retina ve koroidde kapiller ağını tabakalara ayırarak, üç boyutlu olarak görüntüleyebilmektedir. Bu görüntülerin yorumlanması için farklı tabakaların segmentasyonu gerekir. Bu segmentasyon için OKTA'da kullanılan referans hatlar, ILM, iç pleksiform tabakanın dış sınırı, dış pleksiform tabakanın dış sınırı ve Bruch membranıdır. Sağlıklı gözlerde bu tabakalar otomatik olarak belirlenebilsede

retinanın deforme olduğu patolojik gözlerde manüel düzeltme gerekebilmektedir (Lumbroso 2015).

Mevcut yazılımı (Optovue, Versiyon 2018.1.0.37) ile retinanın tam kat otomatik segmentasyonu yapılarak yüzeysel kapiller ağ, derin kapiller ağ, dış retina ve koryokapillaris olmak üzere Şekil 4’de izlendiği gibi dört tabakanın en face görüntüleri elde edilmektedir (De Carlo 2015).



Şekil 4: Yüzeysel ve derin kapiller ağ, dış retina ve koryokapillaris ait OKTA görüntüleri.

Damar yoğunluğu bölgenin damar tarafından doldurulan alanının yüzdesi olarak hesaplanır. Optik disk başı için, damar yoğunluğu peripapiller alan için hesaplanır. Çünkü disk üzerindeki büyük damarların kesitlerinde akım aksiyeldir bu da OKT’de sinyal kaybına neden olmaktadır, bu artefakt peripapiller alanda görülmez. Peripapiller alan optik disk sınırları çevresindeki 700 veya 750 µm genişliğindeki eliptik alan olarak tanımlanmıştır (Lumbroso 2015).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Göz Hastalıkları Polikliniği'ne göz muayenesi için Ocak 2019-Kasım 2019 tarihleri arasında başvuran hastaların dosya verileri, OKT ve OKTA görüntüleri retrospektif olarak incelendi. Çalışma kriterlerine uygun olan 153 hastanın verileri çalışmaya dahil edildi. Çalışma için etik kurul onayı Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 10.01.2020 tarihli 2020/2277 karar sayısı ile alındı.

Hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, kullandığı ilaçlar, sistemik hastalık vb.) ve muayene bulguları dosyalarında mevcuttu. Hastaların klinikte oftalmolojik muayene kapsamında yapılan; en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), göz içi basıncı, biyomikroskopik ve fundoskopik muayenesi, OKT ve OKTA ölçümleri incelendi.

Çalışmaya alınma kriterleri aşağıda tanımlandığı şekilde belirlendi.

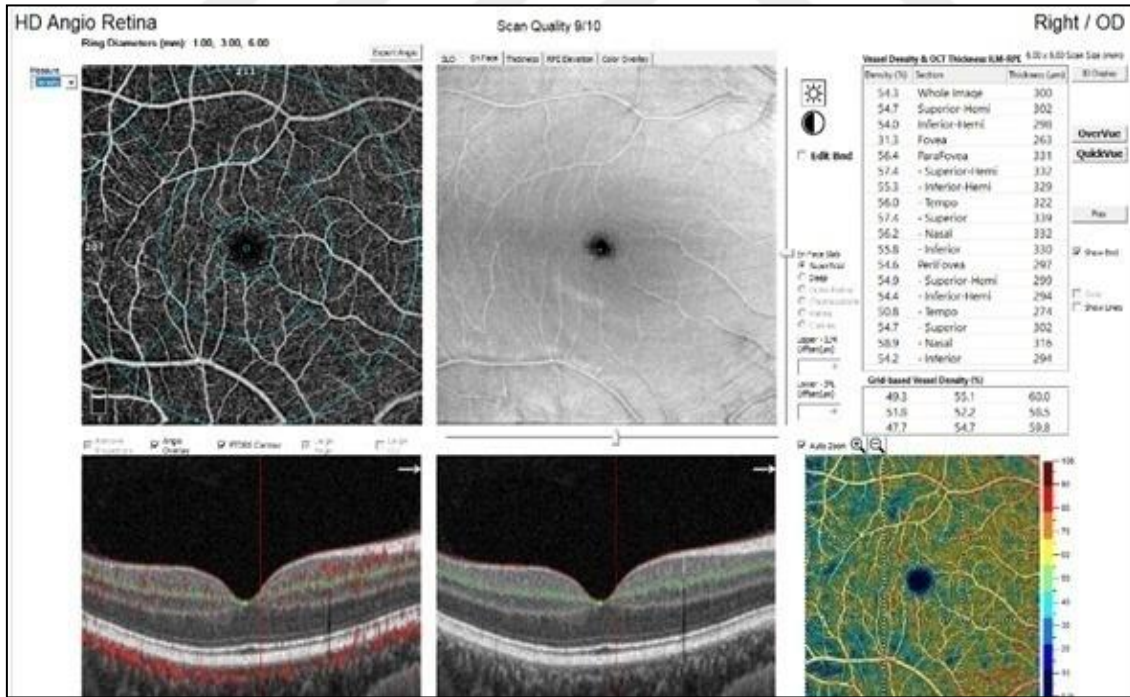
1. Hastaların 20-80 yaş arasında okuler patolojisi saptanmayan kişiler (Sferik ekivalan değerinin +4 veya -4'den büyük olması, optik nöropati, glokom, optik disk anomalisi, vitreoretinal ara yüzey hastalığı, retinanın damarsal veya dejeneratif hastalığı, ambliyopi, şaşılık, üveit, glokom gibi hastalığı olanlar hariç tutuldu.)
2. Görme keskinliği her bir göz için düzeltilmeli veya düzeltilmesiz 10/10 düzeyinde ya da üzerinde olması
3. Tüm yaş grupları için retina ve görme yollarını etkileyebilecek sistemik hastalığın (Diabetes Mellitüs, Hipertansiyon vb.) olmaması
4. Tüm yaş grupları için retina ve görme yollarını etkileyen ilaç kullanım öyküsünün olmaması
5. OKT ve OKTA görüntülerini etkileyecek herhangi bir ön veya arka segment patolojisinin (ileri düzey katarakt, korneal opasite, vitreus opasitesi vb.) bulunmaması

OKT ve OKTA görüntüleme yeterli pupil dilatasyonu sonrası gerçekleştirildi. Pupil dilatasyonu için bir kez % 1 tropikamid damla damlatıldı.

Tüm olguların OKT değerlendirmesi SD-OKT cihazının (Spectralis®, Hiedelberg Engineering, Heidelberg, Almanya) ölçtüğü 9 kadrana makula kalınlıkları ve toplam RSLT kalınlığı ile temporalsuperior, temporal, temporalinferior, nasalsuperior, nasal ve nasalinferior kadrantlar olacak şekilde 6 kadranda ortalama RSLT kalınlığı kaydedildi.

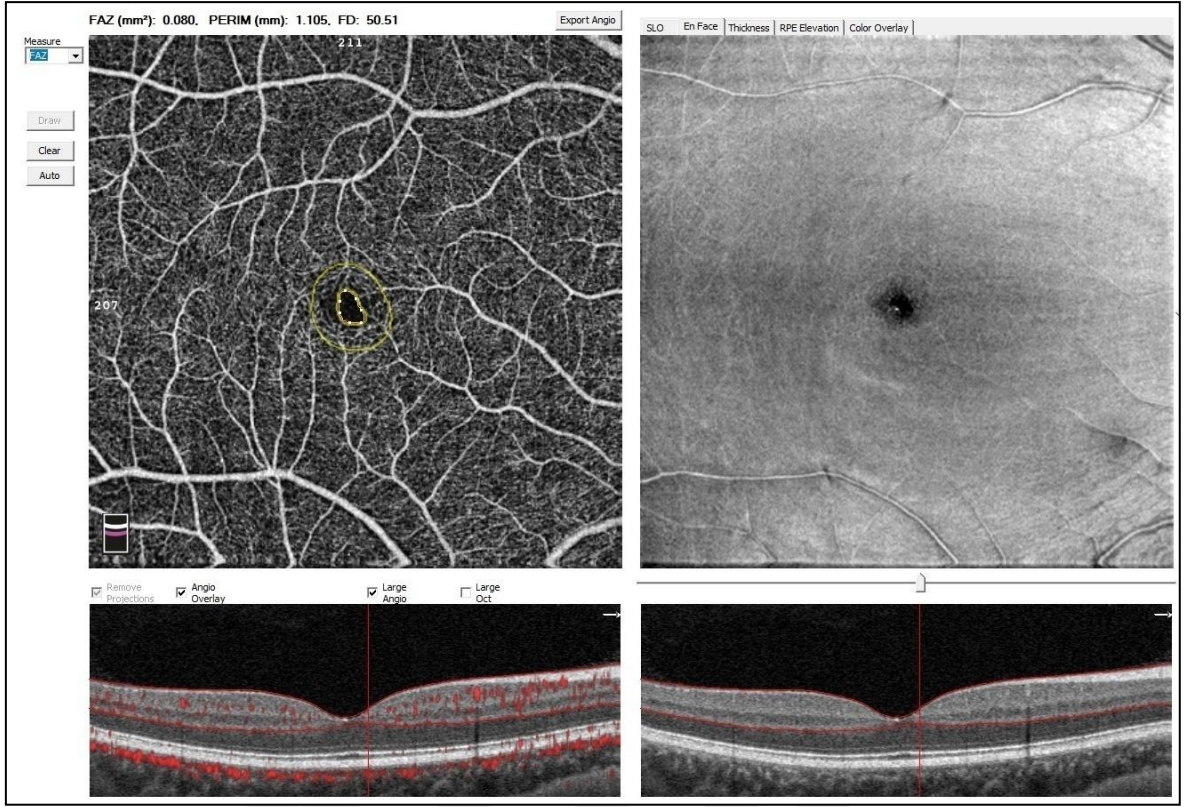
OKTA görüntüleme ticari bir OKTA sistemi (AngioVue, RTVue XR, Angiovue, Optovue, Inc. Fremont, CA, USA) ile gerçekleştirildi. Yazılımda (Optovue, Versiyon 2018.1.0.37) 6x6 mm'lik OKTA görüntü ve 4.5x4.5 mm boyutunda Optik disk Angiovue görüntüleri tercih edildi.

Retinanın yüzeyel ve derin tabaka segmentasyonu cihaza ait yazılım ile otomatik olarak yapıldı. Yüzeyel kapiller plexus (YKP) ve derin kapiller plexus (DKP) olmak üzere her biri ETDRS ızgara modeline uyan makula alanlarına karşılık gelen fovea, parafovea, perifovea ve tüm alan damar yoğunluk (%) ölçümleri yapıldı. Buna göre en içteki 1.0 mm çaplı alan foveal, dış çapı 3.0 mm ve iç çapı 1.0 mm olan halka şeklindeki alan parafoveal ve dış çapı 6.0 mm iç çapı 3.0 mm olan halka şeklindeki alan ise perifoveal alan olarak değerlendirildi (Şekil 5).

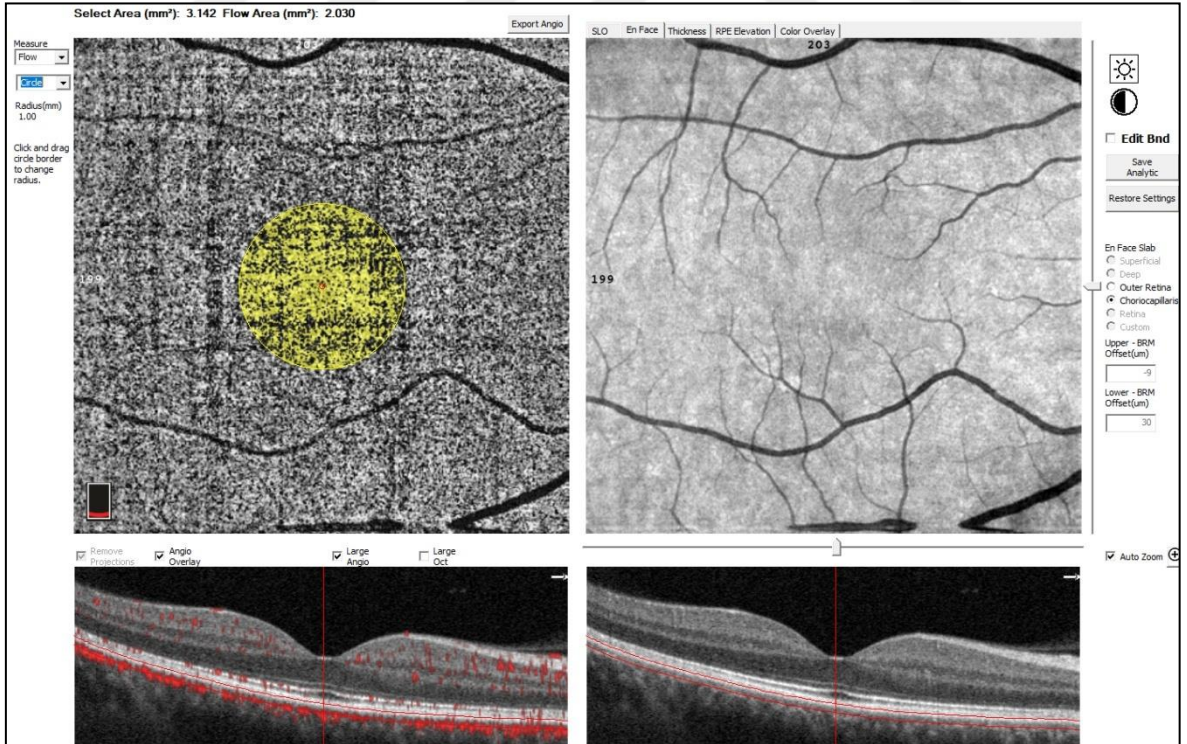


Şekil 5: OKTA'da vasküler dansite ölçümü.

FAZ alan (mm²) ölçümleri ile 1 mm yarıçaplı alandaki koryokapillaris akım alanı (mm²) ölçümleri cihaz tarafından otomatik olarak yapıldı (Şekil 6 ve 7).

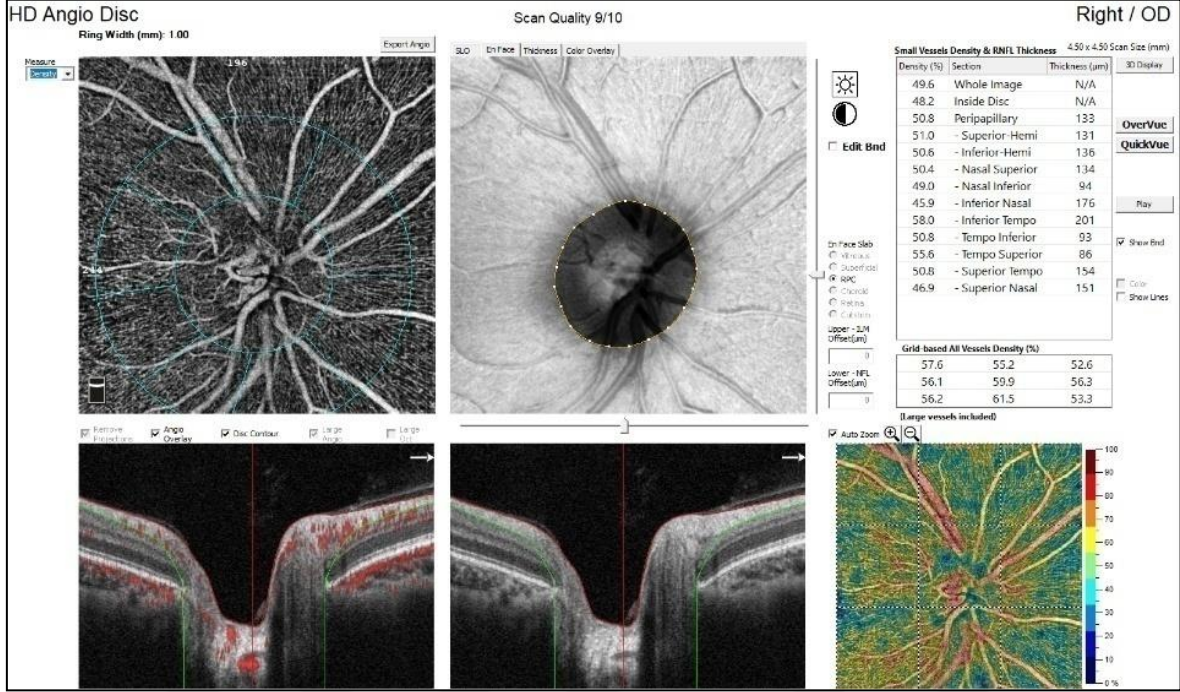


Şekil 6: OKTA'da FAZ ölçümü.



Şekil 7: Yarıçapı 1 mm'lik alanda koryokapillaris akım alanı ölçümü.

Optik sinir başındaki damar yoğunluğu AnjioVue OKT ile otomatik olarak 750 µm peripapiller bölge için hesaplandı. Peripapiller alan; total, iç disk, peripapiller, üst yarılan, alt yarılan, temporalsuperior, temporalinferior, nasalsuperior, ve nasalinferior kadrantlarda optik sinir başı damar yoğunluk ölçümleri kaydedildi.



Şekil 8: OKTA'da RPKP vasküler dansite ölçümü.

Verilerin istatistiksel analizi, IBM SPSS 22.0 programı kullanılarak gerçekleştirildi. Araştırmada katılımcıların demografik ve klinik özelliklerini değerlendirmek için ortalama, standart sapma ve yüzde gibi betimleyici analiz yöntemlerinden yararlanıldı. Yaş grupları arasında klinik özelliklerle bağlantılı ortalamaları karşılaştırmak için Kruskal Wallis H testi kullanıldı. Yaş grupları arasında ikili karşılaştırmalara göre ortalamaları karşılaştırmak için Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitney U testi kullanıldı. Yaş grupları arasında cinsiyet oranlarını karşılaştırmak amacıyla Ki-Kare analizi kullanıldı. Tüm analizler için anlamlılık seviyesi $p < 0.05$ kabul edildi.

4. BULGULAR

Araştırmada değerlendirilen 153 hastanın yaş ortalaması 45.14 (± 14.11) yıl (Minimum=20-Maksimum=73) olup hastaların 88'i (%57.5) kadın, 65'i (%42.5) erkekti. Araştırmada hastalar 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 ve 60-73 olmak üzere yaşa göre beş gruba ayrıldı. Hastaların beş gruba göre sırasıyla yaş ortalamaları 24.93 (± 3.27), 35.07 (± 3.13), 44.46 (± 3.04), 54.48 (± 2.14) ve 63.42 (± 3.25)'ti. Beş grup arasında sırasıyla (yaşa göre büyükten küçüğe) hastaların 22'si (%75.9), 23'ü (%46.4), 21'i (%60), 17'si (%68) ve 15'i (%41.7) kadındı. Beş grup arasında yaş ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu ($p < 0.001$) bulundu. Buna ek olarak beş grup arasında cinsiyet oranlarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu ($p = 0.035$) bulundu (Tablo1).

Tablo 1: Yaş gruplarına göre yaş ortalamaları ve cinsiyet oranları.

		Yaş grupları					
	20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	
	Ort. $\pm$ Ss.	Ort. $\pm$ Ss.	Ort. $\pm$ Ss.	Ort. $\pm$ Ss.	Ort. $\pm$ Ss.	Ort. $\pm$ Ss.	P
Yaş (yıl)	45.14 $\pm$ 14.11	24.93 $\pm$ 3.27	35.07 $\pm$ 3.13	44.46 $\pm$ 3.04	54.48 $\pm$ 2.14	63.42 $\pm$ 3.25	<0.001 ^a
Cinsiyet (K:E) %	88:65 (57.5:42.5)	22:7 (75.9:24.1)	13:15 (46.4:53.6)	21:14 (60.0:40.0)	17:8 (68.0:32.0)	15:21 (41.7:58.3)	0.035 ^b

Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, a=Kruskal Wallis-H Testi, b=Ki-Kare Analizi

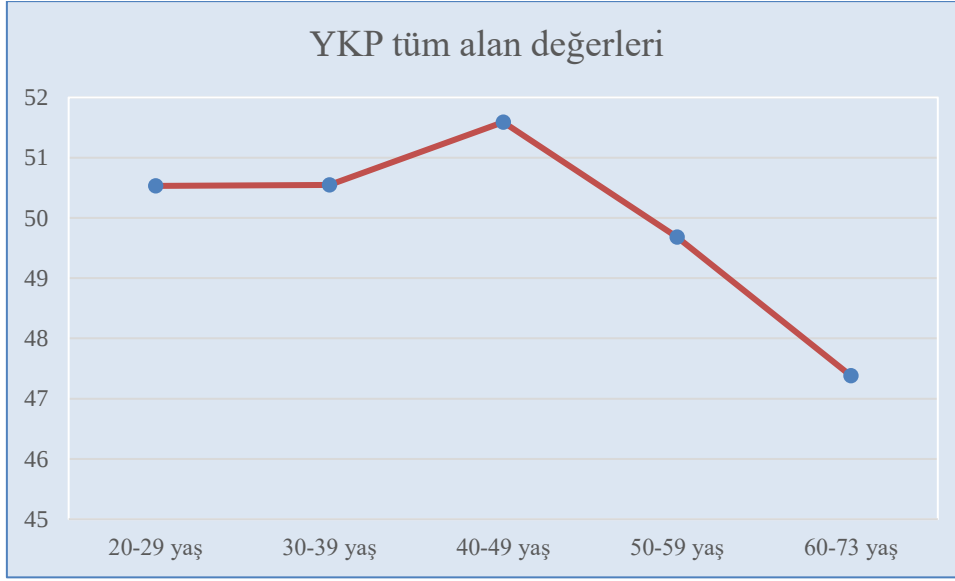
Beş gruba ait diğer YKP vasküler dansite değerleri Tablo 2'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Hastaların YKP vasküler dansite (%) genel ortalamaları tüm alanda 49.79 (± 3.84), foveada 19.96 (± 6.73), parafoveada 52.05 (± 4.62), perifoveada 50.48 (± 3.99) olarak ölçüldü. YKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p = 0.001$), superior yarı ($p = 0.005$), inferior yarı ($p < 0.001$), parafovea ($p = 0.038$), parafovea superior ($p = 0.030$), parafovea inferior ($p = 0.031$), perifovea ($p = 0.001$), perifovea temporal ($p = 0.010$), perifovea superior ($p = 0.015$), perifovea nasal ($p = 0.001$) ve perifovea inferior ($p < 0.001$) değerlerinin yaş ile birlikte değiştiği ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Fovea, parafovea temporal, parafovea inferior kadrantlarda YKP vasküler dansite değerleri yaş ile birlikte değişmiştir ancak bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p = 0.525$, $p = 0.165$, $p = 0.090$).

Tablo 2: Yaş grupları arasında YKP vasküler dansite (%) değerlerinin karşılaştırılması.

		20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	X2	P
	Tüm alan	49.79±3.84	50.49±4.20	50.50±2.55	51.30±2.67	49.56±3.51	47.38±4.53	18.24	0.001
Yüzeyel Kapiller Pleksus Vasküler Dansite(%)	Superior yarı	49.72±3.85	50.45±4.17	50.46±2.53	50.99±2.68	49.68±3.49	47.38±4.71	14.76	0.005
	İnferior yarı	49.86±3.95	50.53±4.35	50.55±2.67	51.59±2.80	49.45±3.66	47.39±4.52	21.03	<0.001
	Fovea	19.96±6.73	21.05±6.96	20.97±7.77	19.83±6.39	19.14±7.17	19.00±5.81	3.20	0.525
	Parafovea	52.05±4.62	52.38±5.22	52.61±3.00	53.60±3.48	51.83±4.22	50.01±5.76	10.16	0.038
	Temporal	51.99±4.52	52.03±5.04	52.57±3.08	53.44±3.17	51.61±4.21	50.39±5.86	6.50	0.165
	Superior	52.83±5.12	53.30±5.73	53.99±3.49	54.38±3.91	52.33±4.47	50.41±6.32	10.68	0.030
	Nasal	50.98±4.96	50.71±5.40	51.31±3.35	52.46±4.14	51.95±3.67	48.82±6.44	8.04	0.090
	İnferior	52.15±5.15	52.21±5.90	52.58±3.71	54.12±3.79	51.41±5.63	50.41±5.81	10.62	0.031
	Perifovea	50.48±3.99	51.18±4.30	51.24±2.73	52.03±2.89	50.34±3.59	47.94±4.68	17.73	0.001
	Temporal	46.28±4.36	46.83±4.50	47.01±3.66	47.81±3.36	45.92±3.61	44.05±5.29	13.37	0.010
	Superior	50.30±4.40	50.80±4.70	51.30±2.92	51.62±3.38	50.41±4.32	47.78±5.17	12.36	0.015
	Nasal	54.61±3.77	55.19±4.28	55.22±2.64	56.15±2.64	54.66±3.32	52.17±4.28	19.74	0.001
	İnferior	50.68±4.43	51.35±4.67	51.46±2.99	52.70±3.21	50.36±4.33	47.79±4.95	21.79	<0.001

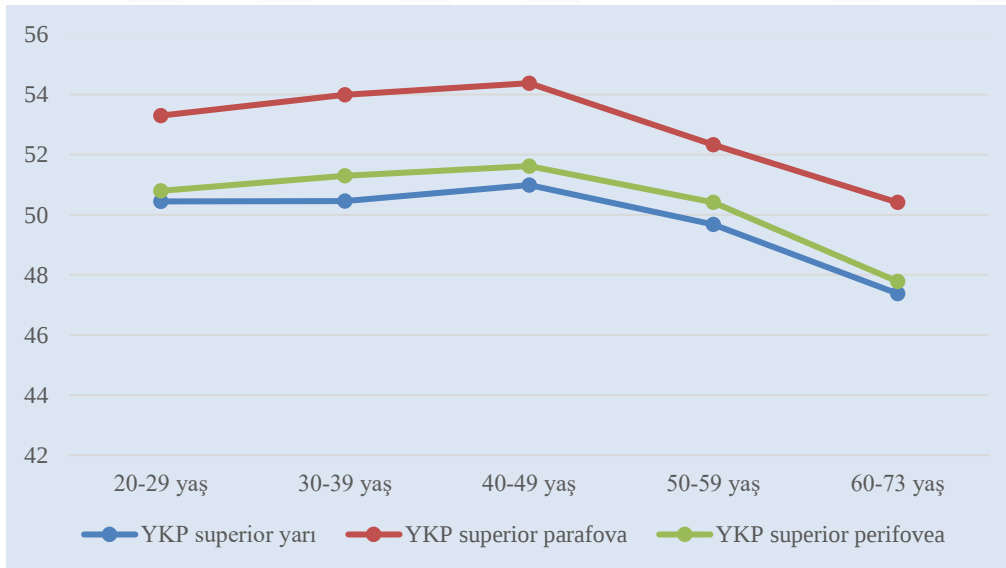
Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, X2=Kruskal Wallis-H Testi

Hastalarda 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 ve 60-73 yaş aralığında bulunan beş grup arasında YKP vasküler dansite tüm alan değer ortalamalarının sırasıyla 50.49 (±4.20), 50.50 (±2.55), 51.30 (±2.67), 49.56 (±3.51) ve 47.38 (±4.53) olduğu bulundu (Grafik 1).



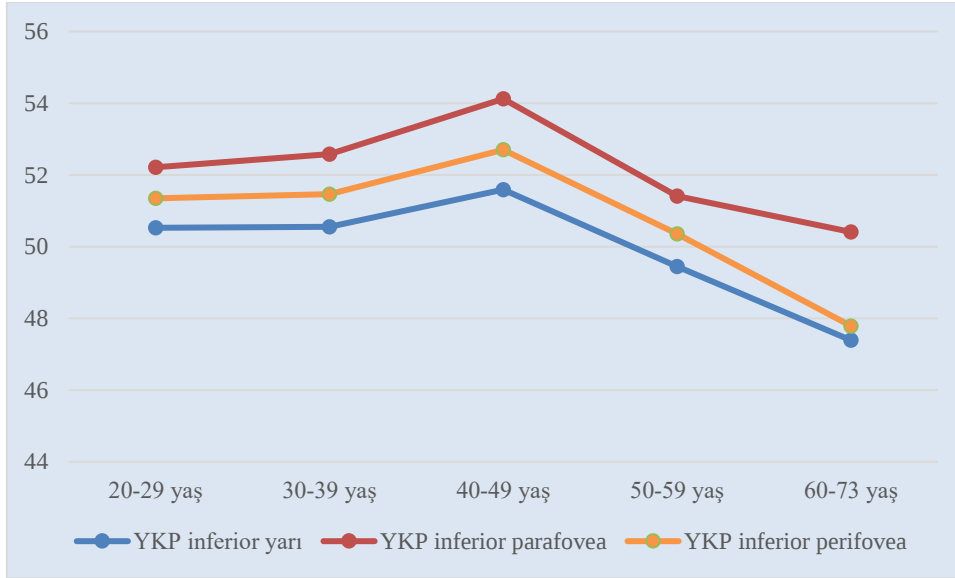
Grafik 1: YKP vasküler dansite tüm alan ortalamaları.

Beş grup arasında YKP superior yarı değer ortalamaları sırasıyla 50.45 (± 4.17), 50.46 (± 2.53), 50.99 (± 2.68), 49.68 (± 3.49) ve 47.38 (± 4.71) idi. YKP superior parafovea değer ortalamaları sırasıyla 53.30 (± 5.73), 53.99 (± 3.49), 54.38 (± 3.91), 52.33 (± 4.47) ve 50.41 (± 6.32) idi. YKP superior perifovea değer ortalamalarının 50.80 (± 4.70), 51.30 (± 2.92), 51.62 (± 3.38), 50.41 (± 4.32) ve 47.78 (± 5.17) olduğu tespit edildi (Grafik 2).



Grafik 2: YKP superior yarı, superior parafovea ve superior perifovea ortalamaları.

Beş grup arasında YKP inferior yarı değerleri sırasıyla 50.53 (± 4.35), 50.55 (± 2.67), 51.59 (± 2.80), 49.45 (± 3.66) ve 47.39 (± 4.52) idi. YKP inferior parafovea ortalamaları beş grupta sırasıyla 54.39 (± 5.49), 52.43 (± 4.46), 54.83 (± 4.51) ve 53.63 (± 4.80), 50.92 (± 5.44) idi. Buna ek olarak YKP inferior perifovea ortalamalarının beş grupta sırasıyla 52.00 (± 6.98), 52.07 (± 5.35), 53.19 (± 6.36), 51.24 (± 6.48) ve 47.08 (± 6.86) olduğu tespit edildi (Grafik 3).



Grafik 3: YKP inferior yarı, inferior parafovea ve inferior perifovea ortalamaları.

20-29 ve 60-73 yaş aralığında iki grup arasında yapılan karşılaştırmaya göre YKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.005$), superior yarı ($p=0.008$), inferior yarı ($p=0.005$), perifovea ($p=0.004$), perifovea temporal ($p=0.035$), perifovea superior ($p=0.026$), perifovea nasal ($p=0.004$) ve perifovea inferior ($p=0.003$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

30-39 yaş ve 60-73 yaş aralığındaki iki grup arasında YKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.004$), superior yarı ($p=0.007$), inferior yarı ($p=0.003$), parafovea superior ($p=0.026$), perifovea ($p=0.004$), perifovea temporal ($p=0.025$), perifovea superior ($p=0.006$), perifovea nasal ($p=0.004$) ve perifovea inferior ($p=0.001$) ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

40-49 ve 60-73 yaş aralığındaki gruplar arasında YKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p<0.001$), superior yarı ($p<0.001$), inferior yarı ($p<0.001$),

parafovea ($p=0.002$), parafovea temporal ($p=0.008$), parafovea superior ($p=0.002$), parafovea nasal ($p=0.006$), parafovea inferior ($p=0.002$) perifovea ($p<0.001$), perifovea temporal ($p=0.001$), perifovea superior ($p<0.001$), perifovea nasal ($p<0.001$) ve perifovea inferior ($p<0.001$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Fovea da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0.568$).

30-39 ve 40-49 yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmaya göre YKP vasküler dansite (%) değerlerinden sadece parafovea inferior değer ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi ($p=0.042$). Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

40-49 yaş ve 50-59 yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmaya göre YKP vasküler dansite (%) değerlerinden inferior yarı ($p=0.014$), parafovea ($p=0.041$), parafovea superior ($p=0.048$), parafovea inferior ($p=0.016$), perifovea temporal ($p=0.016$) ve perifovea inferior ($p=0.049$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

50-59 ve 60-73 yaş aralığındaki gruplar arasında YKP vasküler dansite(%) değerlerinden perifovea nasal ($p=0.032$) ve perifovea inferior ($p=0.045$) ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

20-29 ve 30-39, 20-29 ve 40-49, 20-29 ve 50-59, 30-39 ve 50-59 yaş grupları arasında tüm alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3: YKP’de vasküler dansite değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.

Yüzeyel Kapiller Pleksus Vasküler Dansite(%)		I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
	Tüm alan	0.604	0.721	0.231	0.005	0.268	0.199	0.004	0.036	<0.001	0.072
	Superior yarı	0.672	0.882	0.298	0.008	0.524	0.273	0.007	0.110	<0.001	0.078
	İnferior yarı	0.549	0.539	0.208	0.005	0.115	0.156	0.003	0.014	<0.001	0.085
	Fovea	0.823	0.513	0.344	0.215	0.365	0.236	0.128	0.621	0.568	0.855
	Parafovea	0.534	0.566	0.395	0.058	0.144	0.695	0.097	0.041	0.002	0.275
	Temporal	0.848	0.517	0.532	0.256	0.118	0.550	0.256	0.053	0.008	0.543
	Superior	0.936	0.676	0.306	0.053	0.561	0.144	0.026	0.048	0.002	0.294
	Nasal	0.987	0.198	0.515	0.294	0.106	0.444	0.242	0.458	0.006	0.056
	İnferior	0.719	0.399	0.477	0.189	0.042	0.702	0.189	0.016	0.002	0.463
	Perifovea	0.702	0.696	0.314	0.004	0.293	0.206	0.004	0.064	<0.001	0.060
	Temporal	0.936	0.535	0.336	0.035	0.326	0.064	0.025	0.016	0.001	0.218
	Superior	0.873	0.580	0.696	0.026	0.928	0.314	0.006	0.170	<0.001	0.093
	Nasal	0.696	0.496	0.405	0.004	0.121	0.521	0.004	0.105	<0.001	0.032
	İnferior	0.672	0.422	0.410	0.003	0.245	0.289	0.001	0.049	<0.001	0.045

I=20-29 yaş, II=30-39yaş,III=40-49 yaş, IV=50-59 yaş, V=60-73 yaş. İkili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitey U testi ile yapılmıştır.

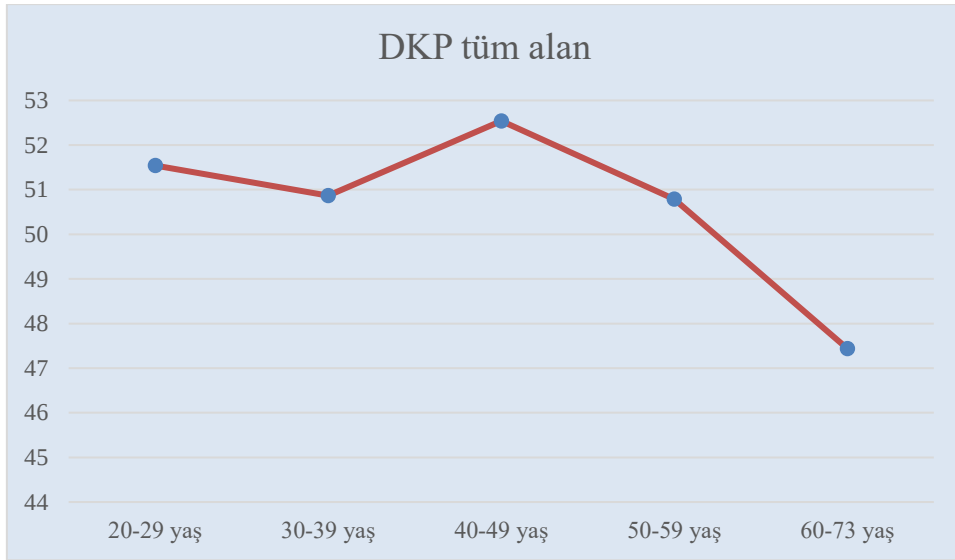
DKP vasküler dansite (%) değerleri Tablo 3’te ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Hastaların DKP vasküler dansite (%) genel ortalamaları tüm alanda 50.56 (± 5.52), foveada 37.21 (± 7.52), parafoveada 54.78 (± 4.39), perifoveada 51.82 (± 6.01) idi. DKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.004$), superior yarı ($p=0.002$), inferior yarı ($p=0.008$), parafovea ($p=0.001$), parafovea temporal ($p=0.002$), parafovea superior ($p=0.028$), parafovea nasal ($p<0.001$), parafovea inferior ($p=0.008$), perifovea ($p=0.002$), perifovea temporal ($p=0.004$), perifovea superior ($p=0.003$), perifovea nasal ($p=0.035$) ve perifovea inferior ($p=0.002$) değerlerinin yaş ile birlikte değiştiği ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Foveada DKP vasküler dansite değerleri yaş ile birlikte değişmiştir ancak bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0.332$) (Tablo 4).

Tablo 4: Yaş grupları arasında DKP vasküler dansite (%) değerlerinin karşılaştırılması.

		20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	X ²	P
Derin Kapiller Pleksus Vasküler Dansite(%)	Tüm alan	50.56±5.52	51.54±5.92	50.87±4.92	52.54±4.76	50.79±5.18	47.44±5.55	15.67	0.004
	Superioryarı	50.80±5.76	51.83±6.24	51.09±5.24	52.97±4.86	50.98±5.30	47.51±5.72	16.85	0.002
	İnferior yarı	50.31±5.50	51.25±5.79	50.62±4.83	52.12±4.90	50.58±5.20	47.38±5.64	13.93	0.008
	Fovea	37.21±7.52	38.68±7.05	38.23±8.41	37.37±7.54	36.19±9.09	35.83±5.86	4.59	0.332
	Parafovea	54.78±4.39	55.91±4.63	53.98±3.96	56.55±3.67	55.23±3.83	52.49±4.61	18.75	0.001
	Temporal	55.75±4.32	56.63±4.75	54.90±4.16	57.49±3.74	56.28±3.61	53.66±4.30	16.65	0.002
	Superior	53.82±5.18	54.31±5.82	53.37±4.41	55.72±4.36	54.24±4.44	51.67±5.81	10.91	0.028
	Nasal	56.08±4.10	57.17±3.67	55.24±3.91	57.84±3.19	56.74±3.62	53.73±4.59	20.41	<0.001
	İnferior	53.19±5.13	54.39±5.49	52.43±4.46	54.83±4.51	53.63±4.80	50.92±5.44	13.66	0.008
	Perifovea	51.82±6.01	52.82±6.55	52.19±5.38	53.96±5.32	52.18±5.35	48.41±5.97	16.92	0.002
	Temporal	54.38±5.14	54.96±5.80	54.78±4.66	56.17±4.45	54.88±4.19	51.53±5.27	15.45	0.004
	Superior	51.42±6.82	52.18±6.85	51.83±6.24	54.14±5.92	51.74±6.48	47.65±7.01	16.08	0.003
	Nasal	50.17±6.67	50.63±7.70	50.04±6.56	52.32±6.17	50.84±5.85	47.39±6.27	10.32	0.035
	İnferior	51.00±6.76	52.00±6.98	52.07±5.35	53.19±6.36	51.24±6.48	47.08±6.86	16.72	0.002

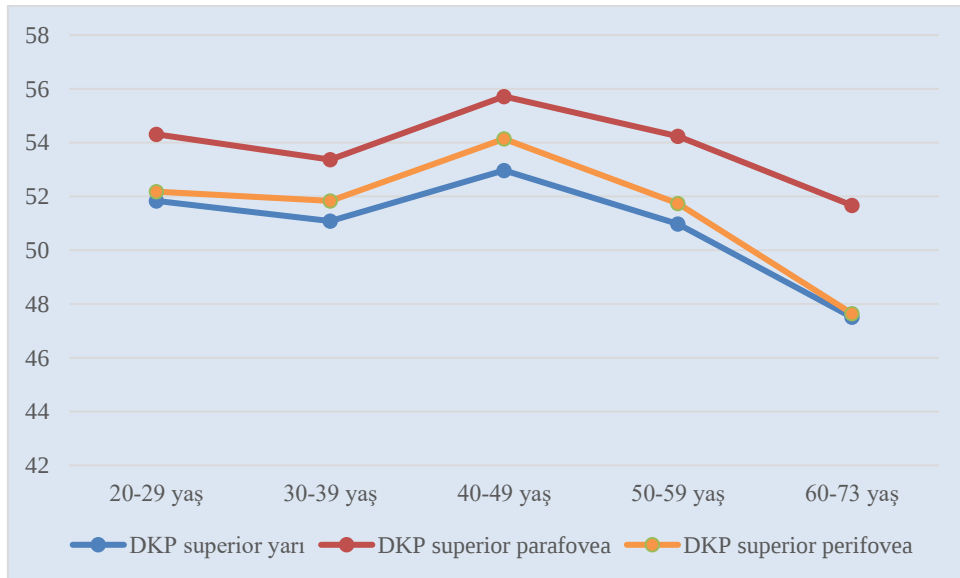
Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, X²=Kruskal Wallis-H Testi

DKP vasküler dansite (%) tüm alan değer ortalamalarını beş grupta sırasıyla 51.54 (±5.92), 50.87 (±4.92), 52.54 (±4.76), 50.79 (±5.18) ve 47.44 (±5.55) olduğu bulundu (Grafik 4).



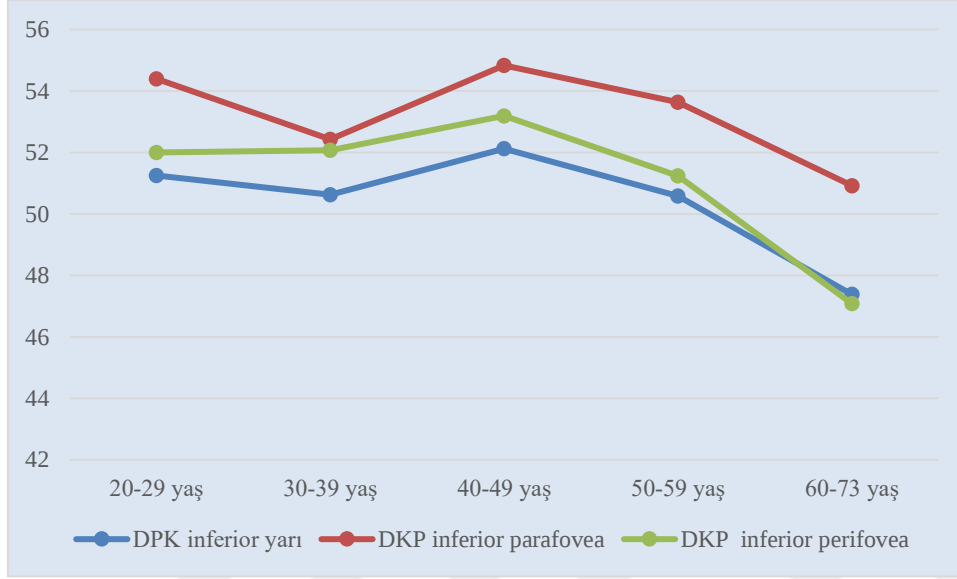
Grafik 4: DKP tüm alan değerlerin yaşa göre değişimi.

DKP vasküler dansite (%) superior yarı değer ortalamaları sırasıyla 51.83 (± 6.24), 51.09 (± 5.24), 52.97 (± 4.86), 50.98 (± 5.30) ve 47.51 (± 5.72) idi. DKP vasküler dansite (%) superior parafovea değer ortalamaları sırasıyla 54.31 (± 5.82), 53.37 (± 4.41), 55.72 (± 4.36), 54.24 (± 4.44) ve 51.67 (± 5.81) idi. DKP vasküler dansite (%) superior perifovea değer ortalamaları sırasıyla 52.18 (± 6.85), 51.83 (± 6.24), 54.14 (± 5.92), 51.74 (± 6.48) ve 47.65 (± 7.01) idi (Grafik 5).



Grafik 5: DKP superior yarı, superior parafovea ve superior perifovea değerlerinin yaşa göre değişimi.

DKP vasküler dansite (%) inferior yarı değer ortalamaları 51.25 (± 5.79), 50.62 (± 4.83), 52.12 (± 4.90), 50.58 (± 5.20) ve 47.38 (± 5.64) idi. DKP vasküler dansite (%) inferior parafovea değer ortalamaları 54.39 (± 5.49), 52.43 (± 4.46), 54.83 (± 4.51), 53.63 (± 4.80) ve 50.92 (± 5.44) idi. DKP vasküler dansite (%) inferior perifovea değer 52.00 (± 6.98), 52.07 (± 5.35), 53.19 (± 6.36), 51.24 (± 6.48) ve 47.08 (± 6.86) olduğu tespit edildi (Grafik 6).



Grafik 6: DKP inferior yarı, inferior parafovea ve inferior perifovea değerlerinin yaşa göre değişimi.

20-29 yaş ve 60-73 yaş aralığındaki kişiler arasında DKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.007$), superioryarı ($p=0.008$), inferior yarı ($p=0.008$), parafovea ($p=0.006$), parafovea temporal ($p=0.015$), parafovea nasal ($p=0.003$), parafovea inferior ($p=0.007$), perifovea ($p=0.006$), perifovea temporal ($p=0.009$), perifovea superior ($p=0.018$) ve perifovea inferior ($p=0.004$) ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

30-39 yaş ve 60-73 yaş aralığındaki kişiler arasında DKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.037$), superior yarı ($p=0.019$), perifovea ($p=0.021$), perifovea temporal ($p=0.021$), perifovea superior ($p=0.030$) ve perifovea inferior ($p=0.005$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

40-49 ve 60-73 yaş aralığındaki gruplar arasında DKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p<0.001$), superior yarı ($p<0.001$), inferior yarı ($p<0.001$), parafovea ($p<0.001$), parafovea temporal ($p<0.001$), parafovea superior ($p=0.001$), parafovea nasal ($p<0.001$), parafovea inferior ($p=0.002$), perifovea ($p<0.001$), perifovea temporal ($p<0.001$), perifovea superior ($p<0.001$), perifovea nasal ($p=0.001$) ve perifovea inferior ($p<0.001$) ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi. Fovea da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0.337$).

50-59 yaş ve 60-73 yaş aralığındaki kişiler arasında DKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.032$), superior yarı ($p=0.032$), inferior yarı ($p=0.045$), parafovea ($p=0.014$), parafovea temporal ($p=0.014$), parafovea nasal ($p=0.008$), perifovea ($p=0.016$), perifovea temporal ($p=0.024$), perifovea superior ($p=0.028$), perifovea nasal ($p=0.028$) ve perifovea inferior ($p=0.024$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

30-39 yaş ve 40-49 yaş aralığındaki kişiler arasında DKP vasküler dansite(%) değerlerinden parafovea ($p=0.005$), parafovea temporal ($p=0.010$), parafovea superior ($p=0.013$), parafovea nasal ($p=0.007$), ve parafovea inferior ($p=0.019$) ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

20-29 ve 30-39, 20-29 ve 40-49, 20-29 ve 50-59, 30-39 ve 50-59, 40-49 ve 50-59 yaş grupları arasında tüm alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 5).

Tablo 5: DKP vasküler dansite değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.

Derin Kapiller Pleksus Vasküler Dansite(%)		I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
	Tüm alan	0.487	0.608	0.585	0.007	0.081	0.702	0.037	0.175	<0.001	0.032
	Superior yarı	0.544	0.576	0.515	0.008	0.083	0.810	0.019	0.161	<0.001	0.032
	Inferior yarı	0.350	0.637	0.532	0.008	0.112	0.675	0.068	0.222	<0.001	0.045
	Fovea	0.774	0.736	0.362	0.119	0.358	0.310	0.057	0.697	0.337	0.676
	Parafovea	0.064	0.787	0.367	0.006	0.005	0.179	0.270	0.134	<0.001	0.014
	Temporal	0.162	0.632	0.549	0.015	0.010	0.151	0.323	0.138	<0.001	0.014
	Superior	0.439	0.414	0.815	0.072	0.013	0.318	0.267	0.159	0.001	0.112
	Nasal	0.061	0.585	0.597	0.003	0.007	0.097	0.304	0.264	<0.001	0.008
	İnferior	0.052	0.989	0.504	0.007	0.019	0.157	0.364	0.345	0.002	0.056
	Perifovea	0.411	0.557	0.555	0.006	0.100	0.682	0.021	0.170	<0.001	0.016
	Temporal	0.643	0.589	0.671	0.009	0.196	0.824	0.021	0.150	<0.001	0.024
	Superior	0.690	0.200	0.755	0.018	0.104	0.908	0.030	0.136	<0.001	0.028
	Nasal	0.576	0.492	0.896	0.052	0.120	0.449	0.201	0.462	0.001	0.028
	İnferior	0.780	0.492	0.579	0.004	0.251	0.866	0.005	0.205	<0.001	0.024

I=20-29 yaş, II=30-39 yaş, III=40-49 yaş, IV=50-59 yaş, V=60-73 yaş. İkili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitey U testi ile yapılmıştır.

Hastaların FAZ alanı genel ortalamaları 0.27 (± 0.10) mm² olarak ölçüldü. FAZ alanı (mm²) değer ortalamaların yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmada yaş ile beraber değiştiği ancak bu değişikliğin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi (p=0.660).

Hastaların yarıçapı 1 mm'lik alanda koryokapillaris akım alanı genel ortalamaları 2.08 (± 0.13) mm² olarak ölçüldü. Koryokapillaris akım alanı (mm²) değer ortalamalarının yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmaya göre yaş ile beraber değiştiği ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu (p=0.002) tespit edildi (Tablo 6).

Tablo 6: Yaş grupları arasında FAZ alanı (mm²) ve koryokapillaris akım alanı (mm²) değerlerinin karşılaştırılması.

	20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	X2	P
FAZ alanı (mm ²)	0.27±0.10	0.25±0.09	0.29±0.12	0.29±0.10	0.29±0.12	0.28±0.08	2.42	0.660
Koryokapillaris akım alanı (mm ²)	2.08±0.13	2.18±0.15	2.10±0.14	2.05±0.14	2.05±0.12	2.07±0.09	19.95	0.002

Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, X2=Kruskal Wallis-H Testi

20-29 yaş aralığındaki bireylerin koryokapillaris akım alanı (mm²) değer ortalamaları 40-49 yaş (p=0.001), 50-59 yaş (p=0.003) ve 60-73 yaş (p=0.001) ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi. Diğer yaş grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05).

Tüm yaş grupları arasında karşılaştırılan FAZ alanı değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05) (Tablo 7).

Tablo 7: FAZ alanı ve koryokapillaris akım alanı değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.

	I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
FAZ alanı (mm ²)	0.420	0.175	0.231	0.194	0.719	0.824	0.636	0.922	0.751	0.977
Koryokapillaris akım alanı (mm ²)	0.034	0.001	0.003	0.001	0.118	0.139	0.221	0.893	0.436	0.698

I=20-29 yaş, II=30-39 yaş, III=40-49 yaş, IV=50-59 yaş, V=60-73 yaş. İkili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitey U testi ile yapılmıştır.

RPKP Vasküler Dansite (%) değerleri Tablo 8’te ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Hastaların RPKP vasküler dansite (%) genel ortalamaları tüm alanda 49.87 (±2.40), iç diskte 48.97 (±5.05), peripapiller alanda 53.00 (±2.75), nazal superiorda 50.57 (±3.61), nazal inferiorda 49.33 (±4.28), temporal inferiorda 53.01 (±4.65), temporal superiorda 55.88 (±3.94) olarak ölçüldü. Beş grup arasında yapılan karşılaştırmaya göre RPKP vasküler dansite değerlerinden iç disk ortalamaları (p=0.038) hariç; tüm alan (p=0.129), peripapiller (p=0.503), superior yarı (p=0.480), inferior yarı (p=0.315), nasal superior (p=0.224), nasal inferior (p=0.714), temporal inferior (p=0.071) ve temporal superior (p=0.767) değer ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olmadığı tespit

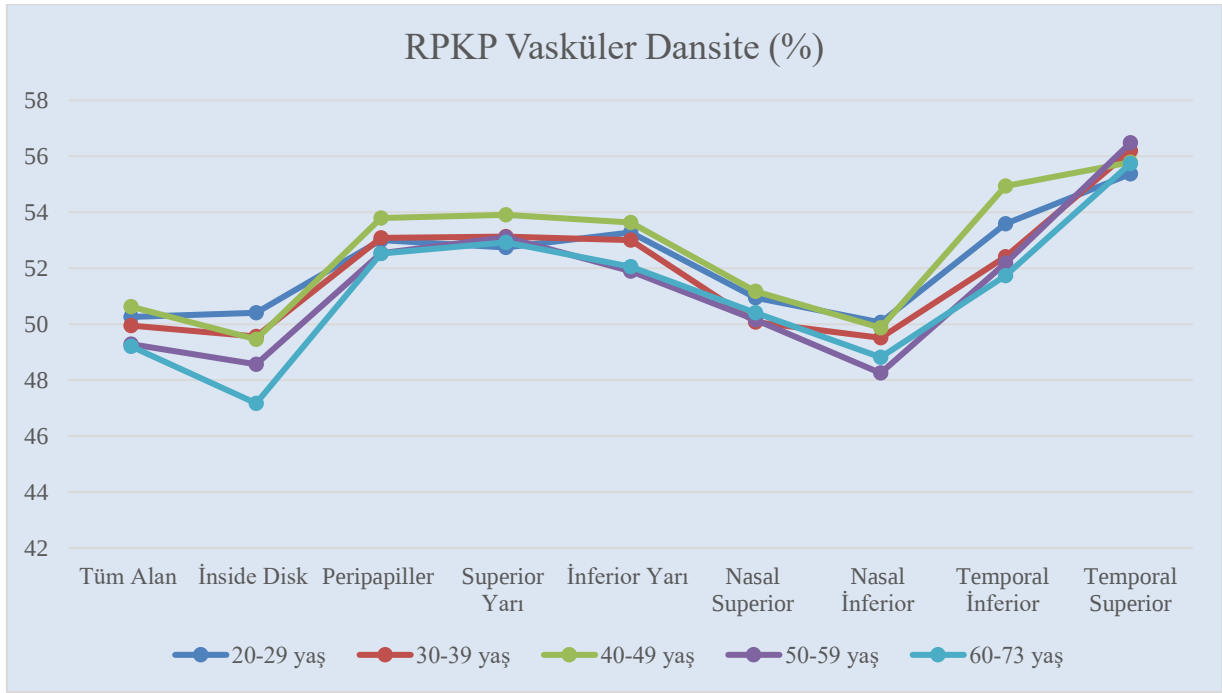
edildi. RPKP iç disk değer ortalamalarının yaş ile beraber değiştiği ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi (p=0.038).

Tablo 8: Yaş grupları arasında RPKP vasküler dansite (%) değerlerinin karşılaştırılması.

		20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	X2	P
Radial Peripapiller Kapiller Pleksus Vasküler Dansite (%)	Tüm alan	49.87±2.40	50.26±1.98	49.95±1.67	50.62±2.53	49.28±2.85	49.21±2.57	7.13	0.129
	İç disk	48.97±5.05	50.41±7.31	49.56±4.47	49.46±4.81	48.56±3.73	47.17±3.88	10.13	0.038
	Peripapiller	53.00±2.75	53.01±2.27	53.08±2.12	53.79±2.67	52.54±3.24	52.52±3.21	3.34	0.503
	Superior yarı	53.18±2.79	52.74±2.46	53.13±2.30	53.91±2.78	53.11±3.05	52.92±3.22	3.48	0.480
	İnferior yarı	52.79±3.12	53.28±2.62	53.01±2.27	53.64±2.90	51.89±3.84	52.05±3.54	4.74	0.315
	Nasal superior	50.57±3.61	50.94±3.06	50.07±2.62	51.17±4.19	50.16±3.52	50.41±4.21	5.68	0.224
	Nasal inferior	49.33±4.28	50.06±3.56	49.51±3.39	49.87±3.46	48.25±5.27	48.82±5.30	2.12	0.714
	Temporal inferior	53.01±4.65	53.59±4.20	52.41±3.92	54.94±4.68	52.18±5.05	51.73±4.81	8.64	0.071
	Temporal superior	55.88±3.94	55.37±3.91	56.20±3.26	55.79±3.58	56.48±3.40	55.74±5.12	1.83	0.767

Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, X2=Kruskal Wallis-H Testi

Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmaya göre RPKP vasküler dansite (%); tüm alan değer ortalamaları yaş sırasına göre 50.26 (±1.98), 49.95 (±1.67), 50.62 (±2.53), 49.28 (±2.85) ve 49.21 (±2.57); iç disk değer ortalamalarının yaş sırasına göre 50.41 (±7.31), 49.56 (±4.47), 49.46 (±4.81), 48.56 (±3.73) ve 47.17 (±3.88); peripapiller değer ortalamalarının yaş sırasına göre 53.01 (±2.27), 53.08 (±2.12), 53.79 (±2.67), 52.54 (±3.24) ve 52.52 (±3.21) idi (Grafik 7).



Grafik 7: RPKP vasküler dansite değerlerinin yaşa göre değişimi.

20-29 ve 30-39 yaş aralığındaki bireyler arasında RPKP vasküler dansite (%) değerlerinden iç disk ($p=0.005$) değerleri istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi.

30-39 yaş ve 40-49 yaş aralığındaki bireyler arasında RPKP vasküler dansite (%) değerlerinden temporal inferior ($p=0.035$) değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi.

40-49 ve 50-59 yaş aralığındaki bireyler arasında RPKP vasküler dansite (%) değerlerinden temporal inferior değerleri istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı idi ($p=0.049$).

40-49 ve 60-73 yaş aralığındaki bireyler arasında RPKP vasküler dansite (%) değerlerinden tüm alan ($p=0.023$), iç disk ($p=0.030$), inferior yarı ($p=0.043$) ve temporal inferior ($p=0.006$) değer ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı tespit edildi (Tablo 9).

Tablo 9: RPKP vasküler dansite değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.

		I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
Radial Peripapiller Kapiller Pleksus Vasküler Dansite (%)	Tüm alan	0.429	0.642	0.278	0.066	0.184	0.422	0.261	0.102	0.023	0.907
	İç disk	0.199	0.217	0.057	0.005	0.841	0.402	0.073	0.422	0.030	0.207
	Peripapiller	0.898	0.235	0.646	0.480	0.336	0.817	0.507	0.245	0.074	0.977
	Superior yarı	0.571	0.089	0.430	0.766	0.257	0.702	0.787	0.440	0.170	0.548
	İnferior yarı	0.713	0.803	0.278	0.220	0.343	0.481	0.267	0.163	0.043	0.860
	Nasal superior	0.138	0.632	0.224	0.225	0.069	0.873	0.860	0.072	0.447	0.959
	Nasal inferior	0.429	0.893	0.274	0.436	0.493	0.563	0.802	0.267	0.328	0.687
	Temporal inferior	0.278	0.355	0.327	0.087	0.035	0.922	0.631	0.049	0.006	0.714
	Temporal superior	0.363	0.557	0.218	0.864	0.599	0.527	0.665	0.372	0.956	0.450

I=20-29 yaş, II=30-39 yaş, III=40-49 yaş, IV=50-59 yaş, V=60-73 yaş. İkili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitey U testi ile yapılmıştır.

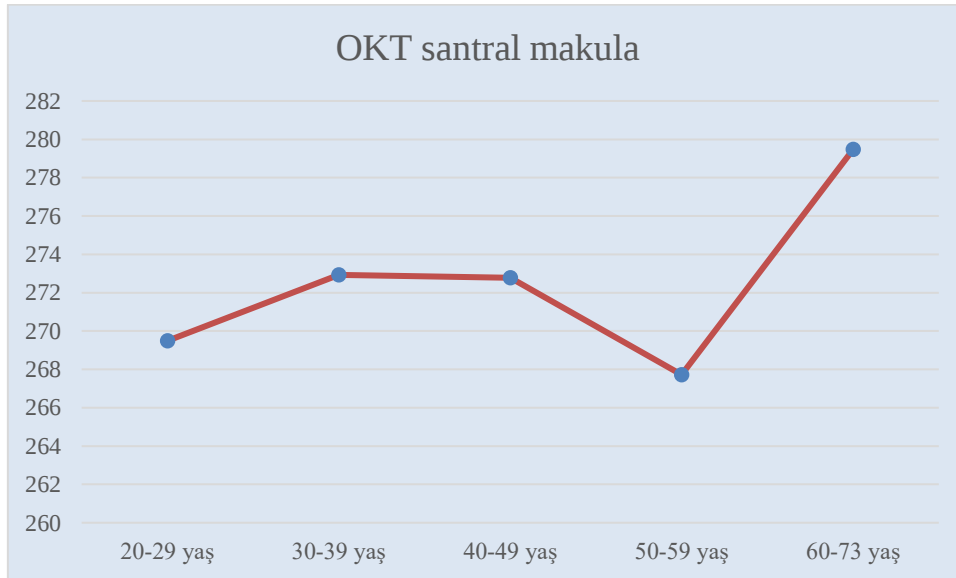
Hastaların OKT kalınlıklarının genel ortalaması santral makulada 272.92 (± 28.47) olarak ölçüldü. Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmaya göre OKT değerlerinden temporal parafovea ($p=0.009$), superior parafovea ($p=0.001$), nasal parafovea ($p=0.010$), inferior parafovea ($p=0.001$), temporal perifovea ($p=0.005$), superior perifovea ($p<0.001$) ve nasal perifovea ($p=0.003$) kalınlıkları değer ortalamalarının yaş ile birlikte değiştiği ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu tespit edildi. Santral makula ve inferior perifovea değer ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olmadığı tespit edildi ($p=0.782$, $p=0.156$) (Tablo 10).

Tablo 10: Yaş grupları arasında OKT değerlerinin karşılaştırılması.

	20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	X ²	P
Santral makula (µm)	272.92±28.47	269.48±25.50	272.93±27.40	272.77±25.23	267.72±22.27	279.47±37.29	1.75	0.782
Temporal parafovea (µm)	331.43±28.33	328.00±18.12	347.71±56.58	331.14±12.56	326.96±14.48	324.92±13.32	13.40	0.009
Superior parafovea (µm)	343.83±16.11	343.00±19.63	351.86±15.27	347.29±12.60	342.84±15.29	335.58±13.81	19.88	0.001
Nasal Parafovea (µm)	344.59±15.95	345.45±19.31	351.39±15.48	347.31±12.67	340.32±16.17	338.94±13.98	13.21	0.010
İnferior parafovea (µm)	337.77±19.67	340.28±19.35	344.96±19.64	342.54±13.92	335.56±16.54	327.08±22.76	18.92	0.001
Temporal perifovea (µm)	285.64±14.58	286.21±17.45	290.25±12.72	290.11±15.33	283.40±11.83	278.83±11.96	14.87	0.005
Superior perifovea (µm)	297.58±16.68	299.48±18.45	304.36±15.47	301.23±17.76	296.92±14.85	287.69±11.84	24.06	<0.001
Nasal Perifovea (µm)	316.85±15.32	319.03±18.17	323.11±12.74	319.11±13.20	315.44±16.17	309.03±13.30	16.23	0.003
İnferior perifovea (µm)	291.43±26.67	285.41±51.56	295.46±13.10	296.14±14.37	287.92±14.86	291.00±20.12	6.64	0.156

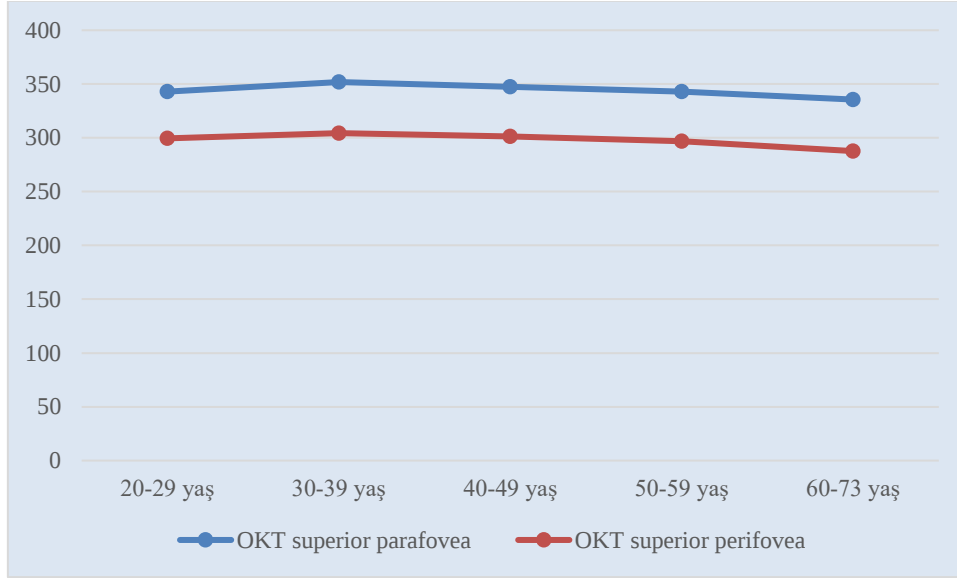
Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, X²=Kruskal Wallis-H Testi

OKT santral makula (µm) değer ortalamaları yaş gruplarına göre sırasıyla 269.48 (±25.50), 272.93 (±27.40), 272.77 (±25.23), 267.72 (±22.27) ve 279.47 (±37.29) idi (Grafik 8).



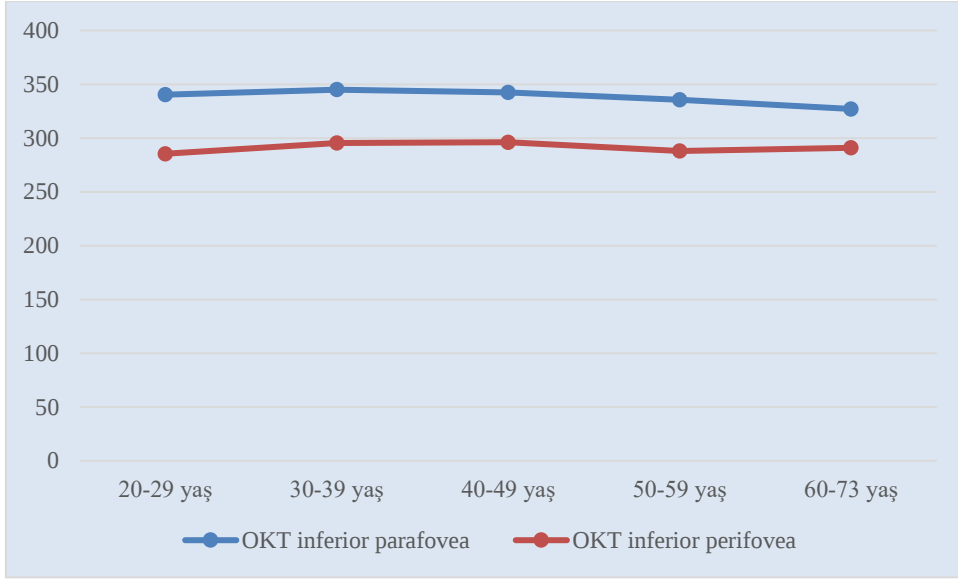
Grafik 8: Santral makula değer ortalamalarının yaş gruplarına göre değişimi.

OKT superior parafovea kalınlığı değeri ortalamaları yaş gruplarına göre sırasıyla 343.00 (± 19.63), 351.86 (± 15.27), 347.29 (± 12.60), 342.84 (± 15.29) ve 335.58 (± 13.81) idi. OKT superior perifovea kalınlığı değeri ortalamaları yaş gruplarına göre sırasıyla 299.48 (± 18.45), 304.36 (± 15.47), 301.23 (± 17.76), 296.92 (± 14.85) ve 287.69 (± 11.84) idi (Grafik 9).



Grafik 9: OKT superior parafovea ve superior perifovea kalınlıklarının değeri ortalamalarının yaşa göre değişimi.

OKT inferior parafovea kalınlığı değeri ortalamaları yaş gruplarına göre sırasıyla 340.28 (± 19.35), 344.96 (± 19.64), 342.54 (± 13.92), 335.56 (± 16.54) ve 327.08 (± 22.176) idi. OKT inferior perifovea kalınlığı değeri ortalamaları yaş gruplarına göre sırasıyla 285.41 (± 51.56), 295.46 (± 13.10), 296.14 (± 14.37), 2871.92 (± 14.86) ve 291.00 (± 20.12) idi (Grafik 10).



Grafik 10: OKT inferior parafovea ve inferior perifovea kalınlığı değer ortalamalarının yaşa göre değişimi.

20-29 ve 30-39 yaş grupları arasında OKT değerlerinden temporal parafovea ($p=0.041$) değer ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

20-29 ve 60-73 yaş grupları arasında OKT değerlerinden superior parafovea ($p=0.048$), inferior parafovea ($p=0.017$), superior perifovea ($p=0.003$) ve nazal perifovea ($p=0.015$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

30-39 ve 40-49 yaş grupları arasında OKT değerlerinden temporal parafovea ($p=0.050$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

30-39-ve 50-59 yaş arasında OKT değerlerinden temporal parafovea ($p=0.007$), superior parafovea ($p=0.030$), nasal parafovea ($p=0.011$), inferior parafovea ($p=0.015$), temporal perifovea ($p=0.049$) ve inferior perifovea ($p=0.035$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

30-39 ve 60-73 yaş arasında OKT değerlerinden temporal parafovea ($p=0.001$), superior parafovea ($p<0.001$), nasal parafovea ($p=0.002$), inferior parafovea ($p=0.001$), temporal perifovea ($p=0.001$), superior perifovea ($p<0.001$) ve nasal perifovea ($p<0.001$)

ortalamalarının istatistiksel açıdan farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

40-49 ve 50-59 yaş grupları arasında OKT değerlerinden nasal parafovea ($p=0.044$), inferior parafovea ($p=0.021$) ve temporal perifovea ($p=0.050$) değer ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

40-49 ve 60-73 yaş grupları arasında OKT değerlerinden temporal parafovea ($p=0.047$), superior parafovea ($p<0.001$), nasal parafovea ($p=0.010$), inferior parafovea ($p=0.001$), temporal perifovea ($p=0.001$), superior perifovea ($p<0.001$) ve nasal perifovea ($p=0.002$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

Buna ek olarak 50-59 ve 60-73 yaş grupları arasında OKT değerlerinden superior perifovea ($p=0.004$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

20-29 ve 40-49, 20-29 ve 50-59 yaş grupları arasında tüm alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 11).

Tablo 11: OKT değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.

	I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
Santral makula(μm)	0.429	0.656	0.952	0.342	0.683	0.481	0.756	0.600	0.380	0.278
Temporal parafovea(μm)	0.041	0.410	0.703	0.383	0.050	0.007	0.001	0.187	0.047	0.665
Superior parafovea(μm)	0.074	0.308	0.761	0.048	0.242	0.030	<0.001	0.152	<0.001	0.068
Nasal parafovea(μm)	0.271	0.772	0.231	0.109	0.329	0.011	0.002	0.044	0.010	0.889
Inferior parafovea(μm)	0.314	0.585	0.241	0.017	0.609	0.015	0.001	0.021	0.001	0.311
Temporal perifovea(μm)	0.318	0.366	0.603	0.076	0.874	0.049	0.001	0.050	0.001	0.177
Superior perifovea(μm)	0.204	0.787	0.646	0.003	0.347	0.101	<0.001	0.529	<0.001	0.004
Nasal perifovea(μm)	0.411	0.989	0.461	0.015	0.376	0.076	<0.001	0.293	0.002	0.083
Inferior perifovea(μm)	0.620	0.691	0.120	0.362	0.989	0.035	0.147	0.034	0.221	0.649

I=20-29 yaş, II=30-39 yaş, III=40-49 yaş, IV=50-59 yaş, V=60-73 yaş. İkili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitey U testi ile yapılmıştır.

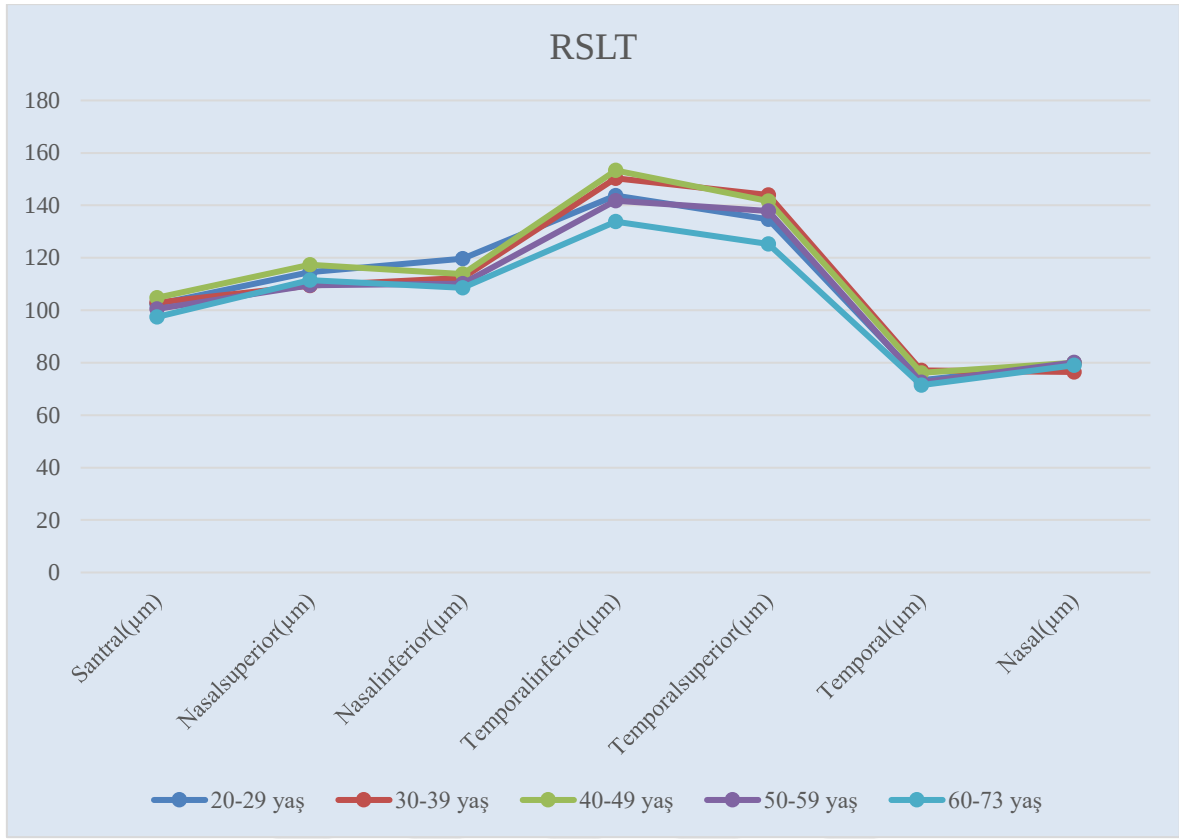
Hastaların RSLT kalınlıklarının genel ortalamaları santralde 101.56 (± 9.83), nazal superiorda 112.69 (± 21.95), nazal inferiorda 112.81 (± 25.21), temporal inferiorda 144.45(± 19.31), temporal superiorda 136.25 (± 17.54), temporalde 74.07 (± 11.89), nazalde 79.09 (± 13.72) olarak ölçüldü. Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmada RSLT kalınlıklarından temporal inferior ($p < 0.001$) temporal superior ($p < 0.001$), santral ($p = 0.043$) değer ortalamalarının yaş ile birlikte değiştiği ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Nasal superior ($p = 0.645$), nasal inferior ($p = 0.485$), temporal ($p = 0.200$) ve nasal ($p = 0.884$) değer ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olmadığı bulundu (Tablo 12).

Tablo 12: Yaş grupları arasında RSLT değerlerinin karşılaştırılması.

	20-73 (n=153)	20-29 (n=29)	30-39 (n=28)	40-49 (n=35)	50-59 (n=25)	60-73 (n=36)	X2	P
Santral (μm)	101.56 $\pm$ 9.83	102.38 $\pm$ 10.61	102.96 $\pm$ 9.25	104.77 $\pm$ 9.23	100.48 $\pm$ 9.70	97.47 $\pm$ 9.29	9.86	0.043
Nasal superior (μm)	112.69 $\pm$ 21.95	114.55 $\pm$ 25.13	109.46 $\pm$ 17.42	117.31 $\pm$ 21.67	109.48 $\pm$ 21.49	111.44 $\pm$ 23.24	2.50	0.645
Nasal inferior (μm)	112.81 $\pm$ 25.21	119.69 $\pm$ 24.71	112.29 $\pm$ 21.64	113.83 $\pm$ 26.35	110.16 $\pm$ 22.67	108.53 $\pm$ 28.66	3.45	0.485
Temporal inferior (μm)	144.45 $\pm$ 19.31	143.72 $\pm$ 19.96	150.32 $\pm$ 16.92	153.29 $\pm$ 16.94	141.76 $\pm$ 18.68	133.78 $\pm$ 18.26	20.42	<0.001
Temporal superior (μm)	136.25 $\pm$ 17.54	134.72 $\pm$ 17.75	143.96 $\pm$ 13.58	141.57 $\pm$ 13.77	137.84 $\pm$ 19.07	125.22 $\pm$ 17.44	23.53	<0.001
Temporal (μm)	74.07 $\pm$ 11.89	73.31 $\pm$ 12.86	77.07 $\pm$ 10.32	76.14 $\pm$ 12.38	72.52 $\pm$ 10.56	71.44 $\pm$ 12.42	5.99	0.200
Nasal (μm)	79.09 $\pm$ 13.72	79.69 $\pm$ 17.10	76.46 $\pm$ 14.72	80.00 $\pm$ 11.45	80.12 $\pm$ 12.20	79.06 $\pm$ 13.44	1.17	0.884

Ort.=Ortalama, Ss.=Standart Sapma, X2=Kruskal Wallis-H Testi

Yaş gruplarına göre RSLT kalınlıkları santral değer ortalamaları sırasıyla 102.38 (± 10.61), 102.96 (± 9.25), 104.77 (± 9.23), 100.48 (± 9.70) ve 97.47 (± 9.29) olduğu bulundu. Temporal superior değer ortalamalarının sırasıyla 134.72 (± 17.75), 143.96 (± 13.58), 141.57 (± 13.77), 137.84 (± 19.07), 125.22 (± 17.44) olduğu bulundu. Temporal inferior değer ortalamalarının sırasıyla 143.72 (± 19.96), 150.32 (± 16.92), 153.29 (± 16.94), 141.76 (± 18.68), 133.78 (± 18.26) olduğu bulundu. RSLT değerlerinin yaşa göre değişimi grafik 11’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Grafik 11: RSLT değerlerinin yaşa göre değişimi.

20-29 ve 30-39 yaş grupları arasında RSLT temporal superior ($p=0.019$); 20-29 ve 40-49 yaş grupları arasında temporal superior ($p=0.016$); 20-29 ve 60-73 yaş grupları arasında temporal inferior ($p=0.010$) ve temporal superior ($p=0.030$); 30-39 ve 60-73 yaş grupları arasında temporal inferior (μm) ($p=0.010$), temporal superior ($p<0.001$) ve temporal ($p=0.028$); 40-49 ve 50-59 yaş grupları arasında temporal inferior ($p=0.042$); 50-59 ve 60-73 yaş grupları arasında ve temporal superior (μm) ($p=0.010$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. 40-49 ve 60-73 yaş grupları arasında santral ($p=0.001$), temporal inferior ($p<0.001$) ve temporal superior ($p<0.001$) ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Diğer alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$).

20-29 ve 50-59, 30-39 ve 40-49, 30-39 ve 50-59 yaş grupları arasında tüm alanlarda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 13).

Tablo 13: RSLT değerleriyle bağlantılı ikili karşılaştırmalar.

	I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
Santral (μm)	0.660	0.164	0.828	0.085	0.480	0.562	0.030	0.189	0.001	0.199
Nasalsuperior (μm)	0.632	0.491	0.801	0.712	0.239	0.782	0.935	0.184	0.275	0.930
Nasalinferior (μm)	0.237	0.235	0.176	0.110	0.857	0.762	0.436	0.845	0.420	0.613
Temporalinferior (μm)	0.346	0.097	0.526	0.010	0.613	0.196	0.001	0.042	<0.001	0.146
Temporalsuperior (μm)	0.019	0.016	0.335	0.030	0.703	0.318	<0.001	0.435	<0.001	0.010
Temporal (μm)	0.180	0.331	0.979	0.505	0.547	0.199	0.028	0.431	0.115	0.359
Nasal (μm)	0.458	0.999	0.896	0.848	0.361	0.373	0.560	0.934	0.751	0.608

I=20-29 yaş, II=30-39 yaş, III=40-49 yaş, IV=50-59 yaş, V=60-73 yaş. İgili karşılaştırmalar Bağımsız Gruplar t testi ve Mann Whitey U testi ile yapılmıştır.

5. TARTIŞMA

İnsan retinası vücuttaki herhangi bir dokudan daha yüksek metabolik bir aktiviteye sahiptir. Özellikle fotoreseptörlerin dış segmentlerinde kan akışını düzenleme yeteneği insan retinasının önemli ve karmaşık bir özelliğidir (Buttery 1991). FFA, 1960’larda ortaya çıkmasından bu yana retinal vaskülaritenin görüntülenmesinde altın standart olmuştur (Novotny 1961). Ancak FFA, vasküler pleksuslarda kan akışını veya vasküler yoğunluğu ayrı ayrı değerlendiremez. Son zamanlarda tanıtılan OKTA, kılcal ağın ve foveal avasküler bölgenin invazif olmayan görüntülenmesi için yeni bir yöntem sunmaktadır (Jia 2012).

OKTA, tekrarlanabilirliği yüksek, mikrovasküler yapıyı araştırmak için invazif olmayan, kantitatif bir yaklaşım sağlar (Wei 2013, Sugahara 2017). Koryoretinal vasküler tabakaların yüksek çözünürlüklü görüntülerinin boya enjeksiyonu olmadan, hızlı bir şekilde elde edilmesine izin vermektedir (Yu 2015).

OKTA, para ve perifoveal bölgelerdeki yüzeysel kılcal pleksus, derin kılcal pleksus, dış retina ve koryokapillaris gibi retina ve koroidde çeşitli seviyelerde retina mikrovasküler yapısının yüksek çözünürlüklü bir görüntüsünü vermektedir (Nemiroff 2016). Segmentasyonu değiştirmenin ve farklı retinal tabakalar boyunca kaydırma yapmanın avantajı ve her bir katmanda kan akışının katmana özel gözlemi, OKTA’nın klinikte yaygın olarak kullanılmasını sağlar (Shen 2018).

OKTA’nın diyabetik retinopati, retinal venöz veya arteriyel oklüzyon, koroid neovaskülarizasyonu ve glokomda mikrovasküler değişiklikleri kalitatif olarak görüntülemeye başarılı olduğu kanıtlanmıştır. AngioVue sistemi bu mikrovasküler değişikliklerin kantitatif değerlendirilmesini sağlar (Couturier 2015, Coscas 2015, Bonini Filho 2015, Coscas 2016).

SD-OKT ise makula ve optik sinir için güvenilir, yüksek oranda tekrarlanabilir ve yüksek çözünürlüklü kesit görüntüleri ve değerli anatomik bilgiler sağlayan kullanışlı bir görüntüleme tekniği olarak ortaya çıkmıştır. Makula kalınlığının SD-OKT ile nicelleştirilmesi artık klinisyenlerin diyabetik veya venöz maküler ödem gibi maküler patolojiler için tedavi etkinliğini izlemesini sağlayan tekrarlanabilir ve noninvaziv bir tekniktir. RSLT ölçümleri ile glokom, optik nöropati gibi hastalıkların takibinin daha etkin yapılmasına olanak sağlar (Adhi 2012).

Yaş, OKT ve OKTA görüntülerini etkileyen önemli bir faktördür. Bu çalışma ile 20 ila 73 yaşları arasındaki beş sağlıklı yetişkin grubunda OKT ve OKTA kullanarak makula ve optik sinir parametrelerinin değerlendirilmesi, normatif bir veri tabanı oluşturup, gruplar arası karşılaştırmalara izin vermeyi vaat ederek retina ve optik sinir hastalıkları tanımlarını geliştirmek amaçlanmıştır.

Göker ve arkadaşlarının OKTA ile yaptığı çalışmada 40.85 ± 15.22 (18-68) yaş ortalaması olan hasta grubunda YKP ve DKP vasküler dansite (%) tüm alan değerleri sırasıyla $51.48 (\pm 2.44)$ ve $53.23 (\pm 5.34)$ idi. YKP ve DKP vasküler dansite (%) fovea değerleri sırasıyla $20.31 (\pm 6.44)$ ve $38.44 (\pm 8.46)$ idi. YKP ve DKP vasküler dansite (%) parafovea değerleri sırasıyla $53.89 (\pm 3.09)$ ve $57.05 (\pm 4.16)$ idi. YKP ve DKP vasküler dansite (%) perifovea değerleri sırasıyla $52.27 (\pm 2.54)$ ve $54.89 (\pm 5.69)$ idi (Göker 2019).

Benzer cihazla yaptığımız 45.14 ± 14.11 (20-73) yaş ortalaması olan çalışma grubumuzda ise YKP ve DKP vasküler dansite (%) tüm alan değerleri sırasıyla $49.79 (\pm 3.84)$ ve $50.56 (\pm 5.52)$ idi. YKP ve DKP vasküler dansite (%) fovea değerleri sırasıyla $19.96 (\pm 6.73)$ ve $37.21 (\pm 7.52)$ idi. YKP ve DKP vasküler dansite (%) parafovea değerleri sırasıyla $52.05 (\pm 4.62)$ ve $54.78 (\pm 4.39)$ idi. YKP ve DKP vasküler dansite (%) perifovea değerleri sırasıyla $50.48 (\pm 3.99)$ ve $51.82 (\pm 6.01)$ olarak ölçüldü. İki çalışma arasında ortaya çıkan vasküler dansite değerleri tüm retinal alanlarda korele olup, çalışmamızda değerlerin daha düşük saptanması hastaların yaş ortalamasının daha yüksek olmasına bağlı olduğu düşünülmüştür.

Konfokal mikroskopi ile insan donör gözlerini araştıran önceki bir çalışmada retinal kapiller yoğunlukta yaşa bağlı bir değişiklik bulunamamış olsa da, çalışmamıza benzer yöntemler kullanan önceki çalışmalarda maküler kapiller pleksusta yıllık düşüşler bulunmuştur (Tan 2012). Sato ve arkadaşları, Shahlaee ve arkadaşları, Iafe ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalarda hem DKP hem de YKP'de yaş ile beraber damar yoğunluğunda azalma kaydedilmiştir (Sato 2019, Shahlaee 2016, Iafe 2016). Coscas ve arkadaşları tarafından vasküler dansite ile yaş arasında negatif korelasyon tanımlanmıştır (Coscas 2016). Falavarjani ve arkadaşları DKP'de parafoveal damar yoğunluğunun yaşla anlamlı derecede azaldığını göstermektedir (Falavarjani 2018).

Çalışmamızda YKP'de retinanın tüm alanlarında, perifovea ve parafoveada vasküler dansite 50 yaş ve üstünde anlamlı olarak azalmıştı. Fovea ve parafoveanın temporal ve nasal bölgelerinde azalma görülmekle beraber istatistiksel olarak anlamlı

bulunmadı. DKP’de retinanın tüm alanlarında, perifovea ve parafoveada vasküler dansite 50 yaş ve üstünde anlamlı olarak azalmıştı. Foveada azalma görülmekle beraber istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Çalışmada incelenen gruplarda özellikle 60-73 yaş aralığındaki hastaların YKP’de ki vasküler dansite değerleri retina tüm alanlarda ve perifoveada 20-29, 30-39, 40-49 yaş gruplarında ki hastalara göre anlamlı olarak azaldığı, parafoveada ise 60-73 yaş aralığındaki hastaların 40-49 yaş aralığındaki hastalara göre anlamlı olarak azaldığı gösterildi. 60-73 yaş aralığındaki hastaların DKP’de retina tüm alanlar, parafovea ve perifoveada 20-29, 40-49, 50-59 yaş gruplarında ki hastalara göre anlamlı olarak azaldığı gösterildi. Yaşa bağlı bu değişikliklerin retinal kılcal damarların oklüzyonu ve atrofisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Bird 1974).

FAZ, birbirleriyle bağlantılı retinal kapiller ağ tarafından çevrelenmiş kapiller damar olmayan bir maküler zondur. Onun büyüklüğü fovea bölgesindeki mikrokapiller dolaşım durumunu yansıtır (Fujiwara 2017). Shahlaee ve arkadaşları yaptığı çalışmada 41.1 ± 16.46 (12-78) yaş ortalaması olan hasta grubunda yüzeysel FAZ alanı 0.27 mm^2 ve derin FAZ alanı 0.34 mm^2 olarak bildirmişlerdir (Shahlaee 2016). Göker ve arkadaşları yaptığı çalışmada 40.85 ± 15.22 (18-68) yaş ortalaması olan hasta grubunda yapılan ölçümlerde tüm retinada FAZ değeri $0.28 (\pm 0.11) \text{ mm}^2$ olarak bildirilmiştir (Göker 2019). Çalışmamızda da tüm retinada FAZ değeri $0.27 (\pm 0.10) \text{ mm}^2$ olarak ölçüldü.

Birçok çalışmada elde edilen sonuçlar FAZ bölgesinin yaşla birlikte arttığını düşündürse de, zıt bulgular gösteren başka çalışmalarda vardır. Shahlaee ve arkadaşları, Iafe ve arkadaşları yaşla birlikte YKP ve DKP’de artmış FAZ alanını saptamışlardır (Shahlaee 2016, Iafe 2016). Coscas ve arkadaşları ise YKP’de ki FAZ alanının 60 yaş üzerindeki kişilerde önemli ölçüde azaldığını göstermişlerdir. DKP’de ise anlamlı bir fark saptanmamıştır (Coscas 2016). Falavarjani ve arkadaşları ise yaş arttıkça, DKP’de ki FAZ alanının genişlediğini saptamışlardır (Falavarjani 2018). Oh ve arkadaşları yaptığı çalışmada FAZ alanı ile yaş arasında bir korelasyon bulunmamıştır (Oh 2020). Çalışmamızda da tüm retina alanında ölçülen FAZ alanı ile yaş arasında bir korelasyon bulunmadı. Yaş ile beraber artan FAZ değerlerine karşılık 60-73 yaş aralığındaki grupta azalma eğiliminde olduğu görüldü. FAZ alanının ölçümü birçok çalışmada manüel veri toplamaya bağlıdır ve retina tabakasının segmentasyonu ölçüm yapılan cihazlara göre değişebilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız FAZ değerlendirme aracı segmentasyonun

iç limitan membran ve dış pleksiform tabaka arası olduğu tüm retina vaskülarizasyonunda FAZ alanı değerlendirmesine olanak sağlamaktadır.

Koroid, kan damarları açısından zengin bir dokudur ve dış retinaya oksijen ve besin sağlar (Hayreh 1975). Koryokapillaris geleneksel yöntemler kullanılarak görselleştirmek kolay değildir. FFA görüntüleri ile oluşan sızıntı koryokapillarisin görselleştirilmesini bozar. Koroid sirkülasyonu İSYA kullanılarak görselleştirilebilse de, koryokapillaris büyük koroid damarlarından ayırt etmek zordur (Bischoff 1985, Keane 2010).

OKT geliştirildikten sonra koroid eskisinden daha iyi gözlemlenebilir hale gelmiştir. Birçok çalışmada, koroid durumunu temsil etmek için koroid kalınlığını kullanmıştır (Maruko 2010). Ancak, OKT ile koroidin kan akışını gözlemlemek mümkün değildir. OKTA teknolojisindeki son gelişmeler ile koryokapillarisin görüntülenmesini mümkün kılmaktadır (Spaide 2015).

Birçok çalışma yaşla beraber koryokapillarisdeki kan akışının azaldığını ve koroid kalınlığının incelendiğini bildirmiştir (Klien 1966, Spaide 2016). Oh ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada koryokapillaris akımı ve vasküler dansite değerlerinde yaşlanma ile azalma olduğu gösterilmiştir (Oh 2020). Çalışmamızda yarıçapı 1 mm'lik alanda ölçülen ortalama koryokapillaris akım alanı 2.08 mm² olarak ölçüldü. Koryokapillaris akım alanının 30 yaş ve üzerinde azaldığı saptandı. Özellikle 20-29 yaş grubu ile diğer yaş grupları arasında belirgin fark izlendi. Benzer bir çalışma literatürde izlenmemekle beraber Yun ve arkadaşları koryokapillarisin özelliklerinin OKTA cihazının tipine ve görüntü ayarlama yöntemine göre değiştiğini göstermiştir (Yun 2020). Bu nedenle koryokapillarisin OKTA görüntülerini ile yapılan çalışmalarda cihaza özgü özellikler ve uygun görüntüleme ayarları göz önünde bulundurulmalıdır.

Koca ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada sağlıklı kontrol grubunda RPKP vasküler dansite (%) ortalaması 50.13 ± 2.26 olarak saptanmıştır (Koca 2020). Çalışmamızda benzer şekilde 49.87 ± 2.40 olarak ölçüldü. Çalışmamızda iç disk alanında RPKP vasküler dansite ölçümlerinde yaşla beraber azalma saptandı. 60-73 yaş aralığındaki grupta 20-29 ve 40-49 yaş aralığı ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak azalma izlendi. RPKP vasküler dansite değerinde diğer alanlarda yaşla anlamlı bir değişiklik saptanmadı.

RPKP vasküler dansite değeri glokomun erken tanısı ve takibinde önemli bir parametredir. Mammo ve arkadaşları glokomatöz gözleri normal gözler ile

karşılaştırdıklarında glokomlu gözlerde RPKP segmentinde vasküler dansiteninin azaldığını ve bu durumun RSLT kalınlığı ile güçlü bir korelasyon gösterdiğini raporlamışlardır (Mammo 2016).

OKT ölçümlerinde Kanai ve arkadaşları, Manassakorn ve arkadaşları ve Appukuttan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalarda merkez hariç tüm ETDRS bölgelerinde yaş ve makula kalınlığı arasında negatif korelasyon olduğunu gösterilmiştir (Kanai 2002, Manassakorn 2008, Appukuttan 2014). Birçok çalışmada yaşla beraber, iç retina katmanlarındaki nöronların kaybolduğunu, fotoreseptörlerin, gangliyon hücrelerinin ve retina pigment epiteli hücrelerinin yoğunluğunda histolojik azalma olduğu gösterilmiştir (Gao 1992, Panda-Jonas 1995, Parikh 2007). Histolojik bulgulara göre, retinanın yaşla ilişkili olarak her yıl % 0,3-0,6'sı, RSLT kalınlığının da %2'si kaybedilmektedir (Repka 1989). Çalışmamızda da benzer şekilde merkezi fovea kalınlığı yaş ile anlamlı bir korelasyon göstermedi. Bununla birlikte, parafoveada tüm kadrarlarda ve perifoveada inferior kadrar hariç 40 yaş ve üzerinde azalma olduğu saptandı. Çalışmada incelenen gruplarda özellikle 60-73 yaş aralığındaki hastaların makula kalınlıklarının 20-29, 30-39, 40-49 yaş gruplarında ki hastalara göre anlamlı olarak azaldığı saptandı.

Grover ve arkadaşlarının 20-84 yaş aralığındaki farklı etnik kökenli hastalarda SD OKT cihazı ile yaptığı çalışmasında santral makula kalınlığı $270.2 \pm 22.5 \mu\text{m}$ idi (Grover 2009). Çalışmamızda benzer şekilde santral makula kalınlığı $272.92 \pm 28.47 \mu\text{m}$ ölçülmüştür. Makula kalınlıkları etnik kökene göre farklılıklar göstermektedir. Asyalılarda $279.5 \pm 27.4 \mu\text{m}$, Kafkaslarda $272.7 \pm 20.8 \mu\text{m}$ ve Afrikan-Amerikalılar da $256.5 \pm 16.9 \mu\text{m}$ olarak saptanmıştır (Grover 2009).

Manassakorn ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada maküler kalınlık haritası paterninde en ince alan fovea, sonrasında daha kalın bir perifovea ve en kalın alanın parafoveada ölçüldüğü gösterilmiştir (Manassakorn 2008). Yapılan başka çalışmalarda, nazal kadranda toplam retina kalınlığının temporal kadrandakinden daha büyük olduğunu ve parafoveanın perifoveadan daha kalın olduğu gösterilmiştir (Leung 2008, Ooto 2010). Bu sonuçlar çalışmamızda da benzerdi. Perifovea ve parafoveada en kalın sektör nazal kadranda saptandı.

Leung ve arkadaşlarının yaş ortalaması 48.76 ± 13.54 olan 76 hastada SD-OKT cihazı ile yaptığı çalışmasında santral retina sinir lifi kalınlığı $104.46 \pm 10.14 \mu\text{m}$ idi (Leung 2010). Çalışmamızda ise santral retina sinir lifi kalınlığı $101.56 \pm 9.83 \mu\text{m}$ ölçüldü.

RSLT ölçümlerinde ırksal farklılıklar izlenmektedir. Hirasawa ve arkadaşları SD-OKT ile yapılan 251 sağlıklı Japon katılımcıda ortalama RSLT'nin 102 µm olduğunu bildirmiştir (Hirasawa 2010). Girkin ve arkadaşları RSLT'deki ırksal farklılıkları araştırmak için SD-OKT ile yaptıkları çalışmada Hispanik ve Afrika kökenli olanların toplam ortalama RSLT'nin Hint, Japon ve Avrupa kökenli olanlardan daha yüksek olduğunu bildirdiler (Girkin 2011).

Jonas ve arkadaşlarının (Jonas 1999) ISNT kuralını destekleyen maksimum RSLT kalınlığının en fazla inferior kadranda olduğu, ardından superior, nazal ve temporal kadrانların incelenerek devam ettiğini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Manassakorn 2008, Bendschneider 2010). Aksine, Ramakrishnan ve arkadaşları superior kadrانın kalınlığının alttan daha fazla olduğunu göstermiştir (Ramakrishnan 2006). Çalışmamızda RSLT kalınlıklarının ISNT kuralına uyumlu olduğu görüldü.

Yapılan OKT (Alamouti 2003, Kanamori 2003) ve histopatolojik çalışmalarda yaşla birlikte gangliyon hücrelerinin kaybına bağlı olarak RSLT kalınlığındaki düşüş kanıtlanmıştır (Balazsi 1984). Histolojik bir çalışmada, Quigley ve arkadaşları 50 yaşın üzerindeki kişilerin genç bireylerden üç kat daha fazla akson kaybettiğini bulmuşlardır (Quigley 1989). Harwerth ve arkadaşları ise RSLT kalınlığındaki yıllık kaybın %0.27 oranında olduğunu ifade etmiştir (Harwerth 2008).

Appukuttan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, RSLT kalınlığı yaşla anlamlı bir negatif korelasyon göstermiştir. 4 kadrانın her birinin yaşla karşılaştırılmasında, sadece superior ve inferior kadranda önemli bir azalma görülmüştür ve diğer kadrانlar yaş ile anlamlı bulunmamıştır. Alt kadrانlar değerlendirildiğinde nazal inferior ve temporal inferior kadrانlar yaşla birlikte anlamlı bir düşüş göstermiştir (Appukuttan 2014). Çalışmamızda RSLT kalınlığı santralde 50 yaş ve üzerinde azalma olduğu gösterildi. Alt kadrانlarda ise temporal superiorda 40 yaş ve üzerinde, temporal inferiorda 50 yaş ve üzerinde azalma olduğu gösterildi. Çalışmada incelenen gruplarda özellikle 60-73 yaş aralığındaki hastaların bu kadrانlardaki kalınlıklarının 20-29, 30-39, 40-49 yaş gruplarında ki hastalara göre anlamlı olarak azaldığı saptandı. Bulunan herhangi bir kalınlık azalması normal yaşlanmanın veya glokom gibi bir hastalığın ilerlemesinin sonucu olabileceğinden, yaşla ilişkili kayıplarının bilinmesi önemlidir.

OKTA teknolojisindeki ilerlemeye rağmen, çalışmamızda bazı sınırlamalar mevcuttur. SSADA teknolojisi kan akışını saptamaya bağlı olduğu için, görüntü alma

sırasında hastanın başının veya gözlerinin herhangi bir hareketi değişen derecelerde hareket artefaktı görüntü kalitesinin düşmesine neden olabilir. Bu durum daha çok ileri yaş gruplarında sık görülür. Bu nedenle sinyal gücü 7'nin altında olan görüntüler değerlendirilmedi. Ek olarak, YKP'nin büyük damarlarının daha derin retina tabakalarına projeksiyon artefaktı oluşturmaya bağlı olarak, DKP'de damar yoğunluğu değerleri önemli ölçüde artmış olabilir. Bu tür artefaktları düzelten daha gelişmiş algoritmalar gerekmektedir. Çalışmamızı kuvvetli kılan özellik bu ölçümlerin cihazın otomatik segmentasyonu ve otomatik veri analizi sonucunda manüel olarak değil cihaz tarafından yapılmasıdır.



6. SONUÇLAR

Bu çalışmada 20-73 yaş aralığında sistemik ve oküler patolojisi bulunmayan hastaların gözlerinin yapısal ve vasküler değişkenleri ve bu değişkenler ile yaş arasındaki ilişki OKT ve OKTA verileri ile değerlendirildi.

Hastaların YKP vasküler dansite değerlerinden tüm alan, superior yarı, inferior yarı, parafovea, parafovea superior, parafovea inferior, perifovea, perifovea temporal, perifovea superior, perifovea nasal ve perifovea inferior değerlerinin yaş ile birlikte değiştiği bulundu. Özellikle 50 yaş ve üzerinde azalma saptandı. DKP vasküler dansite değerlerinden fovea hariç tüm kadrانların yaş ile birlikte değiştiği bulundu. Özellikle 50 yaş ve üzerinde azalma saptandı.

FAZ alanında yaş ile beraber artış görüldü ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Koryokapillaris akımının yaş ile beraber azaldığı ve gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı derecede farklı olduğu bulundu. Özellikle 20-29 yaş grubu ile diğer yaş grupları arasında belirgin fark izlendi.

RPKP vasküler dansite iç disk kadrانının yaş ile beraber azaldığı bulundu.

OKT değerlerinden temporal parafovea, superior parafovea, nasal parafovea, inferior parafovea, temporal perifovea, superior perifovea ve nasal perifovea kalınlıklarının yaş ile birlikte değiştiği bulundu. Özellikle 50 yaş ve üzerinde azalma saptanmıştır.

RSLT’de temporal inferior, temporal superior, santral kadrان kalınlıklarının yaş ile birlikte değiştiği bulundu. 60-73 yaş aralığındaki hastaların bu kadrانlardaki kalınlıklarının 20-29, 30-39, 40-49 yaş gruplarında ki hastalara göre anlamlı olarak azaldığı saptandı.

Birçok çalışma yaşa bağlı retinal kılcal damarlarda oklüzyon ve atrofi geliştiğini, koryokapillarisdeki kan akışının azaldığını ve koroid kalınlığının incelendiğini bildirmiştir. Ayrıca yaşla beraber, iç retina katmanlarındaki nöronların kaybolduğunu, fotoreseptörlerin, gangliyon hücrelerinin ve retina pigment epiteli hücrelerinin yoğunluğunda histolojik azalma olduğu gösterilmiştir. Buradan hareketle hastalıkların tanılarında yaşa bağlı bu değişimin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

OKT ve OKTA sonuçlarının yorumlanması optik disk ve retinayı etkileyen hastalıkların tanı, takip ve tedavisinde ciddi bir yarar sağlayacaktır. Bu yöntemlerin rutin

klirik uygulamalarda kullanılmadan 6nce mevcut yaş grupları dikkate alınmalıdır. OKT ve OKTA tarafından yapılan retinal kalınlık ve vasküler dansite 6l6ç6mleri sağlıklı bireylerde geniş farklılıklar g6stermektedir. T6m yaş gruplarından ve etnik k6kenlerden sağlıklı g6zleri analiz eden daha b6y6k verili 6alışmalar ile yaşa bağlı ikincil değişimlerin ve yaşlı hastaları sıklıkla etkileyen makula ve retinal vask6ler hastalıkların erken bir g6stergesi olarak olası varyasyonları tespit etmek i6in tarama kılavuzları geliştirmek gerekmektedir. Bu 6alışma ile elde edilen normal değerlerin gelecekte yapılacak olan 6alışmalara ışık tutabileceği d6ř6n6ld6.



7. KAYNAKLAR

- Adhi M, Aziz S, Muhammad K, Adhi MI. Macular thickness by age and gender in healthy eyes using spectral domain optical coherence tomography. *PLoS One*. 2012;7:e37638.
- Alamouti B, Funk J. Retinal thickness decreases with age: An OCT study. *Br J Ophthalmol*. 2003;87:899-901.
- Appukuttan B, Giridhar A, Gopalakrishnan M, Sivaprasad S. Normative spectral domain optical coherence tomography data on macular and retinal nerve fiber layer thickness in Indians. *Indian J Ophthalmol*. 2014;62(3):316-321.
- Aydın A, Bilge AH. Optik Koherans Tomografinin Glokomda Yeri. *Glokom-Katarakt Oftalmoloji Dergisi*. 2007;2(2):77-82.
- Balazsi AG, Rootman J, Drance SM, Schulzer M, Douglas GR. The effect of age on the nerve fiber population of the human optic nerve. *Am J Ophthalmol*. 1984;97:760-6.
- Bendschneider D, Tornow RP, Horn FK, Laemmer R, Roessler CW, Juenemann AG, et al. Retinal nerve fibre layer thickness in normals measured by spectral domain OCT. *J Glaucoma*. 2010;19:475-82.
- Bird AC, Weale RA. On the retinal vasculature of the human fovea. *Exp Eye Res*. 1974;19(5):409-17.
- Bischoff PM, Flower RW. Ten years experience with choroidal angiography using indocyanine green dye: a new routine examination or an epilogue? *Doc Ophthalmol*. 1985;60(3):235-291.
- Bonini Filho MA, Adhi M, de Carlo TE, Ferrara D, Bauman CR, Witkin AJ, et al. Optical coherence tomography angiography in retinal artery occlusion. *Retina*. 2015;35:2339-2346.
- Bron A, Tripathi C, Tripathi B. *Wolff's anatomy of the eye and orbit*. 8th ed. New York: Chapman and Hall; 1997.
- Buttery RG, Hinrichsen CF, Weller WL, Haight JR. How thick should a retina be? A comparative study of mammalian species with and without intraretinal vasculature. *Vision Res*. 1991;31:169-178.
- Chen, X, Rahimy E, Sergott RC, Nunes RP, Souza EC, Choudhry N, et al. Spectrum of retinal vascular diseases associated with paracentral acute middle maculopathy. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(1):26-34.
- Coscas F, Glacet-Bernard A, Miere A, Caillaux V, Uzzan J, Lupidi M, et al. Optical coherence angiography in retinal vein occlusion: evaluation of superficial and deep capillary plexuses. *Am J Ophthalmol*. 2016;161:160-171.
- Coscas F, Sellam A, Glacet-Bernard A, Jung C, Goudot M, Miere A, et al. Normative data for vascular density in superficial and deep capillary plexuses of healthy adults assessed by optical coherence tomography angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:211-223.

- Coscas G, Lupidi M, Coscas F, Cagini C, Souied EH. Optical coherence tomography angiography versus traditional multimodal imaging in assessing the activity of exudative age-related macular degeneration: a new diagnostic challenge. *Retina*. 2015;35:2219-2228.
- Coscas G, Lupidi M, Coscas F. Heidelberg Spectralis Optical Coherence Tomography Angiography: Technical Aspects. *Dev Ophthalmol*. 2016; 56: 1-5.
- Couturier A, Man'è V, Bonnin S, Erginay A, Massin P, Gaudric A, et al. Capillary plexus anomalies in diabetic retinopathy on optical coherence tomography angiography. *Retina*. 2015;35:2384-2391.
- De Carlo TE, Romano A, Waheed NK, Duker JS. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). *Int J Retina Vitreous*. 2015;1:5.
- Falavarjani KG, Shenazandi H, Naseri D, Anvari P, Kazemi P, Aghamohammad F, et al. Foveal Avascular Zone and Vessel Density in Healthy Subjects: An Optical Coherence Tomography Angiography Study. *J Ophthalmic Vis Res*. 2018;13(3): 260-265.
- Fujimoto JG, Pitris C, Boppart SA, Brezinski ME. Optical coherence tomography: an emerging technology for biomedical imaging and optical biopsy. *Neoplasia*. 2000;2(1-2):9- 25.
- Fujiwara A, Morizane Y, Hosokawa M, Kimura S, Shiode Y, Hirano M, et al. Factors affecting foveal avascular zone in healthy eyes: an examination using swept source optical coherence tomography angiography. *PLoS One*. 2017;12(11):e0188572.
- Gao H, Hollyfield JG. Aging of the human retina. Differential loss of neurons and retinal pigment epithelial cells. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992;33:1-17.
- Girkin CA, McGwin G Jr, Sinai MJ, Sekhar GC, Fingeret M, Wollstein G, et al. Variation in optic nerve and macular structure with age and race with spectraldomain optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2011; 118:2403–2408.
- Göker YŞ, Kızıltoprak H. Quantitative Features of The Foveal Avascular Zone and Macular Capillary Plexuses In Healthy Individuals: An Optical Coherence Tomography Angiography Study. *Ret-Vit*. 2019; 28:131-136.
- Grover S, Murthy RK, Brar VS, Chalam KV. Normative Data for Macular Thickness by High-Definition Spectral-Domain Optical Coherence Tomography (Spectralis). *Am J Ophthalmol*. 2009;148(2):266-71.
- Harwerth RS, Wheat JL, Rangaswamy NV. Age-related losses of retinal ganglion cells and axons. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(10):4437-43.
- Hayreh SS. Segmental nature of the choroidal vasculature. *Br J Ophthalmol*. 1975;59(11): 631-648.
- Hirasawa H, Tomidokoro A, Araie M, Araie M, Konno S, Saito H, Iwase A, et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness determined by spectral-domain optical coherence tomography in ophthalmologically normal eyes. *Arch Ophthalmol*. 2010;128:1420–1426.

- Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, et al. Optical coherence tomography. *Science*. 1991;254:1178-81.
- Huang Y, Cideciyan AV, Papastergiou GI, Banin E, Semple-Rowland SL, Milam AH, et al. Relation of optical coherence tomography to microanatomy in normal and rd chickens. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1998;39:2405-2416.
- Iafe NA, Phasukkijwatana N, Chen X, Sarraf D. Retinal capillary density and foveal avascular zone area are age-dependent: quantitative analysis using optical coherence tomography angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57:5780-5787.
- İnan S. Retina Anatomisi. *Kocatepe Tıp Dergisi* 2014;15(3):355-9.
- Jia Y, Tan O, Tokayer J, Potsaid B, Wang Y, Liu JJ, et al. Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. *Opt Express*. 2012;20:4710-4725.
- Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol*. 1999;43(4):293-320.
- Kanai K, Abe T, Murayama K, Yoneya S. Retinal thickness and changes with age. *Nihon Ganka Gakkai Zasshi*. 2002;106(3):162-165.
- Kanamori A, Escano MF, Eno A, Nakamura M, Maeda H, Seya R, et al. Evaluation of the effect of aging on retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography. *Ophthalmol*. 2003;217:273-8.
- Kanski JJ. *Klinik Oftalmoloji*. Ankara: Güneş Kitabevi; 2011. p. 594-646
- Kashani AH, Chen CL, Gahm JK, Zheng F, Richter GM, Rosenfeld PJ. Optical coherence tomography angiography: A comprehensive review of current methods and clinical applications. *Prog Retin Eye Res*. 2017;60:66-100.
- Kawali A, Pichi F, Avadhani K, Invernizzi A, Hashimoto Y, Mahendradas P. Multimodal Imaging of the Normal Eye. *Ocular Immunology and Inflammation*. 2017;25:721-731.
- Keane PA, Sadda SR. Imaging chorioretinal vascular disease. *Eye*. 2010;24(3):422-427.
- Klien BA. Regional and aging characteristics of the normal choriocapillaris in flat preparations. *Am J Ophthalmol*. 1966;61:1191-1197.
- Koca N, Ayar K, Can ME. Optical coherence tomography angiography findings in axial spondylarthritis. *Rheumatol Int*. 2020;40(6):901-913.
- Leung CK, Cheung CY, Weinreb RN, Lee G, Lin D, Pang CP, et al. Comparison of macular thickness measurements between time domain and spectral domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49:4893-4897.
- Leung CK, Ye C, Weinreb RN, Cheung C Y, Qiu Q, Liu S, et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography a study on diagnostic agreement with Heidelberg Retinal Tomograph. *Ophthalmology*. 2010;117:267-274.

- Lim CW, Cheng J, Tay ELT, Teo HY, Wong EPY, Yong VKY, et al. Optical coherence tomography angiography of the macula and optic nerve head: microvascular density and test-retest repeatability in normal subjects. *BMC Ophthalmology*. 2018;18:315.
- Lumbroso B, Huang D, Chen JC, Jia Y, Rispoli M, Romano A. Interpretation of Optical Coherence Tomography Angiography: In Huang D, Jia Y, Gao SS, editors. *Clinical OCT Angiography Atlas*. London: Jaypee; 2015.p. 8-16.
- Mammo Z, Heisler M, Balaratnasingam C, Lee S, Yu DY, Mackenzie P, et al. Quantitative Optical Coherence Tomography Angiography of Radial Peripapillary Capillaries in Glaucoma, Glaucoma Suspect, and Normal Eyes. *Am J Ophthalmol*. 2016;170:41-49.
- Manassakorn A, Chaidaroon W, Ausayakhun S, Aupapong S, Wattananikorn S. Normative database of retinal nerve fiber layer and macular retinal thickness in a Thai population. *Jpn J Ophthalmol*. 2008;52(6):450-456.
- Maruko I, Iida T, Sugano Y, Ojima A, Sekiryu T, et al. Subfoveal choroidal thickness after treatment of central serous chorioretinopathy. *Ophthalmology*. 2010;117(9):1792-1799.
- Mumcuoğlu T, Erduman C, Durukan AH. Optik koherens tomografi prensipleri ve uygulamadaki yenilikler. *T Oft Gaz*. 2008; 38:168-175.
- Nemiroff J, Phasukkijwatana N, Sarraf D. Optical coherence tomography angiography of deep capillary ischemia. *Dev Ophthalmol*. 2016;56:139-45.
- Nieves-Moreno M, Martínez-de-la-Casa JM, Morales-Fernández L. Impacts of age and sex on retinal layer thicknesses measured by spectral domain optical coherence tomography with Spectralis. *PLoS One*. 2018;13:3.
- Novotny HR, Alvis DL. A method of photographing fluorescence in circulating blood in the human retina. *Circulation*. 1961;24:82-86.
- O'dwyer PA, Akova YA. Temel göz hastalıkları. Ankara: Güneş Kitabevi; 2015. p. 633-653.
- Oh J, Baik DJ, Ahn J. Inter-relationship between retinal and choroidal vasculatures using optical coherence tomography angiography in normal eyes. *European Journal of Ophthalmology*. 2020;30(1):48-57.
- Ooto S, Hangai M, Sakamoto A, Tomidokoro A, Araie M, Otani T, et al. Three-dimensional profile of macular retinal thickness in normal Japanese eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010;51:465-473.
- Özçetin H. Optik Koherens Tomografi. Glokomda OKT. Ankara: Optronik; 2007.p.207-40.
- Özdemir H, Arf S, Karaçorlu M. Maküla Hastalıklarında Optik Kohorens Tomografi. İstanbul: Güneş Kitabevi; 2015. p. 3-20.
- Panda-Jonas S, Jonas JB, Jakobczyk-Zmija M. Retinal photoreceptor density decreases with age. *Ophthalmol*. 1995;102:1853-9.

- Parikh RS, Parikh SR, Sekhar GC, Prabakaran S, Babu JG, Thomas R. Normal Age-Related Decay of Retinal Nerve Fiber Layer Thickness. *Ophthalmology*. 2007;114(5):921-926.
- Puliafito CA, Hee MR, Lin CP, Reichel E, Schuman JS, Duker JS, et al. Imaging of macular diseases with optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 1995;102:217-29.
- Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1989;107:453-464.
- Radius RL. Anatomy and embryology of the optic nerve. Glaucoma. Section I. Vol. 7. Textbook of Ophthalmology. Podos SM, Yanoff M. editors. London; Mosby; 1994.
- Ramakrishnan R, Mittal S, Ambatkar S, Kader MA. Retinal nerve fibre layer thickness measurements in normal Indian population by optical coherence tomography. *Indian J Ophthalmol*. 2006;54:11-5.
- Recep ÖF. Göz anatomisi. Ankara: Dünya Tıp Kitabevi; 2016. p. 145-166.
- Remington LA, Goodwin D. Clinical Anatomy and Physiology of the Visual System. 3 rd, ed. St Louis: Elsevier; 2012.
- Repka MX, Quigley HA. The Effect of Age on Normal Human Optic Nerve Fiver Number and Diameter. *Ophthalmology*. 1989;96(1):26-32.
- Sadler TW. Langman's Medical Embryology, 12th ed. Eye. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. p. 329-39.
- Samara WA, Say EA, Khoo CT, 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):2188-95.
- Sato R, Kunikata H, Asano T, Aizawa N, Kiyota N, Shiga Y, et al. Quantitative analysis of the macula with optical coherence tomography angiography in normal Japanese subjects: the taiwa study. *Scientific Reports*. 2019;9:8875.
- Schuman, JS. Spectral domain optical coherence tomography for glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2008;106:426-58.
- Schwartz DM, Zawadzki RJ, Kim DY, Werner JS, Fraser SE, Fingler J, et al. Optical imaging of the chorioretinal vasculature in the living human eye. *Proc Natl Acad Sci*. 2013;110(35):14354-9.
- Shahlaee A, Samara WA, Hsu J, Say EAT, Khan MA, Sridhar J, et al. In vivo assessment of macular vascular density in healthy human eyes using optical coherence tomography angiography. *Am J Ophthalmol*. 2016;165:39-46.
- Shen C, Shu Yan, Min Du, Zhao H, Shao L, Hu Yet al. Assessment of choroidal osteoma complicating choroidal neovascularization by optical coherence tomography angiography. *Int Ophthalmol*. 2018;38(2):787-92.

- Sigelman J. Surgical anatomy of the retina. Retinal diseases pathogenesis, laser therapy and surgery. Boston, Toronto: Little Brown and Company; 1984. p. 3-65.
- Smith MF, Doyle JW. Clinical examination of glaucoma. Ophthalmology. 2nd ed. In: Yanoff M, Duker JS, editors. St Louis: Mosby; 2004. p. 1431-40.
- Snell RS, Lemp MA. Clinical anatomy of the eye. The orbital blood vessels. 2nd Edition. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd; 1998. p. 277-89.
- Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. JAMA Ophthalmol. 2015;133(1):45-50.
- Spaide RF. Choriocapillaris flow features follow a power law distribution: implications for characterization and mechanisms of disease progression. Am J Ophthalmol. 2016;170:58–67.
- Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, Sadda SR, Staurengi G. Optical coherence tomography angiography. Progress in Retinal and Eye Research. 2018;64:1-55.
- Stamper RL, Liberman MF, Drake MV. Clinical evaluation of the optic nerve head. Becker & Shaffer's. Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Seventh Ed. St Louis-Missouri: Mosby; 1999. p. 190-215.
- Sugahara M, Miyata M, Ishihara K, Gotoh N, Morooka S, Ogino K, et al. Optical coherence tomography angiography to estimate retinal blood flow in eyes with retinitis pigmentosa. Sci Rep. 2017;7:46396.
- Tan PEZ, Yu PK, Balaratnasingam C, Cringle SJ, Morgan WH, McAllister IL, et al. Quantitative Confocal Imaging of the Retinal Microvasculature in the Human Retina. Invest Ophthalmology Vis Sci. 2012;53(9):5728.
- Varma R, Minckler DS. Anatomy and pathophysiology of the retina and optic nerve. In Ritch R, et al, editors. The Glaucomas. St Louis: Mosby; 1996.p.139-249.
- Wei E, Jia Y, Tan O, Potsaid B, Liu JJ, Choi W, et al. Parafoveal retinal vascular response to pattern visual stimulation assessed with OCT angiography. PLoS One. 2013;8(12):e81343.
- Wylęgała A, Teper S, Dobrowolski D, Wylęgała E. Optical coherence angiography: A review. Medicine (Baltimore). 2016;95(41):4907.
- Yi J, Liu W, Chen S, Backman V, Sheibani N, Sorenson CM, et al. Visible light optical coherence tomography measures retinal oxygen metabolic response to systemic oxygenation. Light Sci Appl. 2015;4:334.
- Yu J, Jiang C, Wang X, Zhu L, Gu R, Xu H, et al. Macular perfusion in healthy Chinese: an optical coherence tomography angiogram study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015;56:3212-3217.
- Yu PK, Balaratnasingam C, Cringle SJ, McAllister IL, Provis J, Yu, DY. Microstructure and network organization of the microvasculature in the human macula. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010;51(12):6735–6743.

Yun C, Nam KT, Park S, Hwang SY, Oh J. Features of the choriocapillaris on four different optical coherence tomography angiography devices. *Int Ophthalmol*. 2020;40:325-333.

