

MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı

**İDİYOPATİK MAKÜLER HOL CERRAHİSİNİN RETİNA
TABAKALARI VE MİKROVASKÜLER YAPILARI
ÜZERİNE ETKİLERİNİN OPTİK KOHERENS
TOMOGRAFİ ANJİYOĞRAFİ İLE ARAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Seda MADEN MERCAN

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Emin KURT

Manisa, 2024

ÖNSÖZ

Asistanlık ve tez çalışma sürecim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda destek ve yardımlarını gördüğüm, değerli tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Emin Kurt'a,

Uzmanlık eğitimim ve tezimin her aşamasında gerekli destekleri sunan, emeği geçen, bana her konuda destek olan, tüm bilgi, birikim ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Süleyman Sami İlker'e, Prof. Dr. Özcan Rasim Kayıkçıoğlu'na, Doç. Dr. Hüseyin Mayalı'ya, Doç. Dr. Üyesi Muhammed Altınışik'a ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Erdoğan'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca birçok güzel anı paylaştığım, birlikte huzur içinde çalıştığım gerek çalışma ortamımda gerekse özel hayatımda her zaman bana destek olan uzmanlık eğitimini tamamlamış ve hala araştırma görevlisi olarak görev yapan tüm asistan arkadaşlarıma, tüm göz hastalıkları hemşirelerine, sekreterlerine ve personellerine,

Hayatım boyunca hep yanımda olan, her zorlukta bana destek olan canım annem, babam, kardeşlerim ve tanıdığım andan itibaren hayatımın her anında, tıp hayatımda ve asistanlık sürecimde desteğini, ilgisini ve sevgisini hep yanımda hissettiğim sevgili eşim Dr. Mert MERCAN'a

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimle...

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR DİZİNİ	IV
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
I. GİRİŞ-AMAÇ	1
II. GENEL BİLGİLER	3
II.1. Retina	3
II.1.1- Retina Embriyolojisi	3
II.1.2- Retina Anatomisi ve Histolojisi	3
II.1.3- Retina Topografik Anatomisi	4
II.1.4- Retinanın Vasküler Yapısı	6
II.2 Vitreus ve Vitreomaküler Ara Yüzey	7
II.2.1 Vitreus Embriyolojisi	7
II.2.2 Vitreus ve Vitreomaküler Ara Yüzey Anatomisi ve Histolojisi	7
II.2.3 Vitreus ve Vitreomaküler Ara Yüzeyde Yaşa Bağlı Değişiklikler ..	9
II.2.4 Vitreomaküler Ara Yüzey Hastalıkları ve Patofizyolojisi	10
II.3 İdiyopatik Tam Kat Maküler Hol	15
II.3.1 İdiyopatik Tam Kat Maküler Hol Tedavisi	20
II.4 Optik Koherens Tomografi Anjiyografi	26
III. GEREÇ VE YÖNTEM	28
III.1 Hasta Seçimi ve Klinik Muayene	28
III.2 Cerrahi Prosedür	29
III.3 Verilerin Toplanması	30

III.4 İstatistiksel Analiz	34
IV. BULGULAR.....	35
V. TARTIŞMA	41
VI. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
VII. ÖZET.....	52
VIII. ABSTRACT	54
IX. KAYNAKLAR.....	56



KISALTMALAR DİZİNİ

RPE:	Retina pigment epiteli
İLM:	İnternal limitan membran
RSLT:	Retina sinir lifi tabakası
İPT:	İç pleksiform tabaka
İNT:	İç nükleer tabaka
DPT:	Dış pleksiform tabaka
DNT:	Dış nükleer tabaka
FAZ:	Foveal avasküler zon
YKP:	Yüzeyel kapiller pleksus
DKP:	Derin kapiller pleksus
PVD:	Posterior vitre dekolmanı
VMA:	Vitreomaküler adezyon
VMT:	Vitreomaküler traksiyon
ERM:	Epiretinal membran
İVMTSG:	İnternational vitreomacular traction study group
OKT:	Optik koherens tomografi
MH:	İdiyopatik maküler hol
DOF:	Delik oluşum faktörü
MHI:	Maküler hol indeksi
DÇİ:	Delik çap indeksi
DKİ:	Delik kalınlık indeksi
PPV:	Pars plana vitrektomi
İSY:	İndosiyanin yeşili
TM:	Tripan mavisi
BM:	Brilliant mavisi
KMÖ:	Kistoid maküler ödem
FFA:	Fundus florescein anjiyografi

EİDGK: En iyi düzeltilmiş görme keskinliği

LOGMAR: Logarithm of the minimum angle of resolution

GİB: Göz içi basıncı

ETDRS: Early treatment diabetic retinopathy study

VD: Vasküler dansite

KKA: Koryokapillaris kan akımı

SfKK: Subfoveal koroid kalınlığı

SMK: Santral maküler kalınlık

OKTA: Optik koherens tomografi anjiyografi



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1: Çalışma hastalarının tanımlayıcı ve klinik özellikleri	35
Tablo 2: Çalışmaya alınan hastaların gözlerine ait ameliyat bilgileri	36
Tablo 3: Çalışma hastalarının ortalama en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve zamana göre değişimleri (LogMAR tabanlı)	36
Tablo 4: İLM eksizyon ve İLM flep gruplarının gözlerinin en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve zamana göre değişimi (LogMAR tabanlı).....	37
Tablo 5: Çalışma gruplarının yüzeyel kapiller pleksus damar dansitesinin (%) dağılımları	37
Tablo 6: Çalışma gruplarının derin kapiller pleksus damar dansitesinin (%) dağılımları	38
Tablo 7: Çalışma gruplarının foveal avasküler zon alanı, santral maküla kalınlığı ve subfoveal koroid kalınlığı ölçümleri	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Retinanın histolojik yapısı.....	4
Şekil 2: Retinanın histolojik olarak OKT görüntüsü	4
Şekil 3: Retina topografik bölümleri.....	5
Şekil 4: Posterior vitreus dekolmanı (PVD) gelişimi şematik gösterimi	10
Şekil 5: VMA OKT görüntüsü.	11
Şekil 6: VMT OKT görüntüsü.....	12
Şekil 7: Lameller hol OKT görüntüsü.....	13
Şekil 8: Psödohol OKT görüntüsü.	13
Şekil 9: ERM OKT görüntüsü	14
Şekil 10: MH hol fundus fotoğrafı	15
Şekil 11: MH optik koherens tomografi görüntüsü.....	15
Şekil 12: MH gelişim evreleri şematik gösterimi	17
Şekil 13: Gass ve İVMTSG sınıflandırmalarının karşılaştırması.....	18
Şekil 14: MH ölçümleri	19
Şekil 15: Vital boyalar ve özellikleri	21
Şekil 16: İntraoküler gazlar ve özellikleri	23
Şekil 17: MH kapanma şekilleri	24
Şekil 18: OKTA'daki vasküler dansite ve santral maküler kalınlık değerleri..	32
Şekil 19: OKTA'da FAZ ilişkili değerler	32
Şekil 20: OKTA'da dış retina kan akım alanı değerleri	33
Şekil 21: OKTA'da 1 mm'lik alanda koryokapillaris akım alanı değerleri	33
Şekil 22: OKTA radial maküla kesiti.....	34

I. GİRİŞ-AMAÇ

İdiyopatik maküler hol (MH) iç limitan membrandan retina pigment epiteli tabakasına kadar tüm katmanları içine alan foveal defektir.¹ Hastalar santral skotom, görme keskinliğinde azalma ve metamorfopsi gibi şikayetlerle başvururlar.² Yıllık insidansı 8/100000 olmakla birlikte genellikle 6-7. dekatlarda ve kadınlarda erkeklere göre 2-3 kat daha fazla görülür.³ MH tanısında optik koherens tomografi (OKT) altın standart olarak kabul edilir. Gass ve ark. MH etyolojisinde prefoveal vitreus korteksinden kaynaklanan tanjansiyel traksiyonel kuvvetlerin rol aldığını belirtmişlerdir.⁴ Diğer bazı yazarlar tarafından ise ilerleyen dönemlerde başlangıçta perifoveal posterior vitreus dekolmanının (PVD) anteroposterior yönde güç oluşturduğu, intraretinal psödokistlerin olduğu, oluşan kistlerin ise genişleyip birleşerek tam kat MH'yi oluşturduğu gösterilmiştir.^{5,6}

MH tedavisi cerrahidir. İlk kez Kelly tarafından 1991 yılında pars plana vitrektomi (PPV) ile başarı ile tedavi edilmiştir.⁷ Günümüzde en sık uygulanan ve en etkin tedavi yöntemi vitrektomi, ardından internal limitan membran (İLM) soyulması ve endotamponad uygulamasıdır.^{8,9} 400 mikrondan küçük deliklerde tedavi İLM soyulmasıyken, daha büyük ve dirençli deliklerde farklı teknikler tanımlanmıştır. Bu hastalarda İLM serbest flep ve inverted (ters) İLM flep tekniği kullanılabilmektedir.¹⁰

Optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA), retina yüzeyel kapiller plekus (YKP) ve derin kapiller pleksuslarının (DKP), foveal avasküler zonun (FAZ) ve koroid vasküleritesinin kalitatif ve kantitatif değerlendirmesini sağlayan non-invaziv, kontrast madde kullanımına ihtiyaç duymayan, tekrarlanabilir bir görüntüleme yöntemidir. Bu görüntüleme yöntemi retina üzerindeki belirli bir bölgenin tekrarlı olarak alınan B-tarama OKT kesitleri pikseller düzeyinde karşılaştırılarak analiz edilir.¹¹

Çalışmamızda hastanemizde MH nedeniyle opere edilen hastaların ameliyat sonrası retina ve koryokapillaris tabakalarında değişiklik olup

olmadığını hastaların diğer gözleri ve kontrol grubuyla karşılaştırarak OKTA ile tespit etmeyi amaçladık.



II. GENEL BİLGİLER

II.1. Retina

II.1.1- Retina Embriyolojisi

Embriyolojik olarak retina, optik vezikülün distal bölümündeki nöroektodermden gelişir. İntrauterin yaşamın birinci ayında optik vezikül, yüzey ektoderme yaklaşır ve lens vezikülü belirmeye başlar. Bu süreçle eş zamanlı olarak, optik vezikülün kendi içine gömülmesi sonucu ikincil optik vezikül meydana gelir. İkincil optik vezikülün dış tabakası retina pigment epitelini, iç tabakası ise retinanın diğer katmanlarını oluşturur.¹²

II.1.2- Retina Anatomisi ve Histolojisi

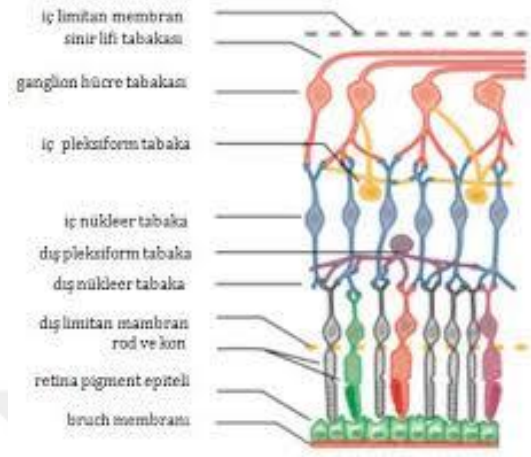
Retina, gözün en iç tabakasını oluşturur. İç kısmı vitreusa temas ederken, dış yüzeyi retina pigment epitelinden (RPE) potansiyel bir boşlukla ayrılır. Retina, periferde incedir ve arka kutba gittikçe kalınlaşmaktadır.

Sinir lifi tabakası dışındaki tüm retina katmanları optik diskde son bulur. Retina, pigment epiteli aracılığıyla sklera ile benzer şekli alır ve bu bölgede yalnızca iki noktada, optik disk ve ora serratada, sıkı bir yapışma mevcuttur.¹³

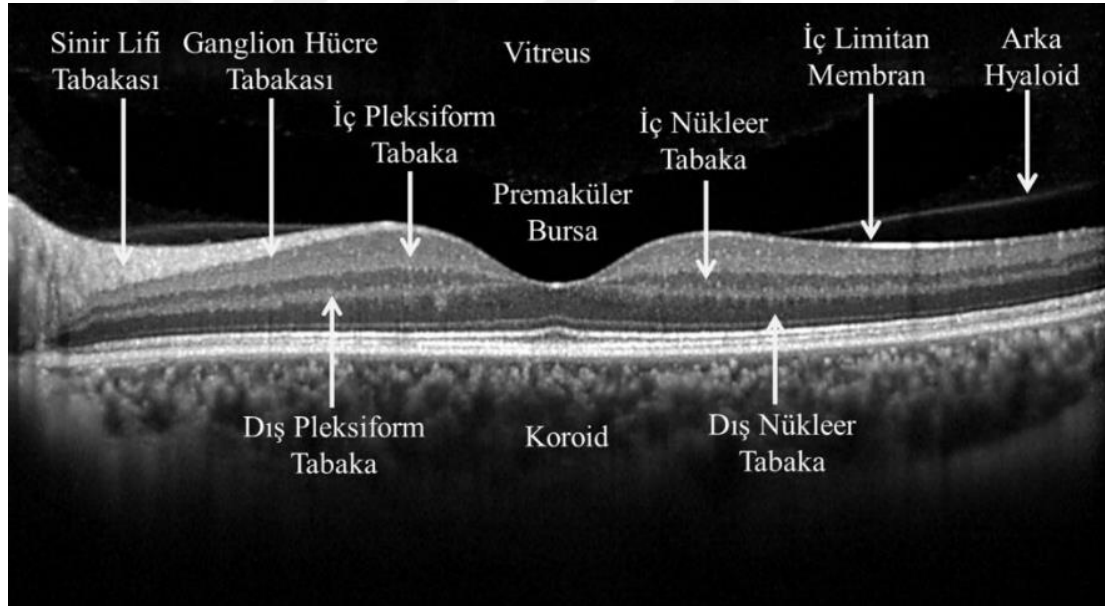
Retina dıştan içe 10 histolojik tabakadan oluşur:

- I. İç limitan membran (ILM)
- II. Retina sinir lifi tabakası (RSLT)
- III. Gangliyon hücre tabakası
- IV. İç pleksiform tabaka (İPT)
- V. İç nükleer tabaka (İNT)
- VI. Dış pleksiform tabaka (DPT)
- VII. Dış nükleer tabaka (DNT)

- VIII. Dış limitan membran
- IX. Fotoreseptör tabaka
- X. Retina pigment epiteli (RPE)



Şekil 1: Retinanın histolojik yapısı



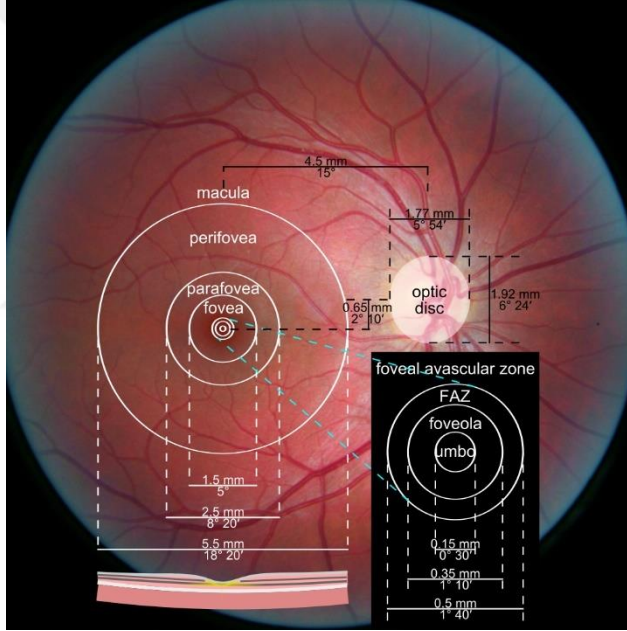
Şekil 2: Retinanın histolojik olarak OKT görüntüsü

II.1.3- Retina Topografik Anatomisi

Retina; maküla, ekvator ve ora serrata olmak üzere üç bölümden ayrılır.

Maküla: Birkaç katlı ganglion hücre tabakasından oluşan, temporal vasküler arkadlar arasında kalan 5-6 mm'lik alandır. Fovea, parafovea ve perifovea olarak üç bölümden oluşur.¹³

- Fovea: 1.5 mm çapında maküla santralindeki alandır. Fotoresptörler bakımından zengindir.
- Foveola: Fovea santralinde 0.35 mm'lik, sadece koni fotoresptörlerinin ve müller hücrelerinin bulunduğu alandır.
- Umbo: Foveolanın merkezinde en keskin görmenin olduğu alandır.
- Parafovea: Foveanın etrafında 0.5 mm genişliğindeki alandır.
- Perifovea: Parafovea etrafında 1.5 mm genişliğindeki, makülanın periferik alanıdır.¹⁴



Şekil 3: Retina topografik bölümleri

Ekvator: Maküla ve ora serrata arasında kalan, rod fotoresptörlerinin ağırlıkta olduğu retina bölümüdür.

Ora serrata: Retina ve pars plana arasındaki sınırdır. Dişli görünümü nedeniyle bu ismi almıştır. Periferik retina pars planaya doğru yaklaştıkça inceliyor sonlanarak pars plananın non pigmente epiteli ile devam eder.¹³

II.1.4- Retinanın Vasküler Yapısı

Retina, birim ağırlık başına oksijen tüketimi açısından insan vücudundaki diğer dokulardan farklılık gösterir. Bu yüksek metabolik ihtiyacı karşılamak için iki ayrı dolaşım sistemi bulunur. Dış pleksiform, dış nükleer tabaka, fotoreseptör ve pigment epitelinden oluşan retinanın üçte birlik dış kısmı koroid dolaşımından, 2/3'lük iç kısmı ise santral retina arterinden beslenir.

Santral retina arteri, globun 8-15 mm gerisinden optik sinire penetre olur ve optik sinirin merkezinden geçerek glob içine doğru ilerler. Daha sonra superior ve inferior papiller dallara, bu dallar da temporal ve nazal dallara ayrılarak ilerler. Arterler retinal sinir lifi tabakası ve ganglion hücre tabakası içerisinde ilerler. Retinal arter ve arterioller yalnızca iç tabakada bulunur, kapillerler iç nükleer tabakaya girerek derinleşirler.^{15,16}

Santral retinal ven, optik sinirin içinde arterin temporalinde yer alır. Retinal venler genellikle arteryel dallanmayı takip eder ve iç retinada bulunur. Perifere gittikçe arterler gibi venül halini alırlar.

Arteriol ve venül arası bağlantılar kapillerler aracılığıyla olur. Retinada ora serrata ve gerisindeki 1.5 mm'lik alanda, fovea santralinde 0.5 mm çapındaki alanda (FAZ) ve büyük arter ve venlere komşu alanlarda kapillerler yoktur.¹⁵

Kapiller ağ, arteriol, venül ve arada kalan vasküler yapılardan oluşur. Retina kapillerleri laminar ağ şeklinde düzenlenmiştir. Retinal dolaşımda iki kapiller ağ bulunur. İç nükleer tabakada DKP, sinir lifi ve ganglion hücre tabakaları arasında ise YKP bulunur.

Koroid, retinanın dış katmanlarının kanlanması sağlayan ve büyük bir kısmı kan damarlarından oluşan gözün ana vasküler yapısını temsil eder. Retinayı beslemek dışında termoregülasyon, koroidal kalınlıkla ilişkili olarak retinal pozisyonu ayarlama, büyüme faktörlerinin üretimi gibi görevleri de bulunur.^{15,17}

Klasik olarak, koroid skleradan retinaya kadar 5 katmandan oluşur: dış pigment tabakası ya da suprakoroid, Haller tabakası (dış vasküler tabaka), Sattler tabakası (iç vasküler tabaka), koryokapillaris tabakası ve Bruch membranı.¹⁸

II.2 Vitreus ve Vitreomaküler Ara Yüzey

II.2.1 Vitreus Embriyolojisi

Vitreus embriyolojisi 3 evrede incelenir.¹⁹

- Primer vitreus: İntrauterin yaşamın birinci ayında, optik kap ile nöroektodermden gelişen lens vezikülü arasında oluşan boşlukta mezenkimal ve fibriler materyal birikmesi sonucu oluşmaya başlar. Bu yapı, hiyaloid arter ve dallarını içerir.
- Sekonder vitreus: 6. ve 9. haftalar arasında gelişmeye başlar ve embriyolojik hayatta gelişimini sürdürür. Vitreus kavitesi genişlerken hiyaloid arter sistemi geriler. Ana hiyaloid arter boşluğu, lensin arka yüzeyinden optik diske kadar uzanan sekonder vitreus ile çevrili bir boşluk olarak kalır. Bu kanala Cloquet kanalı denir.
- Tersiyer vitreus: Lens ile siliyer cisim arasında uzanan vitreus bölgesi, kollajen liflerin birikmesiyle oluşur. Bu bölge sonrasında vitreus taban ve lens zonüllerini oluşturur.

II.2.2 Vitreus ve Vitreomaküler Ara Yüzey Anatomisi ve Histolojisi

Lens ve retina arasında 16.5 mm çapında ve hacmi 4 ml olan vitreus, şeffaf jel benzeri bir yapıdır. Kollajen fibrilleri arasında uzanan hyaluran molekülleri sayesinde jel kıvamını almaktadır. Lensin arkasında bulunan bu jelimsi madde, retinanın çeşitli katmanlarının ve vasküler sisteminin stabilizasyonuna katkı sağlar. Vitreus jelinin kendine özgü dolaşım akışı yoktur ve çevresindeki dokularla karışmaz. Bu sayede, komşu dokulardan salınabilecek moleküller

veya besinler, vitreusun iç yapısına nüfuz edemez ve bu da sinyal iletimini etkilemez. Bu özellik, vitreusun gözün arka segmentinde homeostazın korunmasında önemli bir unsur olmasını sağlar.²⁰

Vitreus santral (kor) ve periferik (kortikal) adı verilen iki bölgeden oluşur. Vitreusun merkezi kısmı olan santral vitreusun yoğunluğu daha azdır ve daha az kollajen fibril içerir. Kortikal vitreus ise daha yoğundur ve daha sıkı paketlenmiş kollajen lifler içerir. Vitreus tabanında, vitreus ora serrataya sıkıca sıkıca yapışıktır. Vitreusun sıkı yapışık olduğu diğer yerler; optik sinir, lens kapsülü, retinal damarlar ve maküladır.²⁰

Vitreus bileşenleri; su, proteinler, glikozaminoglikanlar, metabolitler, hücreler ve elektrolitlerdir. Vitreusun %98'i sudan oluşmaktadır. Kollajenler, glikozaminoglikanlar, proteoglikanlar, glikoproteinler ve diğer kollajen dışı yapısal proteinlerden oluşan makromoleküller vitreus içinde düşük bir yüzdeye sahiptir.^{21,22}

Vitreustaki kollajen konsantrasyonu yaklaşık olarak 300 µg/ml'dir. Vitreus jeli II, V, XI ve IX kollajen tiplerini içerir. Tip II kollajen en fazla konsantrasyonda bulunandır. Vitreusta kollajenler fibriller halinde organize olurlar. Tip V ve XI kollajen vitreus çekirdeğinde bulunur. Tip II kollajen çekirdeği sararken, tip IX kollajen fibrilin yüzey kısmında bulunur.²³

Hyalüronik asit, vitreusun major glikozaminoglikanıdır. Hücre göçü, proliferasyon, adezyon, vitreusun gelişimi ve farklılaşmasında rolleri vardır. Kollajen fibrilleri hyalüronan ile birlikte vitrede iskele benzeri bir yapı oluşturur.²⁴

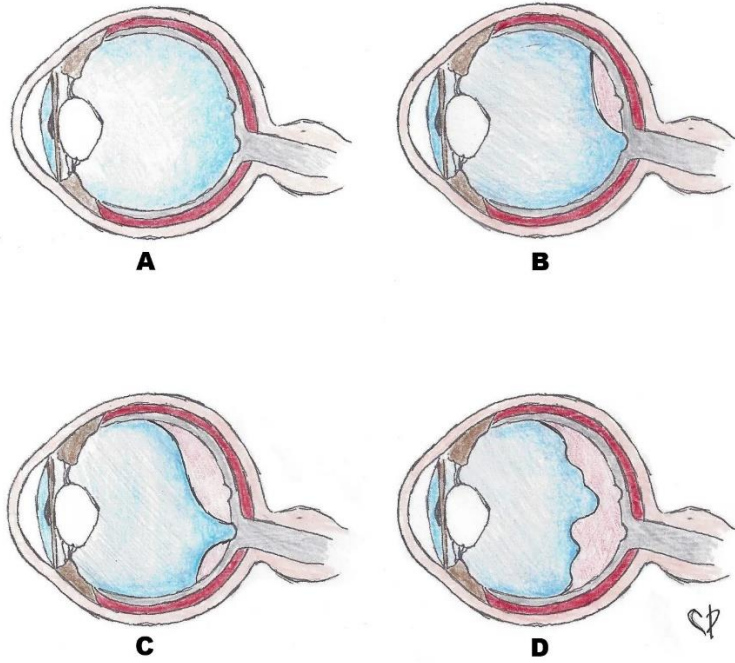
Vitreomaküler ara yüzey arka vitreusun korteksi, retinanın internal limitan membran (İLM) tabakası ve arayı dolduran ekstraselüler matriksten oluşmaktadır. Vitreoretinal arayüzey laminin, fibronektin, tip 4 kollajen ve matriks proteinlerinden oluşmaktadır. Arka vitre korteksindeki kollajen dolaylı olarak İLM'ye ve retinaya laminin ve fibronektin aracılığıyla bağlanır. Sıkı vitreoretinal yapışıklıklar, İLM'nin ince olduğu vitre tabanı, optik disk, fovea ve büyük retina damarları üzerindedir.²⁵ Vitre bazında, kollajen fazla sayıda, kalın

ve İLM'ye doksan derece olarak girerken, ekvator da ve posterior bölgelerde kollajen fibrilleri ince ve retinal yüzeye daha paralel olarak seyreder.²⁶

II.2.3 Vitreus ve Vitreomaküler Ara Yüzeyde Yaş a Bağ lı Değiş iklikler

Yaş amın genellikle dördüncü dekadında, hyalüronik asit ve kollajen arasındaki normal bağlantının dejenerasyonu ile vitreus jel yapısı bozularak sıvılaş ır. Bu olaya sinkizis adı verilir. Bozulan bu bağlantılar nedeniyle eş zamanlı olarak kollajen fibrillerinin agregasyonu yani sinerezisi de gerçekleş ir.²⁷

Vitreus kollajen fibrillerindeki yaş a bağ lı değ iş iklikler, vitreusun sıvı yapıya dönmesiyle beraber vitreoretinal adezyonun azalmasına sebep olur. Yaş lanma süreciyle, arka vitreus korteksi ve İLM arasındaki bağlantının zayıflaması, likefiye olmuş vitrenin retrokortikal alana geçmesine neden olur. Kor vitreusun preretinal boş luğ a geçmesiyle birlikte, vitre gövdesinde ç ökme görülür ve genelde bu durum PVD neden olur (Ş ekil 4). PVD lokalize, parsiyel ya da total olabilir. İ lerleyen yaş , miyop, travma, vitrede olan inflamasyonlar, vitreal distrofiler PVD için önemli risk faktörleridir ve PVD insidansı yaş la birlikte artış göstermektedir.²⁸



Şekil 4: PVD gelişiminin şematik gösterimi

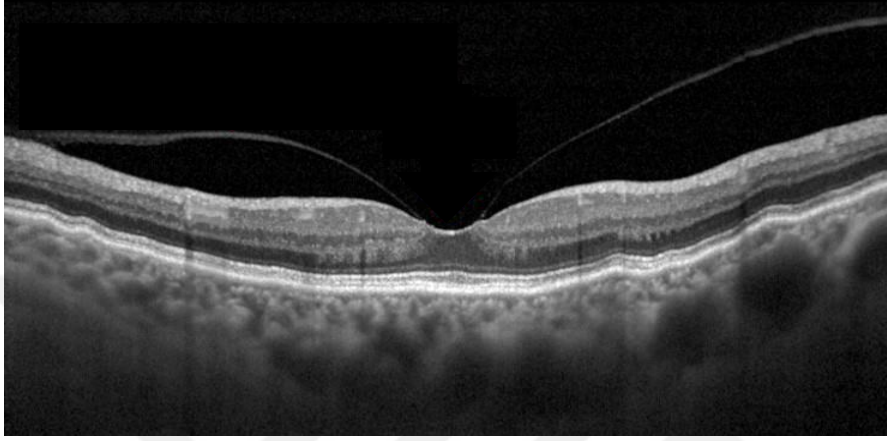
A: Vitreus jeli gözü dolduruyor. B: Maküler PVD (vitreomaküler adezyon yok)
C: Ayrılma periferik ileriye ilerlemiş, yalnızca vitreopapiller adezyon D: Optik disk başından ayrılma.

II.2.4 Vitreomaküler Ara Yüzey Hastalıkları ve Patofizyolojisi

İVMTSG (international vitreomacular traction study group) vitreomaküler arayüzey hastalıklarını altı gruba ayırmıştır: vitreomaküler adezyon (VMA), vitreomaküler traksiyon (VMT), epiretinal membran (ERM), tam kat maküler hol, lameller hol ve psödohol.

Vitreomaküler Adezyon: PVD'de vitreus ayrılmasının tam anlamıyla gerçekleşmediği ve arka vitrenin bir kısmının makülaya yapışık kaldığı durum VMA olarak adlandırılır (Şekil 5). VMA'nın, PVD oluşum sürecinde doğal bir yapı olabileceği düşünülüyor.²⁹ İVMTSG VMA'nın OKT özelliklerine bakılarak dar VMA ($\leq 1500\mu\text{m}$) ve geniş VMA ($>1500\mu\text{m}$) olarak tanımlamıştır.³⁰

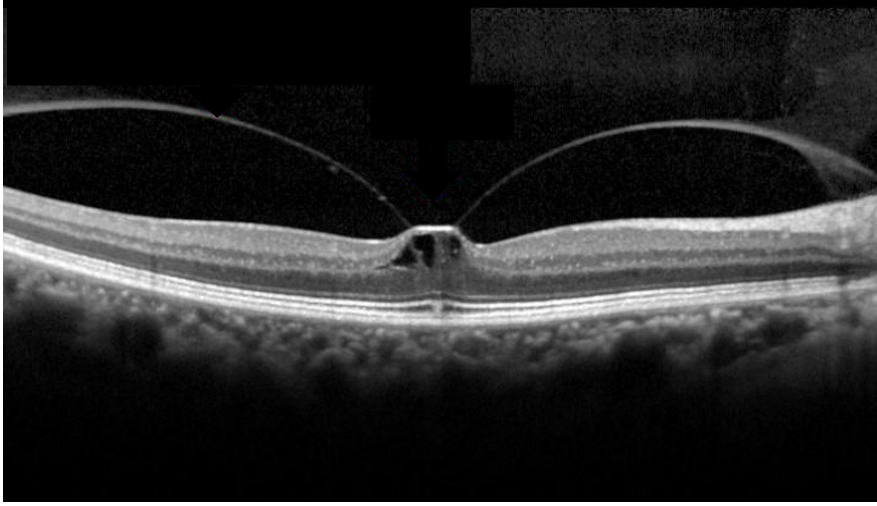
VMA ve erken dönem PVD belirgin retinal değişikliklere sebep olmazlar ve genellikle asemptomatiktir. Bazen floaters (uçuşan cisimler) ve glare (kamaşma) şeklinde semptom verebilirler. PVD'de komplikasyon olarak MH, ERM, VMT, retina yırtıkları ve retina dekolmanları, intravitreal hemorajiler görülebilmektedir.³¹



Şekil 5: VMA OKT görüntüsü.

Vitreomaküler Traksiyon: Vitreal adezyonunun anormal olduğu hastalarda foveal yüzeyde konturu bozan, tam gerçekleşmeyen PVD'de VMT gelişebilmektedir (Şekil 6).³² VMT'ye anteroposterior ve tanjansiyel traksiyon meydana getiren güçlerin sebep olduğu düşünülmektedir.³³ IVMTSG VMT'nin OKT özelliklerine göre dar VMT ($\leq 1500 \mu\text{m}$) ve geniş VMT ($>1500 \mu\text{m}$) olarak tanımlamıştır. VMT fovea bölgesinde distorsiyon, psödokist oluşumu, retina içinde yapısal farklılıklara ve foveal dekolman gibi durumlara yol açabilir.³⁰

VMT hastaları görme keskinliğinde azalma, metamorfopsi gibi şikayetlerle gelebilirler. Görme keskinliğinin 20/50'nin altına düştüğü, metamorfopsisi olan ve kendi kendine ayrılmanın gerçekleşmediği hastalarda PPV önerilebilir.³⁴

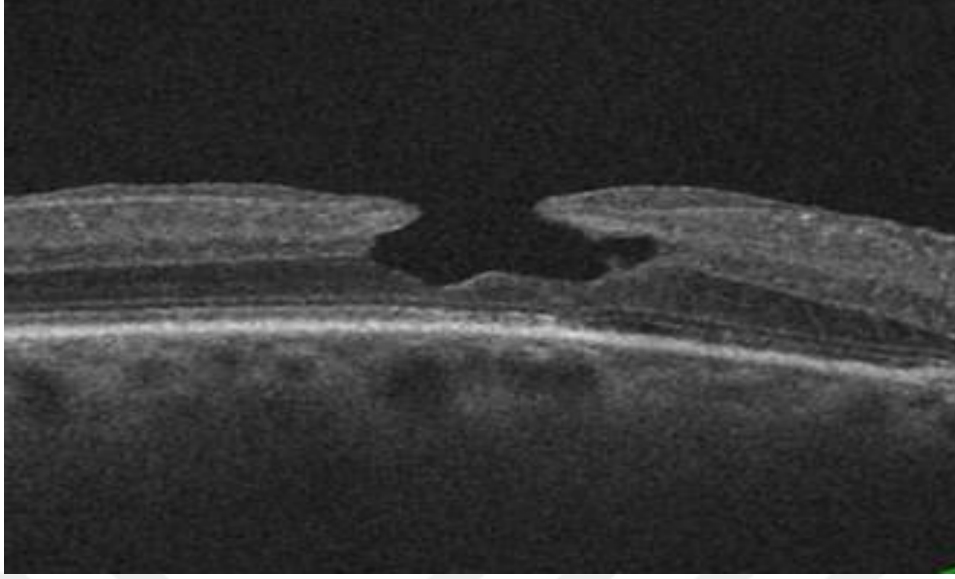


Şekil 6: VMT OKT görüntüsü.

Lameller hol: Kısmi foveal defekt olarak tanımlanabilir (Şekil 7). İVMTSG'ye göre lameller hol tanımı için aşağıdaki kriterler olmalı;³⁰

- Düzensiz foveal kontur
- Foveal iç tabakalarda defekt
- İntraretinal ayrılma çoğunlukla dış pleksiform ve dış nükleer tabakaları arasında
- Fotoresptör tabaka sağlam olmalı (tam kat maküler hole'den en büyük farkı)

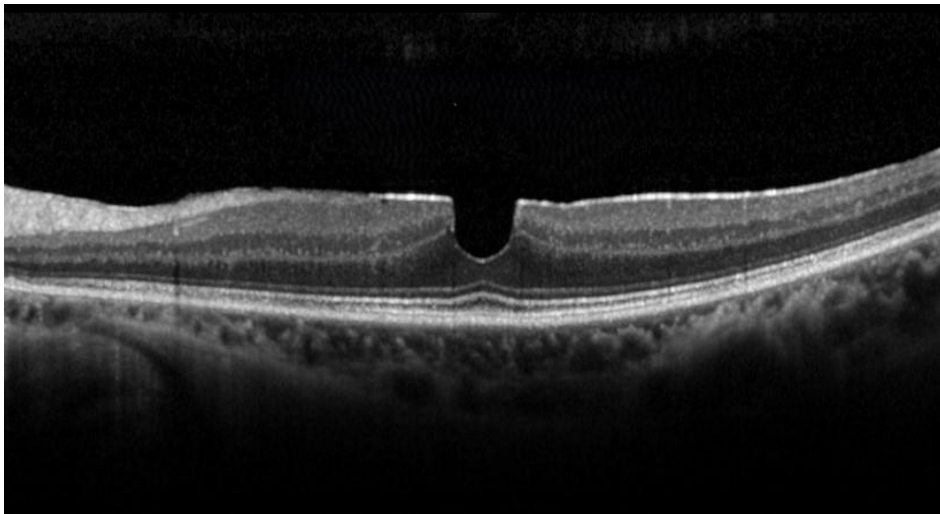
Lameller holde genellikle görme keskinliği korunmuş ve yavaş ilerler. Hastaların metamorfopsi şikayetleri olabilir.



Şekil 7: Lameller hol OKT görüntüsü.

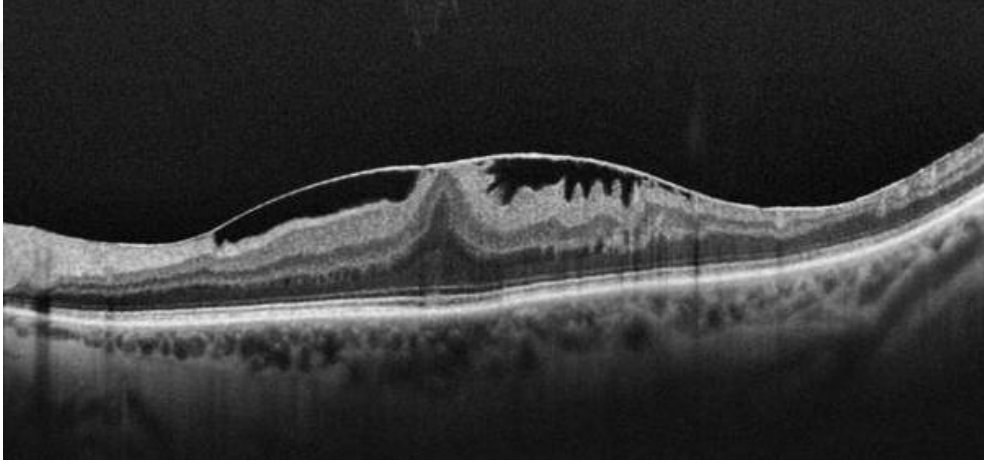
Psödohol: Klinikte küçük veya orta boy tam kat maküler hole benzer. Patogenezinde ERM önemli rol oynar. Genellikle görme keskinlikleri ve prognozları iyidir. IVMTSG OKT'ye göre maküler psödohole için kriterler belirlemişlerdir;³⁰

- Merkezi foveaya dik maküler kontur
- Merkezi açıklığı olan bir ERM varlığı
- Kalın/kistik maküler kenar invajine veya fovea kenarları dolu olması
- Foveada retinal doku kaybı olmaması



Şekil 8: Psödohol OKT görüntüsü.

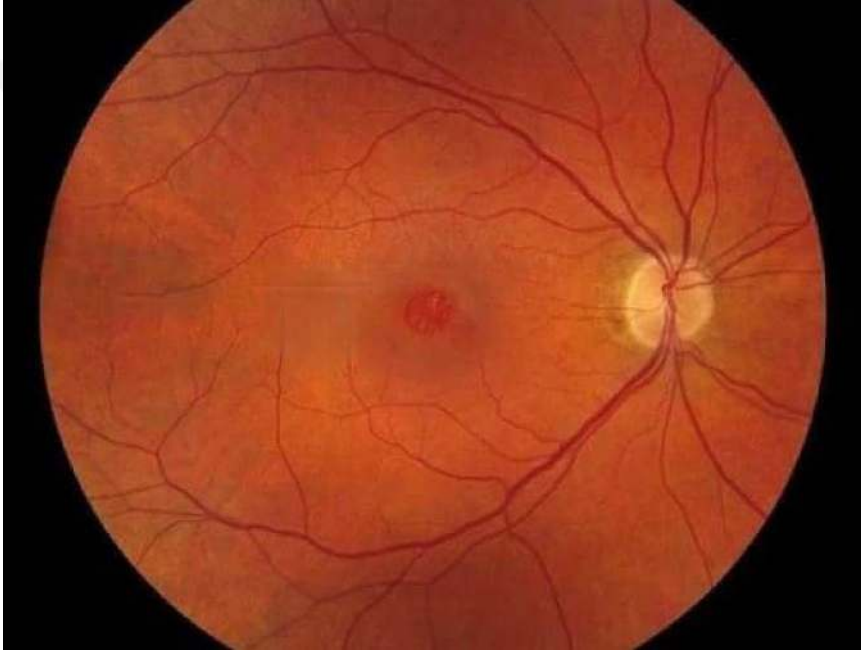
Epi-retinal Membran: PVD sonucunda retina yüzeyinde kalan vitreus korteksinde bulunan histiyosit ve glial hücrelerin proliferasyonunun ERM patogeneğinde rol oynadığı düşünülmektedir.³⁵ ERM'lerin çoğunluğu idiyopatik olmakla birlikte, retinal vasküler hastalıklar, diyabetik retinopati, travma ve inflamasyona sekonder olarak da görülebilir. Genellikle tek taraflıdır. Hastaların yalnızca %10-20'sinde bilateral olarak görülür.³⁶ ERM görme keskinliğini azaltabilir ve metamorfopsi, monoküler diplopi gibi semptomlara da sebep olabilir.³¹



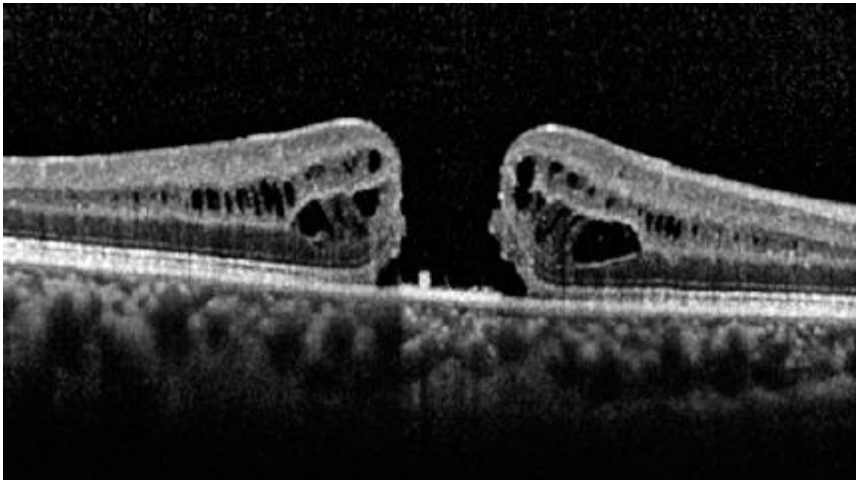
Şekil 9: ERM OKT görüntüsü

II.3 İdiyopatik Maküler Hol

İdiyopatik maküler hol (MH) retinada vertikal olarak tüm katları içine alan, foveal nörosensoryal retina defektidir.¹ MH'de semptom ve bulguları maküler yapıdaki bozulmayla ilişkilidir. Hastalar genellikle görme keskinliğinde azalma şikayeti ile başvururlar. Metamorfopsi, mikropsi ve nadiren fotopsi şikayetleri de olabilir.³⁷ İleri evrelerde görme keskinliğinde daha da düşme, santral skotom ve metamorfopsi belirginleşmiştir. MH genişliği arttıkça görme keskinliği de bir o kadar düşer.²



Şekil 10: MH fundus fotoğrafı



Şekil 11: MH optik koherens tomografi görüntüsü

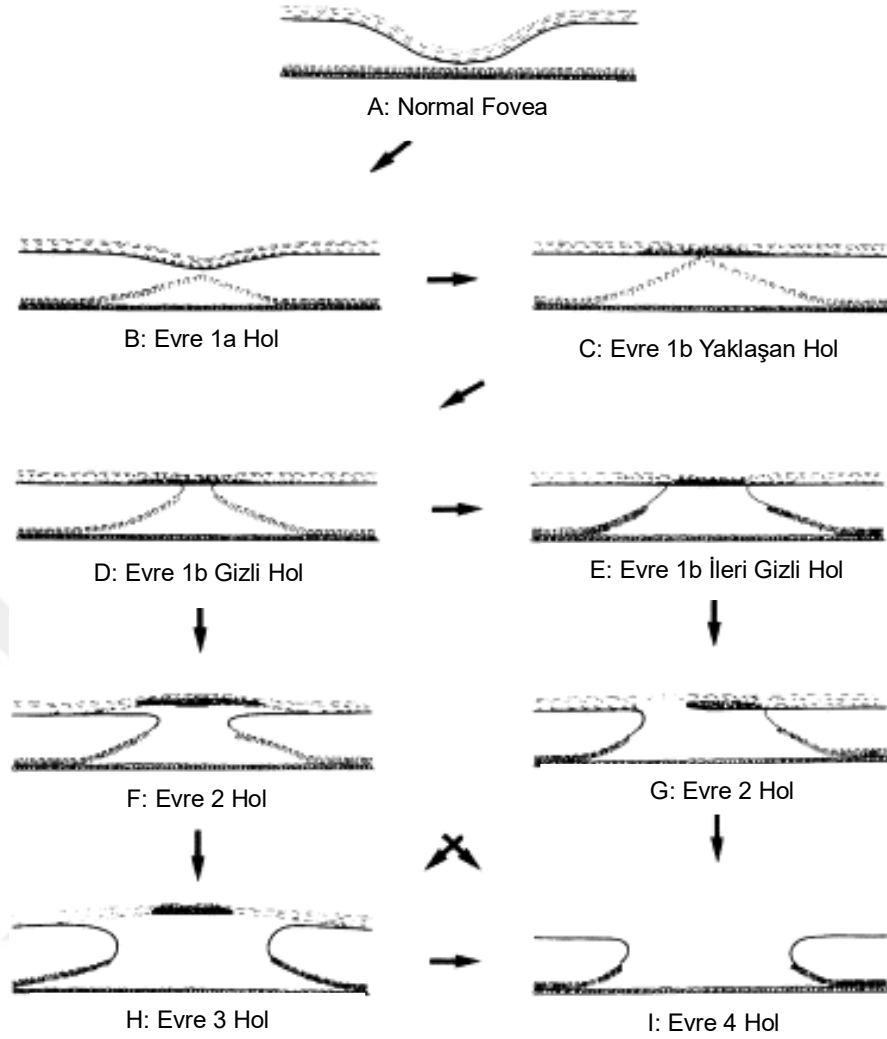
Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri: MH 7,8/100.000 sıklıkta görülen bir hastalıktır. Sıklıkla 6-7. dekatlarda görülmekle birlikte hastaların 2/3'ü kadındır.³ %80 tek taraflıdır, olguların yalnızca %10-15'inin bilateral olduğu gösterilmiştir.³⁸ Hastanın tek gözünde MH var ise diğer gözünde de PVD gelişmediyse MH oluşma ihtimali 5 yılda %7-12 ve 10 yılda %17 dir.³⁹ MH için yüksek plazma fibrinojen miktarı, östrojen replasman tedavileri, patolojik miyop risk faktörleridir.⁴⁰

Patogenez: Gass ve ark.⁴ MH etyolojisiyle ilgili ilk hipotezlerinde fovea önündeki vitre korteksinden kaynaklanan tanjansiyel traksiyonel güçlerin rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu traksiyon nedeniyle retina iç katlarında zayıflamayla beraber tam kat MH'nin oluştuğunu düşünmüşlerdir.

OKT cihazının geliştirilmesiyle MH patogenezinde farklı teoriler de öne sürülmüştür. OKT görüntüleriyle beraber ilk olarak fovea çevresindeki PVD'nin anteroposterior yönde güç uyguladığı, bununla birlikte intraretinal psödo kistlerin oluştuğu, daha sonra oluşan kistlerin genişleyip birleşerek tam kat maküla deliğini oluşturduğu gösterilmiştir. Vitreus içerisindeki kist çatı kalıntısı operkulum olarak adlandırılır, içerisinde glial doku, hiperplastik müller hücre parçaları bulunur.^{5,6}

Sınıflandırma: İlk olarak Gass ve ark.⁴ MH'yi biyomikroskopik olarak sınıflandırmıştır (Şekil 12).

- Evre 1a: Vitreofoveal ayrışma olmaksızın foveada sarı nokta görünümü, foveolar depresyonun azalma
- Evre 1b: Vitreofoveolar ayrışma olmaksızın foveada sarı halka görünümü, foveolar depresyonda azalma
- Evre 2: 400 mikrondan küçük tam kat maküler hol
- Evre 3: 400 mikron ve daha büyük tam kat maküler hol
- Evre 4: PVD gelişmiş tam kat maküler hol



Şekil 12: Maküler hol gelişim evreleri şematik gösterimi

(Gass JD: Reappraisal of biomicroscopic classification of a macular hole. Am J Ophthalmol. 1995; 119:752-759)

IVMTSG tarafından OKT bazlı, ayrıntılı yeni bir sınıflama yapılmıştır.³⁰

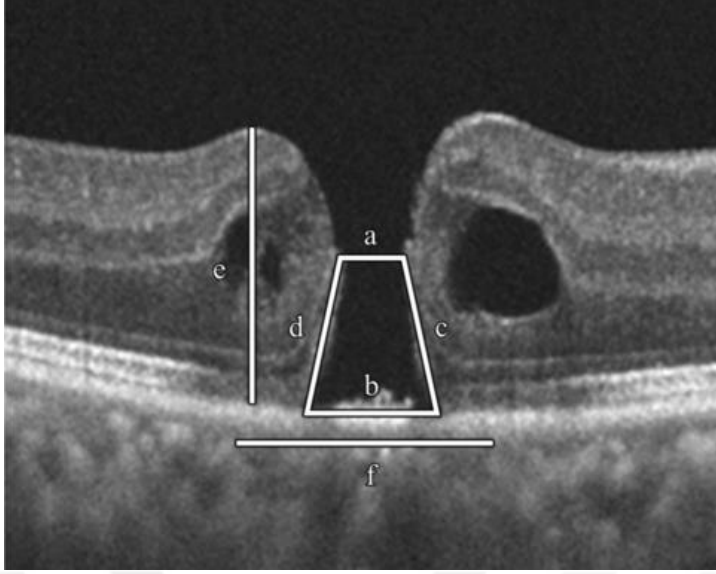
- Evre 0: VMA olarak isimlendirilir (fokal ve geniş)
- Evre 1 (gelişmekte olan maküler hol): VMT olarak isimlendirilir (fokal ve geniş)
- Evre 2 (tam kat maküler hol): 250 mikrondan küçük veya orta genişlikte hol (250-400 mikron) VMT'yle birlikte
- Evre 3 (tam kat maküler hol): geniş hol (400 mikrondan büyük) VMT'yle birlikte
- Evre 4 (tam kat maküler hol) + PVD: Hol genişliği küçük orta veya büyük olabilir fakat VMT bulunmaz.

Gass Sınıflaması		Yeni Sınıflama
evre 0		VMA
evre 1a	Fovea düzleşir Foveal refle kaybolur Sarı foveal nokta şeklinde görülür	VMТ
evre 1b	Foveada sarı halka şeklinde görülür Arka hyaloid foveaya tutunur	VMТ
evre 2	Küçük tam kat makula deliği Makula deliğinin çapı 400 µm'dan küçüktür	Küçük yada orta büyüklükte VMТ'nin eşlik ettiği TKMH
evre 3	Tam kat makula deliği Makula deliğinin çapı 400 µm'dan büyüktür. Operkulum klinik olarak izlenebilir	Büyük yada orta büyüklükte VMТ'nin eşlik ettiği TKMH
evre 4	Tam kat makula deliği Total arka vitreus dekolmanı (AVD)	VMТ eşlik etmediği TKMH (küçük, orta veya büyük boyda)

Şekil 13: Gass ve İVMTSG sınıflandırmalarının karşılaştırması

(Duman R, Cetinkaya E, Duman R. Vitreomakuler Ara Yüzey Hastalıklarında Klinik, Tanı ve Sınıflandırma. Guncel Retina 2018;2(3):231-235)

MH tanısında OKT altın standart olarak kabul edilir. Ayrıca OKT ile MH'ye ait deliğin taban çapı (b), minimum lineer çap (a), deliğin kolları (c ve d), deliğin yüksekliği (e), deliğin iç açıklığı (f) ölçümleri yapılabilir.^{41,42,43} Ölçülen bu değerler vitreus traksiyonunun şiddeti ve MH'nin prognozunun değerlendirilmesinde önemlidir. Bu ölçümlerin birbirine oranıyla bazı indeksler bulunur.⁴⁴



Şekil 14: Maküler hol ölçümleri

(Endo H, Kase S, Takahashi M, Ito Y, Sonoda S, Sakoguchi T, Sakamoto T, Katsuta S, Ishida S, Kase M. Changes in choriocapillaris structure occurring in idiopathic macular hole before and after vitrectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023 Jul;261(7):1901-1912. doi: 10.1007/s00417-023-06004-5. Epub 2023 Feb 16. PMID: 36795162.)

- Delik oluşum faktörü (DOF): Delik kolları toplamı delik tabanına bölünerek bulunur $(c+d/b)$.
- Makula hol indeksi (MHİ): Delik yüksekliği delik taban çapına bölünerek bulunur (e/b) .
- Delik çap indeksi (DÇİ): Delik minimum lineer çapı taban çapına bölünerek bulunur (a/b) . Amaç foveayı etkileyen tanjansiyel traksiyonu saptamaktır. $b=a$ ise, tanjansiyel traksiyonun en yüksek düzeyde olduğu sonucu çıkarılır.
- Delik kalınlık indeksi (DKİ): Delik yüksekliği minimum lineer çapa bölünerek bulunur (e/a) .

II.3.1 İdiyopatik Tam Kat Maküler Hol Tedavi

II.3.1.1 İdiyopatik Tam Kat Maküler Holde Gözlem

Chew ve ark.³⁸larının yapmış olduğu çalışmada gözlemlenilen MH hastalarının üç yıl içinde %21,7'sinde, altı yıl içinde %37,1'inde holde genişleme görülmüştür. Bu çalışmada aynı zamanda spontan kapanmış MH oranı 6 yılda %9 olarak tespit edilmiştir.

II.3.1.2 İdiyopatik Tam Kat Maküler Holde Cerrahi Tedavi

İlk olarak 1991 yılında Kelly ve Wendel MH'de vitrektomiyi tarif edip uygulamışlardır. Kor vitrektomi, preretinal membranların çıkarılması, gaz tamponadı ve daha sonra hastalara yüzüstü yatış uygulayarak MH'yi tedavi etmiştir.⁷ Daha sonra 1997'de Eckardt PPV, İLM soyulması, perfloropropan (C3F8) gaz tamponadı ve yüzüstü yatış uygulayarak %90 anatomik başarı elde ettiklerini belirtmiştir.⁴⁵ Daha sonraki yıllarda vital boyalar kullanılarak İLM, ERM ve vitreus gibi yapıların görülmesini sağlamak amacıyla kromovitrektomi tekniği kullanılmaya başlanmıştır.⁴⁶ MH cerrahi basamakları aşağıdaki gibidir:

Pars Plana Vitrektomi: Standart uçlu port sistemiyle PPV yapılır. Öncelikle kor vitrektomi ile ön ve orta vitreus alındıktan sonra arka hyaloidin kaldırılması gerekir. Triamsinolon asetat vitreus içine enjekte edilerek vitreus lifleri opak-beyaz renge boyanır. Bu şekilde vitreus görünür hale gelir. Sonrasında arka hyalodi retinaya zarar verme ihtimalinin en düşük olduğu alandan (optik disk nazali) kaldırılır. Aspirasyon deliğinin büyümemesi ve yeni delik oluşmaması için fovea üzerinde yapılmalıdır. Bu işlemler sırasında küçük retinal hemorajiler, iyatrojenik yırtıklar oluşabilir. Bu gibi nedenlerle periferik retina mutlaka taranmalıdır.^{47,48}

İnternal Limitan Membran Boyanması ve Soyulması: PPV yapıldıktan ve posterior hyaloid alındıktan sonra İLM'nin soyulması gerekmektedir. İLM soyulmasının nedeni, yapışmış vitreus korteks kalıntılarının uzaklaştırılması

ve böylece retina uyumunun artırılmasıdır. İLM soyulmasıyla beraber kalan korteksin ve fibrozelüler birikimlerin temizlenmesi ve bütün bunlarla beraber glial hücre proliferasyonunun uyarılması MH'nin kapanmasına katkı sağlar.⁴⁹ İLM soyulması için vital boyaların kullanımı önemlidir. Vital boyalar preretinal membranların ve İLM'nin görünürlüğünü artırır ve hassas soyulmasını kolaylaştırır. Bu şekilde iyatrojenik mekanik travma riskini de minimuma indirmiş olur. ERM ve İLM'yi boyamak için indosiyanın yeşili (İSY), tripan mavisi (TM), brilliant mavisi (BM) gibi çeşitli boyalar vardır. İSY aralarında İLM'ye en selektif olandır fakat yüksek retinal toksisite nedeniyle çok fazla tercih edilmez. TM, ERM ve İLM'yi zayıf boyar. BM de İSY gibi İLM'ye selektif afinitesi vardır ve kolay hazırlanabilir, alınabilir olması ve retinaya daha az toksik olması nedeniyle tercih edilir.¹⁰

	Triamsinolon	Floresein	İSY	TM	BM
Moleküler ağırlık (Dalton)	434	376	774	961	854
Kimyasal grup	Steroid	Ksanten	Trikarbosiyanin	Diazo	Triarilmetan
Renk	Beyaz	Turuncu	Koyu yeşil	Koyu mavi	Mavi
Kromovitrektomide ilk kullanım	2003	1978	2000	2003	2006
İLM boyama	+	+	+++	+	+++
ERM boyama	+	+	+	+++	+
Vitreus boyama	+++	+++	+	+	-/+
RPE/Retina toksisitesi	+/++	?	++/+++	++	-/+

Şekil 15: Vital boyalar ve özellikleri

(Altan T, Altan Ç. Vitreoretinal Cerrahide Vital Boyalar. Güncel Retina Dergisi / Current Retina Journal. 2018:296-301)

Uygun boya vitreusa enjekte edilir ve bir dakikanın altında bir sürede ERM ve İLM'de boyanma olması beklenir. Sonrasında boya vitre sıvısından yıkanır ve uzaklaştırılır ve İLM forsepsle foveadan 2 disk çapındaki uzaklıktan yakalanıp fovea etrafından dairesel olarak soyulur. Bu tekniğe maküloleksis denir. 400 mikrondan küçük deliklerde altın standart İLM soyulmasıyken, daha büyük ve dirençli deliklerde farklı teknikler tanımlanmıştır.

- Inverted İLM flep tekniği: İLM soyulduğu sırada tam anlamıyla serbestleştirilmez ve hol kenarı ve İLM arasında olan bağlantı korunur ve İLM delik yüzeyine kapatılır. Burada flep iskele görevi görür ve glial doku proliferasyonunu indükleyerek deliğin kapanmasına yardımcı olur.

- Temporal İLM flep tekniği: Bu teknikte makülopapiller bölge korunarak İLM temporalden delik kenarına kadar soyulur ve deliğin üzerine örtölür.

- Serbest İLM flep tekniği: Daha önce İLM soyulmuş hastalarda arcuat damarlar arasında kalan bölgeden serbest İLM flep alınarak deliğe yerleştirilir.

İLM dışında glial hücre proliferasyonunu arttırıp delik kapanmasını stimüle etmek amacıyla farklı iskele yapıları da kullanılmıştır; Otolog lens kapsülü, insan amniyotik membranı, otolog nörosensöryal retina gibi.¹⁰

Sıvı-hava değişimi: Ameliyat son kısmında aspirasyon ile arka kutuptaki sıvı alınır. Bununla beraber delik içinde kalan sıvının aspire edilmesine gerek yoktur. Delik içindeki sıvı ameliyat sonrası kısa sürede RPE tarafından emilecektir.

Endotamponad uygulanması: Sıvı aspirasyonu yapıldıktan sonra göz içine tamponad uygulamak gereklidir. Vitreoretinal cerrahide tamponad için 3 madde kullanılır: Bunlar gaz, perflorokarbon sıvıları ve silikondur. MH operasyonunda tamponad olarak en sık kullanılan gaz tamponadlarıdır. Gazlar, sıvı-hava değişimini takiben, aspirasyonla birlikte pars planadan enjeksiyon ile verilir. Gazlar deliğin kapanmasına iki mekanizma ile yardımcı olur. Birincisi yüzey gerilimi ile retina üzerinde baskı uygulayarak subretinal sıvının delik yoluyla ile boşalmasına yol açar. İkincisi ise glial hücreler gaz yüzeyini köprü olarak kullanarak migrasyonu gerçekleştirir ve bu şekilde deliğin kapanmasını sağlar.⁵⁰ Tamponadda en sık tercih edilen gazlar sülfür hekzaflorid (SF6), perfloroetan (C2F6), C3F8 ve havadır. Operasyon sonrasında MH üzerine en yüksek yüzey gerilimi oluşturmak için hastalara yüzüstü pozisyon verilir. Yüzüstü yatış pozisyonu süresi kullanılan gaza göre değişkenlik gösterir. Bu süreler yaklaşık olarak C3F8’de 1 ay, SF6’da 1-2 hafta ve havada 1 haftadır.⁵¹

Özellikler	Hava	SF6	C2F6	C3F8
Molekül ağırlığı (Dalton)	29	146	138	188
Maksimum genleşme (saat)	Yok	24-48	36-60	72-96
Genleşme kapasitesi	Yok	2	3,3	4
Gözde kalma süresi	5-7 gün	1-2 hafta	4-5 hafta	6-8 hafta

Şekil 16: İntraoküler gazlar ve özellikleri

İlk cerrahide silikon yağı kullanımı tekrar geri alınması gerektiği, glokom ve katarakt riskini arttırdığı ve silikon yağı damlacıklarının deliğin içine girerek kapanmayı engelleyebileceği için sıklıkla tercih edilmez. Silikon, ilk operasyonda gaz verilmesine rağmen başarısızlık olmuşsa reoperasyonlarda tercih edilebilir.⁵²

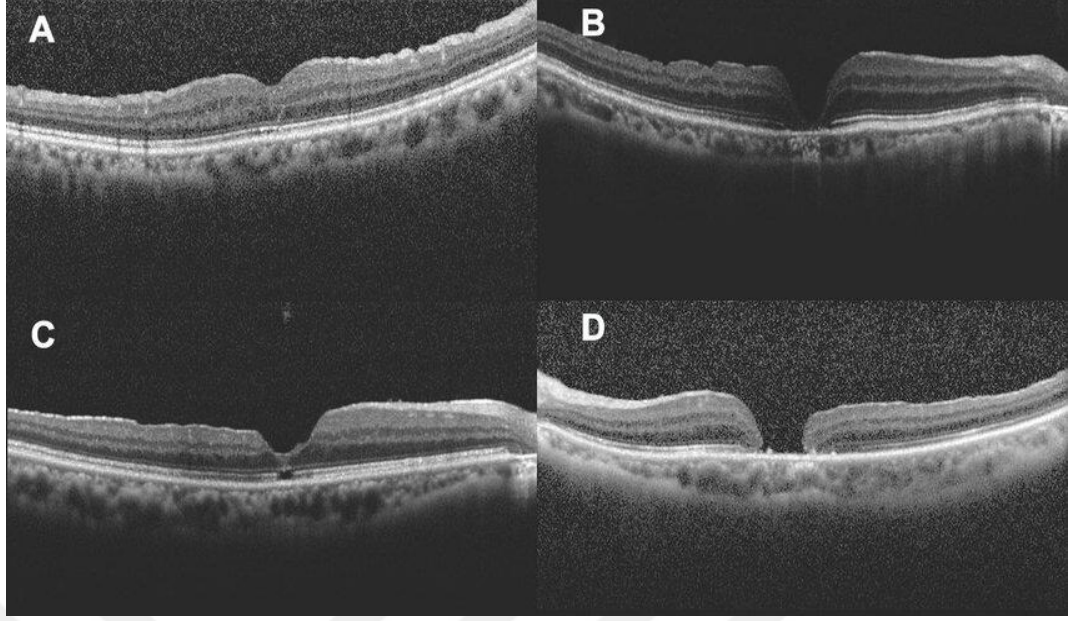
Maküler hole kapanma çeşitleri:

A) U şekilli kapanma: Doğal fovea kontürünün ve retina dış katlarında devamlılığın olduğu istenen kapanma tipidir (Şekil 17A).

B) V şekilli kapanma: Retina pigment epitelinde hasar olmakla beraber diğer katların retinal bütünlüğü koruduğu kapanma tipidir (Şekil 17B).

C) İrregüler (ya da W şekilli) kapanma: Hol kapalı fakat foveal kontürün düzgün oluşmadığı kapanma tipidir (Şekil 17C).

D) Düz-açık (Flat-open) kapanma: Hol kenarları RPE ile birleşik ve foveada doku bütünlüğü yoktur (Şekil 17D).⁵³



Şekil 17: Maküler hol kapanma şekilleri

(Sinawat S, Jumpawong S, Ratanapakorn T, Bhoomibunchoo C, Yospaiboon Y, Sinawat S. Efficacy of Pars Plana Vitrectomy with Internal Limiting Membrane Peeling for Treatment of Large Idiopathic Full-Thickness Macular Holes. Clin Ophthalmol. 2021 Feb 11;15:521-529. doi: 10.2147/OPTH.S294190. PMID: 33603330; PMCID: PMC7884942.)

Maküler hol cerrahi komplikasyonları: Vitrektomi sonrası fakik gözlerde yaklaşık %80 oranında katarakt gelişmektedir. MH cerrahisi sonrasında katarakt operasyonu yapılması MH’de yeniden açılma ve kistoid maküler ödem (KMÖ) gelişme riskini artırır. Katarakt gelişme riski ve MH’nin tekrar açılma ihtimali göz önüne alındığında kombine cerrahi (vitrektomi ile beraber katarakt cerrahisi) yapılması bazı cerrahlar tarafından savunulmaktadır.

MH cerrahisi sırasında retinal yırtık gelişme riski %3-17 arasında bildirilmiştir ve çoğunlukla alt yarıda görülür. Operasyon sonrası retina dekolmanı oranı ise %1 ve %14 oranında görülür. Genellikle alt yarıda görülür ve alt yarıdaki küçük flepli yırtıklardan kaynaklanır.

PPV sonrası görme alanında kayıp ilk olarak MH cerrahisi sonrasında bildirilmiştir. Genelde bu görme alanı defekti temporalde kama şeklindedir. Vitreus ayrılması sırasındaki mekanik hasar, hava infüzyonu sırasında sinir lifi tabakasında meydana gelen dehidratasyon ve infüzyon basıncı sırasından oluşan travma görme alanı defektinin sebepleri arasında sayılabilir.

Endoftalmi, bütün göz içi cerrahiler için çok az görülen ancak korkutan bir komplikasyondur. Vitrektomi sonrası oranı %0,05 civarındadır.⁵⁴

MH cerrahisi sonrası RPE değişimleri %5,7-75 arasında farklı oranlarda bildirilmiştir. Sıklıkla rastlanan türleri faset (yüzeyel) ve fototoksisiteye bağlı oluşan lezyonlardır. Faset lezyonlar iyi sınırlı hiperpigmente ya da hipopigmente olabilen alanlar şeklindedir ve travma ya da koroid perfüzyon bozukluğuna bağlı oluşabileceği öne sürülmüştür. Fototoksisite lezyonları daha geniş, yuvarlak makülada yaygın beneklenme gösteren lezyonlardır. Fototoksisite nedeniyle görülen RPE hasarında görme prognozu kötüdür.^{55,56}

MH'de kapanmama ya da holün yeniden açılması maküler hol operasyonuna özgü komplikasyonlardır. Vitreoretinal traksiyonel kuvvetlerin devam etmesi nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Bazı hastalarda da postoperatif KMÖ, ERM, koroidal neovaskülarizasyon gözlenmiştir. Proliferatif vitreoretinopati, suprakoroidal kanama gibi komplikasyonlar daha nadir olarak karşımıza çıkar ve bu komplikasyonlar MH cerrahisine özgü değildir.⁵⁷

II.3.1.3 İdiyopatik Tam Kat Maküler Holde Farmakolojik Tedavi

Farmakolojik vitreolizis kimyasal yolla vitreusun yapısının değiştirilerek makuladan ayrılması olarak tanımlanmıştır. Bu amaçla plazmin ve okriplazmin kullanılmaktadır. Plazmin fibrinolizise yol açan nonspesifik bir proteazdır. Okriplazmin ise insan rekombinant serin proteazdır.⁵⁸

Vitreusta proteolitik etki yaparak vitreus likefaksiyonunu ve bu şekilde vitreusun retinadan ayrılmasını sağlar.⁵⁹

Okriplazminde en sık görülen yan etki uçuşan cisimlerdir. Bunun dışında retinal yırtık, mavi sarı diskromatopsi, görme alanı bozukluğu, lens subluksasyonu ve elektroretinografik değişiklikler gibi yan etkiler de görülebilmektedir.⁶⁰

II.4 Optik Koherens Tomografi Anjiyografi

OKTA yöntemi ile, retina üzerindeki belirli bir bölgenin tekrarlı olarak alınan B-tarama OKT kesitleri pikseller düzeyinde karşılaştırılarak analiz edilir. Bu analizde, görüntüler arasındaki sinyal değişiklikleri belirlenir. Statik yapılar arasında sinyal farkı oluşmazken, vasküler yapılardaki eritrosit hareketinin yol açtığı sinyal değişiklikleri tespit edilerek, dokunun in vivo mikrovasküler haritası oluşturulur. İncelenen alanın OKTA verileriyle aynı zamanda OKT kesitleri de elde edilir, bu da incelenen vasküler yapıyı ve bulunduğu retina tabakasını birlikte değerlendirebilme imkanı sunar.

Fundus floresein anjiyografiye (FFA) üstünlükleri noninvaziv oluşu, kısa sürede çekim yapılabilmesi, tekrarlanabilir olması, YKP, DKP, FAZ, koryokapillaris tabakalarını ayrı ayrı gösterebilmesi, segmentasyon yapmasıdır. Geniş açılı görüntü alamaması, damar sızıntılarını gösterememesi ve hareket artefaktının fazla olması ise kısıtlılıkları arasında sayılabilir.¹¹

MH hastalarının hem tanısında hem de takiplerinde OKTA kullanılmaktadır. OKTA ile ölçülebilen vasküler dansite, FAZ, santral maküler kalınlık ve subfoveal koroidal kalınlık gibi değerler MH hastaların patofizyolojisi hakkında bilgi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hastalığın prognozu ve tedavi yanıtının değerlendirilmesinde de önemli rol oynar.

Özellikle vasküler dansite ve FAZ boyutunun değerlendirilmesi, MH'nin cerrahi tedavisinden sonra retina mikrovasküler yapısında meydana gelen değişikliklerin izlenmesinde oldukça faydalıdır. FAZ boyutunun genişliği, retina iskemi düzeyini ve foveanın fonksiyonel bütünlüğünü yansıtabilir. Benzer şekilde, santral maküler kalınlık ve subfoveal koroidal kalınlık gibi yapısal parametreler, retina ve koroid tabakalarının cerrahi öncesi ve sonrası durumlarının karşılaştırılmasında değerli bilgiler sunar.

Cerrahi tedavi sonrası retina üzerine olan etkiler ve cerrahinin başarısı, bu değerlerin dikkatli analizi ile değerlendirilebilir. Örneğin, vasküler dansitenin artışı, cerrahiden sonra mikrovasküler iyileşmenin bir göstergesi olabilirken, FAZ boyutunda küçülme, foveal yapıların yeniden düzenlendiğini gösterebilir.

Bu bağlamda, OKTA'nın sağladığı yüksek çözünürlüklü kantitatif veriler, hasta takibi için önemli ipuçları sunar. Böylece, hastaların görsel prognozlarının daha doğru öngörülmesi ve tedavi sonuçlarının optimize edilmesi mümkün hale gelir.



III. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hafsa Sultan Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniğinde 01/01/2018 ve 30/07/2024 tarihleri arasında retrospektif olarak yürütülmüş ve 25.09.2024 tarihinde etik kurul onayı alınmıştır.

III.1 Hasta Seçimi ve Klinik Muayene

Çalışmaya MH nedeniyle ameliyat edilen 38 hastanın 76 gözü dahil edildi. 3 hasta OKTA sinyal gücünün Q5 ve altında olması nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Dışlama kriterlerini içermeyen ve operasyon sonrası MH'si kapanan 35 hastanın 35 gözü çalışmaya alındı. Opere olmayan, diğer 35 gözden 3 tanesi OKTA sinyal gücünün düşük olması ve MH gelişmesi nedeniyle çalışmadan çıkarıldı ve 32 diğer göz çalışmaya alındı. Çalışmamıza aldığımız olgu grubu ile benzer yaş ve cinsiyet özelliklerine sahip, retinal hastalığı olmayan ve OKTA tetkiki yapılmış 33 hastanın 33 gözü kontrol grubu olarak alındı.

Dışlama Kriterleri:

- MH dışında göz patolojisi olanlar (örn: Glokom, üveit, diyabetik retinopati, ambliyopi, epiretinal membran)
- +3.00 ile -6.00 diyoptriden yüksek olanlar
- Aksiyel uzunluğu 21,5 mm'den kısa, 26 mm'den uzun olanlar
- Oküler travma öyküsü olan
- Görüntülemeyi engelleyecek şekilde yoğun kataraktı olan
- OKTA sinyal gücü indeksi <5 olan
- Korneada yaygın pterjium, lökom ve skar gibi opasiteleri olan
- Cerrahi sonrası MH kapanmayan hastalar
- Komplikasyonsuz katarakt cerrahisi harici göz içi cerrahi geçirmiş olanlar

Çalışmamıza dahil edilen hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, kullandığı ilaçlar, sistemik hastalık vb.) ve muayene bulguları dosyalarında mevcuttu. Hastaların ilk başvurularında ve tedavi sonrasında en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri (EİDGK) Snellen eşeli kullanılarak ölçüldü. Snellen eşeline göre elde edilen EİDGK verileri istatistiksel analiz için logMAR (logarithm of the minimum angle of resolution) değerlerine çevrildi. Hastaların pnömetometri ile elde edilen göz içi basınç ölçümleri, biyomikroskopik ön segment muayeneleri, pupil dilatasyonu sonrası yapılan fundus muayene bulguları kaydedildi. Hastaların ameliyat sonrası 6-24. ay arası rutin göz ve retina muayeneleri sonrasındaki OKTA'ları incelendi. Hastaların OKT (Zeiss, Oberkochen, Germany) ve OKTA çekimlerinde "Spectral-domain OCTA" (AngioVue; Optovue, Inc, Fremont, CA), cihazı kullanıldı. MH evrelendirilmesi fundus muayenesiyle ve OKT sonuçlarıyla Gass ve IVMTSG sınıflandırmasına göre yapıldı.

III.2 Cerrahi Prosedür

Ameliyat öncesi tüm olgulara pupil dilatasyonu için %1 siklopentolat, %2,5 fenilefrin hidroklorür ve %0,5 tropikamid damla damlatıldı. Ameliyatlarda HS Möller Wedel International Hi-R 900 model ameliyat mikroskobu ve Constellation Vitrektomi Sistemi (Alcon, Fort Worth, TX, Amerika) kullanıldı. Operasyonların tamamı üç cerrah tarafından retrobulber anestezi altında yapıldı. Üst ve alt temporal ve üst nazal kadranslardan limbusa fakiklerde 4mm, psödotaklarda 3,5 mm uzaklıktan 23 ya da 25 Gauge trokarlarla sklerotomi girişleri yapıldı. Alt temporal alandaki sklerotomiye infüzyon kanülü, diğerlerine ışık ve vitrektomi probu yerleştirildi. Ameliyat süresince fundus görüntülenmesi için, geniş açılı görüntüleme için EIBOS sistemi kullanıldı. Olguların tümüne kor vitrektomi uygulandı ve ardından intravitreal triamsinolon enjekte edilerek varsa arka hyaloid soyuldu. İLM brilliant mavisi ile boyandı, sonrasında 22 hastada İLM foveadan 2 disk çapı mesafeden 23 G mikroforseps yardımı ile yakalanarak fovea çevresindeki İLM daire şeklinde soyuldu. 13 hastada İLM

foveadan 2 disk çapı mesafeden yakalanarak delik kenarları ile İLM arasındaki bağlantı korunarak İLM soyuldu ve inverted flep tekniği ile delik yüzeyine örtüldü. Sıvı-hava, hava-gaz tamponad değişimi yapıp ameliyat sonlandırıldı.

Ameliyat öncesi muayenesinde kataraktı bulunan 21 hastaya PPV ile kombine fakoemülsifikasyon ve arka kamara intraoküler lens implantasyonu uygulandı. Ameliyat sonunda trokarlar çıkartıldı. Subkonjonktival steroid ve antibiyotik uygulanarak cerrahi tamamlandı.

Tüm hastalara ameliyat sonrası ilk hafta yüz üstü yatış önerildi. Cerrahi sonrası 4 hafta kullanılmak üzere antibiyotik ve steroid damla başlandı. Hiçbir hastada retinal yırtık, retina dekolmanı, vitreus hemorajisi, glokom, endoftalmi gibi komplikasyonlarla karşılaşılmadı.

Yedi hastada operasyon sonrası MH'nin kapanmadığı görüldü ve ikinci operasyona alındı. İkinci operasyonda üç gözde İLM eksizyonu genişletilirken, flepin holü örtmediği görülen dört gözde ise İLM flep tekrar hol üzerine yerleştirildi. İkinci operasyon sonucunda yedi hastada da MH'nin kapandığı gözlemlendi.

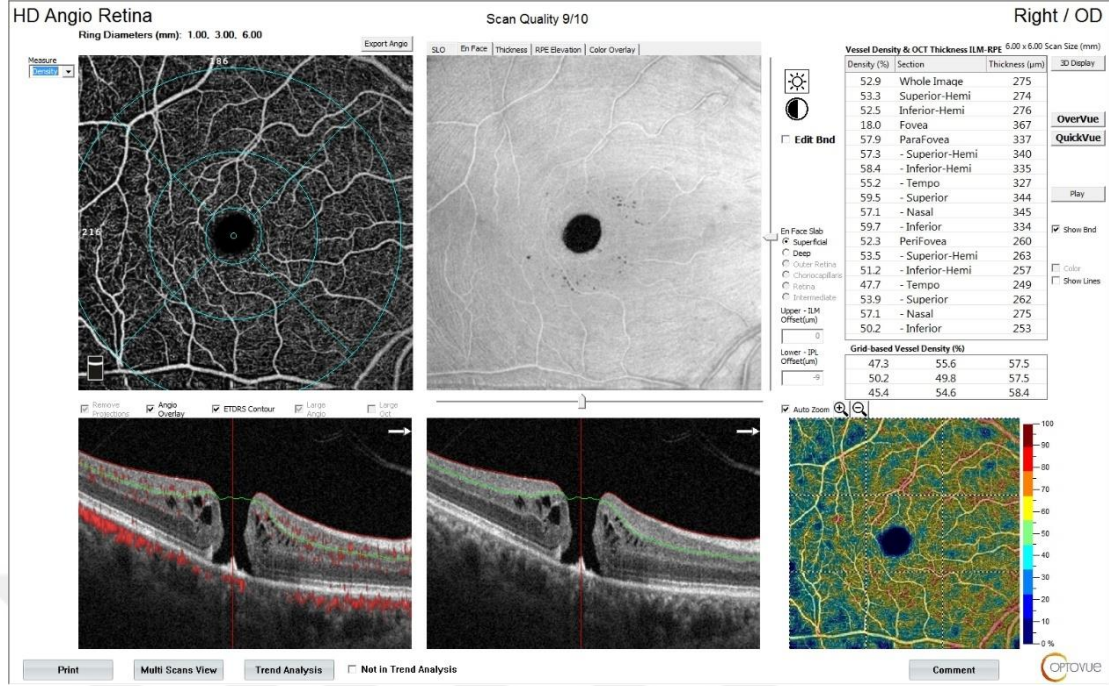
III.3 Verilerin Toplanması

Çalışmamıza dahil edilen hastalara operasyon sonrası 6-24. ay arasındaki kontrollerinde OKTA ölçümleri 6x6 mm HD anjiyo retina ölçeğinde AngioVue OKTA cihazı ile yapıldı. Segmentasyonda İLM, İPT, DPT ve bruch membranı kullanılarak retina otomatik olarak tabakalarına ayrıldı. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS)'nin 9 bölge haritasına göre maküla cihaz tarafından otomatik olarak zonlara ayrıldı. ETDRS'ye göre santraldeki 1 mm çapındaki alan fovea, 1-3 mm arasındaki alan parafovea, 3-6 mm arasındaki alan ise perifovea olarak ayrıldı.

- Foveal vasküler dansite: Fovea merkezinde 1 mm çaplı dairedeki damar yoğunluğu % olarak alındı (Şekli 18).

- Parafoveal vasküler dansite: 1 mm ile 3 mm arasında kalan dairedaki damar yoğunluğu % olarak alındı (Şekli 18).
- Perifoveal vasküler dansite: 3 mm ile 6 mm arasındaki kalan dairedaki damar yoğunluğu % olarak alındı (Şekli 18).
- Tüm alan vasküler dansite: Fovea merkezinden 6 mm çaplı dairedaki damar yoğunluğu % olarak alındı. Bu alanlar kesit olarak otomatize modda yüzeyel kapiller alana ait dansite ölçümünü verdi. Bu alanlardaki vasküler imaj görüntüsünün (beyaz alanların) olduğu yerlerin tüm alana oranı % olarak dansiteyi vermektedir (Şekli 18).
- Foveal Avasküler Zon: FAZ ölçümü, otomatize modda cihazın kendi hesapladığı FAZ alanı mm² alan ölçüsü olarak alındı (Şekil 19).
- Dış retina kan akımı: Cihaz tarafından otomatize belirlenen dış retina tabakasında merkezi yarıçapı 1 mm, alanı 3.142 mm² olan alandaki kan akımı olan alan miktarı mm² cinsinden kaydedildi (Şekil 20).
- Koryokapillaris kan akımı: Cihaz tarafından otomatize belirlenen koryokapillaris tabakasında merkezi yarıçapı 1 mm, alanı 3.142 mm² olan alandaki kan akımı alan miktarı mm² cinsinden kaydedildi (Şekil 20).
- Retina kalınlığı: Foveal bölgedeki İLM-RPE arasındaki retina kalınlığı cihaz tarafından otomatik olarak ölçüldü.
- Subfoveal koroid kalınlığı: Subfoveal koroid kalınlığı (sfKK) sınırı olarak RPE ve sklerakoroidal bileşke alındı.

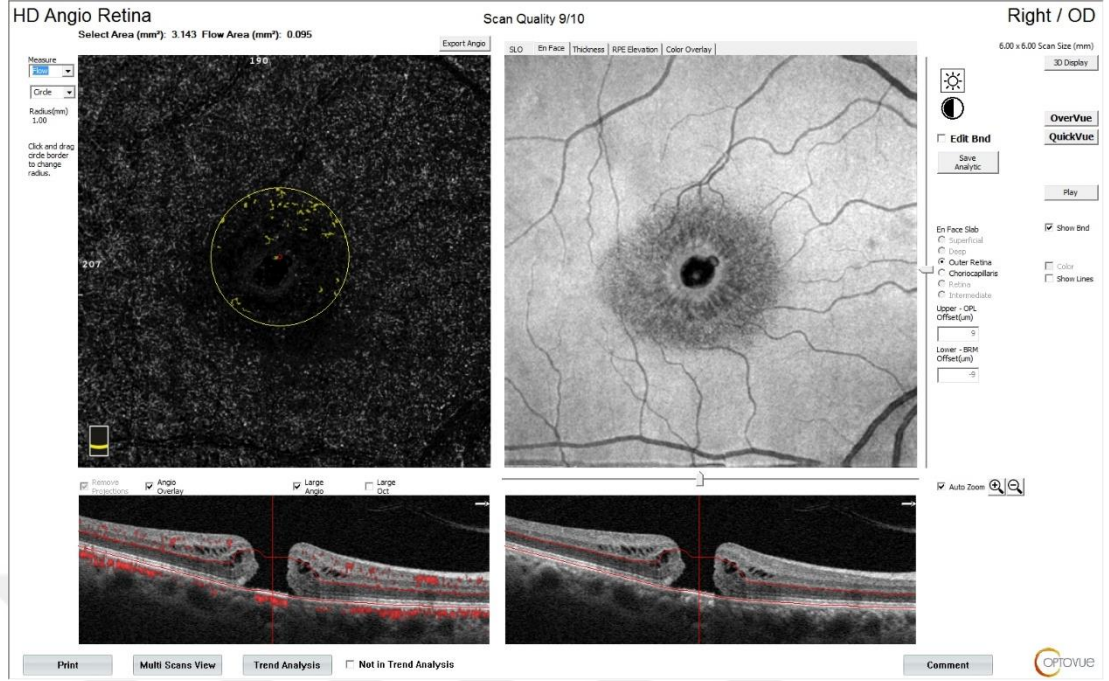
Tüm alan, perifovea, parafovea ve fovea'nın YKP ve DKP'lerinin vasküler dansiteleri yüzde olarak ve İLM-RPE arası tam kat kalınlıkları ölçüldü. FAZ alanı, koryokapillaris kan akımı ve koroid kalınlığı ölçülerek kaydedildi.



Şekil 18: OKTA'daki vasküler dansite ve santral maküler kalınlık değerleri



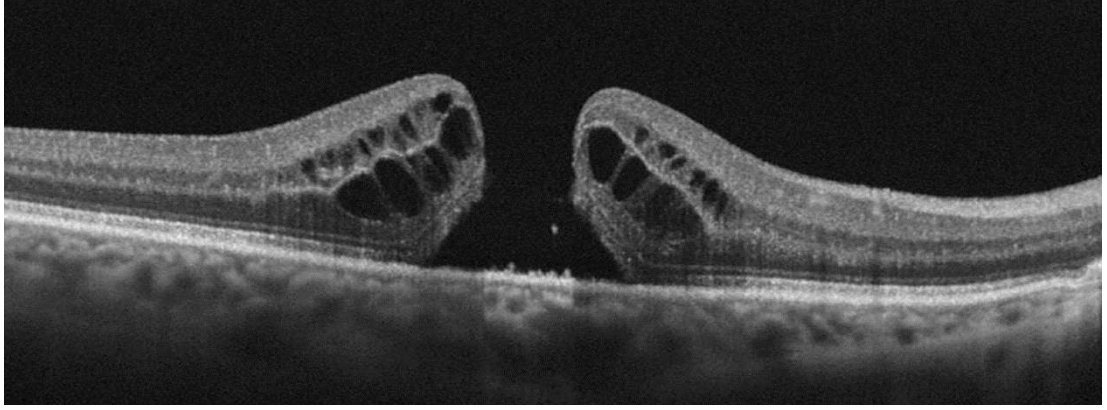
Şekil 19: OKTA'da FAZ ilişkili değerler



Şekil 20: OKTA'da dış retina kan akım alanı değerleri



Şekil 21: OKTA'da 1 mm'lik alanda koryokapillaris akım alanı değerleri



Şekil 22: Enhanced HD line maküla kesiti.

Subfoveal koroid kalınlığı enhanced HD line maküla kesitinden ölçüldü.

III.4 İstatistiksel Analiz

Çalışmada kullanılan değişkenlere ait istatistikler yüzde, ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler olarak sunulmaktadır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks Testi ile kontrol edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uyanlarının gruplara göre değişimi tekrarlanan ölçümlerde ANOVA yöntemi ile analiz edildi. Anlamli çıkan durumlarda ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesi ile yapıldı. $P < 0,016$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Normal dağılıma uymayan değişkenlerin gruplara göre değişiminin analizinde ise Friedman testi ve Wilcoxon testi kullanıldı. Anlamli çıkan farkın sonucunda kullanılan ikili karşılaştırmalarda Bonferroni-Dunn testi uygulandı. Sayısal verilerden non-parametrik olanlar Spearman Korelasyon Testi, parametrik olanlar Pearson Korelasyon Testi ile değerlendirildi. $P < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Araştırma verisi “SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 23.0 (SPSS Inc, Chicago, IL)” aracılığı ile değerlendirildi.

IV. BULGULAR

Çalışmamıza MH nedeniyle ameliyat edilen ve holü kapanan 35 hastanın 35 gözü dahil edildi. Üç hastada (%8,5) bilateral MH görüldü.

Çalışmaya dahil edilen 35 MH hastasının yaş ortalaması $65,23 \pm 5,83$ (51-79) yıl idi. Hastaların 22'si (%62,9) kadın, 13'ü (%37,1) erkekti. Hastaların 21'i (%60) sağ, 14'ü (%40) sol gözden operasyon geçirmiş ve hastaların 29'u (%82,9) fakik iken, 6'sı (%17,1) psödo fakiktir. Preoperatif değerlendirilen EİDGK değeri logMAR'a göre ortalama $0,92 \pm 0,38$ olarak bulundu ve EİDGK aralığı 1,80-0,40'tır. Hastaların tanımlayıcı ve klinik özellikleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1: Çalışma hastalarının tanımlayıcı ve klinik özellikleri

		Sayı(n)
Yaş, yıl (ortalama$\pm$SS) (Minimum-Maksimum)		$65,23 \pm 5,83$ (51-79)
Cinsiyet, n (%)	Kadın	22 (%62,9)
	Erkek	13 (%37,1)
Göz, n (%)	Sağ	21 (%60)
	Sol	14 (%40)
Lens, n (%)	Fakik	29 (%82,9)
	Psödo fakik	6 (%17,1)
Preop. EİDGK (LogMAR) (ortalama$\pm$SS) (Minimum-Maksimum)		$0,92 \pm 0,38$ (1,80-0,40)

Çalışmaya alınan hastaların 22'sine (%62,9) İLM eksizyonu yapılırken, 13'üne (%37,1) İLM flep yapıldı. İlk operasyon sonrası 7 (%20) gözde MH'nin kapanmadığı gözlemlendi ve ikinci operasyon yapıldı. Kalan 28 (%80) hastada ise MH'nin kapandığı görüldü. 21 (%60) hastada PPV ile kombine fakoemülsifikasyon yapıldı. Hastaların gözlerine ait ameliyat bilgileri Tablo 2 de gösterilmektedir.

Tablo 2: Çalışmaya alınan hastaların gözlerine ait ameliyat bilgileri

		Sayı (n)	Yüzde (%)
Operasyon yöntemi	PPV+ İLM eksizyonu+gaz tamponad	22	62,9
	PPV+ İLM flep+gaz tamponad	13	37,1
Reoperasyon	Olan	7	20
	Olmayan	28	80
Fako kombine operasyon	Yapılan	21	60
	Yapılmayan	14	40

Çalışma hastalarının logMAR tabanlı preoperatif ve postoperatif ortalama EİDGK değerleri Tablo 3'te gösterilmektedir. EİDGK değerlerinde, ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre anlamlı bir artış görüldü ($p<0.001$).

Tablo 3: Çalışma hastalarının ortalama en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve zamana göre değişimleri (LogMAR tabanlı)

EİDGK (logMAR)	Ortalama (%)	Standart sapma	P değeri
Preop. EİDGK	0,924	0,381	<0.001
Postop. EİDGK	0,511	0,279	

Paired sample t testi kullanılmıştır.

İLM eksizyon ve İLM flep gruplarının logMAR tabanlı preoperatif ve postoperatif ortalama EİDGK değerleri Tablo 4'te gösterilmektedir. Her iki grupta da EİDGK değerlerinde, ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre anlamlı bir artış görüldü. İLM eksizyon grubunda $p<0,001$ iken İLM flep

grubunda ise $p=0,004$ olarak bulundu. Bu artış değeri iki grup arasında anlamlı bir farklılık göstermedi ($p=0,346$).

Tablo 4: İLM eksizyon ve İLM flep gruplarının gözlerinin en iyi düzeltilmiş görme keskinlikleri ve zamana göre değişimi (LogMAR tabanlı)

	EİDGK (logMAR)	Ortalama (%)	Standart sapma	P değeri
İLM eksizyon grubu	Preop. EİDGK	0,930	0,413	<0.001
	Postop. EİDGK	0,471	0,275	
İLM flep grubu	Preop. EİDGK	0,912	0,337	0,004
	Postop. EİDGK	0,577	0,285	

Paired sample t testi kullanılmıştır.

Çalışma gruplarının tüm alan, foveal, perifoveal ve parafoveal YKP'lerin vasküler dansiteleri (VD (%)) Tablo 5'te gösterilmektedir. Postoperatif kapanan MH'li gözler ve hastaların opere olmayan diğer gözleri karşılaştırıldığında foveal ve perifoveal YKP VD'lerde anlamlı fark görülürken ($p<0,001$ ve $p=0,008$), YKP tüm alan ve parafoveal VD değerinde gruplar arasında anlamlı fark görülmedi.

Tablo 5: Çalışma gruplarının yüzeyel kapiller plexus damar dansitesinin (%) dağılımları

	Ortalama (%) $\pm$ Standart sapma		P değeri
	Opere Göz	Diğer Göz	
Tüm alan	43,57 $\pm$ 4,46	46,0 $\pm$ 4,77	0,038
Fovea	22,21 $\pm$ 7,37	13,66 $\pm$ 7,15	<0,001
Parafovea	46,26 $\pm$ 5,62	48,83 $\pm$ 5,75	0,074
Perifovea	43,49 $\pm$ 4,32	46,68 $\pm$ 4,98	0,008

Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır.

Çalışma gruplarının tüm alan, foveal, perifoveal ve parafoveal DKP VD (%) Tablo 6'da gösterilmektedir. Postoperatif kapanan MH'li gözler ve hastaların opere olmayan diğer gözleri karşılaştırıldığında tüm alan, foveal, parafoveal ve

perifoveal DKP VD'ler arasında yalnızca DKP foveal VD'de anlamlı fark görüldü ($p<0,001$).

Tablo 6: Çalışma gruplarının derin kapiller pleksus damar dansitesinin (%) dağılımları

	Ortalama (%) $\pm$ Standart sapma		P değeri
	Opere Göz	Diğer Göz	
Tüm alan	44,48 $\pm$ 5,49	45,05 $\pm$ 5,30	0,670
Fovea	33,85 $\pm$ 8,12	27,05 $\pm$ 6,69	0,001
Parafovea	50,11 $\pm$ 4,37	51,25 $\pm$ 4,56	0,306
Perifovea	45,55 $\pm$ 6,23	46,12 $\pm$ 6,08	0,713

Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır.

Çalışma grupları arasında FAZ alanı, santral maküla kalınlığı ve subfoveal koroid kalınlığı ölçümlerinin dağılımı Tablo 7'de gösterilmektedir. Postoperatif kapanan MH'li gözler ve hastaların opere olmayan diğer gözleri karşılaştırıldığında FAZ alanında iki grup arasında anlamlı fark görüldü ($p<0,001$), SMK ve sfKK ölçümlerinde ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi.

Tablo 7: Çalışma gruplarının foveal avasküler zon alanı, santral maküla kalınlığı ve subfoveal koroid kalınlığı ölçümleri

	Ortalama (%) $\pm$ Standart sapma		P değeri
	Opere Göz	Diğer Göz	
FAZ alanı (mm²)	0,26 $\pm$ 0,09	0,37 $\pm$ 0,08	<0,001
SMK (μm)	248,54 $\pm$ 41,48	241,43 $\pm$ 42,96	0,199
SfKK (μm)	266,23 $\pm$ 62,43	272,33 $\pm$ 71,35	0,714

Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır.

Postoperatif kapanan MH'li gözler ve hastaların opere olmayan diğer gözleri karşılaştırıldığında dış retina kan akım alanı ve KKA iki grup arasında anlamlı bir fark göstermedi (sırasıyla $p=0,055$ ve $p=0,233$).

Değişkenlerin postoperatif kapanan MH'li gözler ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması Tablo 8'de gösterilmektedir. Foveal YKP ve DKP VD postoperatif gözlerde ve kontrol grubunda farklılık göstermezken, tüm alan, parafovea, perifovea YKP ve DKP VD'leri anlamlı olarak opere gözlerde daha düşük bulundu (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$; $p<0,001$, $p=0,014$, $p<0,001$). SfKK da kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük tespit edildi ($p<0,001$).

Tablo 8: Değişkenlerin hasta ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması

		Ortalama (%) $\pm$ Standart sapma		P değeri
		Opere Göz	Kontrol	
Yüzeysel Kapiller Pleksus	Tüm alan	43,57 $\pm$ 4,46	51,43 $\pm$ 2,56	<0,001
	Fovea	22,21 $\pm$ 7,37	20,93 $\pm$ 7,03	0,466
	Parafovea	46,26 $\pm$ 5,62	54,55 $\pm$ 2,80	<0,001
	Perifovea	43,49 $\pm$ 4,32	51,99 $\pm$ 2,59	<0,001
Derin Kapiller Pleksus	Tüm alan	44,48 $\pm$ 5,49	53,29 $\pm$ 4,88	<0,001
	Fovea	33,85 $\pm$ 8,12	37,31 $\pm$ 7,62	0,075
	Parafovea	50,11 $\pm$ 4,37	56,13 $\pm$ 3,63	0,014
	Perifovea	45,55 $\pm$ 6,23	55,00 $\pm$ 5,21	<0,001
Foveal Avasküler Zon Alanı (mm²)		0,262 $\pm$ 0,094	0,291 $\pm$ 0,114	0,263
Santral Maküla Kalınlığı (µm)		248,54 $\pm$ 41,48	253,76 $\pm$ 18,44	0,912
Subfoveal Koroid Kalınlığı (µm)		266,23 $\pm$ 62,43	328,94 $\pm$ 63,82	<0,001
Dış retina akım alanı (mm²)		0,440 $\pm$ 0,357	0,419 $\pm$ 0,199	0,762
Koryopakillaris akım alanı (mm²)		1,978 $\pm$ 0,121	2,038 $\pm$ 0,108	0,036

Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır.

Postoperatif MH'li gözlerde operasyon türüne göre İLM flep grubu ve İLM eksizyon grubu olarak iki adet alt grup oluşturuldu. İki grup arasında YKP ve DKP tüm alan, foveal, parafoveal ve perifoveal VD'lerinde anlamlı fark görülmedi. FAZ, SMK ve dış retina kan akımı değerleri de anlamlı fark görülmezken, sfKK ve KKA İLM flep grubunda anlamlı derecede düşük olarak görüldü (sırasıyla $p=0,048$ ve $p=0,013$).

Postoperatif kapanan MH'li gözlerde operasyon sayısına göre tek operasyon geçirenler ve iki operasyon geçirenler olarak iki alt grup daha oluşturuldu. İki grup arasında yalnızca DKP parafoveal VD'de anlamlı farklılık bulunurken ($p=0,013$), diğer parametrelerde fark görülmedi.

Preoperatif logMAR cinsinden EİDGK değerleri ile YKP tüm alan VD arasında orta düzeyde negatif ($r=0,392$) ve anlamlı ($p=0,02$) bir korelasyon bulundu. Preoperatif EİDGK değerleri ile YKP perifoveal VD arasında orta düzeyde negatif ($r=0,388$) ve anlamlı ($p=0,021$) bir korelasyon bulundu.

Postoperatif EİDGK değerleri ile SMK arasında orta düzeyde negatif ($r=0,417$) ve anlamlı ($p=0,013$) bir korelasyon bulundu. Postoperatif EİDGK değerleri ile KKA arasında orta düzeyde negatif ($r=0,442$) ve anlamlı ($p=0,008$) bir korelasyon bulundu (Tablo 9). Yani SMK ve KKA arttıkça EİDGK'de iyileşme görülebilir.

Tablo 9: LogMAR tabanlı postoperatif görme keskinliği ile santral maküla kalınlığı ve koroid kan akımı arasındaki korelasyon

		SMK	KKA
Postoperatif EİDGK (logMAR)	Pearson korelasyon	-0,417	-0,442
	p	0,013	0,008
	n	35	35

Pearson korelasyon testi kullanılmıştır.

V. TARTIŞMA

MH retinada foveal nörosensöryal tam kat retina defektidir.¹ Hastalar genellikle görme keskinliğinde azalma, metamorfopsi, mikropsi gibi şikayetlerle başvururlar.² Gass ve ark.⁴ MH etyolojisinde prefoveal vitreus korteksinden kaynaklanan tanjansiyel traksiyonel kuvvetlerin rol aldığını belirtirken, bu traksiyon nedeniyle retina iç katlarında zayıflamayla beraber tam kat MH'ye ilerlediğini belirtmişlerdir. OCT'nin de geliştirilmesiyle ortaya atılan başka bir teoride ise başlangıçta vitreal ayrışma ile anteroposterior yönde bir güç oluştuğu, bununla birlikte daha sonra intraretinal psödokistlerin görüldüğü ve en sonunda bu psödokistlerin birleşmesiyle tam kat maküla deliğinin oluştuğu gösterilmiştir.^{5,6} MH tanısında ve evrelendirilmesinde sıklıkla OKT kullanılır.^{41,42} MH tedavisi cerrahidir. Günümüzde uygulanan en etkin tedavi yöntemi PPV, İLM soyulması, ardından göz içi gaz tamponad uygulanması ve postoperatif dönemde yüzüstü yatıştır.

MH sıklıkla 6-7. dekatlarda görülmekte olup kadınlarda erkeklerden 2-3 kat daha fazla görülmektedir.³ Çalışmamızdaki hastaların yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımı literatürle uyumlu olarak bulundu.

MH %80 tek taraflı olmakla birlikte olguların %10-15 bilateral olurken³⁸, çalışmamızda yalnızca üç hastada bilateral MH tespit edilmiş olup oranı %8,8'dir.

OKTA son zamanlarda retinal vasküler dansiteyi ve kan akımını görüntülemeye kullanılan non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Bu görüntüleme yöntemi koryoretinal hastalıkların patofizyolojisinde rol alabilecek koryoretinal vasküler yapıların değişikliklerini ve bu hastalıklarda uygulanan tedavilerin koryoretinal vasküler yapılar üzerindeki etkilerini araştırabilmemize imkan vermektedir.¹¹

Çalışmamızda MH nedeniyle opere olan hastaların postoperatif dönemde çekilen OKTA parametrelerini, hastaların diğer gözleri ve kontrol grubu parametreleriyle karşılaştırdık. Bu çalışmanın hastalığın etyopatogenezi ve

cerrahi tedavinin OKTA parametleri üzerine etkileri hakkında bize bilgi vereceğini ve literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Kim ve ark.⁶¹ tek taraflı MH olan 33 hastanın operasyonundan sonra EİDGK'de artış bulmuşlardır. Yun ve ark.⁶² yaptıkları çalışmada MH cerrahisi olan hastaların görsel iyileşmeleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da literatüre uygun olarak EİDGK artışı istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Karalezli ve ark.⁶³ ise MH olan 34 hastanın 20'sine İLM soyulması, 14'üne temporal inverted flep tekniği uygulamışlar ve her iki grupta da EİDGK'de istatistiksel olarak anlamlı artış tespit etmişlerdir, fakat gruplar arasında artış değerleri açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde iki grupta da EİDGK artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, artış değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kim ve ark.⁶¹ EİDGK ile hem YKP'de hem de DKP'de FAZ alanı arasındaki korelasyonlar MH cerrahisinden 6 ay sonra anlamlı bulunurken, daha küçük FAZ alanına sahip gözlerin daha iyi postoperatif görsel sonuçlara sahip olduğunu göstermişlerdir. Fakat parafoveal VD ile görme keskinliği arasında korelasyon olmadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada foveal retina kalınlığı parametrelerini ameliyat sonrası EİDGK ile anlamlı şekilde ilişkili bulmamışlardır. Cicinelli ve ark.⁶⁴ yayınladıkları bir derlemede YKP ve DKP FAZ alanlarında kapanmış MH hastalarında kontrol ve diğer gözlere göre azalma olduğunu ve bu FAZ alanlarının postoperatif foveal kalınlık ve EİDGK ile ters orantılı olma eğiliminde olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada MH cerrahisinden sonra 1. aydaki foveal kalınlık ile 12. aydaki görme keskinliği arasında anlamlı pozitif bir korelasyon bildirmişlerdir. Bu durumu, ameliyat sonrası erken dönemde daha kalın bir foveanın nöronal doku ile daha yüksek derecede dolduğunu ve dolayısıyla MH defektinin kapanma şansının daha yüksek olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Takamura ve ark.⁶⁵ da çalışmalarında operasyon sonrası 1. aydaki SMK ile kapanmış MH'lerin 12. aydaki görme keskinlikleri arasında anlamlı pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. Bu korelasyonun, Cicinelli ve ark.'nın çalışmasında belirttiği gibi, foveanın nöronal doku ile yeniden dolması sonucu ortaya çıktığı şeklinde

yorumlamışlardır. Wilczynski ve ark.⁶⁶ tedavi öncesi FAZ ile EİDGK arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olmadığını, ancak ameliyat öncesi FAZ ile ameliyat sonrası EİDGK arasında nispeten güçlü bir negatif korelasyon olduğunu bulmuşlardır. Tedavi sonrası EİDGK ile 3. aydaki SMK arasında da güçlü bir negatif korelasyon bulmuşlardır. Ameliyat sonrası daha yüksek SMK değerleri ameliyat sonrası daha düşük EİDGK sonuçlarına karşılık geldiğini söylemişlerdir. Operasyon öncesi kistlerin rezolüsyona uğraması ile SMK'nin azalmakta olduğunu ve kan damarları ve retinal dokunun oraya yerleşmesine izin verdiğini söylemişlerdir. Ayrıca, ne ameliyat öncesi YKP foveal VD, ne de ameliyat öncesi KKA ile cerrahi tedavi sonrası EİDGK arasında bir korelasyon olmadığını ifade etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda YKP, DKP VD ve FAZ değerleri ile EİDGK arasında herhangi bir korelasyon görmemekle birlikte postoperatif EİDGK değerleri ile SMK ve KKA arasında orta derecede negatif yönde bir korelasyon bulundu. Postoperatif dönemde SMK arttıkça EİDGK'de iyileşme gözlemledik. Bunun sebebi foveada nöronal dokunun yeniden dolması ve yeniden vasküler yapılanması olabilir. KKA'nın artmasıyla EİDGK'de artış görülmektedir. KKA'daki artışla retinal metabolizmanın artması ve yeniden yapılanmanın gerçekleşmesi görme keskinliğini arttırabilir. Fakat çalışmamızda zamana göre değişen SMK ve KKA ile korelasyonları değerlendiremedik.

Cho ve ark.'nın⁶⁷ yaptığı bir çalışmada tek taraflı MH nedeniyle PPV uygulanan 18 hastanın operasyon sonrası ortalama 38.6 ± 22.5 'inci aylarında çekilen OKTA görüntüleri retrospektif olarak incelenmiş ve hastaların sağlıklı olan diğer gözleriyle karşılaştırılmıştır. YKP ve DKP'deki ortalama FAZ değerlerini hastaların kapanan MH'li gözleri, diğer gözleriyle karşılaştırdıklarında anlamlı derecede daha küçük olarak ölçmüşlerdir. Çalışmada aynı zamanda YKP ve DKP'deki VD de karşılaştırılmış, kapanan MH'li gözler için YKP'deki ortalama VD oranını diğer gözlere benzer bulurken; DKP'deki ortalama VD oranını diğer gözlere göre anlamlı derecede düşük tespit etmişlerdir. Çalışmada kapanan MH'li gözlerde DKP'deki VD'nin daha düşük olmasının sebebini DKP'nin traksiyonel strese karşı daha savunmasız

olduğu veya başarılı MH kapanmasından sonra bile DKP'de maküler kapiller ağ restorasyonunun daha sınırlı olduğu şeklinde yorumlamışlardır.

Yun ve ark.⁶² MH olan 28 gözde yaptıkları bir çalışmada Cho ve ark.⁶⁷'nin çalışmasında olduğu gibi YKP ve DKP FAZ alanı kontrol grubuna göre daha küçük olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde DKP VD'nin kontrol grubuna göre azalmış olduğunu görmüşlerdir. YKP VD'nin ise kontrol grubuna göre Cho ve ark.'nin çalışmasından farklı olarak düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Kim ve ark.⁶¹ çalışmalarında operasyondan 6 ay sonra çekilen OKTA ile FAZ alanı ve YKP ve DKP parafoveal VD'leri ölçmüşlerdir. Diğer çalışmalarla uyumlu olarak YKP ve DKP'deki FAZ alanlarını diğer gözlere göre anlamlı şekilde küçük bulmuşlardır. Ayrıca, operasyon sonrası kapanan MH'li gözlerde diğer gözlere kıyasla anlamlı derecede daha düşük DKP parafoveal VD görmüşlerdir. YKP parafoveal VD'de ise istatistiksel olarak anlamlı bir düşüklük tespit etmemişlerdir.

Demirel ve ark.⁶⁸ 19 hastalık çalışmalarında opere olmuş MH'li gözlerle diğer gözleri ve kontrol grubu gözlerini OKTA verileri ile karşılaştırmışlardır. YKP ve DKP VD'lerini cerrahi geçiren gözlerde, diğer gözlere ve kontrol grubu gözlerine kıyasla daha düşük olarak tespit etmişlerdir. Önceki çalışmalardan farklı olarak ortalama YKP ve DKP FAZ alanını cerrahi geçiren gözlerde diğer gözlere ve kontrol grubu gözlerine göre anlamlı derecede daha büyük olarak ölçmüşlerdir.

Cicinelli ve ark.⁶⁴ yaptıkları derlemede postoperatif OKTA verilerinde kapanan MH'li gözlerde, diğer ve kontrol gözlere göre vaskülaritede bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Parafoveal DKP VD'nin kapanan MH'li gözlerde kontrol ve diğer gözlere göre azaldığını görmüşlerdir. Ayrıca bu derlemede YKP ve DKP FAZ alanlarında kapanmış MH hastalarında kontrol ve diğer gözlere göre azalma olduğunu göstermişlerdir.

Gao ve ark.⁶⁹ yaptığı bir çalışmada ise 20 MH'li gözü opere etmişler ve operasyon sonrası diğer göz ve kontrol grubu gözleriyle OKTA verilerini karşılaştırmışlardır. Kapalı MH'li gözlerin YKP VD'sini diğer gözle

karşılaştırdıklarında anlamlı bir fark görmezken DKP VD'nin anlamlı derecede düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda ise postoperatif MH'li gözler ile diğer gözler ve kontrol grubu YKP VD, DKP VD ve FAZ açısından karşılaştırıldı. Opere MH'li gözlerde FAZ değeri diğer gözlere göre literatürle uyumlu olarak daha düşük tespit edildi. İki grup arasında YKP VD ve DKP VD açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi. Opere göz ve kontrol grubu arasında ise Yun ve ark.⁶² gibi hem YKP hem de DKP VD'de anlamlı bir azalma gözlemlendi.

Çalışmamızda aynı zamanda foveal, parafoveal ve perifoveal YKP ve DKP VD'ler de incelendi. Opere gözlerde YKP parafoveal VD diğer gözlere göre anlamlı farklılık göstermezken, kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha düşük bulundu. Opere göz DKP parafoveal VD'si ise Kim ve ark.⁶¹ ve Cicinelli ve ark.⁶⁴ yaptığı çalışmalarla uyumlu olarak kontrol gözlere göre anlamlı olarak daha düşüktü. Fakat opere göz ve diğer göz arasında anlamlı farklılık tespit etmemişlerdir. Opere gözler ve diğer gözler arasında anlamlı farklılık görülmeyip kontrol gözlerle anlamlı derecede farklılık görülmesinin sebebi, MH'de görülen OKTA değişikliklerinin MH oluşmadan önce başlaması olabilir.

Cerrahi sonrasında MH kapanması sonucunda FAZ alanındaki azalmanın sebebi olarak traksiyonel kuvvetlerin ortadan kalkması ya da İLM soyulmasıyla retinanın yer değiştirmesi olabileceği düşünülmüştür. Bu durumla ilgili bir başka teori ise MH cerrahisi sırasında İLM soyulurken retina mikrovasküler yapılarına zarar verildiğinden dolayı postoperatif FAZ değerleri düşmektedir. Operasyon sonrası MH kapanınca retina yeniden bir vasküler yapılanmaya girmekte ve KKA artmaktadır. Bu yapılanmaya glial proliferasyon da eşlik etmektedir. Bu yeniden yapılanma sürecinde artan kan akımıyla beraber FAZ değerinin azaldığı düşünülmektedir.^{64,66,70,71}

MH hastalarında parafoveal ve perifoveal kistler görülmektedir. Bu kistler özellikle iç nükleer ve dış pleksiform tabakada yer almaktadır.⁷² Başarılı bir MH cerrahisinden sonra bu kistler kaybolur ve bu kistleri besleyen alanlarda vasküler atrofi oluşur. Böylece MH cerrahisi sonrası farklı bir yapılanmaya gider. YKP parafoveal VD, YKP perifoveal VD, DKP parafoveal VD, DKP

perifoveal VD azalmanın sebebinin bu vasküler atrofi ve yeniden yapılanma olduğu düşünülmektedir.^{66,73}

Baba ve ark.⁷⁴ yaptıkları vaka serisinde MH olan 16 göze İLM soyulması ile PPV uygulamışlardır. YKP ve DKP VD'lerinin dört kadranda OKTA ile ameliyattan önce ve ameliyattan 3, 6 ve 12 ay sonra ölçümünü yapmışlardır. Ameliyat sonrası 12. ayda YKP ve DKP'nin VD'sini temporal kadranda nazal kadranda anamlı olarak daha düşük bulmuşlardır. 12. aydaki YKP ve DKP VD ile diğer gözler arasında anamlı bir fark tespit etmemişlerdir. Yun ve ark.⁶² da sektöryel olarak YKP ve DKP VD değerlerini incelemiş olup superior, inferior ve temporalde, hem diğer göz hem de kontrol grubuna göre değerlerin Baba ve ark.'nın yaptığı çalışmadan farklı olarak anamlı derecede azaldığını göstermişlerdir.

Kim ve ark.⁶¹ ameliyat sonrası kapanan MH'li gözlerde diğer gözlere göre SMK'yi anamlı derecede daha kalın olarak bulmuşlardır. Farina ve ark.⁷³ ise cerrahi sonrası maküla kalınlıklarında anamlı azalma olduğunu bildirmişler ve cerrahide uygulanan İLM soyma işlemi ve cerrahi sonrası intraretinal kistlerin kaybolmasının maküla kalınlığında azalmaya neden olabileceğini düşünmüşlerdir. Bizim çalışmamızda hastaların preoperatif verileri olmadığı için bu farklılığı değerlendiremedik. Çalışmamızda opere gözler ile diğer ve kontrol grubu gözleri arasında SMK açısından istatistiksel olarak anamlı bir farklılık görülmedi.

Cicinelli ve ark.⁶⁴ KKA alanı MH olan gözlerde diğer gözlere ve kontrol grubuna göre daha düşük tespit etmiş ve operasyon sonrası kapanan MH'li gözlerde kısmen düzelme olduğunu görmüşlerdir. Gedik ve ark.⁷⁵ ise 25 MH'li, İLM soyulan gözde preoperatif ve postoperatif 1, 3 ve 6. aylarda OKTA ile KKA ve sfKK değerlerini incelemişlerdir. MH çapına göre 400 µm'den küçük ve büyük olacak şekilde iki grup oluşturmuşlardır. İki grupta da 1, 3 ve 6. aylarda yapılan ölçümlerde operasyon öncesine göre KKA'da artış görmüşler ancak gruplar arasında ise anamlı bir farklılık izlememişlerdir. Ayrıca preoperatif dönemde MH'li gözlerde KKA, diğer gözlere göre anamlı derecede düşük bulunurken postoperatif 3. ayda KKA'nın kapanan MH'li gözlerde diğer gözlere

göre daha düşük seyrettiğini, 6. ayda ise anlamlı bir farklılık göstermediğini ifade etmişlerdir. Ameliyat öncesi ve sonrası sfKK değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemişlerdir. KKA'da MH oluşumundan sonra bir azalma olduğu düşünülmekte olup, bu azalmaya MH olan retinada metabolizmadaki azalmanın neden olduğunu öne sürmektedirler. Başarılı bir cerrahi sonrasında MH kapanınca tekrar metabolizma artışı olmakta ve KKA artmaktadır.

Gao ve ark.⁶⁹ çalışmalarında sfKK'nin kapanan MH'li gözler ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha düşük olduğunu, benzer şekilde diğer gözler ve kontrol grubu gözleri karşılaştırıldığında da paralel sonuçlar bulmuşlardır. Bu nedenle koroidteki incelmanın muhtemelen MH'nin oluşumundan önce meydana geldiğini düşünmüşlerdir. Wilczynski ve ark.'nın⁶⁶ yaptığı ölçümlerde KKA ameliyat öncesi değerlerini, ameliyat sonrası 3. ay değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olarak bulmuşlardır. Sul ve ark.⁷⁶ ise MH hastalarının sfKK'sini incelemiş ve MH olan gözlerde sfKK'nin sağlam göze göre anlamlı derecede düşük olduğunu ve cerrahi sonrası iyileşme sağlanan gözlerde cerrahi öncesi sfKK'ye göre anlamlı derecede artış olduğunu, yine de hastanın sağlam gözünden anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir. sfKK'nin MH olgularında azalmasını santral foveadaki azalmış metabolizma ile ilişkilendirmişler ve iyileşme süresinde koroidin önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda ise sfKK opere gözler ve diğer gözler arasında anlamlı farklılık göstermezken, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı şekilde daha düşük olduğu görüldü. Bunun nedeni Gao ve ark. belirttiği gibi; sfKK azalmasının MH oluşumundan önce gerçekleşmiş olması olabilir. KKA değerleri açısından opere gözler ile diğer gözler ve kontrol grubu karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmadı. Çalışmamızda opere olan MH hastalarında geç dönemde OKTA çekildiğinden dolayı KKA'da farklılık görülmemiş olabilir.

Wrzesinska ve ark.⁷⁷ yaptıkları çalışmada ilk operasyonda İLM soyulmasına rağmen devam eden MH'li dört hastaya ikinci operasyonla İLM otolog transplantasyonu uygulamışlardır. Altı ay sonrasında kapanan MH

gözlerde diğer gözlere göre FAZ'nin daha geniş olduğunu görmüşlerdir. Aynı zamanda ikinci operasyonu geçiren gözlerle bir kez opere olmuş ve kapanmış MH'li gözler karşılaştırılmış ve FAZ'nin ikinci operasyonu geçiren gözlerde daha geniş olduğunu tespit etmişlerdir.

Karalezli ve ark.⁶³ İLM soyulması ve temporal inverted flep tekniği uyguladıkları iki grupta 6. ayda ortalama FAZ değerlerini farklı bulmazken, diğer gözlerle kıyaslandığında postoperatif ortalama FAZ değerlerini anlamlı derecede daha düşük olarak bulmuşlardır. Parafoveal ve perifoveal YKP VD'de gruplar arasında ya da diğer gözlere göre anlamlı bir fark görmemişlerdir. Parafoveal ve perifoveal DKP VD'nin ise postoperatif 6. ayda iki grupta da diğer gözlere göre anlamlı olarak azaldığını görmüş, fakat gruplar arasında anlamlı fark tespit etmemişlerdir. DKP VD'ye temporal ve nazal kadranda ayrı ayrı bakıldığında ise iki grup arasında temporal kadranda fark yokken nazal kadranda DKP VD'nin İLM soyulan grupta daha belirgin olarak azaldığını görmüşlerdir.

Çalışmada İLM soyulmasının YKP yerine DKP'yi etkilemesinin sebebinin MH çevresindeki kistik değişikliklerin, DKP'nin bulunduğu iç nükleer ve dış pleksiform tabakada meydana gelmesi ve DKP bozulması olarak varsaymışlardır. Bu vasküler bozulma MH kapandıktan sonra eski haline dönmeyebilir ve İLM soyulmasından sonra müller hücre glial süreçlerinin retina iç katmanlarındaki destekleyici etkisinin kayba uğraması, özellikle DKP'de VD azalması üzerinde ek bir etkiye sahip olabileceğini düşünmüşlerdir.⁶³

Çalışmamızda 22 hastaya İLM eksizyonu ve 13 hastaya İLM flep uygulanmıştır. Bu iki grup arasında postoperatif dönemde FAZ alanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmezken, her iki grup da diğer gözlerle karşılaştırıldığında FAZ alanları anlamlı derecede daha küçük olarak bulundu. Her iki grupta da İLM soyulduktan sonra traksiyonun azalmasıyla retina yer değiştirir. Meydana gelen mikrovasküler yeniden yapılanma nedeniyle de FAZ azalıyor olabilir. Çalışmamızın bir kısıtlılığı olarak bu yer değiştirmenin miktarını hesaplamadığımız için iki grup arasında ne derece farklılık olduğunu söyleyemiyoruz.

Ayrıca çalışmamızda İLM eksizyon grubunda KKA ve sfKK daha yüksek bulunurken, İLM flep grubunda anlamlı olarak daha düşük tespit edildi. YKP ve DKP VD değerleri iki grup arasında benzerdir. İLM flep tekniğini çoğunlukla daha geniş ve uzun süreli MH hastalarında uyguladığımız için preoperatif dönemde özellik KKA daha fazla azalıyor olabilir. Operasyon sonrası bu nedenle İLM eksizyon grubuna göre daha düşük değerlerde olabilir. Hastaların preoperatif OKTA görüntülemelerinin olmaması nedeniyle bu farklılığı değerlendiremedik.

Çalışmamızda çeşitli kısıtlılıklar mevcuttu. Bunlar opere edilen MH'li göz sayısının az olması, hastaların preoperatif OKTA görüntülemelerinin olmaması ve postoperatif OKTA parametrelerinin zaman içindeki değişikliklerinin değerlendirilememesidir.

Sonuç olarak biz bu çalışmada MH hastalarının postoperatif dönemdeki retinal VD, FAZ, KKA, EİDGK, retina kalınlık değerlerini ve EİDGK ile diğer parametrelerin birbirleri ile korelasyonlarını inceledik. Sonuçlarımızı desteklemek için daha geniş sayılarda, ameliyat öncesi ve sonrası uzun süre takipli ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. MH ileri yaşlarda ve kadınlarda daha sık görülmektedir.
2. MH cerrahisi sonrası görme keskinliği belirgin olarak artmaktadır.
3. Preoperatif görme keskinliği ile FAZ, SMK, DKP VD, KKA, DR KA arasında belirgin bir korelasyon bulunmazken, YKP tüm alan ve perifoveal VD arasında negatif korelasyon bulundu.
4. Postoperatif görme keskinliği ile FAZ, YKP VD, DKP VD, DR KA arasında belirgin bir korelasyon bulunmazken, SMK ve KKA ile arasında negatif korelasyon bulundu.
5. İnverted İLM flep yöntemi ile opere edilen MH'li gözlerde ve İLM eksizyon yöntemi ile opere edilen MH'li gözlerde postoperatif dönemde görme keskinliği belirgin olarak artmaktadır. Fakat bu iki grup arasında görme keskinliği değişimi açısından anlamlı bir farklılık yoktur.
6. İLM flep yöntemi ile opere edilen MH'li gözlerde ve İLM eksizyon yöntemi ile opere edilen MH'li gözlerde postoperatif dönemde sfKK dışındaki parametrelerde belirgin bir farklılık yoktu. sfKK ise İLM flep grubunda anlamlı derecede daha düşük olarak bulundu.
7. Opere MH'li gözler diğer gözlerle karşılaştırıldığında FAZ alanı opere gözlerde azalmaktadır. Bunun nedeninin cerrahi sonrası traksiyonel kuvvetlerin serbest kalması ya da İLM soyulmasıyla retinanın yer değiştirmesi ve aynı zamanda MH kapanınca retinanın yeniden bir vasküler yapılanmaya girmesiyle KKA'nın artması olduğu düşünülmektedir.
8. Opere MH'li gözlerde kontrol grubuna göre YKP tüm alan VD, YKP parafoveal VD, YKP perifoveal VD, DKP tüm alan VD, DKP parafoveal VD, DKP perifoveal VD değerleri anlamlı olarak düşük görüldü. MH hastalarında parafoveal ve perifoveal kistler görülür ve kistler özellikle iç nükleer ve dış pleksiform tabakada yer alırlar. Başarılı MH cerrahisinden sonra bu kistler kaybolur ve bu alanlardaki

damarlarda vasküler atrofi oluşur. Bütün bunların VD'lerdeki düşüşün nedeni olduğu düşünülmektedir.

9. Opere gözler ile diğer gözler ve kontrol grubu gözleri arasında SMK açısından anlamlı bir farklılık yoktur.
10. KKA ve sfKK opere gözler ve diğer gözler arasında anlamlı farklılık göstermemekle birlikte kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı şekilde daha düşük olarak görülmektedir. Bu durum santral foveadaki azalmış metabolizmayla ilişkili olabilir. Diğer gözler ve kontrol grubu gözleri karşılaştırıldığında ise yine sfKK kontrol grubu gözlerde anlamlı olarak daha düşük görüldü. Bu da koroidin incelmesinin MH oluşumundan önce meydana geldiğini düşündürmektedir.
11. Dış retina kan akımında gruplar arasında herhangi bir farklılık saptanmadı.

VII. ÖZET

Giriş ve amaç: İdiyopatik maküler hol (MH) retinada vertikal olarak tüm katları içine alan, foveal nörosensoryal retina defektidir. Tedavisi cerrahidir ve amaç anatomik olarak MH'nin kapanması, fonksiyonel olarak da görme keskinliğinin artmasıdır. Arka segmentin beslenmesinden retinal ve koroidal damarlar sorumludur. Cerrahi müdahale ile arka segment yapılarında çeşitli değişiklikler olmaktadır. Bu çalışmadaki amacımız MH cerrahisinin retina ve koryopakillaris tabakaları ve mikrovasküler yapıları üzerine etkilerini optik koherens tomografi anjiografi (OKTA) ile araştırmaktır.

Gereç ve yöntemler: Çalışmaya Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hafsa Sultan Hastanesi Göz Hastalıkları Kliniği retina polikliniğine başvuran ve MH nedeniyle opere edilen 35 hastanın 35 gözü dahil edildi. Hastalar ameliyattan sonra 6-24. aylarda 6 x 6 mm'lik maküla kesitleriyle yüzeysel kapiller pleksus (YKP) vasküler dansiteleri (VD), derin kapiller pleksus (DKP) VD'leri, maküla kalınlıkları, foveal avasküler zon (FAZ) parametreleri, subfoveal koroid kalınlıkları (sfKK), koryopakillariste akım alanları, dış retina akım alanları OKTA kullanılarak ölçüldü. Hastaların diğer gözleri ve kontrol grubu gözlerinin OKTA ölçümleri ile kıyaslandı.

Bulgular: Çalışmaya alınan hastaların 22'sine pars plana vitrektomi + internal limitan membran (İLM) soyulması + gaz tamponad ameliyatı, 13'üne pars plana vitrektomi + temporal İLM flep + gaz tamponad ameliyatı uygulandı. Opere gözler, diğer ve kontrol grubu gözleriyle ve kendi içerisinde İLM eksizyon ve İLM flep grubu olarak oluşturulan alt gruplar birbiriyle karşılaştırıldı. Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalaması 65,23±5,83 (51-79) yıl idi. Hastaların 22'si (%62,9) kadın, 13'ü (%37,1) erkekti. EİDGK, ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre anlamlı bir artış gösterdi ($p<0.001$). Aynı şekilde İLM eksizyon ve İLM flep gruplarında da EİDGK, ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre anlamlı bir artış gösterdi (sırasıyla $p<0,001$ ve $p=0,004$). Opere olan MH'li gözler ile opere olmayan diğer gözleri karşılaştırıldığında foveal ve perifoveal YKP VD'lerde anlamlı bir farklılık

görülürken ($p<0,001$ ve $p=0,008$), YKP tüm alan ve parafoveal VD değerleri gruplar arasında anlamlı fark göstermedi. Opere MH'li gözler ile diğer gözler karşılaştırıldığında yalnızca DKP foveal VD anlamlı bir farklılık gösterdi ($p<0,001$). FAZ alanı iki grup arasında anlamlı fark gösterirken ($p<0,001$), SMK ve sfKK ölçümleri ise istatistiksel olarak anlamlı fark göstermedi. Hastanın cerrahi geçiren gözüyle diğer gözü karşılaştırıldığında dış retina kan akım alanı ve KKA anlamlı bir farklılık göstermedi (sırasıyla $p=0,055$ ve $p=0,233$). Opere gözler ve kontrol grubunda tüm alan, parafovea, perifovea YKP ve DKP VD'leri anlamlı olarak düşük bulundu (sırasıyla $p<0,001$, $p<0,001$, $p<0,001$ ve $p<0,001$, $p=0,014$, $p<0,001$). sfKK da kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olarak tespit edildi ($p<0,001$). İLM eksizyon ve İLM flep grupları arasında, sfKK İLM flep grubunda anlamlı derecede düşük bulunurken ($p=0,048$), tek operasyon olan gözler ve reoperasyon olan gözler arasında sadece DKP parafoveal VD'de anlamlı fark bulundu ($p=0,013$). Preoperatif EİDGK değerleri ile YKP tüm alan VD arasında orta düzeyde negatif ($r=0,392$) ve anlamlı ($p=0,02$) bir korelasyon bulundu. Benzer şekilde preoperatif EİDGK değerleri ile YKP perifoveal VD arasında orta düzeyde negatif ($r=0,388$) ve anlamlı ($p=0,021$) bir korelasyon bulundu.

Sonuç: MH cerrahisi sonrası OKTA verileri hastaların diğer gözleriyle karşılaştırıldığında FAZ alanı ve YKP VD değerlerinde belirgin bir azalma olmaktadır. Kontrol gözler ile karşılaştırıldığında ise hem YKP hem de DKP de belirgin azalma görülmektedir. Postoperatif EİDGK değerleri SMK ve KKA ile negatif korelasyon göstermektedir. MH cerrahisinin mikrovasküler yapılar üzerindeki etkilerini ve bunların EİDGK ile ilişkisini göstermek için daha geniş örneklem büyüklüğü ve daha uzun takip süresi olan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Maküler hol, optik koherens tomografi anjiyografi, yüzeyel kapiller pleksus, derin kapiller pleksus, foveal avasküler zon, koroidal kan akımı.

VIII. ABSTRACT

Introduction and Aim: Idiopathic macular hole (MH) is a vertical full-thickness defect of the foveal neurosensory retina. Its treatment is surgical, aiming at anatomical closure of the macular hole and functional improvement in visual acuity. The nourishment of the posterior segment is provided by retinal and choroidal vessels. Surgical intervention induces various changes in the posterior segment structures. This study aims to investigate the effects of macular hole surgery on retinal and choriocapillaris layers as well as microvascular structures using optical coherence tomography angiography (OCTA).

Materials and Methods: This study included 35 eyes of 35 patients who underwent surgery for MH at the Retina Clinic of Manisa Celal Bayar University Hafsa Sultan Hospital. Postoperative measurements were performed at 6-24 months using 6x6 mm macular sections. Parameters such as vascular densities (VD) of the superficial capillary plexus (SCP) and deep capillary plexus (DCP), macular thickness, foveal avascular zone (FAZ) parameters, subfoveal choroidal thickness (SFCT), choriocapillaris flow areas, and outer retinal flow areas were evaluated using OCTA. The measurements were compared with the patients' fellow eyes and a control group.

Results: Among the participants, 22 underwent pars plana vitrectomy (PPV) with internal limiting membrane (ILM) peeling and gas tamponade, while 13 underwent PPV with temporal ILM flap and gas tamponade. Operated eyes were compared with fellow and control eyes. Additionally, two subgroups were formed based on ILM excision and ILM flap techniques. The mean age of the patients was 65.23 ± 5.83 years (range: 51-79). Of the patients, 22 (62.9%) were female, and 13 (37.1%) were male.

Postoperative best-corrected visual acuity (BCVA) showed a significant improvement compared to preoperative values ($p < 0.001$). Significant improvements in BCVA were also observed within both the ILM excision

($p<0.001$) and ILM flap groups ($p=0.004$). Comparing operated eyes with fellow eyes, significant differences were observed in foveal and perifoveal SCP VD ($p<0.001$ and $p=0.008$, respectively), while there was no significant difference in whole-image or parafoveal SCP VD. A significant difference in foveal DCP VD was noted between operated and fellow eyes ($p<0.001$). FAZ area also demonstrated a significant difference between the groups ($p<0.001$), while SFCT and SFCT measurements showed no statistically significant differences.

When operated eyes were compared with the control group, all SCP and DCP VD values were significantly lower in operated eyes ($p<0.001$). SFCT and choriocapillaris flow areas were also significantly reduced compared to the control group ($p<0.001$ and $p=0.036$, respectively). In subgroup analysis, SFCT was significantly lower in the ILM flap group compared to the ILM excision group ($p=0.048$). The only significant difference between single-operation eyes and reoperated eyes was found in parafoveal DCP VD ($p=0.013$). Preoperative BCVA showed a moderate negative correlation with whole-image SCP VD ($r=-0.392$, $p=0.02$) and perifoveal SCP VD ($r=-0.388$, $p=0.021$).

Conclusion: Postoperative OCTA findings demonstrate a significant reduction in FAZ area and SCP VD compared to fellow eyes. When compared to the control group, both SCP and DCP showed notable decreases in vascular densities. Postoperative BCVA values negatively correlated with SFCT and choriocapillaris flow areas. Larger sample sizes and longer follow-up studies are needed to elucidate the impact of macular hole surgery on microvascular structures and their relationship with visual outcomes.

Keywords: Macular hole, optical coherence tomography angiography, superficial capillary plexus, deep capillary plexus, foveal avascular zone, choroidal blood flow.

IX. KAYNAKLAR

1. Takahashi A, Yoshida A, Nagaoka T, et al. Idiopathic full-thickness macular holes and the vitreomacular interface: a high-resolution spectral-domain optical coherence tomography study. *Am J Ophthalmol*. 2012;154(5):881-892.e2. doi:10.1016/j.ajo.2012.05.024
2. Johnson MW. Posterior vitreous detachment: evolution and complications of its early stages. *Am J Ophthalmol*. 2010;149(3):371-82.e1. doi:10.1016/j.ajo.2009.11.022
3. McCannel CA, Ensminger JL, Diehl NN, Hodge DN. Population-based incidence of macular holes. *Ophthalmology*. 2009;116(7):1366-1369. doi:10.1016/j.opht.2009.01.052
4. Gass JD. Idiopathic senile macular hole. Its early stages and pathogenesis. *Arch Ophthalmol*. 1988;106(5):629-639. doi:10.1001/archopht.1988.01060130683026
5. Gaudric A, Haouchine B, Massin P, Paques M, Blain P, Erginay A. Macular hole formation: new data provided by optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 1999;117(6):744-751. doi:10.1001/archopht.117.6.744
6. Haouchine B, Massin P, Gaudric A. Foveal pseudocyst as the first step in macular hole formation: a prospective study by optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2001;108(1):15-22. doi:10.1016/s0161-6420(00)00519-4
7. Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study. *Arch Ophthalmol*. 1991;109(5):654-659. doi:10.1001/archopht.1991.01080050068031
8. Park DW, Sipperley JO, Sneed SR, Dugel PU, Jacobsen J. Macular hole surgery with internal-limiting membrane peeling and

- intravitreal air. *Ophthalmology*. 1999;106(7):1392-1398.
doi:10.1016/S0161-6420(99)00730-7
9. Brooks HLJ. Macular hole surgery with and without internal limiting membrane peeling. *Ophthalmology*. 2000;107(10):1939.
doi:10.1016/s0161-6420(00)00331-6
 10. Ittarat M, Somkijrungrong T, Chansangpet S, Pongsachareonont P. Literature review of surgical treatment in idiopathic full-thickness macular hole. *Clinical Ophthalmology*. 2020;14:2171-2183.
doi:10.2147/OPTH.S262877
 11. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK, Sadda SR, Staurengi G. Optical coherence tomography angiography. *Prog Retin Eye Res*. 2018;64:1-55. doi:10.1016/j.preteyeres.2017.11.003
 12. Argun Kıvanç S, Güllülü G. Göz ve Eklerinin Embriyolojisi. In: Aydın O'dwyer P, ed. *Temel Göz Hastalıkları*. 3rd ed. ; 2015:8-9.
 13. Akar S, Akyol S. Retina Embriyogenezi-Fizyolojisi. In: Aydın Akova Y, ed. *Temel Göz Hastalıkları*. ; 2015:34-39.
 14. Duke-Elder S WKC. The anatomy of the visual system. In: *System of Ophthalmology: Duke-Elder*. second. ; 1981.
 15. İnan S. Retina Anatomisi. *Kocatepe Tıp Dergisi Kocatepe Medical Journal*. 2014;13(3):355-359.
 16. Basic and Clinical Science Course, Fundamentals and Principles of Ophthalmology. In: *American Academy Ophthalmology*. 2nd ed.
 17. Feke GT, Zuckerman R, Green GJ, Weiter JJ. Response of human retinal blood flow to light and dark. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1983;24(1):136-141.
 18. Oprea Ş, Pantu CM, Filipoiu FM, Tulin R, Oprea GD. the Anatomy of the Choroid-a Review. *Romanian Journal of Functional and Clinical*,

Macro- and Microscopical Anatomy and of Anthropology.
2016;15(4):380-383.

19. Saatci AO, Öner FH YA. Vitreus Hastalıkları. In: Q'dwyer, PA; Akova Y, ed. *Temel Göz Hastalıkları*. 2nd ed. Güneş Tıp Kitapevi; 2015:735.
20. Uzel MM, Güzin A, Uzel T. Vitreus ve Vitreomaküler Arayüzeyin Embriyoloji ve Anatomisi. *Güncel Retina Dergisi*. 2018;2(3):209-212.
21. Wright DW, Mayne R. Vitreous humor of chicken contains two fibrillar systems: an analysis of their structure. *J Ultrastruct Mol Struct Res*. 1988;100(3):224-234. doi:10.1016/0889-1605(88)90039-0
22. Bishop PN. Structural macromolecules and supramolecular organisation of the vitreous gel. *Prog Retin Eye Res*. 2000;19(3):323-344. doi:10.1016/s1350-9462(99)00016-6
23. Vaughan L, Mendler M, Huber S, et al. D-periodic distribution of collagen type IX along cartilage fibrils. *J Cell Biol*. 1988;106(3):991-997. doi:10.1083/jcb.106.3.991
24. Fraser JR, Laurent TC, Laurent UB. Hyaluronan: its nature, distribution, functions and turnover. *J Intern Med*. 1997;242(1):27-33. doi:10.1046/j.1365-2796.1997.00170.x
25. Matsumoto B, Blanks JC, Ryan SJ. Topographic variations in the rabbit and primate internal limiting membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1984;25(1):71-82.
26. Foos RY. Vitreoretinal juncture; topographical variations. *Invest Ophthalmol*. 1972;11(10):801-808.
27. Bishop PN, Holmes DF, Kadler KE, McLeod D, Bos KJ. Age-related changes on the surface of vitreous collagen fibrils. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45(4):1041-1046. doi:10.1167/iov.03-1017
28. Sebag J. Molecular biology of pharmacologic vitreolysis. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2005;103:473-494.

29. Bottós JM, Elizalde J, Rodrigues EB, Maia M. Current concepts in vitreomacular traction syndrome. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012;23(3):195-201. doi:10.1097/ICU.0b013e328352404c
30. Duker JS, Kaiser PK, Binder S, et al. The International Vitreomacular Traction Study Group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. *Ophthalmology*. 2013;120(12):2611-2619. doi:10.1016/j.ophtha.2013.07.042
31. Levison AL, Kaiser PK. Vitreomacular interface diseases: Diagnosis and management. *Taiwan J Ophthalmol*. 2014;4(2):63-68. doi:10.1016/j.tjo.2013.12.001
32. Sebag J. Anomalous posterior vitreous detachment: a unifying concept in vitreo-retinal disease. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2004;242(8):690-698. doi:10.1007/s00417-004-0980-1
33. Rodman JA, Shechtman D, Sutton BM, Pizzimenti JJ, Bittner AK. Prevalence Of Vitreomacular Adhesion In Patients Without Maculopathy Older Than 40 Years. *Retina*. 2018;38(10):2056-2063. doi:10.1097/IAE.0000000000001792
34. Kaynak S. Vitreomaküler traksiyon sendromu ve epiretinal membranlarda OCT: Tanı ve takipteki önemi. *Retina-Vitreus*. 2009;17(1):1-8.
35. Gök M, Karabaş VL, Aslan MŞ, Karaman S. Epiretinal Membran Cerrahisinde Fonksiyonel Sonuçlar Üzerine Etkili Prognostik Faktörler. *MN Oftalmoloji*. 2018;25(1):36-41.
36. Mayer WJ, Vogel M, Neubauer A, et al. Pars plana vitrectomy and internal limiting membrane peeling in epimacular membranes: correlation of function and morphology across the macula. *Ophthalmologica*. 2013;230(1):9-17. doi:10.1159/000350233

37. Yaşar E, Erol N, Bilgeç MD, Çakmak Aİ. Coexistence of peripheral retinal diseases with macular hole. *Turk J Ophthalmol*. 2019;49(4):209-212. doi:10.4274/tjo.galenos.2019.06706
38. Chew EY, Sperduto RD, Hiller R, et al. Clinical course of macular holes: the Eye Disease Case-Control Study. *Arch Ophthalmol*. 1999;117(2):242-246. doi:10.1001/archopht.117.2.242
39. Kumagai K, Ogino N, Hangai M, Larson E. Percentage of fellow eyes that develop full-thickness macular hole in patients with unilateral macular hole. *Arch Ophthalmol*. 2012;130(3):393-394. doi:10.1001/archophthalmol.2011.1427
40. Coppé AM, Ripandelli G, Parisi V, Varano M, Stirpe M. Prevalence of asymptomatic macular holes in highly myopic eyes. *Ophthalmology*. 2005;112(12):2103-2109. doi:10.1016/j.ophtha.2005.06.028
41. Barak Y, Ihnen MA, Schaal S. Spectral domain optical coherence tomography in the diagnosis and management of vitreoretinal interface pathologies. *J Ophthalmol*. 2012;2012:876472. doi:10.1155/2012/876472
42. Salter AB, Folgar FA, Weissbrodt J, Wald KJ. Macular hole surgery prognostic success rates based on macular hole size. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2012;43(3):184-189. doi:10.3928/15428877-20120102-05
43. Endo H, Kase S, Takahashi M, et al. Changes in choriocapillaris structure occurring in idiopathic macular hole before and after vitrectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023;261(7):1901-1912. doi:10.1007/s00417-023-06004-5
44. Cho JH, Yi HC, Bae SH, Kim H. Foveal microvasculature features of surgically closed macular hole using optical coherence tomography angiography. *BMC Ophthalmol*. 2017;17(1):217. doi:10.1186/s12886-017-0607-z

45. Eckardt C, Eckardt U, Groos S, Luciano L, Reale E. [Removal of the internal limiting membrane in macular holes. Clinical and morphological findings]. *Ophthalmologe*. 1997;94(8):545-551. doi:10.1007/s003470050156
46. Altan T, Altan Ç. Vital Dyes in Vitreoretinal Surgery. *Güncel Retina Dergisi*. 2018;2(3):296-301. doi:10.37783/crj-0108
47. Mester V, Kuhn F. Internal limiting membrane removal in the management of full-thickness macular holes. *Am J Ophthalmol*. 2000;129(6):769-777. doi:10.1016/s0002-9394(00)00358-5
48. Chung SE, Kim KH, Kang SW. Retinal breaks associated with the induction of posterior vitreous detachment. *Am J Ophthalmol*. 2009;147(6):1012-1016. doi:10.1016/j.ajo.2009.01.013
49. Wollensak G, Spoerl E, Grosse G, Wirbelauer C. Biomechanical significance of the human internal limiting lamina. *Retina*. 2006;26(8):965-968. doi:10.1097/01.iae.0000250001.45661.95
50. Madreperla SA, Geiger GL, Funata M, de la Cruz Z, Green WR. Clinicopathologic correlation of a macular hole treated by cortical vitreous peeling and gas tamponade. *Ophthalmology*. 1994;101(4):682-686. doi:10.1016/s0161-6420(94)31278-4
51. Guillaubey A, Malvitte L, Lafontaine PO, et al. Comparison of face-down and seated position after idiopathic macular hole surgery: a randomized clinical trial. *Am J Ophthalmol*. 2008;146(1):128-134. doi:10.1016/j.ajo.2008.02.029
52. Nadal J, Delas B, Piñero A. Vitrectomy without face-down posturing for idiopathic macular holes. *Retina*. 2012;32(5):918-921. doi:10.1097/IAE.0b013e318229b20e
53. Sinawat S, Jumpawong S, Ratanapakorn T, Bhoomibunchoo C, Yospaiboon Y, Sinawat S. Efficacy of pars plana vitrectomy with internal limiting membrane peeling for treatment of large idiopathic full-

- thickness macular holes. *Clinical Ophthalmology*. 2021;15:521-529. doi:10.2147/OPTH.S294190
54. Flaxel CJ, Adelman RA, Bailey ST, et al. Idiopathic Macular Hole Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*. 2020;127(2):P184-P222. doi:10.1016/j.ophtha.2019.09.026
 55. Banker AS, Freeman WR, Kim JW, et al. Vision-threatening complications of surgery for full-thickness macular holes. *Ophthalmology*. 1997;104(9):1442-1453. doi:10.1016/S0161-6420(97)30118-3
 56. Wendel RT, Patel AC, Kelly NE, Salzano TC, Wells JW, Novack GD. Vitreous surgery for macular holes. *Ophthalmology*. 1993;100(11):1671-1676. doi:10.1016/s0161-6420(93)31419-3
 57. Park SS, Marcus DM, Duker JS, et al. Posterior segment complications after vitrectomy for macular hole. *Ophthalmology*. 1995;102(5):775-781. doi:10.1016/s0161-6420(95)30956-6
 58. Sakuma T, Tanaka M, Mizota A, Inoue J, Pakola S. Safety of in vivo pharmacologic vitreolysis with recombinant microplasmin in rabbit eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(9):3295-3299. doi:10.1167/iovs.04-1517
 59. Stalmans P, Benz MS, Gandorfer A, et al. Enzymatic vitreolysis with ocriplasmin for vitreomacular traction and macular holes. *N Engl J Med*. 2012;367(7):606-615. doi:10.1056/NEJMoa1110823
 60. Haritoglou C, Reiniger IW, Schaumberger M, Gass CA, Priglinger SG, Kampik A. Five-year follow-up of macular hole surgery with peeling of the internal limiting membrane: update of a prospective study. *Retina*. 2006;26(6):618-622. doi:10.1097/01.iae.0000236474.63819.3a
 61. Kim YJ, Jo J, Lee JY, Yoon YH, Kim JG. Macular capillary plexuses after macular hole surgery: An optical coherence tomography

- angiography study. *British Journal of Ophthalmology*. 2018;102(7):966-970. doi:10.1136/bjophthalmol-2017-311132
62. Yun C, Ahn J, Kim M, et al. Characteristics of retinal vessels in surgically closed macular hole: an optical coherence tomography angiography study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017;255(10):1923-1934. doi:10.1007/s00417-017-3742-6
 63. Karalezli A, Kaderli ST, Sul S. Macular microvasculature differences in patients with macular hole after vitrectomy with internal limiting membrane removal or single-layered temporal inverted flap technique. *Eye*. 2021;35(10):2746-2753. doi:10.1038/s41433-020-01301-3
 64. Cicinelli MV, Marchese A, Bandello F, Coppola M. Inner Retinal Layer and Outer Retinal Layer Findings after Macular Hole Surgery Assessed by means of Optical Coherence Tomography. *J Ophthalmol*. 2019;2019. doi:10.1155/2019/3821479
 65. Takamura Y, Tomomatsu T, Matsumura T, et al. Correlation between central retinal thickness after successful macular hole surgery and visual outcome. *Jpn J Ophthalmol*. 2015;59(6):394-400. doi:10.1007/s10384-015-0406-0
 66. Wilczyński T, Heinke A, Niedzielska-Krycia A, Jorg D, Michalska-Małecka K. Optical coherence tomography angiography features in patients with idiopathic full-thickness macular hole, before and after surgical treatment. *Clin Interv Aging*. 2019;14:505-514. doi:10.2147/CIA.S189417
 67. Cho JH, Yi HC, Bae SH, Kim H. Foveal microvasculature features of surgically closed macular hole using optical coherence tomography angiography. *BMC Ophthalmol*. 2017;17(1):217. doi:10.1186/s12886-017-0607-z
 68. Demirel S, Değirmenci MFK, Bilici S, et al. The Recovery of Microvascular Status Evaluated by Optical Coherence Tomography

- Angiography in Patients after Successful Macular Hole Surgery.
Ophthalmic Res. 2018;59(1):53-57. doi:10.1159/000484092
69. Gao Y, sun bin, Li J, et al. Choriocapillary regional characteristics in idiopathic macular holes using optical coherence tomography angiography. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022;40. doi:10.1016/j.pdpdt.2022.103131
 70. Kita Y, Inoue M, Kita R, et al. Changes in the size of the foveal avascular zone after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for a macular hole. *Jpn J Ophthalmol.* 2017;61(6):465-471. doi:10.1007/s10384-017-0529-6
 71. Tsuboi K, Fukutomi A, Sasajima H, et al. Visual acuity recovery after macular hole closure associated with foveal avascular zone change. *Transl Vis Sci Technol.* 2020;9(8):1-11. doi:10.1167/TVST.9.8.20
 72. Lauermann P, Dülk J, van Oterendorp C, Hoerauf H, Feltgen N, Bemme S. Reorganization of the perifoveal microvasculature after macular hole closure assessed via optical coherence tomography angiography. *Exp Eye Res.* 2020;198:108132. doi:10.1016/j.exer.2020.108132
 73. Faria MY, Ferreira NP, Cristóvão DM, Mano S, Sousa DC, Monteiro-Grillo M. Tomographic Structural Changes of Retinal Layers after Internal Limiting Membrane Peeling for Macular Hole Surgery. *Ophthalmic Res.* 2017;59(1):24-29. doi:10.1159/000480243
 74. Baba T, Kakisu M, Nizawa T, Oshitari T, Yamamoto S. Regional Densities Of Retinal Capillaries And Retinal Sensitivities After Macular Hole Surgery With Internal Limiting Membrane Peeling. *Retina.* 2020;40(8):1585-1591. doi:10.1097/IAE.0000000000002637
 75. Gedik B, Suren E, Bulut M, Durmaz D, Erol MK. Changes in choroidal blood flow in patients with macular hole after surgery. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021;35:102428. doi:10.1016/j.pdpdt.2021.102428

76. Sul S, Gurelik G, Korkmaz Ş, Ozsaygılı C. Choroidal thickness in macular holes. *Int Ophthalmol*. 2019;39(11):2595-2601. doi:10.1007/s10792-019-01108-6
77. Wrzesińska D, Nowomiejska K, Nowakowska D, et al. Secondary Vitrectomy with Internal Limiting Membrane Plug due to Persistent Full-Thickness Macular Hole OCT-Angiography and Microperimetry Features: Case Series. *J Ophthalmol*. 2020;2020. doi:10.1155/2020/2650873

