SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
BEYOĞLU GÖZ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI ANA BİLİM DALI

İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONU HASTALARINDA TELESKOPİK MERCEĞİN GÜVENLİK VE ETKİNLİK SONUÇLARI

Dr. Efe KOŞER

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL, 2026

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
BEYOĞLU GÖZ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
GÖZ HASTALIKLARI ANA BİLİM DALI

İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONU HASTALARINDA TELESKOPİK MERCEĞİN GÜVENLİK VE ETKİNLİK SONUÇLARI

Dr. Efe KOŞER

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Şehnaz ÖZÇALIŞKAN

YARDIMCI TEZ DANIŞMANI
Op. Dr. Anıl KORKMAZ

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL, 2026

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimiz süresince her türlü klinik ve idari imkânın sağlanması konusunda büyük özveri gösteren, karşılaştığımız sorunlara daima hoşgörülü ve çözüm odaklı bir yaklaşımla destek olan değerli başhekimimiz Sayın Doç. Dr. Sadık Görkem Çevik'e;

Bizlere nitelikli birer göz hekimi olma yolunda yol gösteren, mesleki gelişimimize geniş bir vizyon kazandıran kıymetli hocamız Prof. Dr. Muhittin Taşkapılı'ya;

Asistanlık eğitimim süresince etik değerlere bağlılığı, disiplinli yaklaşımı ve örnek teşkil eden mesleki duruşuyla yalnızca bir eğitici değil, aynı zamanda her zaman kendime örnek aldığım bir rol model olan; bilgi ve tecrübelerinden yararlanmayı büyük bir onur olarak gördüğüm, ilk katarakt cerrahimi gerçekleştirirken yanımda bulunan ve ilerleyen yıllarda yollarımızın yeniden kesişmesini temenni ettiğim kıymetli hocam Prof. Dr. Ayşe Çiğdem Altan'a;

Cerrahi ve klinik yaklaşım konusundaki derin tecrübesini büyük bir sabırla bizlere aktaran, ilk trabekülektomi cerrahimi gerçekleştirmemde yol gösterici olan ve cerrahi becerilerimizin gelişimine önemli katkılarda bulunan değerli hocamız Prof. Dr. Tekin Yaşar'a;

Bilgi birikimi ve güçlü akademik donanımıyla eğitim sürecimize rehberlik eden, motivasyonumuzu her zaman yüksek tutmamıza katkı sağlayan kıymetli hocamız Prof. Dr. Halil Özgür Artunay'a;

Mesleki yaşamında sergilediği cerrahi disiplin ve zor anlarda dahi koruduğu sükûnetiyle bizler için ilham verici bir örnek olan; sahip olduğu engin tecrübeyi ve kendine has hasta yönetimi anlayışını büyük bir cömertlikle paylaşarak mesleki bakış açımızı geliştiren, desteğini her zaman hissettiğim kıymetli hocam Prof. Dr. Ahmet Kırgız'a;

Şaşılık ve pediatrik oftalmoloji alanındaki kapsamlı bilgi ve deneyimini büyük bir sabır ve özveriyle bizlere aktaran; bu alana yönelik klinik ve cerrahi yaklaşımımızın gelişiminde son derece kıymetli katkılar sunan değerli hocamız Prof. Dr. Aslı İnal'a;

Cerrahi alandaki üstün yetkinliği, en stresli anlarda dahi sergilediği sakin tutumu ve örnek teşkil eden mesleki disipliniyle hepimiz için bir rol model olan değerli hocamız Prof. Dr. Cengiz Alagöz'e;

Tez çalışmamın başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen süreçte engin bilgi ve tecrübesiyle bana rehberlik eden; karşılaştığım her güçlükte sabrı ve anlayışıyla destek olan, vizyonu ile çalışmamın şekillenmesine önemli katkılar sunan çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. Şehnaz Özçalışkan'a ve çalışmada çok büyük emeği bulunan tez danışman yardımcısı kıymetli abim Op. Dr. Anıl Korkmaz'a;

Ameliyathaneye ilk adım attığımız günden asistanlık sürecimizin sonuna dek cerrahi yetkinliğimizi geliştirmek adına büyük bir özveri ve tükenmeyen bir enerjiyle emek veren; sahip olduğu vizyon ile meslek hayatım boyunca örnek alacağım bir rehber ve yol gösterici olan değerli ablam Doç. Dr. Nilay Kandemir Beşek'e;

Oftalmoloji alanındaki ilk sözlü sunumumu ve araştırma makalemi hazırlama sürecinde büyük bir sabırla bana çalışmanın inceliklerini öğreten; desteğini yalnızca mesleki alanda değil, her konuda hissettiğim sevgili ablam Doç. Dr. Burcu Kemer Atik'e;

Cerrahi yetkinlikleri ve mesleki titizlikleriyle her zaman örnek aldığım; bilgi ve tecrübeleriyle bizlere yol göstermeyi sürdüren saygıdeğer Doç. Dr. Neşe Alagöz, Doç. Dr. Seren Pehlivanoğlu, Doç. Dr. Sibel Ahmet, Doç. Dr. İhsan Çakır, Doç. Dr. Ferah Özçelik ve Doç. Dr. Ayşe Burcu Dirim'e;

Cerrahi ve teorik gelişimimize büyük katkılarda bulunan; güleryüzleri ve yapıcı yaklaşımlarıyla asistanlık sürecimizin her aşamasında desteklerini yanımızda hissettiğimiz kıymetli ön segment uzmanlarımız Op. Dr. Gülay Yalçınkaya Çakır, Op. Dr. Seda Liman Uzun, Op. Dr. Dilan Çolak Arıcı, Op. Dr. Berru Yargı Özkoçak, Op. Dr. Gülşah Gümüş Akgün, Op. Dr. Başak Saraçoğlu Yılmaz ve Op. Dr. Sevgi Tongal'a;

Cerrahi alanda en iyi şekilde yetişmemiz için büyük çaba gösteren, ilgisini ve desteğini bizden esirgemeyen Op. Dr. Murat Arıcı, Op. Dr. Mehmet Göksel Ulaş, Op. Dr. Ayşe Çetin Efe, Op. Dr. Fatma Poslu Karademir, Op. Dr. Derya Özkan Tellioğlu,

Op. Dr. Ceren Gürez, Op. Dr. Tolga Yılmaz, Op. Dr. Gizem Kutlutürk, Op. Dr. Sariye Taşkoparan ve Op. Dr. Orçun Sönmez'e; ayrıca mesleki yolculuğumda rehberlikleriyle yanımda olan, kapılarını her zaman bizlere açık tutan ve isimlerini tek tek sayamadığım, üzerimde büyük emeği bulunan kliniğimizin tüm değerli uzmanlarına;

Asistanlık yolunu birlikte yürüdüğüm, uzmanlık eğitimimizin en yoğun, zorlu ve stresli günlerinde hem sıkıntılarımızı hem de başarı ve mutluluklarımızı paylaşarak yanımda olan; mesleki ve kişisel anlamda birbirimize destek olduğumuz canım eşkıdemlerim Dr. Şakir Arıman, Dr. İpek Tanyolaç, Dr. Onur Altaş ve Dr. Damla Erdaş'a;

Uzmanlık eğitimim süresince en yorucu ve stresli anları bile daha katlanılabilir kılan, birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım ve bu sürecin bir parçası olmaktan onur duyduğum değerli asistan arkadaşlarıma;

Poliklinik ve ameliyathanede omuz omuza çalıştığımız tüm anestezi uzmanı, anestezi teknikeri, hemşire, tıbbi sekreter ve yardımcı sağlık personellerine;

Hayatım boyunca her türlü fedakârlıktan kaçınmayarak bana güven veren, bu uzun ve yorucu eğitim sürecinin her anında sevgi ve destekleriyle arkamda olduklarını hissettiğim, bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan canım annem Güliz Koşer, babam Şahin Koşer ve biricik ablam Ece Altümsek'e;

Son olarak, tıp fakültesinden bu yana her daim yanımda olan, en zorlu engelleri birlikte aştığımız; hem mesleki hem de kişisel yaşamımda bana ilham veren, sabrı, sevgisi ve anlayışıyla her an destek olan; mutluluklarımı çoğaltan, kaygılarımı hafifleten ve en karanlık anlarda bile yolumu aydınlatan sevgili eşim ve hayatımın en değerli yol arkadaşı Berna Koşer'e;

En içten teşekkür, sevgi ve saygılarımla…

Dr. Efe KOŞER

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR iv
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ x
SİMGELER VE KISALTMALAR xi
ÖZET 1
ABSTRACT 3
1. GİRİŞ VE AMAÇ 5
2. GENEL BİLGİLER 7
2.1. RETİNA EMBRİYOLOJİSİ 7
2.2. RETİNA HİSTOLOJİSİ VE FİZYOLOJİSİ 8
2.3. MAKÜLA ANATOMİSİ 9
2.4. YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONU 10
2.4.1. Epidemiyoloji 11
2.4.2. Risk Faktörleri 11
2.4.3. Patogenez 15
2.4.4. Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu Sınıflandırması 16
2.4.5. Klinik Özellikler 18
2.4.6. Tanı Yöntemleri 23
2.4.7. Tedavi 25
2.5. İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA YENİLİKÇİ MOLEKÜLER VE HÜCRESEL TEDAVİLER 27
2.5.1. Kompleman İnhibitörleri 27
2.5.2. Görsel Siklus Modülatörleri 27
2.5.3. Nanosaniye Lazer Tedavileri 28
2.5.4. Fotobiyomodülasyon 28
2.5.4. Hücre Bazlı Tedaviler 29
2.5.5. Nöroprotektif Ajanlar 29
2.5.6. Gen Tedavisi 30
2.6. İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA İNTRAOKÜLER İMPLANT TEDAVİLERİ 30
2.6.1. Görme Engelli Bireyler için Göz İçi Lens Sistemi (*Intraocular Lens for Visually Impaired People,* IOL-VIP) Sistemi 31

2.6.2. İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop (*Implantable Miniature Telescope*, IMT) 31
2.6.3. Lipschitz Maküla İmplantı 32
2.6.4. IOL-AMD 33
2.6.5. Scharioth Makula Lensi 33
2.6.6. EyeMax Mono 34
2.6.7. PRIMA Biyonik Görme Sistemi 35
2.6.8. LENTIS MAX 35
2.6.9. Yeni Nesil Küçük Kesili İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop (*Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope*, SING IMT™) 36
2.7. YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA YAŞAM KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 38
2.8. YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA OKUMA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ 40
3. GEREÇ VE YÖNTEM 42
3.1. ÇALIŞMA TASARIMI 42
3.1.1. Cerrahi Öncesi Dahil Edilme Kriterleri 42
3.1.2. Cerrahi Öncesi Dışlanma Kriterleri 43
3.1.3. Klinik Değerlendirme Parametreleri ve Ölçüm Yöntemleri 43
3.2. CERRAHİ TEKNİK, POSTOPERATİF BAKIM VE REHABİLİTASYON 46
3.2.1. Korneal Kesi ile İmplantasyon 46
3.2.2. Sklerokorneal Tünel ile İmplantasyon 47
3.3 İSTATİSTİKSEL ANALİZ 50
4. BULGULAR 52
5. TARTIŞMA 63
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 77
KAYNAKLAR 78

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: AREDS Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu Sınıflaması 17

Tablo 2.2: Beckman Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu Sınıflaması 17

Tablo 4.1: SING IMT™ implantasyonu yapılan hastaların demografik verileri 52

Tablo 4.2: SING IMT™ implantasyonu yapılan hastaların başlangıç klinik özellikleri 53

Tablo 4.3: Preoperatif ve postoperatif dönemde uzakta en iyi düzeltilmiş görme keskinliği ve zaman içindeki değişim 54

Tablo 4.4: Preoperatif eksternal teleskop simülatörü ile 6. ay uzak görme keskinliği karşılaştırması ve korelasyon analizi 54

Tablo 4.5: Preoperatif ve postoperatif dönemde yakında en iyi düzeltilmiş görme keskinliği ve zaman içindeki değişim 56

Tablo 4.6: Postoperatif 6. ayda okuma performansına ilişkin parametreler 57

Tablo 4.7: Cerrahi öncesi ve sonrası 6. ayda LVQoL skorları ve karşılaştırılması ... 58

Tablo 4.8: Preoperatif ve postoperatif dönemde göz içi basıncı değerleri ve zaman içindeki değişim 58

Tablo 4.9: Preoperatif ve postoperatif 6. ayda ölçülen refraktif ve biyometrik parametrelerin karşılaştırılması 59

Tablo 4.10: Preoperatif ve postoperatif 6. ayda ölçülen ön kamara derinliği ve endotel hücre parametrelerin karşılaştırılması 60

Tablo 4.11: SING IMT™ İmplantasyonu sırasında uygulanan cerrahi methodların karşılaştırılması 61

Tablo 4.12: SING IMT™ implantasyonuna bağlı postoperatif komplikasyonlar ve yönetimleri 62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Topografik maküla anatomisi.....10

Şekil 2.2: Yeni Nesil Küçük Kesili İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop; SING IMT™ (A,B), Tsert SI kartuş sistemi (C) 36

Şekil 2.3: SING IMT™'nin Optik Prensibi.....37

Şekil 2.4: Türkçe LVQoL anketi örneği.....39

Şekil 2.5: Türkçe MNREAD eşeli örneği.....41

Şekil 3.1: Bilateral coğrafik atrofisi olan 75 yaşında bir erkek hastanın örnek renkli fundus fotoğrafı 45

Şekil 3 2: Bilateral coğrafik atrofisi olan 75 yaşında bir erkek hastanın örnek kırmızıdan arındırılmış (*red-free*) fundus fotoğrafı (A) ve fundus otofloresans görüntüsü (B).....45

Şekil 3.3: Bilateral coğrafik atrofisi olan 75 yaşında bir erkek hastanın örnek optik koherens tomografi görüntüsü.....46

Şekil 3.4: Sklerokorneal tünel yaklaşımı ile SING IMT™ implantasyonunun cerrahi aşamaları (A-F).....48

Şekil 3.5: 62 yaşında bir kadın hastanın preoperatif (A), SING IMT™ implantasyonu sonrası 1. gün (B), 1. ay (C) ve 6. ay (D) örnek ön segment fotoğrafları 50

Şekil 4.1: Cerrahi öncesi ve sonrası farklı logMAR eşik değerlerine göre yakın okuma başarı yüzdeleri.....55

Şekil 4.2: Postoperatif 1., 3. ve 6. ay YEİDGK ortalama değerlerinin değişimi 56

SİMGELER VE KISALTMALAR

AREDS : Age-Related Eye Disease Study

CA : Coğrafik Atrofi

D : Diyoptri

EHY : Endotel Hücre Yoğunluğu

EİDGK : En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği

ELM : Eksternal Limitan Membran

ETS : Eksternal Teleskop Simülatörü

ETDRS : Early Treatment Diabetic Retinopathy Study

FAZ : Foveal Avasküler Zon

FDA : Food and Drug Administration

FFA : Fundus Floresein Anjiyografi

FOF : Fundus Otofloresans

GİB : Göz İçi Basıncı

GİL : Göz İçi Lens

GK : Görme Keskinliği

HEX : Heksagonalite

IMT : Implantable Miniature Telescope

LVQoL : Low Vision Quality of Life Questionnaire

logMAR : Logarithm of the Minimum Angle of Resolution

MNREAD : Minnesota Low Vision Reading Test

MNV : Maküler Neovaskülarizasyon

OKT : Optik Koherens Tomografi

OKTA : Optik Koherens Tomografi Anjiografi

ÖKD : Ön Kamara Derinliği

PMMA : Polimetil Metakrilat

RPD : Retiküler Psödodrusen

RPE : Retina Pigment Epiteli

SING IMT™ : Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope

VEGF : Vascular Endothelial Growth Factor

UEİDGK : Uzakta En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği

UV : Ultraviyole

VK : Varyasyon Katsayısı

YBMD : Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu

YEİDGK : Yakında En İyi Düzeltilmiş Görme Keskinliği

İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONU HASTALARINDA TELESKOPİK MERCEĞİN GÜVENLİK VE ETKİNLİK SONUÇLARI

ÖZET

Amaç: Bilateral foveal tutulumlu ileri evre yaşa bağlı maküla dejenerasyonu (YBMD) ve eşlik eden kataraktı bulunan hastalarda yeni nesil küçük kesili implante edilebilir minyatür teleskop (SING IMT™) implantasyonunun kısa ve orta vadeli anatomik ve fonksiyonel sonuçları ile cerrahi güvenlik profilinin değerlendirilmesi.

Gereç ve Yöntem: Retrospektif, tek merkezli bu çalışmada Ocak 2024–Nisan 2025 tarihleri arasında SING IMT™ implantasyonu yapılan ve en az 6 ay takip edilen 16 hastanın verileri analiz edildi. Preoperatif ve postoperatif 1. gün, 1. hafta, 1., 3. ve 6. aylarda uzakta ve yakında en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (UEİDGK, YEİDGK), eksternal teleskop simülatörü sonuçları, okuma performansı parametreleri, yaşam kalitesi skorları (LVQoL), göz içi basıncı (GİB), refraktif ve biyometrik ölçümler, ön kamara derinliği, kornea endotel hücre yoğunluğu (EHY) ve komplikasyonlar değerlendirildi. Cerrahi, standart fakoemülsifikasyon ile kombine olarak korneal kesi veya sklerokorneal tünel yaklaşımı ile gerçekleştirildi. Tüm hastalara postoperatif dönemde görsel rehabilitasyon programı uygulandı.

Bulgular: Ortalama yaş 71,2±6,1 yıl idi. UEİDGK preoperatif 1,07±0,18 logMAR iken 6. ayda 0,79±0,15 logMAR'a anlamlı olarak iyileşti ($p=0,001$); hastaların %81,3'ünde ≥0,1 logMAR ve %62,5'inde ≥0,2 logMAR görme artışı saptandı. YEİDGK değerleri progresif iyileşme göstererek 6. ayda 0,58±0,12 logMAR'a ulaştı. Preoperatif dönemde hiçbir hastada logMAR ≤1,0 düzeyinde okuma başarısı saptanmazken, 3. aydan itibaren bu oran %100 idi. LVQoL toplam skoru 53,13±10,05'ten 68,19±11,30'a yükseldi ($p<0,001$) ve hastaların %81,3'ünde ≥10 puanlık artış saptandı. GİB 6. ayda anlamlı azalma gösterdi ($p=0,001$). EHY 2460±379'dan 2201±451 hücre/mm²'ye gerileyerek ortalama %11,0±7,6 azalma gösterdi ($p<0,001$). En sık erken komplikasyonlar GİB artışı (%25) ve kornea ödemi

(%18,8) iken, geç dönemde hiçbir hastada kornea dekompansasyonu, MNV reaktivasyonu veya eksplantasyon gereksinimi gelişmedi. Korneal kesi ve sklerokorneal tünel teknikleri arasında fonksiyonel kazanım açısından anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Sonuç: SING IMT™ implantasyonu, ileri evre YBMD'de klinik olarak anlamlı görme ve yaşam kalitesi artışı sağlayan etkili bir cerrahi rehabilitasyon yöntemidir. Fonksiyonel iyileşme, görsel rehabilitasyon ve nöroadaptasyon ile uyumlu olarak 3. aydan itibaren belirginleşip 6. aya kadar sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Az görme, Coğrafik atrofi, Görme rehabilitasyonu, İntraoküler teleskop, Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, Yaşam kalitesi

SAFETY AND EFFICACY OUTCOMES OF TELESCOPIC LENS IMPLANTATION IN PATIENTS WITH ADVANCED AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION

ABSTRACT

Aim: To evaluate the short- and mid-term anatomical and functional outcomes, as well as the surgical safety profile, of Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope (SING IMT™) implantation in patients with advanced age-related macular degeneration (AMD) with bilateral foveal involvement and coexisting cataract.

Materials and Methods: In this retrospective, single-center study, 16 patients who underwent SING IMT™ implantation between January 2024 and April 2025 with a minimum follow-up of 6 months were included. Corrected distance and near visual acuity (CDVA, CNVA), reading performance, vision-related quality of life (LVQoL), intraocular pressure (IOP), refractive and biometric parameters, anterior chamber depth, corneal endothelial cell density (ECD), and complications were evaluated preoperatively and postoperatively at day 1; week 1; and months 1, 3, and 6. Surgery was performed using standard phacoemulsification combined with either a corneal incision or sclerocorneal tunnel approach. All patients underwent structured postoperative visual rehabilitation.

Results: Mean age was 71.2±6.1 years. CDVA improved significantly from 1.07±0.18 logMAR preoperatively to 0.79±0.15 at 6 months ($p=0.001$); ≥0.1 logMAR gain was observed in 81.3% and ≥0.2 logMAR in 62.5%. CNVA improved progressively to 0.58±0.12 logMAR at 6 months. While no patient achieved logMAR ≤1.0 preoperatively, this was reached in all patients from month 3 onward. LVQoL scores increased from 53.13±10.05 to 68.19±11.30 ($p<0.001$), with ≥10-point improvement in 81.3%. IOP decreased significantly at 6 months ($p=0.001$). ECD decreased from 2460±379 to 2201±451 cells/mm², corresponding to a mean reduction of 11.0%±7.6% ($p<0.001$). The most common early complications were transient IOP elevation (25%) and corneal edema (18.8%). No

corneal decompensation, MNV reactivation, or device explantation occurred. Functional outcomes did not differ between surgical techniques ($p>0.05$).

Conclusion: SING IMT™ implantation provides clinically meaningful improvements in visual function and quality of life in advanced AMD. Functional gains became evident from month 3 and persisted through month 6, consistent with visual rehabilitation and neuroadaptation.

Key Words: Age-Related Macular Degeneration, Geographic Atrophy, Intraocular Telescopes, Low Vision, Quality of Life, Vision Rehabilitation

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünya genelinde yaş ortalamasının artmasıyla birlikte, görme işlevini tehdit eden kronik oküler hastalıkların hem bireysel yaşam kalitesi hem de sağlık sistemleri üzerindeki yükü giderek artmaktadır. Bu bağlamda, katarakt ve yaşa bağlı maküla dejenerasyonu (YBMD), ileri yaş grubunda en sık karşılaşılan iki temel görme kaybı nedenidir. Katarakt, lensin saydamlığını kaybetmesi sonucu oluşan ve cerrahi olarak düzeltilebilen bir durumdur. Buna karşın YBMD, özellikle geri dönüşü olmayan santral görme kayıplarının en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (1).

Özellikle 55 yaş üzeri bireylerde sık görülen YBMD'nin, 2020 yılı itibarıyla yaklaşık 200 milyon kişiyi etkilediği bildirilmiştir. Önümüzdeki on yıllarda bu sayının 300 milyona yaklaşacağı öngörülmektedir (1,2). Çeşitli risk faktörlerinin etkisiyle gelişen ve maküladaki fotoreseptör-retinal pigment epitel (RPE) yapısında ilerleyici bozulmaya yol açan bir nörodejeneratif retina hastalığı olan YBMD, klinik olarak iki ana alt tipe ayrılır: non-neovasküler (kuru) tip ve neovasküler (yaş) tip. Non-neovasküler tip, daha yavaş ilerleyen ancak coğrafik atrofi (CA) adı verilen geri dönüşümsüz yapısal hasara yol açan formdur ve vakaların büyük çoğunluğunu oluşturur (3). Mevcut farmakolojik tedavi seçenekleri neovasküler tipe yönelik olsa da kuru tip YBMD ve özellikle ileri evre CA hastalarında etkili bir tedavi alternatifi bulunmamaktadır. Son yıllarda, pegcetacoplan ve avacincaptad pegol gibi kompleman sistemini hedefleyen moleküllerin, CA ilerleme hızını azaltabildiği gösterilmiş; ancak bu tedavilerin mevcut görme düzeyini artırmadığı, yalnızca ilerlemeyi %20 oranında yavaşlatabildiği bildirilmiştir (4).

İleri evre YBMD hastaları, merkezi skotom nedeniyle görsel alanlarının en kritik bölgesini kaybederler. Bu durum, okuma, yazma ve sosyal etkileşim gibi temel günlük işlevlerde ciddi kısıtlamalara neden olur (5). Geleneksel düşük görme yardımcıları (el teleskopları, büyüteçler) bazı hastalarda fayda sağlasa da sınırlı görüş alanı, kullanım zorluğu ve estetik kaygılar nedeniyle uzun vadeli hasta uyumu düşük seviyelerde kalmaktadır (6). Bu sınırlamaların aşılabilmesi için geliştirilen intraoküler teleskopik mercekler, büyütülmüş görüntüyü maküla çevresindeki sağlam retina bölgelerine yansıtarak, hastaların daha işlevsel bir görme deneyimi yaşamalarına

olanak sağlamaktadır. Son olarak geliştirilen Yeni Nesil Küçük Kesili İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop (*Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope,* SING IMT™) sistemi, önceki nesil cihazların cerrahi komplikasyonlarını azaltmak ve daha az invaziv bir implantasyon süreci sunmak amacıyla geliştirilmiştir (7). Katlanabilir silikon haptikleri ve önceden yüklenmiş enjektör sistemi sayesinde, implantasyon sırasında gerekli kesi boyutu 12 mm'den 8 mm'ye düşürülmüş; böylece ameliyat süresi kısalmış, endotel hücre kaybı azalmış ve iyileşme süreci hızlanmıştır (3,7). Literatürde, SING IMT™ implantı uygulanan hastalarda, hem uzak hem de yakın görme keskinliğinde (GK) anlamlı artışlar, hem de okuma performansında gelişmeler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca implant sonrası yürütülen görsel rehabilitasyon programları ile okuma hızı ve görsel sabitlik gibi fonksiyonel parametrelerin de iyileştiği gözlemlenmiştir. (7–9)

Bu çalışma, kataraktı bulunan ve ileri evre YBMD nedeniyle merkezi görme kaybı yaşayan hastalarda, SING IMT™ implantasyonunun klinik güvenlik ve fonksiyonel etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Retrospektif olarak planlanan bu tezde, hastaların ameliyat öncesi ve sonrası dönemlerine ait uzak ve yakın GK'leri, okuma performansı parametreleri, endotel hücre parametreleri, komplikasyon gelişimi ve görsel rehabilitasyon çıktıları analiz edilecektir. Elde edilecek verilerin, ülkemizde bu cerrahinin uygulanabilirliği ve hasta seçimi stratejileri açısından literatüre özgün katkılar sunması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. RETİNA EMBRİYOLOJİSİ

Gözün en iç katmanını oluşturan retina, embriyolojik olarak nöroektodermden köken alır ve doğrudan merkezi sinir sisteminin bir uzantısı niteliğindedir. Gelişim sürecinde, ön beyinden türeyen optik vezikül, retina yapısını oluşturur. Bu yapıdan oluşan çift tabakalı optik çanak, retina gelişiminin temelini teşkil eder. Nörosensoriyel retina ile RPE, her ikisi de nöroektodermal kaynaklı iken; koroid ve vitreus gibi çevre dokular mezenkimal dokulardan farklılaşır (10).

Embriyonal dönemin ilk ayında, optik vezikül invaginasyon geçirerek optik çanak yapısını oluşturur. Bu çanağın dış tabakası RPE'ye, iç tabakası ise nörosensoriyel retina katmanına dönüşür. Gelişimin ikinci ayında, ileride sinir lifi tabakasını oluşturacak olan gangliyon hücresi aksonları gelişmeye başlar. Aynı süreçte, glioblastların göçü gerçekleşerek bu hücreler ilerde astroglial yapıları oluşturacak şekilde farklılaşır (11).

Üçüncü ayda, retina hücrelerinin katmanlaşarak olgunlaşma süreci başlar. Bu süreçte, ilk olarak gangliyon hücreleri, en son ise fotoreseptör hücreleri farklılaşır. Müller hücreleri, dış retina katmanlarına doğru uzanarak eksternal limitan membranı (ELM) şekillendirir. Aynı dönemde, bipolar ve horizontal hücre serilerinin migrasyonu izlenir (12).

Gelişimin dördüncü ayında, optik sinir içinden geçerek görme merkezine ulaşan santral retinal arter ve ven görünür hale gelir. Bu ayda ayrıca ora serrata, yani retina-siliyer cisim sınırı, periferik retina bölgesinde belirginleşmeye başlar. Yedinci ayda, rod ve koni fotoreseptör hücreleri morfolojik olarak ayırt edilebilir hâle gelir. Foveal refle, genellikle gebeliğin dokuzuncu ayında gelişir. Ancak bu bölgedeki foveal mimarinin tam anlamıyla farklılaşması, doğum sonrası dönemde de devam eder ve genellikle 45. aya kadar tamamlanır (13)

2.2. RETİNA HİSTOLOJİSİ VE FİZYOLOJİSİ

Retina, histolojik olarak iki ana bileşenden oluşur: dokuz katmandan oluşan nörosensoriyel retina ve onun altında yer alan tek katmanlı RPE. Böylece toplamda 10 ayrı tabaka şeklinde sınıflandırılır. Sensöriyel retina, ışık enerjisinin elektriksel sinyale dönüştüğü fototransdüksiyon sürecinden sorumlu rod ve koni fotoreseptörlerini barındırır. Bununla birlikte, nöral retina; sinyal iletiminde görev alan ara nöronlar (bipolar, horizontal, amakrin ve Müller hücreleri) ile birlikte projeksiyon nöronları olan ganglion hücrelerini içerir (14).

Gözün iç segmentine gelen ışık, öncelikle ganglion ve bipolar hücre katmanlarını geçerek fotoreseptörlere (koni ve rod hücreleri) ulaşır. Görüntü kalitesini artırmak adına, koroid tabakasının yüksek pigment içeriği, ışığın dağılmasını ve yansımasını önleyerek görüntü kontrastını korur. Fotoreseptör hücreleri, sinapslar aracılığıyla bipolar hücrelerle bağlantı kurar; bipolar hücreler de benzer şekilde ganglion hücreleriyle sinaps yapar. Ganglion hücrelerinin aksonları, birleşerek optik siniri oluşturur. Optik sinir, göz küresini yaklaşık 3 mm posteriordan terk eder ve görsel bilgiyi taşıyarak optik traktus yoluyla talamusta yer alan korpus geniculatum laterale bölgesinde sonlanır (15). Dıştan içe retinanın histolojik yapısı (14):

1. RPE tabakası
2. Fotoreseptör tabaka
3. Eksternal limitan membran (ELM)
4. Dış nükleer tabaka
5. Dış pleksiform tabaka
6. İç nükleer tabaka
7. İç pleksiform tabaka
8. Ganglion hücre tabakası
9. Sinir lifi tabakası
10. İnternal limitan membran

2.3. MAKÜLA ANATOMİSİ

Fovea, optik sinir başının yaklaşık 4 mm temporalinde ve 0.8 mm inferiorda konumlanan, 1.5 mm çapında bir retina bölgesidir. Yaklaşık 5°'lik bir görsel alanı temsil eder. Bu bölgede retina sinir lifi tabakası, ganglion hücre tabakası ve iç pleksiform tabaka bulunmaz. Komşu retina alanlarına göre kalınlığı daha incedir; ortalama 0.25 mm olarak ölçülür. İkinci ve üçüncü nöron katmanlarının periferik alanlara itilmesi, foveal bölgede dış katmanlarda çukurluğa neden olur. Foveanın en iç kısmında yer alan, yaklaşık 0.57 mm çapındaki santral bölge, yalnızca koni fotoreseptörlerinden oluşur ve görsel hassasiyetin en yüksek olduğu alandır. Fovea sınırı, oftalmoskopide iç limitan membranın oluşturduğu halkasal yansıma şeklinde izlenebilir (16).

Foveola, foveal çukurluğun ortasında yer alan ve 0.35 mm çapında tanımlanan merkezî alandır. Yaklaşık 150 mikrometre kalınlığındadır ve bu bölge yalnızca koni fotoreseptörleri ile Müller hücrelerinden oluşur (17).

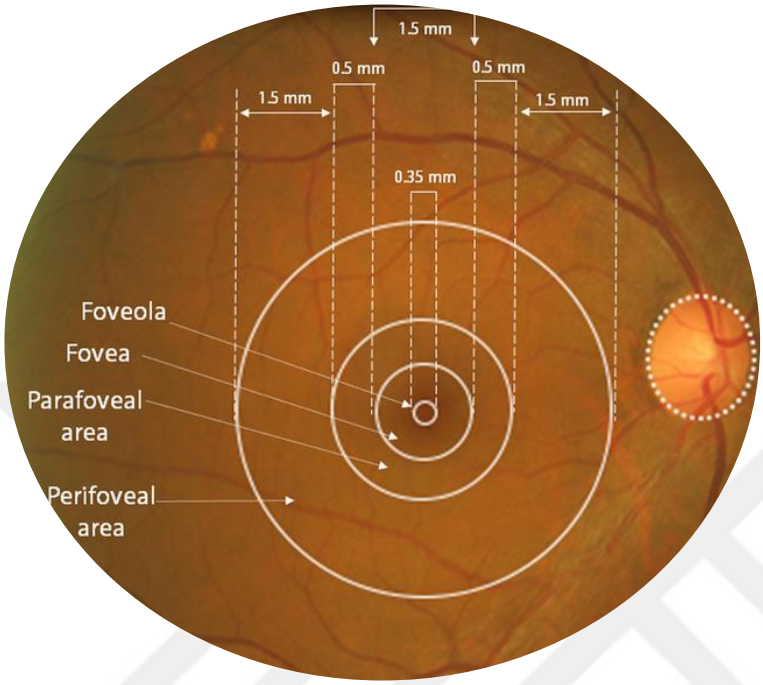
Umbo, foveolanın tam merkezinde bulunan ve yaklaşık 0.15–0.2 mm çapında bir çöküntüdür. İnsan retinasında en yüksek GK'nin sağlandığı noktadır. Bu alan, oftalmoskopide foveal refle olarak gözlenir (16).

Foveal avasküler zon (FAZ), foveola dışındaki foveal alan içinde yer alan ve yaklaşık 400–600 mikrometre çapında damarsız bir bölgedir. Bu yapı, iç nükleer tabaka düzeyindeki foveal kapiller ağı tarafından çevrelenmiştir. FAZ içerisinde kan damarlarının bulunmaması, ışığın doğrudan fotoreseptörlere ulaşmasına olanak tanıyarak görsel çözünürlük açısından avantaj sağlar. Bölgenin anatomik sınırları en net şekilde fundus floresein anjiyografi (FFA) ile görüntülenebilir (18).

Parafovea, foveayı çevreleyen ve ortalama 0.5 mm genişliğe sahip dairesel alandır. Bu bölgede, özellikle iç nükleer tabaka, ganglion hücre tabakası ve dış pleksiform tabaka, retinal kalınlık açısından en fazla gelişmiş olan katmanlardır. Ayrıca nazal parafoveal bölgede, sinir lifi tabakası papillomaküler demeti oluşturacak şekilde belirgin kalınlık gösterir. Bu alanda koni ve rod fotoreseptörlerinin dağılımı yaklaşık 1:1 oranındadır (16).

Perifovea, parafoveayı çevreleyen ve yaklaşık 1.5 mm genişliğinde uzanan dış halkadır. Bu alanda fotoreseptör hücreleri içinde rod sayısı konilere göre baskındır ve

dağılım oranı 1 koni:2 rod şeklindedir. Yukarıda bahsedilen makülanın anatomik bölgeleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Topografik maküla anatomisi (19)

2.4. YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONU

Özellikle ileri yaş gruplarında görülen YBMD, maküla bölgesini etkileyerek ilerleyici merkezi görme kaybına neden olan kronik bir retinal hastalıktır. Klinik olarak iki ana formda sınıflandırılır: neovasküler (eksüdatif, yaş tip) ve non-neovasküler (non-eksüdatif, kuru tip). Her iki formda da santral görme işlevi önemli ölçüde bozulur. Popülasyon genelinde non-neovasküler tip daha sık görülmesine rağmen, görmeye bağlı ciddi fonksiyon kaybı ve yasal körlük vakalarının yaklaşık %90'ı neovasküler tipte rastlanmaktadır (2,20).

2.4.1. Epidemiyoloji

Dünya genelinde giderek artan sıklığı ve yol açtığı görsel yetersizlik nedeniyle ciddi bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkan YBMD, bireylerin etnik kökenine göre değişkenlik göstermektedir; en yüksek prevalans, %12,3 ila %30 oranlarıyla Avrupa kökenli beyaz bireylerde bildirilmiştir (2). Bunu sırasıyla Hispanik (%10,4), Afrika kökenli (%7,5) ve Asya kökenli (%7,4) topluluklar izlemektedir (2,21).

Blue Mountains Eye Study adlı önemli bir kohort çalışmasında, 10 yıllık izlem sonucunda erken evre YBMD insidansı %14,1, ileri evre insidansı %3,7 olarak rapor edilmiştir. Ayrıca, bir gözünde ileri evre YBMD bulunan bireylerin diğer gözünde hastalığın ortaya çıkma riskinin 10 yıl içinde %100'e ulaştığını bildirmiştir; bu da hastalığın bilateral progresyon potansiyeline dikkat çekmektedir (22).

Afrika kökenli bireylerin dahil edildiği Barbados Eye Study ise, 9 yıllık takip sonucunda erken evre YBMD insidansını %12,6 olarak saptamıştır. Ancak geç evre hastalık oranı yalnızca %0,7 bulunmuştur (23).

2.4.2. Risk Faktörleri

2.4.2.1. Sosyodemografik risk faktörleri: Yaş, YBMD gelişiminde en güçlü ve kaçınılmaz risk faktörü olarak kabul edilmektedir (2). İleri yaşla birlikte retina–RPE kompleksinde meydana gelen homeostatik bozulmalar, hastalığın ilerleyişinde önemli rol oynar. Buna paralel olarak, YBMD insidansı 55 yaş sonrası her dekadda belirgin biçimde yükselir (24). Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, 50–54 yaş aralığında YBMD'ye bağlı görme kaybı oranının yalnızca %0,1 gibi oldukça düşük seviyelerde olduğunu, ancak bu oranın 85 yaş ve üzeri bireylerde %14,6'ya ulaştığını göstermektedir (25).

Cinsiyetin YBMD üzerindeki etkisi hâlâ tartışmalı bir konudur ve mevcut epidemiyolojik veriler bu konuda net bir fikir birliği sunmamaktadır. Ulusal Göz Enstitüsü'nün verilerine göre, YBMD vakalarının yaklaşık %65'i kadın bireylerde görülmektedir; ancak bu farklılığın, büyük oranda kadınların erkeklere kıyasla daha uzun yaşam süresine sahip olmalarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Öte yandan,

östrojenin anti-inflamatuar ve antioksidan özellikleri nedeniyle, kadınlarda uygulanan hormon replasman tedavisinin potansiyel olarak koruyucu bir rol oynayabileceğine işaret eden çalışmalar da bulunmaktadır (2). Literatürde yer alan bazı kapsamlı meta-analizlerde, yaş ve sigara gibi majör risk faktörleri kontrol altına alındığında, cinsiyetler arasında anlamlı bir prevalans farkı saptanmadığı bildirilmiştir (1,26).

Sosyoekonomik faktörler, hem görme kaybı insidansı hem de sağlık hizmetlerine erişim açısından önemli bir belirleyici olarak öne çıkmaktadır. Beaver Dam Eye Study verileri, yaş ve YBMD varlığı sabit tutulduğunda bile, daha yüksek yıllık gelir düzeyine sahip bireylerde görme kaybı riskinin anlamlı derecede daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (25). Buna karşılık, düşük sosyoekonomik durum ve kurumsal bakım ortamında yaşamak (örn. huzurevleri), görsel yeti kaybı olasılığını artırmaktadır. Öte yandan, gerekli hastalarda enjeksiyon tedavilerinin sık aralıklarla ve uzun süreli uygulanma zorunluluğu, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde ekonomik yük oluşturmaktadır (21,27).

Eğitim düzeyi ile YBMD gelişimi arasındaki doğrudan ilişki, yaş gibi temel değişkenler kontrol altına alındığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamaktadır (25). Buna karşın, Seddon ve ark., üniversite eğitimi almış bireylerde ileri evre YBMD prevalansının, daha düşük eğitim düzeyine sahip bireylere göre anlamlı biçimde azaldığını göstermektedir (28). Bununla birlikte, eğitim seviyesinin, insidans ya da progresyon ile ilgili bağımsız bir risk faktörü olmadığı bildirilmiştir (28).

2.4.2.2. Çevresel ve yaşam tarzına bağlı risk faktörleri: Sigara kullanımı, YBMD hem gelişimi hem de ilerleyişi açısından en güçlü ve değiştirilebilir risk faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir (2). Mevcut çalışmalar, sigaranın erken ve ileri evre YBMD için bağımsız bir risk oluşturduğunu ortaya koymuştur (29). Sigara içen bireylerde hastalık riski, içmeyenlere kıyasla yaklaşık 2 ila 4 kat artmaktadır; bu durum, özellikle artmış oksidatif stres, sistemik inflamasyon ve hücresel düzeyde makromoleküler hasarla ilişkilidir (24). Antioxydants, Lipides Essentiels, Nutrition et Maladies Oculaires (ALIENOR) çalışması, 20 paket-yılı üzerinde sigara içen bireylerde ileri evre YBMD gelişme riskinin üç kat arttığını bildirmiştir (30). Aynı zamanda CA gelişme riskini de arttırdığı gösterilmiştir (23,31).

Güncel meta-analiz verilerine göre, alkol tüketimi özellikle erken evre YBMD insidansı için bağımsız bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır (29).

Obezite, yaşam tarzına bağlı olarak gelişen ve YBMD açısından değiştirilebilir önemli risk faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, yüksek vücut kitle indeksine sahip bireylerde özellikle geç evre YBMD riskinin anlamlı düzeyde arttığını ortaya koymuştur (2,21).

Güneş ışığına [özellikle ultraviole (UV)] maruz kalmanın YBMD gelişimine etkisi, laboratuvar verileri ile epidemiyolojik çalışmalar arasında çelişkiler bulunduğundan, tıbbi literatürde hâlâ tartışmalıdır. Geniş kapsamlı bir meta-analiz bu ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulmamış olsa da (32), günlük 8 saatin üzerinde güneş ışığına maruz kalan bireylerde hem erken hem de geç evre YBMD ile anlamlı ilişki saptandığı bildirilmektedir (33).

2.4.2.3. Genetik risk faktörleri: YBMD gelişiminde en belirgin genetik yatkınlık, hastalığın kalıtsal bileşeninin büyük kısmını oluşturan CFH (Kompleman Faktör H) ve ARMS2/HTRA1 gen bölgelerinde yoğunlaşmaktadır (24,28). Bu başlıca risk lokuslarına ek olarak; kompleman sistemi bileşenleri (C2, C3, CFB, CFI), lipid metabolizmasıyla ilişkili genler (APOE, LIPC, ABCA1) ve ekstrasellüler matriksin korunmasında rol oynayan genetik yapılar (TIMP3, COL8A1) dahil olmak üzere, toplam 30'dan fazla bağımsız genetik varyant tanımlanmıştır (34,35). Özellikle MMP9 geninin neovasküler YBMD alt tipiyle özgül bir ilişki gösterdiği, ayrıca C3 (K155Q) varyantı ve SLC16A8 gibi nadir genetik değişimlerin, hastalığın ilerleyişini belirgin şekilde etkileyebildiği gösterilmiştir (28,35).

2.4.2.4. Oküler risk faktörleri: Refraksiyon kusurları ile YBMD arasındaki ilişki, özellikle hastalığın erken evresi üzerinde yapılan çalışmalarla dikkat çekmektedir. Meta-analizler ve toplum temelli epidemiyolojik veriler, hipermetropinin erken evre YBMD prevalansıyla tutarlı biçimde ilişkili olduğunu ve bu kırma kusurunun riski yaklaşık %9–13 oranında artırdığını ortaya koymaktadır (36,37). Singapore Malay Eye Study verilerine göre, hipermetropideki her 1 diyoptrilik artış, YBMD riskini %8 oranında artırmakta, benzer şekilde aksiyel uzunluğun her 1 mm'lik

kısalması da riski artıran önemli bir biyometrik değişken olarak değerlendirilmektedir (38). Miyopi ise birçok çalışmada koruyucu bir faktör olarak tanımlanmış; miyop bireylerde erken evre YBMD riskinin yaklaşık %20–25 oranında azaldığı gösterilmiştir (36,37). Fakat 2024 yılında yapılan özellikle 40 yaş üstü Koreli yetişkinler üzerinde yapılan geniş kapsamlı bir çalışmada, miyopinin YBMD gelişimi için önemli bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir (39). Mevcut kanıtlar, bu kırma kusurlarının ileri evre YBMD (CA ve neovasküler tip) gelişimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmadığını ortaya koymaktadır (37,38).

Beaver Dam ve Blue Mountains göz sağlığı çalışmalarında, açık renkli irise sahip bireylerde YBMD gelişimiyle ilişkili mütevazı bir artış bildirilmiştir (40). Ancak daha sonra yapılan kapsamlı çalışmalarda yaş, cinsiyet ve sigara kullanımı gibi değişkenler kontrol edildiğinde, iris rengi ile YBMD gelişimi veya progresyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (32,33).

Katarakt ve YBMD, yaşlanan toplumlarda görme kaybının en sık karşılaşılan iki nedenidir ve çoğu zaman aynı bireyde eş zamanlı olarak görülmektedir (41). Bu iki hastalık, oksidatif stres, genetik yatkınlık ve UV radyasyona maruziyet gibi ortak patojenik mekanizmalarla ilişkilendirilmiştir (34). Ancak Beaver Dam Eye Study verileri, katarakt varlığı ile erken evre YBMD gelişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığını ortaya koymuştur (42). Öte yandan, bazı çalışmalar katarakt cerrahisinin YBMD'nin ilerlemesi açısından potansiyel bir risk faktörü olabileceğini ileri sürmektedir. 2022 yılında yayımlanan kapsamlı bir meta-analiz, katarakt ameliyatının özellikle geç evre YBMD gelişimi ve coğrafik atrofi ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu bildirmiştir (43). Bu riskin, cerrahiden sonraki beşinci yıldan itibaren daha belirgin hale geldiği ifade edilmektedir. Buna karşın, Age-related eye disease study 2 (AREDS2) gibi yüksek kalitede yürütülmüş prospektif kohort çalışmalarının 10 yıllık takip verileri, katarakt ameliyatının geç evre YBMD riskini artırmadığını göstermiştir (41). Benzer şekilde, 2025'te gerçek yaşam verilerinin sunulduğu bir çalışmada, ameliyat sonrası maküladа olumsuz bir değişiklik gözlenmediğini ve neovasküler YBMD hastalarında anti-VEGF (*Vascular Endothelial Growth Factor*, Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü) enjeksiyon ihtiyacında artış oluşmadığını ortaya koyulmuştur (44). Ayrıca YBMD hastaları ileri evrede olsa bile,

katarakt cerrahisinin GK'yi ve yaşam kalitesini anlamlı düzeyde iyileştirdiği raporlanmıştır (45,46).

2.4.3. Patogenez

Hastalığın temelinde, retinanın merkezi kısmı olan maküla bölgesinde yer alan fotoreseptörler, RPE hücreleri, Bruch membranı ve koryokapillaris kompleksi arasındaki fizyolojik dengenin bozulması temel rol oynamaktadır (2,24,34). Klinik olarak en karakteristik bulgu, RPE ile Bruch membranı arasında biriken ve lipid ile protein bakımından zengin içerikleriyle dikkat çeken sarımsı materyaller olan drusen birikimleridir (2,47). Bu birikimlerin progresif artışı, RPE disfonksiyonuna, fotoreseptör hücre kaybına ve nihayetinde görme fonksiyonunu ciddi şekilde tehdit eden CA ya da patolojik damar oluşumuyla seyreden neovasküler YBMD formuna dönüşüme yol açmaktadır (27,47). YBMD patogenezini açıklayan başlıca teoriler ve biyolojik mekanizmalar literatürde aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

- Kompleman Sistemi ve Enflamasyon Teorisi: YBMD'nin gelişiminde en güçlü varsayımlardan biri, alternatif kompleman yolunun aşırı aktivasyonudur. CFH ve C3 gen varyantlarını taşıyan bireylerde bu sistemin düzenlenememesi, membran atak kompleksi oluşumuna neden olarak maküla düzeyinde kronik inflamasyon ve hücresel hasarı tetiklemektedir. Ayrıca drusen birikimlerinin içeriğinde kompleman proteinlerinin saptanması, bu yapıların lokal inflamasyon odakları olarak işlev gördüğünü desteklemektedir (4,24,27).
- Hemodinamik Model: Bu modele göre, yaşla birlikte sklera ve Bruch membranında biriken lipidler, skleral sertliği artırarak koroidal vasküler dirençte artışa ve buna bağlı olarak maküler perfüzyonun azalmasına yol açar. Ortaya çıkan hipoksik mikroçevre, VEGF ekspresyonunu uyararak patolojik damar oluşumuna zemin hazırlar (2,38).
- Oksidatif Stres ve Mitokondriyal Disfonksiyon: Retina, yüksek metabolik aktivitesi ve sürekli ışık maruziyeti nedeniyle oksidatif hasara oldukça duyarlıdır. Yaşlanma ile birlikte artan mitokondriyal DNA hasarı ve

yetersiz mitofaji mekanizmaları, RPE hücrelerinde enerji dengesini bozar ve hücreyi oksidatif stres karşısında savunmasız bırakarak apoptoza sürükler (21,33).

- Lipid Metabolizması ve Kolesterol Homeostazisi: Drusen formasyonu, RPE hücreleri üzerinden gerçekleşen bozulmuş lipid akışının bir sonucudur. Drusen bileşiminin aterosklerotik plaklarla gösterdiği benzerlik ve APOE (Apolipoprotein E), ABCA1 (ATP-Binding Cassette Subfamily A Member 1), LIPC (Lipase C) gibi lipit metabolizmasına katılan genlerle ilişkilendirilmesi, kolesterol homeostazisinin YBMD patogenezindeki rolünü güçlendirmektedir (21,24,34).
- Otofaji Bozukluğu ve Lipofuskin Birikimi: RPE hücrelerinin fizyolojik görevi olan fotoreseptör dış segmentlerinin fagositik yolla temizlenmesi, yaşlanma ile birlikte bozulur. Bu süreçte yıkılamayan atık materyallerin lipofuskin olarak birikmesi ve otofajik yıkımın yetersiz kalması, RPE disfonksiyonuna ve drusen gelişimine katkı sağlamaktadır (24,47).

Özetle, inflamatuar süreçler, oksidatif stres, lipid metabolizmasındaki dengesizlik ve vasküler yapıda meydana gelen değişiklikler birbirini tetikleyerek, maküla bölgesindeki hücrelerin hayati fonksiyonlarını kaybetmesine yol açan patolojik bir kısır döngü meydana getirir.

2.4.4. Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu Sınıflandırması

Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu için kullanılan sınıflandırma ve evreleme sistemleri, klinik pratikte ve araştırmalarda hastalığın ciddiyetini, ilerleme riskini ve morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla drusen boyutu, pigmenter değişiklikler ve atrofi gibi parametrelere dayanır.

Stereoskopik renkli fundus fotoğrafları temel alınarak 2000 yılında geliştirilen AREDS sınıflandırma sistemi, hastalığın şiddetini derecelendirmek amacıyla dört ana kategori ve dokuz basamaklı bir ciddiyet skalası sunmaktadır. Tanımlamada kullanılan temel kriterlerden biri drusen boyutlarıdır: küçük drusen ≤63 μm, orta boy drusen 63–125 μm, büyük drusen ise >125 μm çapında olarak sınıflandırılmıştır (48,49). (Tablo 1)

Tablo 2.1: AREDS Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu Sınıflaması

Kategori	Tanım
Kategori 1	Drusen yok veya bilateral yaygın olmayan küçük drusen
Kategori 2 (Erken evre YBMD)	En az bir gözde yaygın küçük drusen veya yaygın olmayan orta drusen veya pigment değişiklikleri
Kategori 3 (Orta evre YBMD)	En az bir gözde büyük drusen veya yaygın orta drusen veya merkezi olmayan CA
Kategori 4 (İleri evre YBMD)	En az bir gözde foveayı tutan CA veya MNV veya subfoveal drusen, PED gibi YBMD lezyonlarına bağlı GK'nin 20/32'den az olması

AREDS: age-related eye disease study, CA: Coğrafik atrofi, MNV: Maküler neovaskülerizasyon, PED: Pigment epitel dekolmanı, YBMD: Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu

Beckman sınıflandırması, 2013 yılında tanımlanmış olup fovea merkezinden itibaren her iki gözde iki disk çapı mesafesindeki lezyonların renkli fundus fotoğrafları üzerinden klinik olarak değerlendirilmesini esas almaktadır (50). (Tablo 2)

Tablo 2.2: Beckman Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu Sınıflaması

YBMD Sınıflaması	Tanım
Belirgin yaşlanma yok	Drusen ve pigment değişikliği yok
Normal yaşlanma belirtileri	Küçük (≤ 63 µm) drusen var, pigment değişikliği yok
Erken Evre YBMD	Orta boy (63-125 µm) drusen var, pigment değişikliği yok
Orta Evre YBMD	Büyük (> 125 µm) drusen ve/veya pigment değişikliği var
İleri Evre YBMD	Neovasküler YBMD ve/veya CA

CA: Coğrafik atrofi, MNV: Maküler neovaskülerizasyon, PED: Pigment epitel dekolmanı, YBMD: Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu

2.4.5. Klinik Özellikler

Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, klinik pratikte temel olarak anjiyogenez ve buna bağlı gelişen sıvı sızıntısının (eksüdasyon) varlığına göre, non-neovasküler (non-eksüdatif, kuru) ve neovasküler (eksüdatif, yaş) tip olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2.4.5.1. Non-neovasküler tip yaşa bağlı maküla dejenerasyonu: Non-neovasküler YBMD'nin başlıca klinik bulguları; RPE'de meydana gelen pigmenter değişiklikler, drusen formasyonları ve coğrafik atrofi lezyonlarıdır.

2.4.5.1.1. Drusen sınıflandırılması ve morfolojisi: Drusen, YBMD'nin en belirgin klinik özelliği olup, RPE ile Bruch membranı arasında biriken lipid ve protein içerikli ekstrasellüler materyallerdir (2,47). Bu yapılar, bozulmuş lipid metabolizması, RPE disfonksiyonu ve kompleman sistemi aktivasyonu gibi mekanizmalarla ilişkilidir (2,24,34). Özellikle AREDS ve Beckman sınıflamalarında belirtildiği üzere, fundus fotoğraflarında optik disk çapı referans alınarak küçük, orta, büyük ve çok büyük olarak sınıflandırılır (48,50). Bununla birlikte, yalnızca boyut değil, kenar belirginliği ve anatomik yerleşimi ise aşağıda gösterildiği gibi morfolojik sınıflamada ayırt edici özellikler arasında yer alır.

- Sert drusen, genellikle küçük boyutlu (≤ 63 μm), yuvarlak şekilli ve keskin sınırlı sarı noktalar şeklinde tanımlanır. Genelde yaşlanma belirtisi olarak kabul edilirler ve YBMD gelişimi için çok düşük risk taşırlar (23,47).
- Yumuşak drusen, genellikle daha büyük boyutlu (> 125 μm) olup, kenarları belirgin olmayan, bulutsu görünümlü ve soluk sarı renkte oluşumlardır (51). Bu yapılar zamanla birleşme eğilimi göstererek daha geniş alanlara yayılabilir. Kenarları belirsiz olanlar özellikle CA'ye ilerleme açısından yüksek risk grubunda yer alır (48,49).
- Retiküler psödodrusen (RPD) (subretinal drusenoid depozitler), klasik drusenden farklı olarak RPE'nin altında değil, üstünde yani subretinal alanda birikir. Fundus görüntülerinde ağ benzeri veya şerit şeklinde bir desen oluştururlar. Gece görüşünü etkileyen bu lezyonlar, ilerleyici YBMD için bağımsız bir risk faktörü olarak değerlendirilir (24).

- Kalsifiye drusen, zaman içinde içeriklerinin yoğunlaşmasıyla optik yansıtıcılığını kaybeden ve bazen nodüler kalsifik odaklar şeklinde izlenen yapılardır. Optik Koherens Tomografi (OKT) ile saptanabilen bu lezyonlar, çoğu zaman drusen regresyonunun ve atrofik sürecin başlangıcının habercisidir (24,52).

2.4.5.1.2. Coğrafik atrofi: RPE, fotoreseptörler ve koryokapillarisin geri dönüşümsüz kaybı ile karakterize olup; keskin sınırlı, genellikle yuvarlak veya oval şekilli, RPE depigmentasyonuna bağlı artmış şeffaflık gösteren ve alttaki büyük koroid damarlarının belirginleştiği lezyonlar olarak izlenir (24,48). Lezyon genellikle perifoveal bölgede başlar ve erken evrelerde foveayı korur; ancak zamanla ilerleyerek merkezi görme alanını da etkileyebilir (53). Foveanın bu göreli direnci, fotoreseptör yoğunluğu ile lutein ve zeaksantin gibi maküler pigmentlerin varlığına bağlanmaktadır; bu pigmentler, mavi ışığı filtreleyip oksidatif stresi azaltarak fototoksik hasara karşı koruyucu rol üstlenir (54). Hastalık çoğunlukla bilateral seyir gösterir ve foveal tutulum gerçekleştiğinde geri dönüşü olmayan santral görme kaybına neden olur (2). Fovea etkilenmeden önce ise hastalarda okuma hızı düşüklüğü, kontrast duyarlılığında azalma ve skotopik adaptasyon bozuklukları gibi fonksiyonel görme kayıpları gelişebilir (21).

Coğrafik atrofi, renkli fundus fotoğrafı, OKT ve fundus otofloresans (FOF) gibi çeşitli görüntüleme yöntemleriyle değerlendirilebilmektedir. Renkli fundus fotoğraflarında, bu lezyonlar keskin sınırlı ve hipopigmente alanlar olarak izlenir; bu bölgelerde RPE kaybına bağlı olarak alttaki büyük koroid damarları belirgin şekilde görünür hale gelir (48).

Günümüzde CA, yalnızca renkli fundus fotoğraflarıyla değil, yüksek çözünürlüklü doku kesitleri sunan OKT ile daha detaylı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bu bağlamda, Classification of Atrophy Meeting (CAM) tarafından geliştirilen yeni terminoloji ve tanı kriterleri, CA'nın daha hassas sınıflandırılmasına olanak tanımaktadır (52,55). Bu sistem, özellikle RPE ve retina dış retina katmanlarında meydana gelen yapısal değişikliklerin evrelendirilmesini esas alır. CAM grubunun önerdiği sınıflandırmaya göre, OKT bulgularına dayanarak atrofi süreci aşağıda anlatılan dört ana evrede incelenmektedir:

- Tam Olmayan Dış Retina Atrofisi (*Incomplete Outer Retinal Atrophy; iORA*): Fotoreseptör dejenerasyonunun başladığı ancak tam atrofinin henüz oluşmadığı, RPE'nin yapısal olarak sağlam kaldığı erken evredir. Tanısal kriterler şu şekildedir:
    - Etkilenmemiş RPE tabakası
    - Hipertransmisyon bölgesi yok
    - Dış retina katlarında belirgin olmayan incelme
    - ELM sağlam, elipsoid zonda bozulma bölgeleri, interdijitasyon zonunda bozulma
- Tam Dış Retina Atrofisi *(Complete Outer Retinal Atrophy; cORA):* Fotoreseptör katmanlarının tamamen kaybolduğu, ancak RPE tabakasının korunduğu ileri bir evreyi tanımlar. Tanısal kriterler şu şekildedir:
    - Etkilenmemiş RPE tabakası
    - Aralıklı hipertransmisyon bölgeleri
    - Dış retina katlarında belirgin incelme
    - İnterdijitasyon zonu, elipsoid zon ve ELM'de bozulma
- Tam Olmayan RPE ve Dış Retina Atrofisi (*Incomplete RPE and Outer Retinal Atrophy; iRORA*): Atrofinin erken evresidir. RPE bandında düzensizlikler, dış retinal yapıların kısmi kaybı ve sınırlı hipertransmisyon ile karakterizedir. Klinik çalışmalarda sıklıkla "başlangıç evresi CA" olarak adlandırılır. Tanısal kriterler şu şekildedir:
    - RPE'de bozulma bölgesi
    - Homojen olmayan hipertransmisyon bölgesi
    - Fotoreseptör dejenerasyonu
    - cRORA kriterlerine uymaması
    - RPE yırtığının olmaması

- Tam RPE ve Dış Retina Atrofisi (*Complete RPE and Outer Retinal Atrophy; cRORA*): RPE ve fotoreseptörlerin belirgin kaybıyla karakterize tam atrofi durumudur. Geleneksel fundus fotoğraflarında izlenen klasik CA'yı temsil eder. Tanısal kriterler şu şekildedir:
    - ≥ 250 μm RPE bozulma bölgesi
    - ≥ 250 μm hipertransmisyon bölgesi
    - Fotoreseptör dejenerasyonu (İnterdijitasyon zonu, elipsoid zon ve ELM kaybını veya dış nükleer tabaka incelmesini içeren)
    - RPE yırtığının olmaması

Klinik çalışmalarda, FOF görüntüleme CA lezyonlarının boyutunu ve progresyonunu değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. FOF görüntülerinde, RPE hücrelerinde bulunan lipofuskin gibi floroforların kaybına bağlı olarak CA bölgeleri hipootoforesan (azalmış otofloresans) alanlar şeklinde izlenir (56). Normal retinada fovea, lutein ve zeaksantin gibi maküler pigmentlerin mavi ışığı absorbe etmesi nedeniyle FOF görüntüsünde çevresine kıyasla daha koyu görünür; bu da CA foveal tutulumun yalnızca FOF ile değerlendirilmesini zorlaştırabilir (53). Özellikle kontrastın düşük olduğu ya da foveal sınırların seçilemediği durumlarda, maküler pigmentlerden etkilenmeyen yakın-kızılötesi yansıma (*Near-Infrared Reflectance*) görüntülemesi, lezyon sınırlarının netleştirilmesi ve foveal bütünlüğün değerlendirilmesinde etkili bir tamamlayıcı yöntemdir (55).

Coğrafik atrofi progresyonu, bireyler arasında değişkenlik gösteren, geri dönüşsüz ve ilerleyici bir süreçtir (57). Literatürde bildirilen ortalama genişleme hızı yıllık yaklaşık 1.78 mm^2 olarak bildirilmiştir (53). Lezyonun başlangıç boyutu, ilerleme hızını etkileyen önemli bir faktördür; başlangıç alanı büyük olan vakalarda genişleme daha hızlıdır. Lezyonun foveadan uzak konumda olması, multifokal CA varlığı, bilateral olması ve RPD varlığı da hızlı progresyon ile ilişkilendirilmiştir (58). Özellikle lezyon çevresindeki hiperotofloresan bantlar ve diffüz paternler de progresyon için risk teşkil etmektedir (53).

2.4.5.2. Neovasküler tip yaşa bağlı maküla dejenerasyonu: Neovasküler tip YBMD, koroid ve retinal kökenli patolojik yeni damar oluşumunun (maküler neovaskülarizasyon; MNV) makula bölgesindeki retina katmanlarının altına veya içine doğru invazyonu ile karakterize edilir (2). Bu form, non-neovasküler tipe kıyasla daha hızlı ilerler ve sıklıkla ani, ciddi merkezi görme kaybına neden olur (21). Başlıca klinik bulguları; RPE dekolmanı, subretinal veya sub-RPE hemoraji, diskiform skar ve sert eksüdalardır (46,49). Aşağıda anatomik yerleşim yerlerine göre sınıflandırılan 3 tip MNV özetlenmiştir (59):

- Tip 1 MNV: En yaygın alt tipi olan bu form, koryokapillaris kökenli yeni damar yapıların RPE tabakasının altında (RPE ile Bruch membranı arasında) sınırlı kaldığı formdur. FFA ile değerlendirildiğinde damar sınırlarının net olarak ayırt edilememesi nedeniyle, eski sınıflamalarda "gizli koroidal neovaskülarizasyon" olarak adlandırılmıştır.
- Tip 2 MNV: Daha nadir görülen bu alt tip, anormal damarların RPE penetre ederek subretinal boşluğa ilerlemesiyle karakterizedir. FFA incelemelerinde erken dönemde belirgin hiperfloresans ve geç fazda sızıntı izlenirken, optik koherens tomografi anjiyografi (OKTA) ile RPE'nin üst düzeyinde yer alan damar ağı şeklinde görüntülenebilir. Eski sınıflamalarda "klasik tip neovaskülerizasyon" olarak adlandırılmıştır.
- Tip 3 MNV: Retina içindeki derin kapiller pleksustan köken alan anormal damar oluşumlarının dış retinaya doğru ilerlemesiyle karakterize edilen bu MNV alt tipi, FFA'da intraretinal düzeyde sızıntı ve kistoid makula ödemi ile kendini gösterir. OKTA görüntülemede ise retinanın derin katmanlarında vasküler proliferasyon izlenir. Eski sınıflamalarda bu form, "retinal anjiyomatöz proliferasyon" olarak adlandırılmıştır (60).

2.4.6. Tanı Yöntemleri

2.4.6.1. Optik Koherens Tomografi: YBMD tanı ve takibinde doku düzeyinde ayrıntı sunan, non-invaziv ve günümüzde kritik role sahip bir görüntüleme yöntemidir. Bu cihaz, düşük koherensli ışığın retinal dokulardan yansımasına dayalı olarak çalışır ve görüntü ışık dalgalarının interferometrik analiz yoluyla görsel kesitlere dönüştürülmesiyle elde edilir (61). OKT ile tespit edilebilen başlıca yapısal değişiklikler arasında; kubbe şeklinde RPE altı birikintiler olarak izlenen drusen, RPE üzerinde hiperreflektif RPD, keskin sınırlı koroidal hipertransmisyonla karakterize CA alanları, subretinal ve intraretinal sıvı birikimleri, seröz veya fibrovasküler pigment epitel dekolmanları, subretinal hiperreflektif materyal, RPE yırtıkları ve dış retina tübülasyonları yer alır (57,61). Non-neovasküler tip YBMD'de doku kaybının ve prognostik açıdan önemli biyobelirteçlerin saptanmasında kritik bir rol üstlenirken, CA'nın ilerleyişinin izlenmesinde ve neovasküler tip YBMD'de anti-VEGF tedavisine yanıtın değerlendirilmesinde de vazgeçilmez bir görüntüleme yöntemidir (52,53).

2.4.6.2. Fundus Otofloresans: RPE metabolizması ve atrofik değişikliklerin değerlendirilmesinde sıkça başvurulan, non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Bu teknik, RPE hücrelerinde biriken lipofuksin ve diğer floroforların genellikle 488 nm dalga boyundaki mavi ışıkla uyarılması prensibine dayanır. Lipofuksin yoğunluğundaki artış görüntüde hiperotofloresans (parlak), RPE bütünlüğünün kaybı ise hipootofloresans (koyu) alanlar olarak izlenir (62). Özellikle CA ve RPD gibi yapısal değişikliklerin tanı ve takibinde önemli katkı sağlar (53,55).

2.4.6.3. Optik koherens tomografi anjiografi: YBMD takibinde, retina ve koroid tabakalarındaki mikrovasküler yapıları derinlik çözünürlüğüyle ve non-invaziv olarak görüntülemeye olanak sağlayan ileri bir teknolojidir. Bu yöntem, aynı anatomik bölgede peş peşe alınan B-taramaları arasındaki sinyal değişimlerini analiz ederek çalışır; sabit dokular sabit sinyal verirken, eritrositlerden kaynaklanan farklılıklar damar yapılarının haritalanmasını mümkün kılar (63). Non-neovasküler tip YBMD'de, koryokapillaris perfüzyonundaki akış boşluklarını haritalayarak CA çevresindeki dolaşım bozukluklarını tespit edebilir ve bu sayede progresyona ilişkin öngörülerde bulunabilir. Ayrıca, klinik olarak eksüdatif olmayan olgularda bile

subklinik Tip 1 MNV varlığını saptamada duyarlıdır. Neovasküler tip YBMD'de ise neovasküler kompleksin doğrudan ve ayrıntılı görüntülenmesini sağlar, anatomik yerleşimine göre Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 MNV ayrımını kesin biçimde yapar. Anti-VEGF tedavisine yanıtın izlenmesinde, neovasküler ağın boyut ve morfolojisindeki değişikliklerin değerlendirilmesine olanak tanır (63,64).

2.4.6.4. Fundus floresein anjiografi: Retina ve koroid dolaşımının vasküler geçirgenlik ve dinamiklerini değerlendirmede kullanılan başlıca invaziv tanı yöntemidir. Bu yöntemde, intravenöz olarak uygulanan sodyum floresein boyasının, özel filtreler aracılığıyla (mavi uyarım ve sarı-yeşil emisyon) oluşturduğu floresan sinyal kaydedilir. Boyanın damar dışına sızması, dokularda tutulması ya da kistik alanlarda göllenmesi gibi paternler üzerinden patolojik damar oluşumları ve geçirgenlik bozuklukları analiz edilir. Non-neovasküler tip YBMD'de CA alanlarında pencere defekti gibi bulguların ve drusen karakterizasyonunun değerlendirilmesinde; neovasküler tip YBMD'de ise MNV'nin tipi ve aktivitesinin belirlenmesinde kritik bir rol oynar (65). Klasik MNV'ler net sınırlı erken hiperfloresans ve geç dönemde sızıntı ile tanımlanırken; gizli tipte fibrovasküler pigment epitel dekolmanı ya da kaynağı belirsiz geç sızıntı paternleri gözlenir. Tip 3 MNV'lerde ise erken dönemde iğne ucu şeklinde hiperfloresans ve geç dönemde kistik bölgelerde boya göllenmesi tipiktir (65–67).

2.4.6.5. İndosiyanin yeşili anjiografi: Kızılötesi spektrum kullanan ve RPE altındaki koroidal vasküler yapıların yüksek hassasiyetle görüntülenmesini sağlayan invaziv bir tanı yöntemidir. İndosiyanin yeşili boyasının albümine yüksek oranda bağlanması ve kızılötesi ışığın fundus pigmentasyonu ile hemoglobinden kaynaklanan optik engelleri aşabilmesi sayesinde, subretinal ve sub-RPE yapılar FFA'ya göre daha net şekilde değerlendirilebilir. Bu özellikleriyle, polipoidal koroidal vaskülopati tanısında altın standart kabul edilirken, aynı zamanda Tip 1 MNV, vaskülarize pigment epitel dekolmanları ve subretinal kanama gibi durumların görüntülenmesinde önemli avantajlar sunar. Tip 3 MNV evrelendirmesi ve anti-VEGF tedavisine dirençli olgularda ayırıcı tanı için de değerli bilgiler sağlar (67,68).

2.4.7. Tedavi

Yaşa bağlı maküla dejenerasyonunun yönetiminde yaşam tarzı düzenlemeleri, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmak açısından temel bir koruyucu yaklaşım sunar. Sigara kullanımı, hem CA hem de neovasküler form için en belirgin değiştirilebilir risk faktörüdür ve bırakılması durumunda hastalık riski belirgin şekilde azalır. Akdeniz tipi diyetin uygulanması, hipertansiyon ve yüksek vücut kitle indeksi gibi kardiyovasküler risklerin kontrolü, RPE sağlığı üzerinde olumlu etki gösterir (24,31,49). Non-neovasküler ve neovasküler tip YBMD tedavileri aşağıda özetlenmiştir.

2.4.7.1. Mikronütrisyon: YBMD tedavisinde mikronütrisyonel destek, hastalığın ilerlemesini yavaşlatmak ve ileri evrelere geçiş riskini azaltmak amacıyla kullanılan yüksek dozda antioksidan vitaminler ve minerallerden oluşan bir yaklaşımdır. Bu tedavi modeli, AREDS ve AREDS2 verilerine dayanmaktadır. Klasik AREDS formülasyonu C ve E vitaminleri, çinko, bakır ve beta-karoten içerirken; AREDS2'de beta-karoten, sigara içenlerde artan akciğer kanseri riski nedeniyle lutein ve zeaksantin ile değiştirilmiştir. Yapılan çalışmalar, bu takviyelerin yüksek riskli bireylerde ileri evre YBMD gelişimini %25'e kadar azaltabildiğini göstermiştir. Ancak erken evre hastalarda belirgin bir fayda saptanmamış olup, tedavi özellikle büyük ya da yaygın drusenleri olanlar, CA'sı bulunanlar ve tek gözünde ileri evre YBMD tanısı almış bireyler için önerilmektedir. Mikronütrisyon tedavisi, hastalığın seyrini yavaşlatmayı hedeflemekte, iyileştirici değil koruyucu bir rol üstlenmektedir (69,70).

2.4.7.2. İntravitreal enjeksiyon tedavisi: Neovasküler tip YBMD tedavisinde günümüzde temel yaklaşım, intravitreal anti-VEGF ajanlarının düzenli uygulanmasına dayanmaktadır. Bu ajanlar, patolojik anjiyogenezi ve vasküler permeabiliteyi inhibe ederek intraretinal ve subretinal sıvı birikimini azaltmakta; böylece santral görme kaybını önlemenin yanı sıra, birçok hastada GK'de anlamlı iyileşme sağlamaktadır. Klinik kullanımda öne çıkan anti-VEGF moleküller arasında bevacizumab, ranibizumab, aflibercept, faricimab, brolucizumab ve çeşitli biyobenzerler (örneğin SB11, FYB201, QL1207, SB15) yer almaktadır. Faricimab gibi ajanlar aynı anda VEGF ve anjiopoetin 2'yi hedef alarak daha uzun tedavi aralıklarına olanak sağlarken,

brolucizumab gibi güçlü etkili moleküller bazı olgularda intraoküler inflamasyon riski barındırabilmektedir (71,72).

Tedavi planlamasında farklı uygulama protokolleri kullanılmaktadır. Başlangıçta yükleme dozu protokolü ile birkaç ay üst üste enjeksiyon uygulanır. Sabit doz yaklaşımıyla belirli aralıklarla enjeksiyonlar sürdürülürken, PRN *(Pro Re Nata)* protokolünde hastalık aktivitesine göre müdahale edilir. En çok tercih edilen rejimlerden biri olan "*Treat and Extend*" yöntemi ise, hastalık kontrol altına alındıktan sonra enjeksiyon aralıklarını kademeli olarak uzatmaya dayalıdır (71).

Uzun süreli anti-VEGF tedavisi alan hastalarda önemli bir komplikasyon olarak maküler atrofi gelişimi gözlemlenebilir. Araştırmalar, tedavinin ikinci yılına ulaşan hastaların yaklaşık üçte birinde bu komplikasyonun geliştiğini bildirmektedir. Bu tablo, ödem kontrolü sağlansa bile görsel kazanımın sınırlanmasına yol açabilmekte, özellikle Tip 3 MNV'si olan bireylerde daha belirgin bir risk oluşturmaktadır (73).

2.4.7.3. Lazer fotokoagülasyon ve fotodinamik tedavi: Özellikle neovasküler tip YBMD olgularında uygulanan ve anormal MNV'yi hedefleyen müdahalelerdir. Termal fotokoagülasyon, neovasküler YBMD'de neovaskülarizasyon odaklarının yüksek enerjili lazer aracılığıyla koagülasyona uğratılarak eradike edilmesini hedefler. Ancak foveal yerleşimli lezyonlarda kalıcı skotom ve RPE hasarı gibi komplikasyonlar nedeniyle günümüzde yaygın olarak tercih edilmemektedir (70,74).

Verteporfin temelli fotodinamik tedavi ise, intravenöz uygulanan fotosensitizan ajanın hedef vasküler yapılarda selektif olarak birikmesini takiben, düşük enerjili lazerle aktive edilerek endotel hasarı ve tromboz yoluyla neovasküler yapıların obliterasyonunu sağlayan bir tedavi modalitesidir. Güncel klinik pratikte anti-VEGF tedavilerine refrakter seyreden veya polipoidal koroidal vaskülopati gibi özel alt tiplerde kombine tedavi stratejisi içinde yer bulmaktadır. İleri evrede olan CA'lı gözlerde bu yöntemlerin terapötik etkisi bulunmamaktadır. Bu nedenle, non-neovasküler YBMD için doku bütünlüğünü korumayı hedefleyen non-termal ve eşik altı lazer sistemleri gibi yeni nesil tedavi yaklaşımları ön plandadır (71,74,75).

2.5. İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA YENİLİKÇİ MOLEKÜLER VE HÜCRESEL TEDAVİLER

İleri evre YBMD tedavisi, hastalığın artık geri dönüşsüz retina hasarının geliştiği ve görme kaybının hızlandığı aşamalarında uygulanabilecek hedefe yönelik, yenilikçi yaklaşımları kapsamaktadır. Amaç, retinal dejenerasyonu yavaşlatmak, hücre ölümü ve atrofiyi önlemek ya da rejeneratif mekanizmaları aktive ederek görme fonksiyonunu mümkün olduğunca koruyabilmektir. Klasik mikronütrisyon, anti-VEGF enjeksiyonları ve lazer tedavileri daha çok erken ve orta evre YBMD yönetiminde etkili olurken; bu bölümde yer verilen tedavi modaliteleri, özellikle CA gelişen ve tedaviye dirençli neovasküler YBMD olguları için geliştirilmekte olan ileri düzey farmakolojik, hücresel ve genetik stratejileri içermektedir.

2.5.1. Kompleman İnhibitörleri

Non-neovasküler tip YBMD'nin ileri evresi olan CA'da, hastalık progresyonunu yavaşlatmayı hedefleyen yeni nesil tedavi ajanları arasında yer almaktadır. Kompleman sisteminin aşırı aktivasyonu, YBMD'nin patogenezinde önemli bir rol oynamakta; C3 ve C5 bileşenleri üzerinden apoptoza yol açan süreçleri tetiklemektedir. Bu mekanizmayı hedefleyen pegcetacoplan (C3 inhibitörü) ve avacincaptad pegol (C5 inhibitörü) gibi intravitreal enjeksiyonlar, CA lezyonlarının büyüme hızını azaltma konusunda etkinlik göstermiştir. Ancak bu tedavilerin GK üzerinde doğrudan iyileştirici etkisi henüz gösterilememiştir. Uygulama sonrası yaş tipe dönüşüm, intraoküler inflamasyon ve nadiren vaskülit gibi riskler bildirilmiştir. Ayrıca C1q, Faktör B, Faktör D ve gen tedavilerini hedefleyen birçok yeni ajan halen klinik araştırma aşamasındadır (24,27).

2.5.2. Görsel Siklus Modülatörleri

Coğrafik atrofi tedavisinde ilk araştırılan ajanlardan olan emixustat, retinoid izomerohidrolaz enzim inhibitörü; fenretinid ise retinol bağlayıcı protein antagonisti olarak tanımlanmaktadır. Ancak her iki molekülle yürütülen klinik araştırmalarda, CA lezyonlarının progresyon hızını anlamlı düzeyde yavaşlatan bir etki saptanmamıştır (76,77). Son yıllarda en dikkat çekici ajanlardan biri, oral yolla uygulanan ALK-001

(gildeuretinol asetat) olup, A vitamini dimerlerinin oluşumunu azaltarak toksik yan ürün birikimini engellemeyi ve retinal hücre hasarını yavaşlatmayı amaçlamaktadır (27). ALK-001'in etkililiğini değerlendiren Faz 2/3 SAGA (NCT03845582) çalışmasında, ilacın 24 ay sonunda CA lezyonlarının büyüme hızını plaseboya kıyasla %13,4 oranında yavaşlattığı bildirilmiş, bu sonuç istatistiksel olarak sınırda anlamlılık göstermiştir (p=0.07). Ancak henüz Food and Drug Administration (FDA) ve European Medicines Agency (EMA) onayı bulunmamakta, ilacın klinik kullanımına yönelik süreç devam etmektedir (78).

2.5.3. Nanosaniye Lazer Tedavileri

Hastalığın erken evrelerinde progresyonu yavaşlatmayı amaçlayan, doku hasarı oluşturmadan etki eden eşik altı uygulanan bir lazer yöntemidir. Bu tedavi, RPE'deki melanin içeriğini artırırken lipofuskin birikimini azaltır ve Bruch membranının yapısal bütünlüğünü destekleyebilir. Laser Intervention in the Early Stages of AMD (LEAD) çalışmasında, geniş druseni olan hastalara altı ay arayla uygulanan tedavinin, özellikle RPD olmayan hastalarda dış retinal bantların kaybını %50–85 oranında anlamlı şekilde yavaşlattığı gösterilmiştir. Ancak RPD varlığında tedaviden anlamlı bir fayda sağlanmamış, hatta ilerleme eğilimi gözlenmiştir. Ayrıca, lazer uygulamasının sadece hedeflenen alanda değil, çevre dokularda ve hatta tedavi edilmeyen gözde bile biyolojik etkiler oluşturabildiği raporlanmıştır (79,80).

2.5.4. Fotobiyomodülasyon

Non-neovasküler tip YBMD'nin erken ve orta evrelerinde uygulanan, görünür ışıktan yakın kızılötesi spektruma (500–1000 nm) kadar olan dalga boylarıyla mitokondriyi hedef alan non-invaziv bir ışık tedavisidir. Sitokrom C oksidaz enzimi üzerinden mitokondriyal aktiviteyi artırarak ATP üretimini destekler, oksidatif stres ve inflamasyonu azaltır ve nörotrofik faktörlerin ekspresyonunu uyararak fotoreseptör ile RPE hücrelerini korumayı amaçlar. Klinik uygulamalarda en sık kullanılan cihazlardan biri olan Valeda sistemi; 590 nm (sarı), 660 nm (kırmızı) ve 850 nm (yakın kızılötesi) ışıkları kombine ederken, farklı sistemler tekli dalga boylarına da

odaklanabilmektedir (81). LIGHTSITE III çalışmasının 13 aylık sonuçlarına göre, fotobiyomodülasyon tedavisi uygulanan hastalarda GK'de ortalama 5.4 harf artışı, CA gelişiminde belirgin azalma (%1.1'e karşı %10.0) ve drusen hacminde stabilite gözlenirken; sham grubunda bu parametrelerde daha olumsuz seyir bildirilmiştir (82).

2.5.4. Hücre Bazlı Tedaviler

Retinal dokunun yeniden oluşumunu sağlamak veya mevcut hücreleri trofik faktörlerle desteklemek amacıyla özellik CA'larda geliştirilmektedir. Ancak güncel veriler ışığında, bu tedavilerin etkinliği henüz kesin olarak kanıtlanmamış ve klinik uygulamaya geçmemiştir. Yürütülen çalışmalar büyük ölçüde erken faz (Faz I/II) güvenlik ve tolere edilebilirlik aşamalarında olup, MA09-hRPE, CPCB-RPE1 ve iPSC kaynaklı RPE gibi çeşitli hücre hatları üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Öte yandan, bu tedaviler genellikle retina altına uygulanmaları nedeniyle invaziv girişimler gerektirmekte ve uygulamaya bağlı komplikasyon riski taşımaktadır (27,75).

2.5.5. Nöroprotektif Ajanlar

Retinal hücre kaybını önlemeye yönelik nöroprotektif yaklaşımlar CA hastaları için geliştirilmektedir. Bu alanda öne çıkan ajanlardan CNTF (Siliyer Nörotrofik Faktör), fotoreseptör hücrelerin korunmasını hedefler ve "Kapsüllenmiş Hücre Teknolojisi" ile göz içine yerleştirilen NT-501 implantı aracılığıyla uzun süreli salınımla uygulanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, siliyer nörotrofik faktör uygulanan olgularda retina kalınlığında doz bağımlı artış ve GK'de stabilizasyon sağlandığı; ancak CA ilerleme hızında anlamlı bir yavaşlama gözlenmediği bildirilmiştir (83).

Brimonidin ise glokom tedavisinin yanı sıra nöroprotektif etkisi nedeniyle YBMD için potansiyeli araştırılmıştır. Topikal uygulamada yeterli retinaya ulaşamaması sebebiyle, yavaş salınımlı intravitreal implantları geliştirilmiştir. Alfa-2 reseptör aktivasyonu yoluyla apoptozun baskılanması, mitokondriyal fonksiyonların korunması ve oksidatif stresin azaltılması gibi mekanizmalarla hücreleri destekleyen

brimonidin, BEACON çalışmasında değerlendirildiğinde CA ilerlemesini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yalnızca 30. ayda %10 oranında yavaşlatmış; bu etkinin özellikle başlangıç lezyon alanı daha büyük hastalarda belirgin olduğu bildirilmiştir (84).

2.5.6. Gen Tedavisi

Henüz klinik rutine girmemiş olsa da, özellikle CA ve neovasküler tip için klinik araştırmalarda umut vadeden bir yaklaşımdır. GT005 gen terapisi program (NCT04437368), yapılan ara analizlerde CA ilerleme hızını yavaşlatmada plaseboya göre beklenen klinik faydayı sağlayamayacağının anlaşılması üzerine Eylül 2023'te sonlandırılmıştır. Programın durdurulmasına rağmen, daha önce ilacı alan hastaların uzun dönemli güvenliğini ve genetik modülasyonun kalıcılığını değerlendirmek amacıyla ORACLE (NCT05481827) takip çalışması halen devam etmektedir. Bu çalışma, oküler gen terapilerinin biyolojik kalıcılığı ve uzun vadedeki güvenlik profili açısından literatüre kritik veriler sunacaktır (85). RGX-314 ise neovasküler tipte anti-VEGF üretimini artırarak enjeksiyon ihtiyacını azaltmayı amaçlamaktadır (86). Bu tedaviler, tek dozluk uygulamalarla uzun süreli etki potansiyeli sunarken, cerrahi gereksinim ve olası retinal komplikasyonlar önemli sınırlılıklar arasında yer almaktadır.

2.6. İLERİ EVRE YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA İNTRAOKÜLER İMPLANT TEDAVİLERİ

İleri evre YBMD'de, moleküler ve hücresel yaklaşımların sınırlı kaldığı olgularda, görsel fonksiyonları desteklemek amacıyla geliştirilen intraoküler implant sistemleri önemli bir rehabilitasyon seçeneği haline gelmiştir. Bu cihazlar, çeşitli optik prensiplere ve implantasyon tekniklerine dayalı olarak büyütme, ışık yönlendirme veya retinayı doğrudan uyarma yoluyla görme alanını işlevsel hale getirmeyi hedefler. İlgili sistemler, optik tasarım, materyal özellikleri, yerleşim yeri ve nöroadaptasyon süreçleri açısından farklılık göstermekte olup, bu bölümde tarihsel ve teknolojik gelişim sırasına göre incelenmiştir.

2.6.1. Görme Engelli Bireyler için Göz İçi Lens Sistemi (*Intraocular Lens for Visually Impaired People,* IOL-VIP) Sistemi

İlk olarak 2001 yılında klinik kullanıma sunulan IOL-VIP sistemi, santral görme kaybına yol açan maküler patolojilerde işlevsel görmeyi artırmayı amaçlayan çift mercekli intraoküler bir implantasyon yöntemidir. Polimetil metakrilat (PMMA) materyalinden üretilmiş olan sistem, arka kapsül içine yerleştirilen yüksek eksi diyoptrilik (D) (yaklaşık -66 D) sahip bikonkav bir lens ile ön kamaraya yerleştirilen yüksek artı güce (yaklaşık +55 D) sahip bikonveks bir lensten oluşur. Bu iki lens, Galile teleskopuna benzer bir optik sistem oluşturarak korneal kırılma ile birlikte yaklaşık 1.3 kat büyütme sağlar ve görüntüyü perifoveal retina bölgelerine yönlendirir (87).

Sistem, özellikle makula merkezinde ciddi dejenerasyon bulunan psödofakik hastalarda uygulanmaktadır. Ancak cerrahi uygulama, iki lensin optik ekseninin hassas hizalanmasını gerektirir ve geniş korneal kesi (yaklaşık 7 mm) nedeniyle operasyonel zorluklara yol açabilir. Klinik çalışmalarda, IOL-VIP implantasyonunun en iyi düzeltilmiş görme keskinliği, okuma mesafesi ve büyütme gibi parametrelerde iyileşme sağladığı bildirilmiştir (88). Bununla birlikte, ön segmentte iki lensin bulunmasına bağlı olarak *crowding* (kalabalık) etkisi oluşturabileceği, bu durumun ise özellikle hipermetrop olgularda pupiller blok veya göz içi basınç artışı gibi komplikasyonlara yol açabileceği belirtilmiştir (6). 2012 yılında geliştirilen IOL-VIP Revolution sistemi, cerrahi zorlukları ve komplikasyon risklerini azaltmak amacıyla tasarlanmış olup, her iki merceğin de arka kapsül içine yerleştirilmesine olanak tanıyan modifiye bir yapıya sahiptir (89).

2.6.2. İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop (*Implantable Miniature Telescope,* IMT)

Isaac Lipschitz tarafından geliştirilmiş ve ilk çok merkezli klinik sonuçları 2004 yılında yayımlanmış; 2010 yılında ise FDA tarafından onaylanmış bir intraoküler teleskopik protez sistemidir. Şeffaf bir PMMA taşıyıcı üzerine monte edilen kuvars

camdan yapılmış yüksek hassasiyetli mikro-optik bileşenlerden oluşur. IMT, sabit odaklı Galile tipi teleskopik optik mekanizması sayesinde kornea ile sinerji içinde çalışarak santral görme alanındaki görüntüleri büyütür ve bu görüntüleri makülanın sağlam kalan periferal alanlarına yönlendirir (90,91). İki farklı optik büyütme seçeneği (yaklaşık 2.2x ve 2.7x) sunan cihaz yalnızca tek bir göze implante edilir; diğer göz ise geniş açılı periferik görmenin ve yön bulma işlevlerinin sürdürülmesinden sorumlu kalır (87,92).

Klinik etkinliği ve güvenlik profili, çok merkezli bir yıllık ve beş yıllık uzun takipli çalışmalarda incelenmiş; hem uzak hem de yakın mesafede GK artışı ile beraber yaşam kalitesi ölçümlerinde anlamlı iyileşmeler sağlandığını ortaya koyulmuştur (93–95). Bununla birlikte, cihazın cerrahi ve postoperatif sınırlılıkları mevcuttur. İmplantasyon işlemi için yaklaşık 10–12 mm genişliğinde bir korneal kesiye ihtiyaç duyulmakta ve bu durum cerrahi travmayı, sütür gereksinimini ve iyileşme süresini artırmaktadır (90). Ayrıca, cihazın endotel yüzeye yakın pozisyonlanması nedeniyle, postoperatif dönemde anlamlı endotel hücre kaybı (ilk yılda %20–25, beşinci yılda %35–40'a kadar) gözlenebilmektedir (93–95). Görme sistemindeki adaptif süreçler nedeniyle, hastaların bu proteze uyumu uzun süreli bir nörosensoriyel rehabilitasyon ve görsel adaptasyon programını zorunlu kılmakta, bu süreç genellikle 6 ila 12 ay arası sürmekte ve yüksek hasta motivasyonu gerektirmektedir (87,90).

2.6.3. Lipschitz Maküla İmplantı

Isaac Lipschitz tarafından geliştirilen ve optik tasarımı ile preklinik verileri ilk kez 2008 yılında literatüre giren, mercek yerine ayna tabanlı bir optik sistem kullanan ilk intraoküler teleskopik implanttır. Cassegrain reflektif teleskop ilkesine dayanan bu yapı, ışığı yönlendiren titanyum oksit ve silikon dioksit bazlı dielektrik kaplamalara sahip yansıtıcı yüzeyler içerir. Katlanamaz tek parça bir tasarıma sahip olan implantın optik düzeni, santral retinada yaklaşık 2.5 kat büyütülmüş bir görüntü oluştururken, periferik retina bölgesinde görüntüyü orijinal boyutunda bırakacak şekilde tasarlanmıştır. Bu özelliği sayesinde, periferik görme alanında daralma oluşturmaz ve bu da cihazın bilateral implantasyona uygun hale gelmesini sağlamaktadır; bu yönüyle birçok teleskopik göz içi lensten (GİL) ayrışmaktadır (90,96).

İmplant uygulanan küçük hasta serilerinde, uzak ve yakın GK'de anlamlı düzeyde iyileşmeler bildirilmiştir. Korneal endotel hücre yoğunluğunda yaklaşık %6'lık bir azalma ile sınırlı kalması, implantın güvenlik profilinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, cihazın katlanamaz olması nedeniyle enjektör sistemiyle implante edilememesi ve bunun sonucunda 5.5–6.5 mm'lik geniş kornea kesilerine ihtiyaç duyulması cerrahi uygulamada önemli bir kısıtlılık oluşturmaktadır. Ayrıca, postoperatif dönemde geçici fotik fenomene ve görsel gölgelenme bildirilmiştir (96,97).

2.6.4. IOL-AMD

Yaklaşık 2015 yılında klinik değerlendirmelerine hız kazandırılan iolAMD, iki mercekli bir Galile teleskop konfigürasyonuna sahip, düşük büyütmeli intraoküler implant sistemidir. Hidrofobik akrilikten üretilmiş olan bu sistem, bir negatif güçlü arka kamara içi lensin kapsül içine yerleştirilmesi ve bir pozitif güçlü lensin silyer sulkusa implante edilmesiyle optik aks üzerinde hizalanır. Kornea ile birlikte çalışarak yaklaşık 1.25 kat büyütme elde eder. Ayrıca, travers asferisite özelliği sayesinde retinal makula bölgesine homojen bir odak düzlemi sunarak görüntü kalitesini artırmayı hedefler.

Cihazın klinik performansı, 12 hastalık bir pilot seride değerlendirilmiş ve 4 aylık takip sonunda ortalama düzeltilmiş uzak GK'de belirgin artış sağlandığı, herhangi bir ciddi intraoperatif komplikasyona rastlanmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, sistemin sunduğu sınırlı büyütme oranı ve hastalığın seyri ile değişebilen tercih edilen retina alanı ile yeterince uyumlu olmaması gibi kısıtlılıklar nedeniyle, üretici firma tarafından cihazın pazarlama ve üretimi sonlandırılmıştır.

2.6.5. Scharioth Makula Lensi

Yakın görme işlevlerini desteklemek amacıyla tasarlanmış olan tek parçalı, katlanabilir, hidrofilik akrilik yapıda bir eklenti (*add-on*) GİL'dir. Psödofakik hastalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş olup, siliyer sulkusa yerleştirilir. Standart fakoemülsifikasyon cerrahisiyle eş zamanlı uygulanabileceği gibi, katarakt ameliyatı

geçirmiş bireylerde geç dönemde de implante edilebilir. Cihazın merkezinde yer alan 1.5 mm'lik optik bölge +10 D ek kırıcı güce sahiptir ve akomodasyon triadı mekanizması aracılığıyla çalışır. Yakına bakıldığında miyozis olur, gelen ışığın merkezi bölgeden geçmesini sağlar ve yaklaşık 2 katlık büyütme oluşturur. 2.2 mm'lik küçük kornea kesiden göz içine yerleştirilebilir. Yaklaşık 10–15 cm gibi kısa mesafelerde yüksek çözünürlüklü görüntü sunarken, uzak görme fonksiyonlarını ve periferik görme alanını etkilemez (87,90).

Cihazın klinik etkinliği, 50 hastalık çok merkezli bir çalışmada incelenmiş; 1 yıl sonunda yakın görme keskinliğinde belirgin artış, uzak görmede ise stabilite gözlenmiştir (98). Başka bir çalışmada hastaların üçte birinden fazlası fonksiyonel okuma seviyesine ulaşmış, yaşam kalitesinde genel bir iyileşme rapor edilmiştir (99). Fakat yalnızca çok yakın mesafelerde etkili olması ve nadiren görülen parlama ya da halo gibi optik yan etkiler potansiyel sınırlılıklarındandır (97).

2.6.6. EyeMax Mono

Klinik kullanıma 2016 yılında sunulan, yapısal olarak standart GİL'lere benzeyen ancak optik tasarımıyla farklılaşan, tek parçalı ve hidrofobik akrilikten üretilmiş bir GİL'dir. Bu implant, foveanın yaklaşık 10° çevresindeki retinada görüntü kalitesini artırmak amacıyla hiper-asferik ve wavefront-optimize bir optik düzeneğe sahiptir. Retinaya düşen görüntüyü yaklaşık 1.1–1.2 kat oranında büyüterek yansıtan sistem, hastalığın ilerlemesiyle birlikte değişebilen tercih edilen retina alanına uyum sağlamayı hedefler; böylece makula boyunca geniş bir odak derinliği sunar (90,100).

Klinik veriler, EyeMax Mono implantasyonunun uzak ve yakın GK'de anlamlı artış sağladığını ve bazı hastalarda okuma hızında belirgin ilerleme olduğunu göstermektedir (87,100). Lensin en büyük avantajları, bilateral uygulanabilmesi, minimal invaziv bir cerrahiyle (2.2 mm kesi) yerleştirilebilmesi ve diğer teleskopik sistemlerin aksine, uzun süreli rehabilitasyon ihtiyacı doğurmamasıdır. Göz içi basınç artışı, kapsül yırtığı ve nadiren subretinal sıvı gelişimi gibi komplikasyonlar bildirilmiş olsa da, genel güvenlik profilinin yüksek olduğu belirtilmiştir (87,90).

2.6.7. PRIMA Biyonik Görme Sistemi

Coğrafik atrofi olgularında merkezi görmeyi yeniden sağlamak amacıyla 2018 yılında ilk çalışmaları yapılan, kablosuz subretinal bir fotovoltaik nörostimülasyon cihazıdır. Sistem; retinaya cerrahi olarak implante edilen mikroçip, projeksiyon modülüne sahip artırılmış gerçeklik gözlükleri ve görüntü işleyici bir taşınabilir işlem biriminden oluşur. Yaklaşık 2 mm çapında ve 30 µm kalınlığındaki mikroçip, 378 adet fotovoltaik piksel aracılığıyla gözlükteki kamera tarafından alınan ve 880 nm yakın kızılötesi ışık desenlerine dönüştürülen görüntüleri elektriksel sinyale çevirerek retinadaki sağlam bipolar hücreleri uyarır. Böylece, santral skotom bölgesinde yapay bir görsel algı oluşturulurken, periferik doğal görme korunur. Sistemin en önemli avantajı, merkezi protez görüsü ile doğal çevresel görmenin eş zamanlı kullanılabilmesi, ayrıca görüntü kontrastının terslenebilmesi ve 1-8 kat arasında ayarlanabilir dijital yakınlaştırma özelliği sunmasıdır (27,101,102).

Klinik uygulamalarda, implantın yerleştirildiği merkezi skotom bölgesinde tüm hastalarda ışık algısı elde edilmiş ve yakınlaştırma modu kullanıldığında ortalama 32 harflik GK artışı sağlanmıştır. 48 aylık takipte periferik doğal görmede azalma saptanmamış ve sistem genel olarak iyi tolere edilmiştir. Cihaza bağlı ciddi advers olay bildirilmemekle birlikte, cerrahiye ilişkin bazı olgulara sınırlı komplikasyonlar eşlik etmiştir (101,102).

2.6.8. LENTIS MAX

Yaklaşık 2019 yılında literatüre giren hidrofobik yüzeye sahip hidrofilik akrilat materyalden üretilmiş, tek parçalı ve katlanabilir yapıdaki bu asferik bikonveks mercek, monofokal tasarıma sahiptir. Lensin optik prensibi, arka yüzeyine entegre edilmiş iki sektörlü +8 D gücündeki asferik yakın segmentlere dayanır. Bu yapı sayesinde, 30 cm mesafede yaklaşık 1.5 kat, 15 cm'de ise 3 kata kadar büyütme sağlayarak, hastanın yakın görme yetisini artırmayı hedefler (90,103).

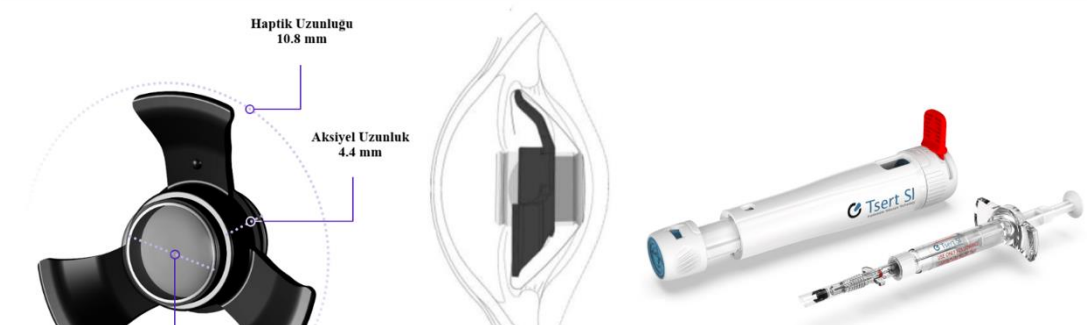
Klinik bulgular, cihazın özellikle ilk 3–6 aylık süreçte fonksiyonel kazanımlara yol açtığını ve görsel yaşam kalitesini artırdığını göstermektedir (103). Lensin en önemli avantajı, standart GİL boyutlarında olması nedeniyle rutin fakoemülsifikasyon

cerrahisiyle kolayca uygulanabilmesi ve bilateral yerleştirilebilmesidir. Ancak, üretici firmanın başka bir modelde yaşanan kalsifikasyon nedeniyle başlattığı geri çağırma süreci sonucunda LENTIS MAX'ın şu anda ticari olarak temin edilemediği belirtilmektedir (87,90).

2.6.9. Yeni Nesil Küçük Kesili İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop (*Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope*, SING IMT™)

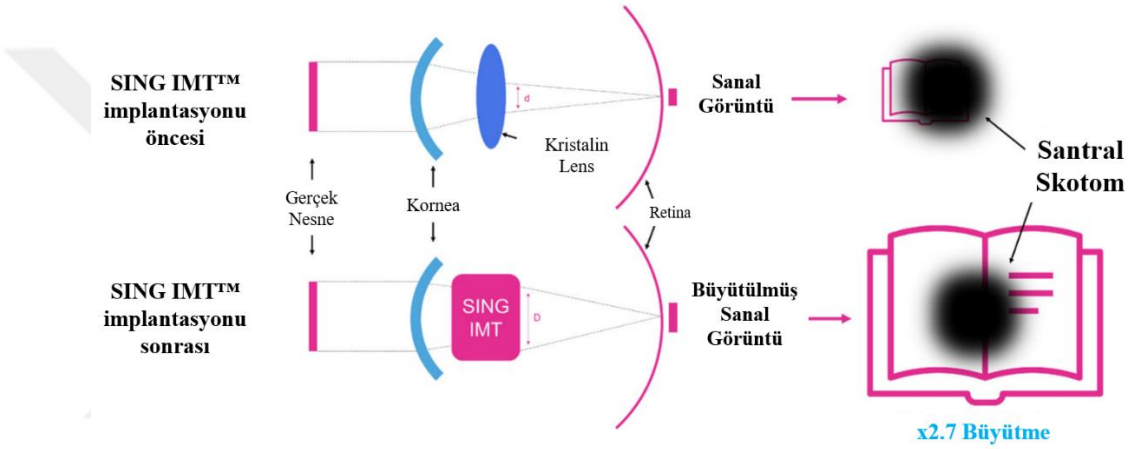
İlk nesil IMT sisteminin cerrahi zorluklarını ve kornea üzerindeki invaziv etkilerini azaltmak amacıyla geliştirilmiş, 2020 yılında Avrupa'da onay alarak klinik kullanıma sunulmuş ikinci kuşak bir teleskopik göz içi implantıdır (87). Merkezi skotom gelişmiş ve konvansiyonel tedavilerden fayda görmeyen ileri YBMD hastalarında görsel rehabilitasyon amacıyla tasarlanmıştır. İlk nesile göre modern fakoemülsifikasyon tekniklerine daha uygun, daha az invaziv bir yapıdadır (7,87).

Ultra hassas kuvars camdan imal edilmiş olan SING IMT™ sistemi, silikon esaslı katlanabilir bir taşıyıcı yapıya entegre edilmiştir. Üç adet silikon haptik, implantın kapsül içine sabitlenmesini sağlar. Katlanabilir yapı sayesinde cihaz, özel olarak tasarlanmış Tsert SI adlı önceden yüklenmiş (*preloaded*) kartuş sistemi aracılığıyla sadece 6.5–8.0 mm'lik bir kornea kesisiyle implante edilebilmektedir (87,104). Bu yenilik, önceki nesildeki 12 mm'lik geniş kesiye kıyasla cerrahi süreyi 30 dakikanın altına indirmiş, sütür gereksinimini ve cerrahi travmayı azaltmıştır (105).



Şekil 2.2: Yeni Nesil Küçük Kesili İmplante Edilebilir Minyatür Teleskop; SING IMT™ (A,B), Tsert SI kartuş sistemi (C) (87,122)

Cihazın optik sistemi, sabit odaklı Galile teleskop prensibine dayalı olup, biri konveks, diğeri konkav iki mikro optik bileşenden oluşur. Bu kombinasyon, kornea ile birlikte yaklaşık 2.7 kat büyütme sağlar ve büyütülmüş görüntüyü, merkezi görme alanındaki skotomu çevreleyen sağlıklı retina bölgelerine projekte eder (8,106). Bu sayede, hastaların kullanılabilir perifoveal retinası ile nesneleri daha net algılamaları hedeflenir. Cihaz, 20°'lik bir santral görüş alanını yaklaşık 55°'lik retinal alana yansıtır. Diğer göz ise göz periferik görme ve yön bulma görevini üstlenir (87,106).



Şekil 2.3: SING IMT™'nin Optik Prensibi (8)

Optik kalite açısından değerlendirildiğinde, cihazın 400–750 nm arasındaki görünür spektrumu homojen olarak geçirdiği ve UV ışığı tamamen filtrelediği gösterilmiştir. Sabit cam yapısı sayesinde, polimer merceklerde sıkça karşılaşılan koma, astigmatizma ve küresel aberasyon gibi geometrik aberasyonlar gözlenmemekte, böylece yüksek kaliteli bir retinal görüntü elde edilmektedir (107). En önemli biyouyumluluk göstergesi olan endotel hücre kaybı, SING IMT™'de %4,8–12,6 arasında ölçülmüş ve bu oranla, ilk nesil IMT'ye kıyasla kornea sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler anlamlı ölçüde azaltılmıştır (7,8,105). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda SING IMT™ implantı uygulanmış ileri evre YBMD hastalarında görsel sonuçlar, cerrahi güvenlik profili ve rehabilitasyon sürecine ilişkin deneyimlerimiz detaylı şekilde sunulmuştur.

2.7. YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA YAŞAM KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, santral görme kaybına yol açarak bireylerin sosyal yaşamdan fiziksel bağımsızlığa kadar birçok alanda yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ilerleyici bir retinal hastalıktır. Görsel bozulmalar, bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel bağımsızlıklarını kaybetmelerine neden olmakta; bu durum özellikle yüz tanıma, okuma, araç kullanımı, ev içi işler, alışveriş ve dijital cihaz kullanımı gibi görevlerde belirgin şekilde hissedilmektedir (1,2). Literatürde, YBMD hastalarının yaklaşık %40'ının en az bir günlük aktivite için yardım ihtiyacı duyduğu bildirilmektedir (5).

Hastalığın yol açtığı görme bozuklukları, yalnızca işlevsel değil aynı zamanda psikososyal alanlarda da ciddi etkiler yaratmaktadır. Görme kaybına bağlı hareket güvencesindeki azalma, özellikle düşük ışıkta yürüme gibi durumlarda düşme riskini artırmakta ve bu da bireylerin sosyal çevrelerinden uzaklaşmalarına, yaşam alanlarını sınırlamalarına neden olmaktadır. Psikolojik açıdan değerlendirildiğinde, YBMD hastalarında depresyon sıklığı genel yaşlı popülasyona göre iki-üç kat daha fazla bulunmuş; bu kişilerde hayal kırıklığı, anksiyete, geleceğe dair belirsizlik hissi gibi duygusal sorunlar yaygın olarak gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, hastaların zaman içerisinde çeşitli adaptasyon stratejileri geliştirdikleri, örneğin görme yardımcıları kullanma veya yaşam alışkanlıklarını yeniden yapılandırma gibi yollarla baş etme mekanizmaları oluşturdukları bildirilmektedir (5,47).

Bu bağlamda, yaşam kalitesinin değerlendirilmesi, yalnızca görme keskinliğine odaklanan klasik ölçüm yöntemlerinin ötesinde, bireyin genel yaşam fonksiyonlarının da dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır. Hasta bildirimi temelli anketler, bireyin yaşadığı zorlukları doğrudan kendi algısıyla ortaya koyarken; gerçek yaşam koşullarında yapılan performans temelli ölçümler, bireyin görsel kapasitesinin günlük hayata nasıl yansıdığını nesnel olarak değerlendirmeye olanak tanır. National Eye Institute Visual Function Questionnaire (NEI-VFQ) ve Low Vision Quality of Life Questionnaire (LVQoL) gibi ölçekler bu alanda sık kullanılan araçlar arasında yer almakta, özellikle az gören hastalar için özel olarak hazırlanmış LVQoL'nin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik analizleri tamamlanmış durumdadır (45,108,109). LVQoL

anketinin Türkçe örneği Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Ayrıca, bazı çalışmalarda fayda değerleri (*utility values)* üzerinden YBMD'nin bireysel yaşam yükü değerlendirilmiş ve bu değerlerin bazı sistemik hastalıklarla benzer şiddette olduğu gösterilmiştir (5).

Klinik uygulamada yaşam kalitesi ölçümleri; görsel rehabilitasyon süreçlerinin başarısını değerlendirmek, tedavi yoğunluğuna karar vermek ve yeni tedavi yaklaşımlarının klinik/maliyet-etkinliğini ölçmek açısından önemli veriler sunmaktadır. Bunun yanı sıra, bireyin duygusal ve sosyal ihtiyaçlarını fark edebilmek açısından da kritik bir değerlendirme aracıdır. Bu ölçümler, sağlık hizmet sunucularının sadece görme kaybını değil, buna eşlik eden psikolojik ve sosyal etkileri de göz önünde bulundurarak bütüncül bir yaklaşım geliştirmesini mümkün kılar (5,108).

DERECE	HİÇ		ORTA		ÇOK		
Uzak Görme, Hareket Edebilme Durumu ve Aydınlatma Faktör yükleri --- *Sorununuzun düzeyi:*	5	4	3	2	1	X	n/a
Genel olarak görmenizle ilgili							
Gözlerinizin yorulması ile ilgili (örn: bir işi sadece kısa bir sure yapabilmek)							
Evde gece görmenizle ilgili							
Görebilmek için uygun ışığa gereksinim duyma konusunda							
Kamaşma ile ilgili (örn: Araba farlarının ya da güneş ışıklarının parlaması)							
Cadde tabelalarını ve trafik işaretlerini görmekle ilgili							
Televizyon izlemekle ilgili (görüntüleri ayırt edebilmek							
Hareket eden nesneleri görme konusunda (örneğin yoldaki arabaları)							
Nesnelerin uzaklığını ya da derinliğini belirlemekle ilgili (örneğin bardağa uzanırken)							
Basamakları ya da tümsekleri görmekle ilgili							
Görme sorununuz nedeniyle dışarıda dolaşırken (örneğin engebeli kaldırımlarda)							
Görme sorununuz nedeniyle trafiğe acık bir yolda karşıdan karşıya geçerken							
Uyum --- *Görmeniz nedeniyle:*							
Yaşamdaki konumunuzdan mutsuzsunuz							
Bazı işleri yapamadığınız için hayal kırıklığına uğramış durumdasınız							
Aile veya arkadaşlarınızı ziyaretiniz kısıtlandı							
Gözünüzün durumu size ne kadar açıklandı							
Okuma ve İnce İşler --- *Eğer kullanıyorsanız okuma aracı/gözlüğe rağmen aşağıda belirtilen faaliyetleri yaparken ne ölçüde sorun yaşarsınız:*							
Büyük yazıları okurken (örneğin gazete başlıkları							
Gazete ya da kitap okurken							
Etiketleri okurken (örneğin ilaç şişesinin üzerindeki etiketi)							
Mektup, mesaj veya elektronik postanızı okurken							
Aletleri kullanırken (iğneden ipliği geçirirken ya da bir şeyi keserken)							
Günlük Yaşam Aktiviteleri --- *Eğer kullanıyorsanız okuma aracı/gözlüğe rağmen aşağıda belirtilen faaliyetleri yaparken ne ölçüde sorun yaşarsınız:*							
Kendinize ayırdığınız zamanı değerlendirirken (hobiler)							
Yazarken (çek veya kart gibi)							
Kendi el yazınızı okurken							
Günlük işleri yaparken (örneğin ev işleri)							

*** Görmeleri nedeniyle görevi artık yerine getiremiyorlarsa "x"

*** Görme dışı nedenlerle görevi yapmıyorlarsa "n/a"

Şekil 2.4: Türkçe LVQoL anketi örneği

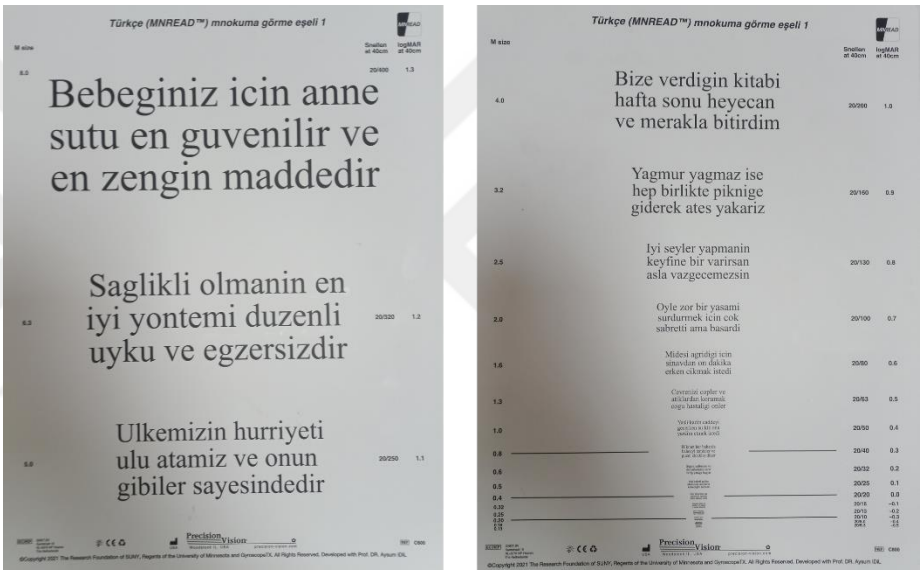
2.8. YAŞA BAĞLI MAKÜLA DEJENERASYONUNDA OKUMA PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Okuma yetisinin korunması YBMD hastalarında görme işlevselliğinin ve buna bağlı yaşam kalitesinin en güçlü belirleyicilerinden biridir. En iyi düzeltilmiş görme keskinliğinin (EİDGK) hastanın algıladığı görme bozukluğunu yansıtmakta sessiz kaldığı durumlarda, okuma performansı parametreleri hastanın gerçek yaşam deneyimini ve fonksiyonel kaybını objektif olarak ortaya koyan bir erken uyarı sistemi işlevi görür (9). Literatürde hastaların yaklaşık %64'ünün temel şikayetinin okuma güçlüğü olduğu bildirilmiştir (110). Bu bağlamda, standart tek harfli görme keskinliği testlerinin, okuma gibi kompleks bir görsel görevi yansıtmakta yetersiz kalması nedeniyle, logaritmik progresyona sahip metin tabanlı test materyalleri klinik pratikte daha işlevsel bulunmuştur. Bu amaçla geliştirilen Minnesota Low Vision Reading Test (MNREAD), RADNER, Bailey–Lovie, Colenbrander, SKread ve Oculus Reading Probe II gibi kartlar; gerek az gören gerekse normal görme düzeyine sahip bireylerde, uluslararası geçerliliğe sahip yöntemlerle okuma keskinliği ve hızının değerlendirilmesini mümkün kılar (110,111).

Söz konusu değerlendirme araçları, merkezi görme alanında skotom gelişimi gösteren tüm YBMD hastalarında uygulanabilir olsa da, özellikle ileri evre olgularda fonksiyonel iyilik halini ölçmede klinik olarak daha büyük önem arz etmektedir. Örneğin SKread testi, anlamsız kelimeler ve harf kombinasyonları içeren yapısıyla, semantik tahminlemeyi devre dışı bırakarak, doğrudan harf ayırt etme kapasitesine ve skotom lokalizasyonuna dayalı bir okuma performansı analizi sağlar. Bununla birlikte, intraoküler implantasyon tedavileri sonrası yapılan rehabilitasyon süreçlerinde, MNREAD kartları ile takip edilen okuma performansı ölçümleri, görsel işlevsellikteki gelişimin objektif izlenmesine katkı sunmaktadır (9,111). MNREAD eşelinin Türkçe örneği Şekil 2.5'te verilmiştir. MNREAD değerlendirme sisteminde dört temel ölçüt dikkate alınmaktadır (112,113):

- **Okuma Keskinliği:** LogMAR (*logarithm of the minimum angle of resolution*) cinsinden anlam bütünlüğü bozulmadan, en küçük puntoyla okunabilen metin boyutunu temsil eder.

- **Kritik Baskı Boyutu:** LogMAR cinsinden maksimum okuma hızını sürdürebildiği en küçük yazı karakteri büyüklüğünü temsil eder.
- **Maksimum Okuma Hızı:** Yazı büyüklüğünden bağımsız olarak, kişinin ulaştığı en yüksek kelime/dakika hızıdır.
- **Okuma Kolaylık İndeksi:** Günlük hayatta karşılaşılan ortalama baskı boyutlarında okuma başarısını gösteren ve ideal değeri 1 olan bir parametredir.



Şekil 2.5: Türkçe MNREAD eşeli örneği

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, 12/27 karar numaralı ve 2025/12 toplantı sayılı dosya kapsamında, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 29.05.2025 tarihli toplantısında etik yönden incelenmiş ve uygun bulunmuştur. Araştırmaya dahil edilen tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır. Çalışma süresince tüm işlemler, 1964 Helsinki Deklarasyonu ve sonraki güncellemeleri ile eşdeğer etik ilkeler doğrultusunda yürütülmüştür.

3.1. ÇALIŞMA TASARIMI

Retrospektif ve tek merkezli bir gözlemsel araştırma olarak planlanan bu çalışmada, ileri evre YBMD tanılı hastalarda uygulanan SING IMT™ (VisionCare Ophthalmic Technologies Ltd.) implantasyonunun kısa ve orta vadeli anatomik ve fonksiyonel sonuçları değerlendirildi. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi retina biriminde, Ocak 2024 ile Nisan 2025 tarihleri arasında bilateral foveayı tutan ileri evre YBMD ve eşlik eden belirgin katarakt tanısı olup SING IMT™ implantasyonu yapılan, en az 6 aylık takibi olan 16 hastanın dosyası retrospektif olarak incelendi. Cerrahi öncesi değerlendirilen hastaların dahil edilme ve dışlanma kriterleri aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Cerrahi Öncesi Dahil Edilme Kriterleri

1. 55 yaş veya üzeri olmak,
2. Bilateral foveayı tutan CA ya da diskiform skar varlığı,
3. Uzakta EİDGK'nin 20/80 ile 20/800 (0.6–1.6 logMAR) arasında olması,
4. 3X eksternal teleskop simülatörü (ETS) ile test edildiğinde opere edilecek gözde uzak GK'de en az 5 harf artışı olması,

5. Endotel hücre yoğunluğunun (EHY) > 1600 hücre/mm² olması,
6. Ön kamara derinliğinin (ÖKD) ≥ 2.5 mm olması,
7. Opere olmayacak gözde yeterli periferik görme alanı olması,
8. Ameliyat sonrası rehabilitasyon programına katılacak olması

3.1.2. Cerrahi Öncesi Dışlanma Kriterleri

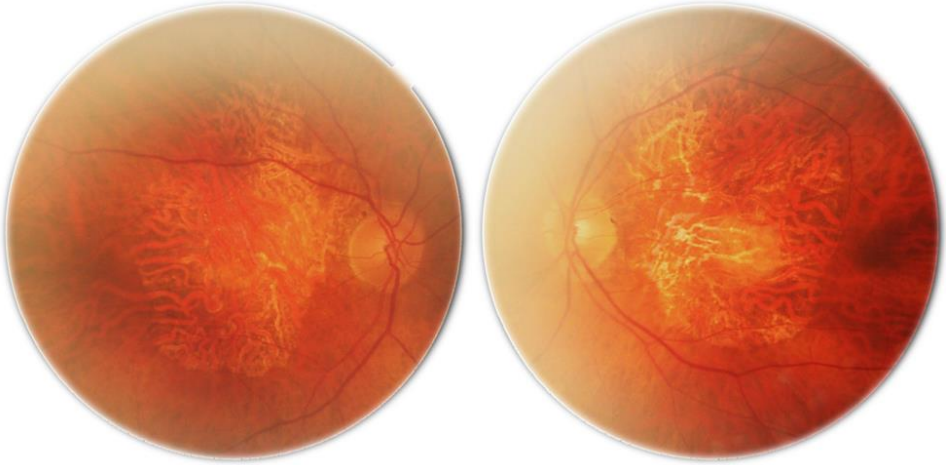
1. Aktif MNV saptanması veya son 6 ay içinde MNV için intravitreal enjeksiyon uygulanması,
2. > 6.0 D miyopi veya > 4.0 D hipermetropi,
3. Aksiyel uzunluk < 21 mm,
4. Zonüler zayıflık, kristalin lens instabilitesi ve psödoeksfoliasyon sendromu varlığı,
5. Steroid kullanımına bağlı oküler hipertansiyon öyküsü,
6. Kontrolsüz glokom veya göz içi basıncı (GİB) > 22 mmHg olması,
7. Korneal distrofi varlığı,
8. Opere edilecek gözde herhangi bir intraoküler veya korneal cerrahi öyküsü,
9. Retinal vasküler hastalıklar, tedavi edilmemiş retinal yırtıklar, optik sinir hastalıkları, inflamatuar oküler hastalıklar, retinitis pigmentosa ve intraoküler tümör varlığı gibi ek retinal hastalıklar
10. Postoperatif tedaviye karşı bilinen ilaç hassasiyeti, ciddi iletişim bozukluğu ya da ileri derecede nörolojik hastalık

3.1.3. Klinik Değerlendirme Parametreleri ve Ölçüm Yöntemleri

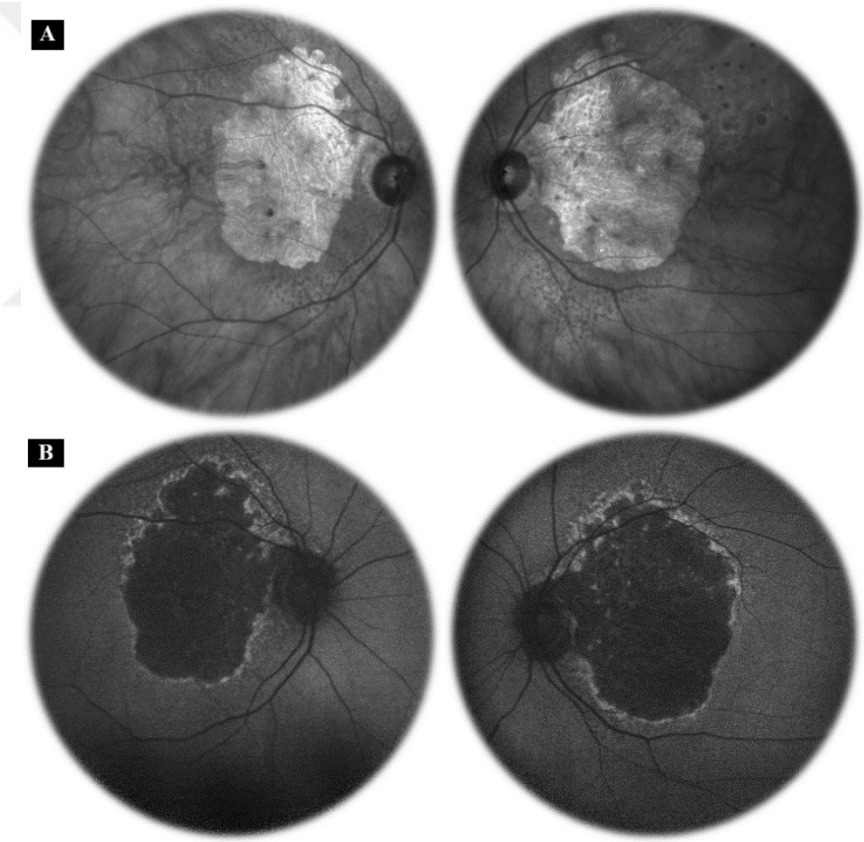
Tüm hastaların yaş, cinsiyet ve sistemik hastalık öyküsü gibi demografik verileri kaydedildi. Klinik takip değerlendirmeleri; cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 1. gün, 1. hafta, 1. ay, 3. ay, ve 6. ayda gerçekleştirilen kontrollerde kaydedilen muayene

bulgularına dayanarak yapıldı. Bu muayeneler kapsamında aşağıdaki veriler kaydedildi.

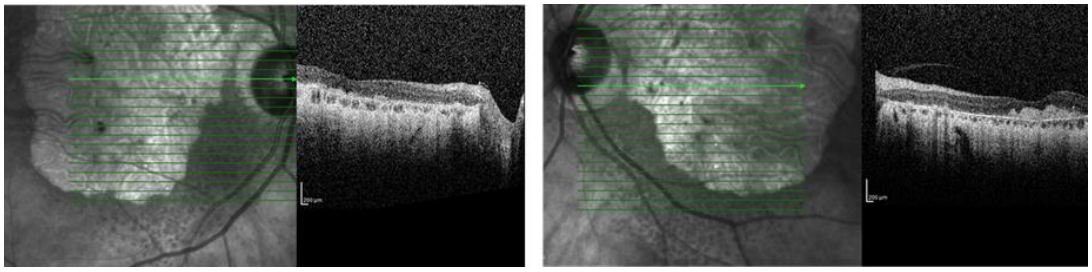
Yarık lamba biyomikroskopisi ile yapılan ön segment ve dilate fundus değerlendirmeleri (Şekil 3.1), lezyon tipi (CA/MNV skarı), intravitreal enjeksiyon öyküsü varlığı ve zamanı ve cerrahi method not edildi. Preoperatif dönemde santral maküla kalınlığı, subfoveal koroidal kalınlık ve OKT üzerinden manuel olarak ölçülen CA alanı (mm^2), kırmızıdan arındırılmış (*red-free*) fundus fotoğrafı ve FOF görüntüleri Heidelberg Spectralis (Heidelberg Engineering, Almanya) OKT sisteminden alınan ölçümlere dayanarak kaydedildi (Şekil 3.2, 3.3) Preoperatif dönemde VisionCare'in 3X eksternal teleskop simülatörü (ETS 3.0X-FF; VisionCare Ophthalmic Technologies Ltd.) kullanılarak elde edilen GK sonuçları, 3 metreden uygulanan Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) eşeli ile ölçülmüş uzak ve yakın EİDGK (sırasıyla UEİDGK ve YEİDGK), MNREAD kartları ile kaydedilmiş okuma keskinliği (logMAR cinsinden anlam bütünlüğü bozulmadan, en küçük puntoyla okunabilen metin boyutu), maksimum okuma hızı (kişinin ulaştığı en yüksek kelime/dakika) ve kritik baskı boyutu (logMAR cinsinden maksimum okuma hızını sürdürebildiği en küçük yazı karakteri büyüklüğü) gibi okuma performansı parametreleri, görme ile ilişkili yaşam kalitesini ölçen LVQoL anket değerleri ve Goldmann aplanasyon tonometresi ile ölçülen GİB değerleri kaydedildi. Manifest refraksiyon ölçümleri (sferik ve silindirik değer, sferik eşdeğer) not edildi. Lenstar LS900 (Haag-Streit AG, İsviçre) cihazı ile elde edilen aksiyel uzunluk, keratometrik değerler [K_1 (en düz aks), K_2 (en dik aks) ve K_{ort} (ortalama keratometri)] ve ÖKD kaydedildi. Kornea endotel analizine ilişkin veriler; EHY, heksagonalite (HEX) ve varyasyon katsayısı (VK) speküler mikroskopi (CEM-530, Nidek®, Japonya) kullanılarak kaydedildi. Ayrıca hasta dosyalarında yer alan intraoperatif ve postoperatif komplikasyon verileri de not edildi.



Şekil 3.2: Bilateral coğrafik atrofisi olan 75 yaşında bir erkek hastanın örnek renkli fundus fotoğrafı



Şekil 3.1: Bilateral coğrafik atrofisi olan 75 yaşında bir erkek hastanın örnek kırmızıdan arındırılmış (*red-free*) fundus fotoğrafı (A) ve fundus otofloresans görüntüsü (B)



Şekil 3.3: Bilateral coğrafik atrofisi olan 75 yaşında bir erkek hastanın örnek optik koherens tomografi görüntüsü

3.2. CERRAHİ TEKNİK, POSTOPERATİF BAKIM VE REHABİLİTASYON

Cerrahi öncesinde tüm hastalar yapılacak işlem hakkında bilgilendirildi ve yazılı aydınlatılmış onamları alındı. Tüm ameliyatlar iki cerrah (Ö.A. ve A.K.) tarafından aynı cerrahi protokoller uygulanarak gerçekleştirildi. Operasyon öncesinde hastalara %0,5 proparakain hidroklorür damla ile topikal anestezi uygulanmış, eş zamanlı olarak intravenöz sedasyon sağlanmıştır. Göz çevresi, göz kapakları ve periorbital cilt %10 povidon-iyot solüsyonu (Betadin®, Mundipharma) ile dezenfekte edilmiştir. Cerrahi sterilite sağlandıktan sonra steril örtüler yerleştirilmiş, kirpikler izole edilmiş ve kapak ekartörü takılmıştır. Bunu takiben oküler yüzey ve forniksler en az 3 dakika süreyle %5 povidon-iyot ile irrigasyon yoluyla antiseptik işlemden geçirilmiştir. Antiseptik hazırlığın tamamlanmasının ardından cerrahi, uygulanan kesi tipine göre iki farklı teknik kullanılarak aşağıda ayrıntılı biçimde gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Korneal Kesi ile İmplantasyon

Lidokain-epinefrin (Jetokain®, Adeka) ile subtenon anestezi uygulandıktan sonra standart katarakt cerrahisi yaklaşımı ile Saat 3 ve 9 hizalarına 1.2 mm'lik iki yardımcı parasentez kesisi yapıldı ve ön kamaraya, adrenalin ve lidokain enjekte edildi. Daha sonra ön kamaraya %3'lük Na-hyaluronat- %4 Na-Kondroitin Sülfat (Viscoat®, Alcon, İsviçre) uygulandı. Limbusta üst kadranda, keratom ile üç düzlemli

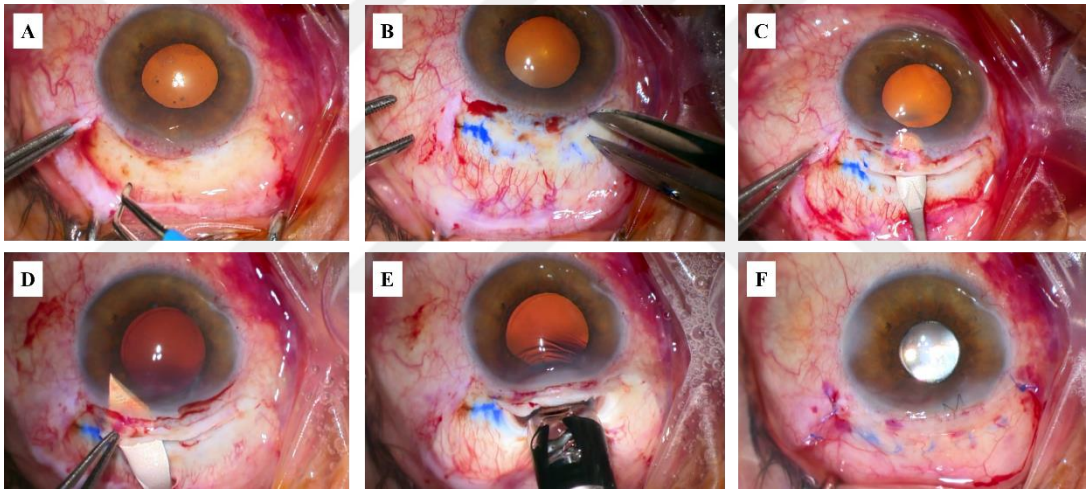
ve 2.75 mm genişliğinde bir korneal ana kesi yapıldı. Sonrasında kistotom ile lensin ön kapsülü delindikten sonra kapsüloreksis pensetiyle 5,5-6 mm çapında yuvarlak, santralize şekilde kapsüloreksis tamamlandı. Hidrodiseksiyon aşaması tamamlandıktan sonra Alcon Constellation® (Alcon Laboratories, Fort Worth, TX, ABD) cihazıyla fakoemülsifikasyon ve korteks temizliği yapıldı. Ön kamara ve kapsül kesesi %1'lük Na-hyaluronat (Provise®, Alcon, İsviçre) ile dolduruldu. Korneal kesi, implantın yerleştirilmesini kolaylaştırmak amacıyla keratom ile en az 8 mm genişliğe kadar büyütüldü. SING IMT™ implantı, Tsert adı verilen bir enjeksiyon sistemine (kartuş ve enjektör) önceden yerleştirilmiş şekilde temin edildi. SING IMT™ doğru konumlandığında, iki haptik inferiorde ve bir haptik süperiorde olacak şekilde kapsül kesesi içine yerleştirildi. Viskoelastik maddeler uzaklaştırıldıktan sonra korneal kesi 10-0 monofilament naylon sütürler ile, yan girişler ise hidrate edilerek kapatıldı. Subkonjonktival steroid enjeksiyonu uygulanarak cerrahi tamamlandı.

3.2.2. Sklerokorneal Tünel ile İmplantasyon

Lidokain-epinefrin (Jetokain®, Adeka) ile subtenon anestezi uygulandıktan sonra sonra saat 12 hizasında konjonktival peritomi yapıldı ve skleral hemoraji bipolar koagülasyon forsepsleri ile kontrol altına alındı. Kartuş sistemine uygun olacak şekilde yaklaşık 8 mm'lik sklerokorneal kesi alanı işaretlendi ve limbustan yaklaşık 2 mm posteriora ikinci işaretlemeler yapılarak yüzeyel parsiyel kalınlıkta sklerokorneal tünel, hilal *(crescent)* bıçak yardımıyla oluşturuldu. Korneal kesi ile implantasyonda anlatıldığı gibi rutin fakoemülsifikasyon işlemi aynı basamaklar uygulanarak tamamlandı. Ardından sklerokorneal tünel keratom yardımıyla kontrollü biçimde ön kamaraya açıldı. SING IMT™ implantı kapsüler kese içine yerleştirildi. sklerokorneal kesi aralıklı 8-0 emilebilir sütürlerle, ana korneal kesi ise 10-0 monofilament naylon sütürlerle kapatıldıktan sonra viskoelastik materyal tamamen uzaklaştırıldı. Konjonktival peritomi 8-0 emilebilir sütürle ve yan girişler hidrate edilerek kapatıldı. En son subkonjonktival steroid enjeksiyonu uygulanarak cerrahi tamamlandı. Örnek bir olgunun sklerokorneal tünel ile implantasyon aşamaları Şekil 3.4.'te verilmiştir.

İki cerrahi yöntemde de rutin periferik iridektomi uygulanmadı. Postoperatif dönemde hastalara, prednizolon asetat %1 (Predforte®, AbbVie, ABD) ve

moksifloksasin (Vigamox®, Alcon, İsviçre) damlaları bir ay süreyle, tropikamid (Tropamid®, Bilim İlaç, Türkiye) damla ise iki hafta süreyle reçete edildi. GİB yüksekliği saptanan olgularda antiglokomatöz tedavi uygulanırken, bir haftadan uzun süren korneal ödem varlığında ise topikal hipertonik solüsyonlar ile destek tedavisi sağlandı. İntraoperatif veya postoperatif komplikasyon gözlenen hastaların kontrolleri daha sık aralıklarla gerçekleştirildi. Korneal kesi yöntemi ile gerçekleştirilen cerrahilerde, korneal sütürler genellikle postoperatif 2-3. aylarda alındı. Korneal kesi yöntemi ile yapılan örnek bir olgunun cerrahi öncesi ve sonrası ön segment fotoğrafları Şekil 3.5'te verilmiştir.

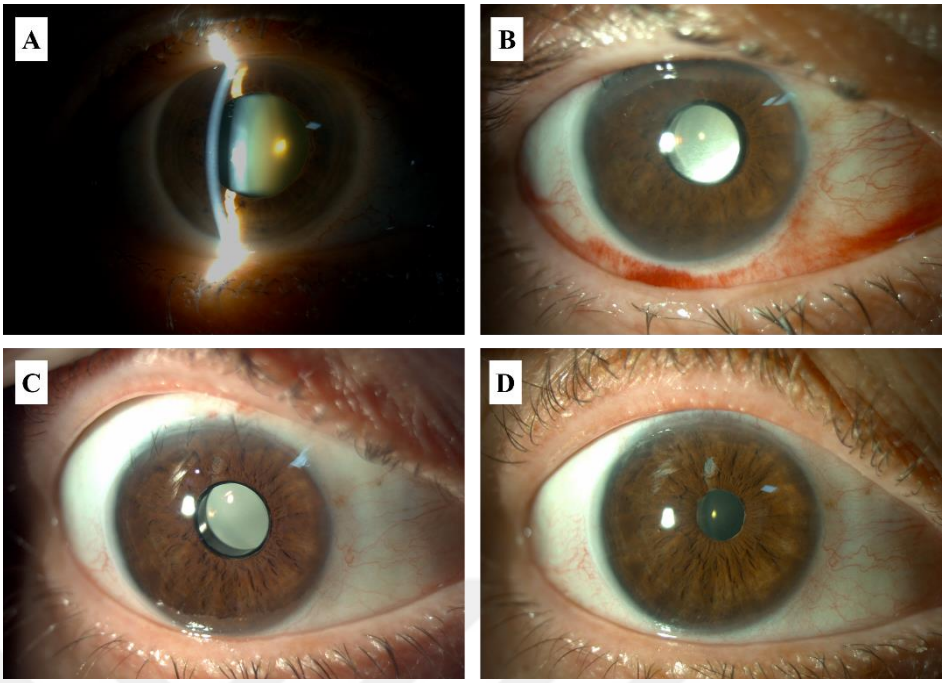


Şekil 3.4: Sklerokorneal tünel yaklaşımı ile SING IMT™ implantasyonunun cerrahi aşamaları (A-F). Bipolar koter ile skleral yatağın hazırlanması (A). 8 mm genişliğinde kesi planlandıktan sonra limbustan yaklaşık 2 mm posteriorunda işaretleme yapılması (B). Hilal (crescent) bıçak kullanılarak parsiyel kalınlıkta sklerokorneal tünelin oluşturulması (C). Fakoemülsifikasyon tamamlandıktan sonra keratom yardımıyla tünelin ön kamaraya açılması (D). SING IMT™ implantının kapsüler kese içine yerleştirilmesi (E). Konjonktival peritomi ve korneal kesilerin kapatılması sonrası cerrahinin son görünümü (F).

Görsel rehabilitasyon sürecinde, SING IMT™ implantasyonu yapılan hastalara yapılandırılmış bir rehabilitasyon programı uygulandı. Süreç; ameliyat sonrası erken iyileşme dönemi (0–2 hafta), aktif öğrenme ve rehabilitasyon dönemi ile rehabilitasyon ve idame dönemi olmak üzere üç aşamada yürütüldü. Erken dönemde pupil dilatasyonu, monoküler diplopi ve artmış parlama gibi durumlar dikkate alınarak hastanın implant gözden gelen büyütülmüş görüntüyü fark etmesi ve sürdürmesi üzerine odaklanıldı. Aktif rehabilitasyon genellikle ameliyattan 4–6 hafta sonra başlatıldı ve her hasta için bireyselleştirilmiş bir program planlandı.

Rehabilitasyon; görme becerileri, okuma, yazma, görsel-motor entegrasyon ve hareketlilik olmak üzere beş temel yetkinlik üzerine yapılandırıldı. Detay gerektiren görevlerde teleskop implant gözünün, çevresel farkındalık için ise karşı gözün bağımsız kullanımını temel alan iki gözlü görme stratejisi öğretildi. Tercih edilen retinal alan ve eksantrik görüş pozisyonu belirlendi; fiksasyon ve göz hareket kontrol egzersizleri uygulandı. Derinlik algısındaki azalmaya uyum amacıyla nesne konumlandırma ve kavrama çalışmaları yapıldı; farklı mesafelerde okuma-yazma görevleri ve güvenli hareketlilik stratejileri eğitildi. Diplopi durumlarında kısmi oklüzyon teknikleri kullanıldı.

Program altı aylık dönemde, üç-dört haftada bir gerçekleştirilen toplam altı seanstan oluşturuldu. İlk üç seans yüz yüze, sonraki üç seans ise tele-rehabilitasyon şeklinde uygulandı. Gerekli olgularda rehabilitasyon sekiz seansa kadar uzatıldı. Hastalar ameliyat sonrası 1. haftada cerrah tarafından değerlendirildi; takip vizitlerinde ETDRS ile görme keskinliği ölçümleri yapıldı ve refraksiyon optimize edildi. Gerekli olgularda postoperatif gözlük reçetesi rehabilitasyon seansları sırasında düzenlendi. Altıncı ayda MNREAD eşeli ile okuma performansı değerlendirildi. Her vizitte fiksasyon stabilitesi, görüntü sürdürme kapasitesi ve güvenli hareketlilik gözden geçirildi; telafi edici stratejiler düzenlendi ve televizyon izleme, okuma ve günlük yaşam aktivitelerini içeren ev egzersiz programları ile destek sağlandı.



Şekil 3.5: 62 yaşında bir kadın hastanın preoperatif (A), SING IMT™ implantasyonu sonrası 1. gün (B), 1. ay (C) ve 6. ay (D) örnek ön segment fotoğrafları

3.3 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel değerlendirmeler IBM SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) Statistics (sürüm 22.0) yazılımı ile gerçekleştirildi. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde, sürekli değişkenler ise dağılım durumuna göre ortalama ± standart sapma ya da medyan (minimum–maksimum) biçiminde özetlendi. Sürekli değişkenlerin dağılımı Shapiro–Wilk testi ile ve ayrıca histogram ile Q–Q grafikleri üzerinden incelendi. Normal dağılım koşulunu sağlayan veriler için parametrik, sağlamayan veriler için nonparametrik istatistiksel yöntemler tercih edildi. Tekrarlayan ölçümlerin zaman içindeki karşılaştırmalarında uygun varsayımlar sağlandığında tekrarlı ölçümler ANOVA, sağlanmadığında Friedman testi kullanıldı; ikili zaman karşılaştırmaları için bağımlı örneklemler t-testi veya Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulandı. İki bağımsız grubun karşılaştırılmasında verinin dağılımına göre bağımsız örneklem t-testi ya da Mann–Whitney U testi kullanıldı. Değişkenler arası ilişkiler, dağılıma bağlı olarak Pearson veya Spearman korelasyon analiziyle

değerlendirildi. Çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi yapıldı. Tüm analizler iki yönlü olarak yürütüldü ve $p<0,05$ anlamlı kabul edildi. Görme keskinliği ölçümleri analiz öncesinde logMAR birimine dönüştürüldü.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen toplam 16 hastanın yaş ortalaması 71,2 ± 6,1 yıl idi. Katılımcıların %56,3'ü kadın (n=9) ve %43,8'i erkek (n=7) idi. Cerrahi uygulanan gözlerin %56,3'ü sağ göz (n=9), %43,8'i ise sol göz (n=7) idi. Hastaların ortalama takip süresi 76,5 ± 46,3 ay idi. (14–156 ay). Sistemik eşlik eden hastalıklar arasında en sık gözlenen durumlar diabetes mellitus (%43,7) ve hipertansiyon (%56,2) idi. Hastaların demografik verileri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: SING IMT™ implantasyonu yapılan hastaların demografik verileri

Parametre		**Hasta Sayısı (n = 16)**
Yaş, yıl	Ort. ± SS	71,2 ± 6,1
	Aralık	60–84
Cinsiyet, n (%)	Erkek	7 (43,8)
	Kadın	9 (56,3)
Taraf, n (%)	Sağ	9 (56,3)
	Sol	7 (43,8)
Takip Süresi, ay	Ort. ± SS	76,5 ± 46,3
	Aralık	14–156
Ek Hastalıklar, n (%)	Diyabetes Mellitus	7 (43,7)
	Hipertansiyon	9 (56,2)
	Koroner Arter Hastalığı	3 (18,7)
	Obstrüktif Akciğer Hastalıkları (Astım/KOAH)	5 (31,2)
	Benign Prostat Hiperplazisi	1 (6,25)

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

Hastaların lezyon tipi açısından bakıldığında, olguların %68,8'inde (n=11) CA, %31,2'sinde (n=5) ise MNV skarı mevcuttu. CA veya skar alanının ortalama 19,00 ± 7,33 mm^2 idi. İntravitreal enjeksiyon öyküsü altı hastada (%37,5) mevcuttu; son enjeksiyon ile cerrahi arasındaki ortalama süre 51,6 ay olup 12–132 ay arasında değişmekteydi. Preoperatif klinik özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: SING IMT™ implantasyonu yapılan hastaların başlangıç klinik özellikleri

Parametre		**Hasta Sayısı (n = 16)**
Lezyon Tipi, n (%)	Coğrafik Atrofi	11 (68,8)
	MNV Skarı	5 (31,3)
Coğrafik Atrofi veya Skar Alanı, mm^2	Ort. ± SS	19,00 ± 7,33
	Aralık	5,12–32,33
Santral Maküla Kalınlığı, µm	Ort. ± SS	255 ± 41,56
	Aralık	197–332
Subfoveal Koroid Kalınlığı, µm	Ort. ± SS	145,25 ± 57,12
	Aralık	51–244
Enjeksiyon Öyküsü, n (%)	Var	6 (37,5)
	Yok	10 (62,5)
Aksiyel Uzunluk, mm	Ort. ± SS	23,48 ± 0,96
	Aralık	21,35–24,99

MNV: Maküler neovaskülerizasyon, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

Preoperatif dönemde UEİDGK (n=16) logMAR ile ortalama 1,07 ± 0,18 iken, postoperatif 1. ayda değerler preoperatif döneme benzer seyrederken, 3. aydan itibaren iyileşme belirginleşti ve 6. ayda en iyi değerler saptandı (0,79 ± 0,15). Zaman noktaları arasında genel karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,001$). İkili karşılaştırmalarda preoperatif dönem ile postoperatif 1. ay ve 3. ay arasında anlamlı fark izlenmezken ($p=0,842$; $p=0,162$), preoperatif dönem ile 6. ay karşılaştırmasında anlamlı fark bulundu ($p=0,001$). 6. ayda klinik olarak anlamlı görme kazanımı açısından değerlendirildiğinde, hastaların 13/16'sında (%81,3) UEİDGK'de cerrahi uygunluk kriteri olarak kabul edilen ≥0,1 logMAR (yaklaşık ≥1 sıra veya ≥5 ETDRS harfi), 10/16'sında (%62,5) ise ≥0,2 logMAR (yaklaşık ≥2 sıra veya ≥10 ETDRS harfi) düzeyinde iyileşme görüldü. UEİDGK'nin takiplerdeki değerleri ve zaman içindeki değişimi Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Preoperatif ve postoperatif dönemde uzakta en iyi düzeltilmiş görme keskinliği ve zaman içindeki değişim

Parametre		Preop.	1. ay	3. ay	6. ay	*p**	*p*[1]	*p*[2]	*p*[3]
UEİDGK (logMAR) (n=16)	Ort. ± SS	1,07 ± 0,18	1,10 ± 0,23	1,00 ± 0,21	0,79 ± 0,15		0,842	0,162	**0,001**
	Min.–Mak.	0,80–1,52	0,80–1,60	0,72–1,68	0,60–1,06	**<0,001**	*p*[4]	*p*[5]	*p*[6]
	Medyan	1,04	1,06	0,97	0,81		0,044	**<0,001**	**0,001**

Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, Preop: Preoperatif, SS: Standart sapma, UEİDGK: Uzakta en iyi düzeltilmiş görme keskinliği
p*: Bonferroni düzeltmeli Friedman testi (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)
p1-6: Bağımlı Örneklemler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
p^1: Preoperatif–Postoperatif 1. ay karşılaştırması, p^2: Preoperatif–Postoperatif 3. ay karşılaştırması, p^3: Preoperatif–Postoperatif 6. ay karşılaştırması, p^4: Postoperatif 1. ay–3. ay karşılaştırması, p^5: Postoperatif 1. ay–6. ay karşılaştırması, p^6: Postoperatif 3. ay–6. ay karşılaştırması

Preoperatif ETS ölçümünde UEİDGK değerleri logMAR ile ortalama 0,72 ± 0,16 olarak; postoperatif 6. ayda ise 0,79 ± 0,15 olarak ölçüldü. İki ölçüm grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p=0,170). Yapılan korelasyon analizinde, ETS değerleri ile 6. ay sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmadı (r=-0,044; p=0,871). İlgili analizler Tablo 4.4'te verilmiştir.

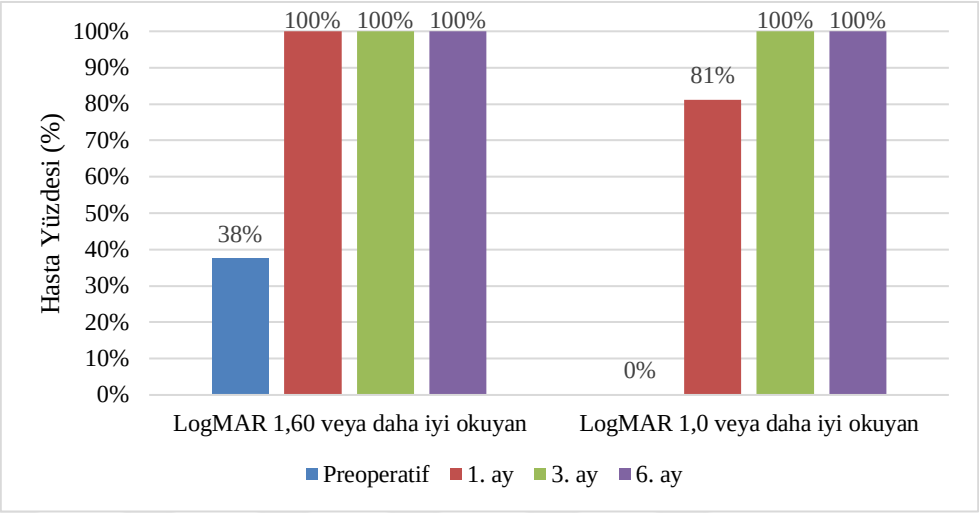
Tablo 4.4: Preoperatif eksternal teleskop simülatörü ile 6. ay uzak görme keskinliği karşılaştırması ve korelasyon analizi

Parametre		Preoperatif ETS	6. ay	*p*[a]	*r*	*p*[b]
UEİDGK (logMAR) (n=16)	Ort. ± SS	0,72 ± 0,16	0,79 ± 0,15			
	Min.–Mak.	0,56–1,18	0,60–1,06	0,170	-0,044	0,871
	Medyan	0,66	0,81			

ETS: Eksternal Teleskop Simülatörü, Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, UEİDGK: Uzakta en iyi düzeltilmiş görme keskinliği
P^a: Bağımlı Örneklemler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, r: korelasyon katsayısı, P^b: Spearman korelasyon analizi

Yakın görmede okuma oranları değerlendirildiğinde, logMAR 1,60 veya daha iyi düzeyde okuyan hasta oranı preoperatif dönemde %38 (n=6) iken, postoperatif 1. ayda %100'e (n=16) yükseldi ve 6. aya kadar korundu. Daha iyi yakın görmeyi temsil eden logMAR 1,0 veya daha iyi düzeyde okuyan hasta oranı ise preoperatif dönemde %0 (n=0) iken, postoperatif 1. ayda %81'e (n=13) ulaşmış, 3. ay ve 6. ayda %100 (n=

16) olarak saptandı. Cerrahi öncesi ve sonrası farklı logMAR eşik değerlerine göre elde edilen yakın okuma başarı yüzdeleri Şekil 4.1'de detaylandırılmıştır.



Şekil 4.1: Cerrahi öncesi ve sonrası farklı logMAR eşik değerlerine göre yakın okuma başarı yüzdeleri

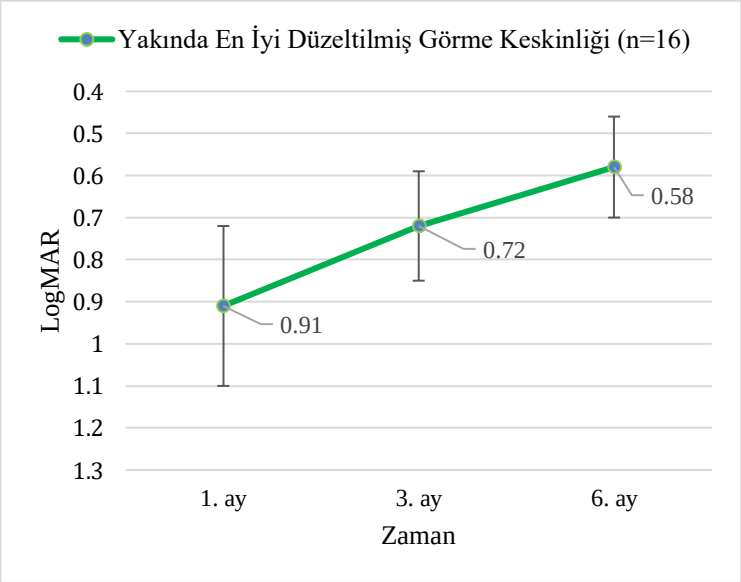
Preoperatif dönemde yakında okuyan altı hastanın YEİDGK (logMAR) değerleri 1,40 ± 0,15 iken, 1. Aydan itibaren ciddi şekilde iyileşme göstererek 6. ayda en iyi değerlere ulaştı (0,53 ± 0,15). Zaman noktaları arasında genel karşılaştırmada Friedman testi ile anlamlı değişiklik (p=0,001) bulunmakla birlikte, kısıtlı örneklem sayısı nedeniyle çoklu karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmesi uygulandığında bu anlamlılık korunmadı (p>0,0083). Buna karşın ikili analizlerde bağımlı örneklemler Wilcoxon işaretli sıralar testi ile preoperatif döneme göre postoperatif 1., 3. ve 6. ay YEİDGK değerlerinde anlamlı düzelme izlendi (sırasıyla p=0,026; p=0,027; p=0,026). YEİDGK'nin takiplerdeki verileri ve değişimi Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Preoperatif ve postoperatif dönemde yakında en iyi düzeltilmiş görme keskinliği ve zaman içindeki değişim

Parametre		Preop.	1. ay	3. ay	6. ay	p*	p^1	p^2	p^3
YEİDGK (logMAR) (n=6)	Ort. ± SS	1,40 ± 0,15	0,81 ± 0,16	0,73 ± 0,13	0,53 ± 0,15		0,026	0,027	0,026
	Min.–Mak.	1,30–1,60	0,60–1,00	0,50–0,90	0,30–0,70	**0,001**	p^4	p^5	p^6
	Medyan	1,30	0,80	0,75	0,60		0,197	0,027	0,042

Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, Preop: Preoperatif, SS: Standart sapma, YEİDGK: Yakında en iyi düzeltilmiş görme keskinliği
P*: Friedman testi (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)
P1-6: Bağımlı Örneklemler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
p^1: Preoperatif–Postoperatif 1. ay karşılaştırması, p^2: Preoperatif–Postoperatif 3. ay karşılaştırması, p^3: Preoperatif–Postoperatif 6. ay karşılaştırması, p^4: Postoperatif 1. ay–3. ay karşılaştırması, p^5: Postoperatif 1. ay–6. ay karşılaştırması, p^6: Postoperatif 3. ay–6. ay karşılaştırması

Postoperatif takiplerde elde edilen ortalama YEİDGK değerleri logMAR olarak; 1. ayda 0,91 ± 0,19, 3. ayda 0,72 ± 0,13 ve 6. ayda 0,58 ± 0,12 olarak saptandı (Şekil 4.2). Bu değerler 16 hastada karşılaştırıldığında, zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptandı (tekrarlı ölçümler ANOVA, $p<0,05$). İkili karşılaştırmalarda 1. ay ile 3. ay ($p=0,002$), 1. ay ile 6. ay ($p<0,001$) ve 3. ay ile 6. ay ($p=0,002$) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. Bu bulgular, postoperatif dönemde yakın görmenin 6. aya kadar progresif olarak iyileşmeye devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.2: Postoperatif 1., 3. ve 6. ay YEİDGK ortalama değerlerinin değişimi

Postoperatif 6. ayda okuma performansı parametreleri, okuma-yazma bilmeyen bir hastanın değerlendirme dışı bırakılması nedeniyle 15 hasta üzerinden analiz edildi. Okuma keskinliği ortalama 1,10 ± 0,12 logMAR olarak saptanırken, okuma hızı ortalama 20,13 ± 13,54 kelime/dakika olarak ölçüldü. Kritik baskı boyutu ise ortalama 1,19 ± 0,10 logMAR olarak saptandı (Tablo 4.6). Preoperatif dönemde ölçülebilir okuma performansı elde edilemediğinden, okuma parametrelerinin preoperatif-postoperatif karşılaştırması yapılamamıştır.

Tablo 4.6: Postoperatif 6. ayda okuma performansına ilişkin parametreler

Okuma Performansı Parametreleri	6. ay, (n=15)		
	Okuma Keskinliği (logMAR)	Okuma Hızı (kelime/dk)	Kritik Baskı Boyutu (logMAR)
Ort. ± SS	1,10 ± 0,12	20,13 ± 13,54	1,19 ± 0,10
Min.–Mak.	0,86–1,28	7–60	1,06–1,43
Medyan	1,12	18	1,20

Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

Hastaların LVQoL anketi ile değerlendirilen görmeyle ilişkili yaşam kalitesi skorları karşılaştırıldığında, preoperatif döneme göre postoperatif 6. ayda toplam skorun anlamlı düzeyde arttığı görüldü ($p<0,001$). 6. ayda toplam skorda en az 10 puan artış 13/16 hastada (%81,3) saptandı. Alt başlıkların hepsinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı (tüm parametreler için $p<0,05$; Tablo 4.7). UEİDGK değişimi ile LVQoL toplam skor değişimi arasında orta düzeyde negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptandı (Spearman $r_s = -0,535$; $p = 0,033$; $n = 16$). Anket skorlarına ilişkin veriler Tablo 4.7'de detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 4.7: Cerrahi öncesi ve sonrası 6. ayda LVQoL skorları ve karşılaştırılması

Parametre			Preoperatif	6. ay	*p*
Toplam Skor		Ort. ± SS	53,13 ± 10,05	68,19 ± 11,30	**<0,001**[a]
		Min.–Mak.	32–70	51–90	
		Medyan	54	68,50	
Alt Başlıklar	Uzak Görme	Ort. ± SS	34,38 ± 7,54	40,50 ± 7,51	**0,001**[a]
		Min.–Mak.	20–48	24–52	
		Medyan	35,50	41,50	
	Uyum	Ort. ± SS	12,13 ± 2,60	13,69 ± 3,24	**0,021**[a]
		Min.–Mak.	7–17	7–18	
		Medyan	13	13	
	Okuma ve İnce İşler	Ort. ± SS	1,81 ± 2,54	5,56 ± 4,09	**0,001**[b]
		Min.–Mak.	0–9	1–16	
		Medyan	1	4	
	Günlük Yaşam Aktiviteleri	Ort. ± SS	4,88 ± 2,25	8,38 ± 3,09	**<0,001**[b]
		Min.–Mak.	2–10	5–16	
		Medyan	5	8	

LVQoL: Low Vision Quality of Life Questionnaire (Az Görme Yaşam Kalitesi Ölçeği), Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

[a] Bağımlı Örneklem t-Testi, [b] Bağımlı Örneklemler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)

Ortalama GİB (mmHg) değerlerine bakıldığında, preoperatif dönemde 15,88 ± 1,85 iken postoperatif erken dönemdeki artışın ardından izlem süresince azalma eğilimi göstererek 6. ayda en düşük düzeye ulaştı (13,19 ± 3,14). Tekrarlı ölçümler ANOVA analizinde zaman noktaları arasında genel olarak anlamlı fark saptandı (p=0,001). İkili karşılaştırmalarda preoperatif dönem ile 1. ay (p=0,992) ve 3. ay (p=0,606) arasında anlamlı fark bulunmazken, preoperatif dönem ile 6. ay arasında GİB'de anlamlı azalma görüldü (p=0,001). Takiplerdeki GİB değerleri ve zaman içindeki değişimi Tablo 4.8'de detaylandırılmıştır.

Tablo 4.8: Preoperatif ve postoperatif dönemde göz içi basıncı değerleri ve zaman içindeki değişim

Parametre		Preoperatif	1. ay	3. ay	6. ay	*p**	p^1	p^2	p^3
GİB (mmHg)	Ort. ± SS	15,88 ± 1,85	17 ± 3,91	14,56 ± 3,84	13,19 ± 3,14	**0,001**	0,992	0,606	**0,001**
	Min.–Mak.	13–19	10–24	7–21	8–20		p^4	p^5	p^6
	Medyan	16	16	14,50	13		**0,035**	**0,019**	0,700

GİB: Göz içi basıncı, Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma
p* ve p1-6: Bonferroni düzeltmeli tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçları (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)
p^1: Preoperatif–Postoperatif 1. ay karşılaştırması, p^2: Preoperatif–Postoperatif 3. ay karşılaştırması,
p^3: Preoperatif–Postoperatif 6. ay karşılaştırması, p^4: Postoperatif 1. ay–3. ay karşılaştırması, p^5: Postoperatif 1. ay–6. ay karşılaştırması, p^6: Postoperatif 3. ay–6. ay karşılaştırması

Preoperatif ve postoperatif 6. ayda elde edilen refraktif veriler incelendiğinde, manifest sferik refraksiyonda anlamlı olmayan bir değişim saptanırken (p=0,549), manifest silindirik refraksiyonda 6. ayda anlamlı artış izlendi (p=0,016). Keratometrik değerlerden K_2 (p=0,001) ve K_{ort} (p=0,002) anlamlı düzeyde artış gösterdi. Cerrahi öncesi ve sonrası 6. aydaki refraktif ve biyometrik parametrelerin ayrıntılı verileri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9: Preoperatif ve postoperatif 6. ayda ölçülen refraktif ve biyometrik parametrelerin karşılaştırılması

Parametre		Preoperatif	6. ay	*p*
Manifest Sferik Refraksiyon (D)	Ort. ± SS	-0,15 ± 1,59	-0,40 ± 0,66	0,549[a]
	Min.–Mak.	-2,50–2,50	-1,75–0,75	
	Medyan	0,00	-0,50	
Manifest Silindirik Refraksiyon (D)	Ort. ± SS	-0,50 ± 0,57	-1,14 ± 0,99	**0,016**[b]
	Min.–Mak.	-1,75–0,00	-3,00–0,00	
	Medyan	-0,37	-0,87	
Sferik Eşdeğer (D)	Ort. ± SS	-0,37 ± 1,44	-0,94 ± 0,85	0,197[b]
	Min.–Mak.	-2,63–1,50	-3,25–0,37	
	Medyan	0,00	-0,87	
K_1 (D)	Ort. ± SS	42,97 ± 1,59	42,87 ± 1,92	0,616[a]
	Min.–Mak.	39,65–46,04	39,59–47,56	
	Medyan	42,91	42,28	
K_2 (D)	Ort. ± SS	44,03 ± 1,99	45,52 ± 2,11	**0,001**[a]
	Min.–Mak.	40,63–48,32	41,35–48,73	
	Medyan	43,52	45,23	
K_{ort} (D)	Ort. ± SS	43,50 ± 1,77	44,15 ± 1,85	**0,002**[a]
	Min.–Mak.	40,14–47,18	40,47–48,05	
	Medyan	43,25	44,13	

Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma
[a]Bağımlı Örneklem t-Testi, [b] Bağımlı Örneklemler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)

Kornea EHY değerleri incelendiğinde; preoperatif dönemde 2460 ± 379 hücre/mm² olan ortalama değerin postoperatif 6. ayda 2201 ± 451 hücre/mm² seviyesine gerilediği ve bu düşüşün istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (p<0,001). 6. ayda EHY'de ortalama %11,00 ± 7,60 oranında azalma izlendi. Bunlara paralel olarak, postoperatif dönemde HEX'te istatistiksel olarak anlamlı azalma (p=0,029) ve VK'de ise anlamlı şekilde artış izlendi (p=0,044). Cerrahi öncesi ve 6.

aydaki ön kamara derinliği ve endotel hücre parametrelerinin ayrıntılı verileri Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10: Preoperatif ve postoperatif 6. ayda ölçülen ön kamara derinliği ve endotel hücre parametrelerin karşılaştırılması

Parametre		**Preoperatif**	**6. ay**	***p***
ÖKD (mm)	Ort. ± SS	3,07 ± 0,26	3,18 ± 0,13	0,063[b]
	Min.–Mak.	2,66–3,87	2,92–3,42	
	Medyan	3,01	3,21	
EHY (hücre/mm^2)	Ort. ± SS	2460 ± 379	2201 ± 451	**<0,001[a]**
	Min.–Mak.	1921–3223	1502–3004	
	Medyan	2373	2198	
HEX (%)	Ort. ± SS	65,25 ± 6,12	62,19 ± 8,31	**0,029[a]**
	Min.–Mak.	55–75	48–76	
	Medyan	64	62,50	
VK (%)	Ort. ± SS	28,88 ± 5,14	30,94 ± 4,44	**0,044[a]**
	Min.–Mak.	21–36	25–38	
	Medyan	29	30	

EHY: Endotel hücre yoğunluğu, HEX: Heksagonalite, Mak: Maksimum, Min: Minimum, Ort: Ortalama, ÖKD: Ön kamara derinliği, SS: Standart sapma, VK: Varyasyon katsayısı
[a]Bağımlı Örneklem t-Testi, [b] Bağımlı Örneklemler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)

İmplantasyon yedi hastada (%43,8) korneal kesi yolu ile, dokuz hastada ise (%56,3) sklerokorneal tünel yöntemiyle gerçekleştirildi. Tüm hastalarda cihaz kapsüler kese içine implante edildi.

Korneal kesi ve sklerokorneal tünel yöntemleriyle gerçekleştirilen olguların cerrahi öncesine göre değişim parametreleri ayrıca karşılaştırıldı (Tablo 4.11). İki grup arasında Δ manifest sferik refraksiyon (p=0,031) ve Δ sferik eşdeğer (p=0,012) değişimleri açısından anlamlı fark saptanırken, diğer parametrelerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi (p>0,05).

Tablo 4.11: SING IMT™ implantasyonu sırasında uygulanan cerrahi methodların karşılaştırılması

Parametre	Korneal Kesi (n=7) (Ort. ± SS)	Sklerokorneal Tünel (n=9) (Ort. ± SS)	*p*
Δ UEİDGK (logMAR)	-0,22 ± 0,21	-0,33 ± 0,27	0,758[a]
Δ LVQoL Toplam Anket Skoru	14,42 ± 8,73	15,55 ± 9,19	0,837[a]
Δ GİB (mmHg)	-1,00 ± 2,89	-2,89 ± 2,76	0,210[a]
Δ Manifest Sferik Refraksiyon (D)	0,68 ± 1,12	-0,97 ± 1,65	**0,031**[a]
Δ Manifest Silindirik Refraksiyon (D)	-0,25 ± 0,50	-0,94 ± 1,20	0,176[b]
Δ Sferik Eşdeğer (D)	0,64 ± 1,16	-1,51 ± 1,60	**0,012**[a]
Δ K1 (D)	-0,38 ± 0,74	0,10 ± 0,84	0,351[a]
Δ K2 (D)	0,95 ± 1,60	1,90 ± 1,36	0,174[a]
Δ Kort (D)	0,26 ± 0,65	0,96 ± 0,63	0,071[a]
Δ EHY (hücre/mm^2)	-236,85 ± 99,10	-276,11 ± 204,90	0,650[b]

EHY: Endotel hücre yoğunluğu, GİB: Göz içi basıncı, LVQoL: Low Vision Quality of Life Questionnaire (Az Görme Yaşam Kalitesi Ölçeği), Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, UEİDGK: Uzakta en iyi düzeltilmiş görme keskinliği

Δ = Postoperatif 6. ay değeri – Preoperatif değer

[a] Mann–Whitney U, [b] Bağımsız Örneklem T Testi (anlamlı değerler koyu renk ile vurgulanmıştır)

İlk 1 aylık erken postoperatif dönemde, en sık karşılaşılan komplikasyonlar geçici GİB artışı (%25) ve geçici kornea ödemi (%18,8) olup; bu durumlar topikal tedaviler ile yönetildi. Toplam üç hastada (%18,8) gözlenen hifema, iki olguda topikal steroid ile gerilerken, birinde cerrahi ön kamara lavajı uygulanarak tedavi edildi. İntraoperatif minimal zonül zaafiyeti gelişen bir (%6,2) olguda postoperatif 3. günde implantın disloke olması nedeniyle pars plana vitrektomi yapılarak cihaz skleraya fikse edildi. Ayrıca diğer bir hastada (%6,2) ise gelişen açı kapanması atağı nedeniyle postoperatif 3. haftada lazer periferik iridotomi yapıldı.

Geç postoperatif dönemde (>1 ay) ise en sık rastlanan komplikasyon üç hastada (%18,8) görülen iris atrofisi, ardından ise iki hastada (%12,5) cihaz üzerinde inflamatuar birikim görülmesi idi. Geç dönemde bir hastada (%6,2) gelişen cihaz dislokasyonu pars plana vitrektomi ve skleral fiksasyon methodu ile 6. ayda revize edildi. 6. Ayda bir hastada (%6,2) iris prolapsusu ve inkarsere olmuş dokunun pupilloplasti ile düzeltildi. İzlem süresince hiçbir hastada MNV reaktivasyonu, intravitreal enjeksiyon ihtiyacı, kalıcı GİB yüksekliği ya da keratoplasti gerektirecek düzeyde kornea dekompansasyonu gelişmemiş; ayrıca hiçbir olguda SING IMT™

eksplantasyonu gereksinimi ortaya çıkmamıştır. Postoperatif komplikasyonlar ve yönetimleri Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12: SING IMT™ implantasyonuna bağlı postoperatif komplikasyonlar ve yönetimleri

Klinik Bulgular ve Postoperatif Komplikasyonlar	Hasta Sayısı n, (%)	Uygulanan Tedavi (Zaman)
Erken Dönem (<1 ay)		
Geçici GİB artışı	4 (25)	Topikal antiglokomatözler
Geçici kornea ödemi	3 (18,8)	Topikal steroid ve hipertonik solüsyonlar
Hifema	3 (18,8)	Cerrahi ön kamara yıkama (n=1) (10. Gün), Topikal steroid (n=2)
Geçici hipotoni (seidele bağlı)	1 (6,2)	Terapötik kontakt lens + topikal steroid
Geçici fibrin membran	1 (6,2)	Topikal steroid
Açı kapanması atağı	1 (6,2)	Lazer periferik iridotomi (3. Hafta)
Cihaz dislokasyonu	1 (6,2)	Pars plana vitrektomi + Skleral fiksasyon (3. gün)
Geç Dönem (>1 ay)		
İris atrofisi	3 (18,8)	-
Cihaz üzeri inflamatuar birikim	2 (12,5)	Topikal steroid
Kornea endotelinde pigment	2 (12,5)	-
Cihaz üzeri pigment birikimi	1 (6,2)	-
İris prolapsusu + inkarserasyonu	1 (6,2)	Pupilloplasti (6. Ay)
Cihaz dislokasyonu	1 (6,2)	Pars plana vitrektomi + Skleral fiksasyon (6. Ay)

5. TARTIŞMA

Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu (YBMD), ileri yaş grubunda geri dönüşümsüz santral görme kaybının en önemli nedenlerinden biri olup, ileri evre hastalıkta mevcut tedavi seçenekleri kaybedilen görmenin yeniden kazanılmasını sağlayamamaktadır (2,24). Bu nedenle, sağlam perifoveal retina alanlarını fonksiyonel olarak kullanmayı hedefleyen optik rehabilitasyon yöntemleri geliştirilmiş ve bu amaçla IMT sistemi 2000'li yılların başında klinik kullanıma sunulmuştur. Galile tipi teleskop prensibiyle çalışan IMT, görüntüyü büyüterek sağlam retina bölgelerine yönlendirmekte ve görsel performansı artırabilmektedir; ancak implantasyon için gereken geniş korneal kesi ve cihazın endotelyal yüzeye yakın konumu nedeniyle belirgin endotel hücre kaybı ve cerrahi morbidite önemli sınırlılıklar oluşturmaktadır (90,93,94). Bu kısıtlılıkları azaltmak amacıyla geliştirilen SING IMT™, daha küçük kesi ile implante edilebilen ve kornea açısından daha güvenli olması hedeflenen yeni nesil bir teleskopik intraoküler implanttır. Bu retrospektif çalışmada, ileri evre YBMD ve eşlik eden kataraktı bulunan hastalarda SING IMT™ implantasyonunun fonksiyonel etkinliği, yaşam kalitesi üzerine etkisi ve cerrahi güvenlik profili değerlendirilmiştir.

Literatürde SING IMT™ implantasyonu sonrası UEİDGK'de anlamlı iyileşmeler bildirilmektedir. Bu bağlamda, kapsamlı ilk klinik veriler 2023 yılında Toro ve ark.'nın 24 hastayı içeren serisinde sunulmuş; postoperatif 3. ay sonunda ortalama 14,9 ± 7,1 harf (yaklaşık 3 sıra) kazanımı elde edildiği ve hastaların %58,3'ünde 3 sıra veya üzerinde artış görüldüğü belirtilmiştir (7). Bunu izleyen 2024 tarihli Sasso ve ark.'nın 11 hastalık çalışmasında ise başlangıçta 12,5 ± 8,6 olan harf skorunun 6. ayda 28,5 ± 7,4'e yükseldiği ve olguların %55'inde en az 15 harflik artış sağlandığı bildirilmiştir (9). Konuya ilişkin en kapsamlı veriler ise 2025 yılında Toro ve ark.'nın iki farklı merkezi kapsayan 35 hastalık çalışmasında sunulmuş; başlangıçta ortalama 1,52 ± 0,14 logMAR olan UEİDGK'nin 6. ayda 1,24 ± 0,19 logMAR düzeyine geldiği ve ortalama 0,29 logMAR'lık iyileşme elde edildiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada hastaların %68,6'sının en az 2 sıra ve %51,4'ünün 3 sıra veya daha

fazla görme kazanımı sağladığı bildirilmiştir (8). Mastropasqua ve ark.'nın (2024), femtosaniye lazer yardımlı cerrahi uygulanan 6 hastada preoperatif ortalama 1,00 logMAR seviyesinin 6. ayda medyan 30 harfe ulaştığını ve ortalama 10 harf kazanımı elde edildiğini bildirmiştir (114). Landini ve ark.'nın (2024) dört hastayı içeren küçük vaka serisinde, multifokal elektroretinografi bulgularını inceleyen ve bu yönüyle literatürde öncü nitelikte olan çalışmada, bazı olgularda daha belirgin bireysel görme iyileşmeleri rapor edilmiştir (106). 2025 yılındaki güncel bir çalışmada ise Adamo ve ark., 11 hastada 6. ay sonunda ortalama harf skorunun 17'den 26'ya yükseldiğini bildirmiştir (105).

Çalışmamızda preoperatif dönemde ortalama 1,07 ± 0,18 logMAR olan UEİDGK'nin erken postoperatif dönemde belirgin değişiklik göstermediği, ancak 3. aydan itibaren iyileşmenin anlamlı olarak belirginleşerek 6. ayda 0,79 ± 0,15 logMAR düzeyine ulaştığı görüldü. Klinik anlamlılık açısından değerlendirildiğinde, hastaların %81,3'ünde UEİDGK'de ≥ 0,1 logMAR ve %62,5'inde ≥ 0,2 logMAR düzeyinde iyileşme saptandı. Bu bulgular, SING IMT™ implantasyonunun ileri evre YBMD'ye bağlı santral görme kaybı olan hastalarda UEİDGK seviyesini anlamlı ölçüde iyileştirebildiğini ve elde edilen kazanımın literatürde bildirilen sonuçlarla uyumlu olduğunu göstermektedir. Erken postoperatif dönemde anlamlı değişiklik izlenmemesi, görsel sistemin büyütülmüş görüntüye adaptasyonu, tercih edilen retina alanının etkin kullanımının öğrenilmesi ve uygulanan görsel rehabilitasyonun etkisinin ortaya çıkmasının zaman gerektirmesi ile açıklanabilir. Bu durum, merkezi skotomlu hastalarda görsel plastisiteye bağlı olarak tercih edilen retina alanının gelişmesi, okülomotor yeniden referanslama süreçleri ve rehabilitasyonla desteklenen nöroadaptasyon mekanizmaları ile uyumludur (8,9,115,116). Bazı olgularda sınırlı değişim gözlenmesi ise ileri evre retinal hasarın heterojen yapısı, perifoveal retina fonksiyonunun bireyler arasında farklılık göstermesi ve rehabilitasyon uyumunun değişkenliği ile ilişkili olabilir. Ayrıca, objektif görme artışı elde edilmesine rağmen bazı hastalarda subjektif memnuniyetsizliğin devam edebileceği bildirilmiştir (105). Bu heterojenliği açıklayabilecek şekilde, Adamo ve ark. objektif görme artışı elde edilmesine rağmen hastaların %90,9'unun bulanık veya sisli görmeden şikâyet ettiğini bildirmiş ve bu durumun büyütülmüş görüntü ile diğer gözden gelen periferik görüntünün kortikal düzeyde yeterince bütünleştirilememesine bağlı görsel

konfüzyondan kaynaklanabileceğini öne sürmüştür. Aynı çalışmada, görsel rahatsızlığa uyum sağlayamayan bazı olgularda cihazın çıkarılmasını gerektirecek düzeyde intolerans geliştiği ve hastaların %27,3'ünde implantın eksplantasyonu yapıldığı bildirilmiştir (105). Ayrıca Mastropasqua ve ark., hastalık süresinin fonksiyonel kazanım üzerinde belirleyici olduğunu ve 5 yıldan uzun süredir YBMD'si olan hastalarda görsel iyileşmenin daha sınırlı kalabildiğini belirtmiştir (114). Bu durum, uygun hasta seçimi ve yapılandırılmış görsel rehabilitasyon programının, teleskopik implantasyon sonrası fonksiyonel görme kazanımının sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahip olduğunu düşündürmektedir.

Literatürde, eksternal teleskop simülatörünün (ETS), hastanın teleskopik implanttan fayda görme potansiyelini değerlendiren bir uygunluk testi olarak kullanıldığı bildirilmektedir (3,7,8). Mevcut çalışmalarda ETS ile postoperatif nihai GK arasında geniş hasta serilerinde istatistiksel korelasyon gösteren veriler sınırlıdır. Bununla birlikte bazı olgu sunumları ve küçük serilerde, ETS ile öngörülen görme kazanımının ameliyat sonrası sonuçlara yakın olduğu bildirilmiştir. Örneğin Stephenson ve ark. 2021'de yayınladıkları bir olgu sunumunda, ameliyat öncesi 0,7 logMAR görmesi olan bir hastada ETS ile 0,4 logMAR'lık iyileşme öngörmüş ve postoperatif takipte nihai GK'nin 0,3 logMAR düzeyinde gerçekleştiğini raporlamıştır (117). Savastano ve ark.'nın psödofakik hastaları içeren 5 hastalık bir serisinde ise preoperatif ETS'de 20 harften fazla kazanım elde eden olgularda postoperatif ortalama 16,8 ± 10,2 harflik anlamlı artış sağlandığı belirtilmiştir (118).

Çalışmamızda preoperatif ETS ölçümü ile postoperatif 6. ay UEİDGK sonuçları arasında anlamlı bir fark saptanmamış olması, ETS'nin cerrahi öncesi fonksiyonel beklentiyi genel olarak yansıtabildiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte iki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon izlenmemiştir. Bu durum, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve görme değerlerinin dar bir aralıkta kümelenmesi ile ilişkili olabileceği gibi; postoperatif dönemde devreye giren nöroadaptasyon, rehabilitasyon başarısı, binoküler etkileşim ve subjektif görsel algı farklılıkları gibi bireysel faktörlerin sonuçlar üzerindeki etkisini de yansıtıyor olabilir (9,105,119). Dolayısıyla ETS, cerrahi endikasyonun belirlenmesinde değerli bir araç olmakla birlikte, nihai fonksiyonel görme düzeyini kesin olarak öngören bir test olarak değerlendirilmemelidir.

Yakın görme fonksiyonunda elde edilen kazanımlar, SING IMT™ implantasyonunun ileri evre YBMD hastalarındaki en belirgin ve fonksiyonel yararlarından biri olarak bildirilmektedir. Mevcut çalışmalar, ameliyat öncesinde yakını okuyamayan veya çok sınırlı düzeyde okuyan hastaların büyük çoğunluğunda postoperatif dönemde anlamlı iyileşmeler geliştiğini göstermektedir. Toro ve ark.'nın 35 hastalık serisinde preoperatif dönemde hastaların yalnızca %28,6'sı yakını okuyabilirken, bu hastalarda ortalama YEİDGK 0,82 ± 0,15 logMAR olarak bildirilmiş; 6. ayda ise bu oran %97,1'e yükselmiş ve ortalama YEİDGK 0,49 ± 0,23 logMAR düzeyine ulaşmıştır (8). Benzer şekilde Mastropasqua ve ark., başlangıçta ortalama 0,90 logMAR olan YEİDGK'nin 6. ay sonunda yaklaşık 0,30 logMAR düzeyinde iyileştiğini raporlamıştır (114). SING IMT™ sonrası görme rehabilitasyonunun etkisini inceleyen Sasso ve ark., preoperatif dönemde çoğu hastada değerlendirilemeyen düzeyde olan yakın görmenin, rehabilitasyon süreci boyunca yaklaşık 0,20 logMAR iyileştiğini bildirmiştir (9). Harf kazanımı veya Jaeger düzeyi gibi farklı ölçüm sistemlerinin kullanıldığı çalışmalarda da yakın görme fonksiyonunda benzer şekilde anlamlı iyileşmeler rapor edilmiştir (3,7,105).

Yakın görme keskinliğinin ötesinde, okuma performansına ilişkin veriler literatürde daha sınırlı olup, bu alanda en kapsamlı çalışma Sasso ve ark. tarafından bildirilmiştir. Bu çalışmada MNREAD eşeli ile ölçülen okuma keskinliği ameliyat sonrası 6. haftada 0,64 ± 0,26 logMAR iken, 24. haftada 0,45 ± 0,19 logMAR düzeyine iyileşmiş; IREST (International Reading Speed Texts) metinleri ile değerlendirilen okuma hızının ise rehabilitasyon süresince ortalama 11,2 kelime/dakika artarak program sonunda 30,9 ± 17,6 kelime/dakika seviyesine ulaştığı gösterilmiştir (9).

Çalışmamızda da literatürle uyumlu şekilde, postoperatif dönemde yakın görmede erken ve belirgin bir iyileşme izlendi. LogMAR 1,60 veya daha iyi düzeyde okuyan hasta oranı preoperatif dönemde sınırlı (%38) iken, postoperatif 1. ayda tüm hastaların bu düzeye ulaşması ve 6. aya kadar korunması dikkat çekiciydi. Daha iyi yakın görmeyi temsil eden logMAR 1,0 veya daha iyi düzeyde okuyan hasta oranının ise preoperatif dönemde hiç bulunmazken, takip sürecinde tüm hastalarda elde edilmesi implantın fonksiyonel etkinliğini göstermektedir. Ayrıca okuma performansı değerlendirilebilen hastalarda 6. ayda ortalama okuma keskinliğinin yaklaşık 1,10 logMAR, ortalama okuma hızının ise yaklaşık 20 kelime/dakika düzeyinde olması,

ileri evre YBMD'li bireylerde günlük yaşamda işlevsel okuma için gerekli asgari performansın sağlanabildiğini düşündürmektedir. Ortalama kritik baskı boyutunun yaklaşık 1,2 logMAR düzeyinde olması ise hastaların akıcı okumayı sürdürebilmek için büyük punto gereksiniminin devam ettiğini göstermektedir. Sasso ve ark.'nın çalışmasında preoperatif yakın okuma değerlerinin ayrıntılı olarak raporlanmamış olması, iki çalışma arasındaki mutlak değer farklarının yorumlanmasını güçleştirmektedir. Söz konusu seride başlangıç yakın görme düzeylerinin görece daha iyi olması veya rehabilitasyon programının yoğun ve yapılandırılmış biçimde uygulanmış olması, postoperatif dönemde bildirilen daha yüksek okuma hızı ve daha başarılı logMAR değerlerini kısmen açıklayabilir. Buna ek olarak hasta popülasyonunun retinal hasar şiddeti, nöroadaptasyon kapasitesi ve eğitim düzeyi gibi bireysel faktörler de okuma performansını belirgin biçimde etkileyebilmektedir. Dolayısıyla iki çalışma arasındaki fark, implantın etkinliğinden ziyade hasta profili, başlangıç fonksiyonel düzey ve rehabilitasyon stratejilerindeki farklılıklara bağlı olabilir.

Ortalama YEİDGK değerlerinin postoperatif dönemde progresif olarak iyileşmesi ve 6. ayda en iyi seviyeye ulaşması, yakın görme kazanımının yalnızca optik büyütme etkisine bağlı olmadığını, nöroadaptasyon ve rehabilitasyon süreçleri ile zaman içinde artabildiğini düşündürmektedir. Aynı zamanda, yakın görmede elde edilen belirgin kazanımın, uzak görmeye kıyasla daha erken ortaya çıkması, teleskopik sistemin görüntüyü büyüterek rezidüel retina alanlarını özellikle okuma gibi yüksek kontrastlı ve yakın mesafe gerektiren görevlerde daha etkin hale getirmesi ile ilişkili olabilir. Bu bulgular, teleskopik büyütmenin santral skotomun etkisini azaltarak perifoveal retina alanlarının etkin kullanımını artırması sayesinde, hastaların yakın görmede fonksiyonel kazanım elde edebildiğini ortaya koymaktadır.

Görmeyle ilişkili yaşam kalitesi, teleskopik implantasyonun hastaya yansıyan fonksiyonel faydasını değerlendirmede en önemli hasta-bildirimli sonuç ölçütlerinden biridir. SING IMT™ ile kısıtlı sayıda yapılan çalışmalarda, cerrahi sonrası yaşam kalitesi skorlarında belirgin artışlar bildirilmektedir (3). Savastano ve ark., LVQoL anketi ile yaptıkları değerlendirmede toplam skorun cerrahi öncesi 60,5 ± 12,1 düzeyinden 3. ayda 71,0 ± 13,5'e anlamlı biçimde yükseldiğini ve hastaların televizyon izleme, okuma ve yüz tanıma gibi günlük aktivitelerde belirgin iyileşme

bildirdiğini göstermiştir (3). Vaka temelli raporlar da benzer yönde olup, Romano ve ark. (2024) ile psödofakik hastalara ait sonuçları sunan Pellegrini ve ark. (2026), standart bir yaşam kalitesi ölçeği uygulanmaksızın hastaların öznel beyanlarına dayanarak SING IMT™ sonrası günlük görsel fonksiyonlarda, bağımsızlık düzeyinde ve sosyal katılımda artış olduğunu bildirmiştir (120,121). Bununla birlikte birkaç çalışmada, bazı hastalarda postoperatif dönemde gelişen bulanık veya sisli görmenin memnuniyetsizliğe yol açabileceğini ve nadiren implantın çıkarılmasını gerektirebileceğini bildirerek, yaşam kalitesi sonuçlarının bireyler arasında değişken olabileceğine dikkat çekmiştir (105,119).

Çalışmamızda da literatürle uyumlu şekilde, LVQoL toplam skorunun postoperatif 6. ayda anlamlı düzeyde arttığı ve hastaların büyük çoğunluğunda (%81,3) klinik olarak anlamlı kabul edilebilecek ≥ 10 puanlık iyileşme elde edildiği görüldü. Tüm alt başlıklarda skorların yükselmesi, teleskopik implantasyonun yalnızca görme keskinliğini değil, mobilite, günlük yaşam aktiviteleri ve psikososyal uyum gibi çok boyutlu alanları da olumlu etkilediğini düşündürmektedir. UEİDGK'deki iyileşme ile LVQoL toplam skor artışı arasında saptanan orta düzeyde negatif yönlü ilişki, görme keskinliği arttıkça hastaların algıladığı yaşam kalitesinin de yükseldiğini göstermekte olup fonksiyonel kazanım ile öznel faydanın paralel seyrettiğini desteklemektedir.

SING IMT™ sonrası GİB seyrine ilişkin literatürde, değerlerin genel olarak stabil kaldığı veya uzun dönemde hafif azaldığı bildirilmektedir. Toro ve ark. 24 hastalık serilerinde ortalama GİB'in 14,1 ± 2,8 mmHg'dan 12,0 ± 2,1 mmHg'ya gerilediğini rapor ederken, aynı grubun 35 hastalık çalışmasında 6. ayda klinik olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı vurgulanmıştır (7,8). Bu çalışmalarda erken postoperatif dönemde tedavi gerektiren GİB yükselmesi oranlarının yaklaşık %4–6 düzeyinde bildirilmiştir ve birinci nesil IMT'ye kıyasla (%28) daha düşük bulunduğu belirtilmiştir (7,8). Mastropasqua ve ark. femtosaniye lazer yardımlı cerrahi ile sundukları altı hastalık vaka serisinde 6. ayda ortalama 4,50 mmHg'lık bir düşüş saptamış, ancak olguların %83,3'ünde erken postoperatif dönemde tedavi gerektiren GİB yükselmesi izlendiğini belirtmişlerdir (114). Aynı zamanda intraoperatif iridektomi yapılmayan olgularda lazer periferik iridotomi gereksiniminin ortaya çıkabileceğini vurgulamıştır (114). Buna karşın, Savastano ve ark. (2024) ise rutin cerrahi iridektomi uygulamalarına rağmen %9,1 oranında pupiller blok kaynaklı akut

açı kapanması atağı bildirmiş ve bu durumu cihazın üst haptiğinin iridektomiyi mekanik olarak kapatmış olabileceği hipoteziyle açıklamıştır (3). Bu bulgu, iridektominin pupiller blok riskini azaltmakla birlikte her zaman koruyucu olmayabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda preoperatif ortalama GİB 15,88 ± 1,85 mmHg iken, postoperatif erken dönemdeki artışın ardından izlem boyunca azalma eğilimi göstererek 6. ayda 13,19 ± 3,14 mmHg düzeyine ulaştı ve zaman içinde anlamlı farklılık bulundu. Bu bulgu, SING IMT™'nin GİB üzerinde kalıcı olumsuz bir etkisi olmadığını bildiren diğer çalışmalarla uyumludur. Erken postoperatif dönemde dört hastada (%25) geçici GİB yükselmesi izlendi ve topikal tedavi ile kontrol altına alındı. Bu oranın literatürde bildirilen değerlerden nispeten yüksek olması, hifemaya sekonder GİB artışlarının da bu gruba dahil edilmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca bir olguda ise pupiller blok mekanizmasına bağlı açı kapanması gelişerek lazer periferik iridotomi gereksinimi ortaya çıkmıştır. Buna karşın hiçbir hastada kalıcı GİB yüksekliği görülmemesi, bu komplikasyonların uygun takip ve zamanında müdahale ile yönetilebilir olduğunu düşündürmektedir. Özellikle iridektominin rutin uygulanmadığı cerrahi yaklaşımlarda, erken dönemde pupiller blok riskine karşı dikkatli izlem ve gerektiğinde lazer periferik iridotomi uygulanması güvenli sonuçlar açısından önem taşımaktadır.

SING IMT™ implantasyonunu inceleyen çalışmaların refraktif ve keratometrik sonuçlara göre, daha çok UEİDGK/YEİDGK ve güvenlik parametrelerine odaklandığı görülmektedir. Bununla birlikte teleskopik implant cerrahisinde kesi boyutu, kesinin meridyenel yerleşimi ve sütür yönetimi, cerrahi kaynaklı astigmatizma üzerinden refraktif ve keratometrik sonucu belirgin biçimde etkileyebilir. Nitekim birinci nesil IMT™ için 10–12 mm düzeyinde geniş korneal kesi gerekmesi nedeniyle, çok yüksek cerrahi kaynaklı astigmatizma olgular (10 D'yi aşan) bildirilmiştir (95). Yeni nesil SING IMT™'de ise esnek silikon haptikler ve önceden yüklenmiş enjektör sistemi sayesinde kesi boyutunun 6,5–8,0 mm aralığına indirilebilmesi, bu komplikasyon riskini azaltmaya yönelik önemli bir tasarım avantajı olarak değerlendirilmektedir (3,7). Bununla birlikte erken dönemde geçici yüksek astigmatizma görülebileceği de bildirilmiştir; Adamo ve ark.'nın 11 hastalık serisinde 1. ayda hastaların %18,2'sinde 4,5 D'yi aşan yüksek korneal astigmatizma saptanmış,

ancak bu bulgunun kalıcı olmadığı ve 3. ayda sütürlerin tamamen alınmasıyla düzeldiği raporlanmıştır (105).

Çalışmamızda manifest sferik refraksiyonda anlamlı değişiklik izlenmezken, manifest silindirik refraksiyonda preoperatif −0,50 ± 0,57 D'den postoperatif 6. ayda −1,14 ± 0,99 D'ye artış görülmesi, silindirik bileşenin kesi/sütür ilişkili korneal iyileşme dinamiklerine daha duyarlı olabileceğini düşündürmektedir. Bu değişim istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte, ortaya çıkan astigmatizma düzeyi genel olarak gözlükle düzeltilebilir ve klinik olarak yönetilebilir nitelikteydi. Keratometrik analizde K_2 ve K_{ort} değerlerindeki anlamlı artışın eşlik etmesi, değişimin özellikle belirli korneal meridyenlerdeki kesi/sütür etkisine bağlı olabileceğini desteklemektedir; bu nedenle refraktif ve keratometrik değişimlerin yorumlanmasında, astigmatizmanın zaman içinde sütür yönetimiyle değişebilen bir bileşen olabileceği akılda tutulmalıdır.

Teleskopik intraoküler implantların güvenlik değerlendirmesinde kornea endotel sağlığı temel belirleyici olurken, ön segment anatomisi ve özellikle ÖKD bu güvenliğin anatomik zeminini oluşturan tamamlayıcı bir parametre olarak ele alınmaktadır (8,93,117). SING IMT™ implantasyonu sonrası ÖKD değişimlerine ilişkin literatürde ölçüm yöntemleri ve takip süreleri farklı olmakla birlikte, çoğu seride klinik olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı bildirilmektedir (3,7,8). Toro ve ark. 3 aylık ve 6 aylık takipleri olan iki ayrı çalışmasında ÖKD'de klinik olarak anlamlı bir değişiklik izlenmediğini raporlamıştır (7,8). Savastano ve ark. ise ÖKD'de artış eğilimi gözlemlemekle birlikte bu artışın istatistiksel anlamlılığa ulaşmadığını vurgulamış ve bu durumu cihazın arkaya doğru kavislenen tasarımının endotel ile güvenli mesafeyi koruması ile ilişkilendirmiştir (3).

Çalışmamızda preoperatif ÖKD ortalaması 3,07 ± 0,26 mm iken 6. ayda 3,18 ± 0,13 mm olarak ölçüldü ve artış eğilimine rağmen anlamlı fark saptanmadı. Bu bulgu, SING IMT™'nin ön segment anatomisini belirgin biçimde değiştirmediğini bildiren çalışmalarla uyumludur (3,7,8). Nitekim literatürde, SING IMT™'nin birinci nesil IMT'ye kıyasla kornea endoteliyle temas riskini azaltan daha geniş bir anatomik boşluk sağlamasının, endotel kaybını azaltan başlıca faktörlerden biri olduğu vurgulanmaktadır (7,105). Bazı serilerde klasik ÖKD ölçümünün ötesine geçilerek ön

segment-OKT ile kornea endoteli–teleskop mesafesi gibi daha doğrudan parametrelerin kullanılması da, teleskopun endotelden güvenli uzaklıkta konumlandığını ve bunun endotel korunmasına katkısını desteklemektedir (114,120). Anatomik yerleşimin korneal güvenliğe yansıması, endotel hücre parametreleri ile izlenmektedir.

Kornea EHY, teleskopik intraoküler implantların güvenlik değerlendirmesinde başlıca ölçüt olarak kullanılmaktadır. Mevcut serilerde erken–orta dönemde bildirilen endotel hücre kaybı oranlarının genel olarak yaklaşık %4,8–12,6 aralığında seyrettiği görülmektedir (3,7,8,105,114). Bu kapsamda Adamo ve ark.'nın 11 hastalık serisinde 3. ayda %4,8, Toro ve ark.'nın 35 hastalık serisinde 6. ayda %11,4 ve Mastropasqua ve ark.'nın 6 hastalık serisinde 6. ayda %12,6 kayıp rapor edilmiştir (8,105,114). Bu düzeydeki kayıpların, birinci nesil IMT™ ile bildirilen daha yüksek endotel kaybı oranlarına (3. ayda %20, 1. yılda %25 ve uzun dönemde %35–40) kıyasla belirgin olarak daha düşük olması, SING IMT™'nin daha küçük kesi ile implante edilebilmesi, katlanabilir haptik/enjektör sistemi kullanımı ve optiğin endotelden daha güvenli mesafede konumlanmasını hedefleyen arkaya doğru kavislenen tasarımı gibi yapısal özelliklerle ilişkilendirilmiştir (7,87,90,106).

Çalışmamızda preoperatif dönemde 2460 ± 379 hücre/mm² olan ortalama EHY'nin 6. ayda 2201 ± 451 hücre/mm² düzeyine gerilediği ve 6. ayda ortalama %11,00 ± 7,60 oranında azalma izlendiği görüldü; bu bulgular, literatürdeki geniş seri sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Buna paralel olarak postoperatif dönemde HEX'te anlamlı azalma ve VK'de anlamlı artış saptanması, endotel hücre kaybına eşlik eden polimegatizm/pleomorfizm yönündeki morfolojik stres yanıtını düşündürmektedir. Öte yandan, SING IMT™ serilerinde EHY değişimi çoğunlukla ayrıntılı şekilde raporlanırken HEX ve VK gibi morfolojik parametrelerin daha sınırlı sunulması, literatürde bu alanın görece eksik kaldığını ve bizim verilerimizin endotel değerlendirmesine tamamlayıcı bir katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu eksikliği destekler biçimde, teleskopik implant cerrahisi sonrası endotel morfolojisinin uzun dönem seyrine ilişkin veriler daha çok birinci nesil IMT literatüründe yer almaktadır; Hudson ve ark, HEX'in ameliyat öncesi %59,29'dan 2. yılda %57,41'e gerilediğini, ancak bu değişimin 6. aydan sonra stabilize olduğunu, VK'nin ise bazal 34,44'ten 2. yılda 33,62'ye ölçüldüğünü ve VK'de anlamlı artış saptanmadığını

bildirmiştir (93,94). Bununla birlikte, cihaz tasarımı ve cerrahi kesi özelliklerinin iki nesil arasında farklılık göstermesi nedeniyle bu bulguların SING IMT™'ye doğrudan genellenmesi sınırlı olmakla birlikte, morfolojik parametrelerin zaman içindeki davranışını yorumlamada karşılaştırmalı bir çerçeve sunmaktadır.

İntraoperatif komplikasyonlar, SING IMT™ cerrahisinin güvenlik profilinde özellikle kapsül–zonül bütünlüğü ve implantın kapsüler keseye kontrollü yerleşimi açısından kritik bir başlık oluşturmaktadır. Mevcut serilerde intraoperatif hifema en sık bildirilen olaylardan biri olup, Toro ve ark.'nın 24 hastalık serisinde 2 hastada (%8,3) ve 35 hastalık birleşik analizinde 3 hastada (%8,6) rapor edilmiştir (7,8). Buna karşın Adamo ve ark.'nın 11 olguluk serisinde intraoperatif komplikasyon bildirilmemiştir (105). Hammer ve ark.'nın kadavralar üzerinde yaptıkları deneysel çalışmada, haptiklerin enjeksiyon sırasında hızlı ve dairesel bir hareketle açılmasının bir veya daha fazla haptiğin sulkusta kalmasına yol açabileceğini; kurtarma manevraları sırasında zonüler stresin belirgin artabildiğini göstermiştir (122). Klinik düzeyde de Eter ve Behr, kapsüler kese içine yerleşmeyen haptiğe müdahale sırasında üç saat kadranı zonül diyalizi gelişebildiğini bildirmiştir. Savastano ve ark., GİL eksplantasyonu ile eş zamanlı SING IMT™ implantasyonu uyguladıkları bir olguda implantasyon sonrası arka kapsül rüptürü geliştiğini, buna karşın intraoperatif dönemde implantın stabil göründüğünü belirtmişlerdir (104). Ancak izlemde 3. ayda implantın vitreus içine disloke olduğu, pars plana vitrektomi sonrasında skleral fiksasyon ile yeniden stabilize edildiği rapor edilmiştir (104). Romano ve ark. ise enjektör ucunun aşırı posterior yerleştirilmesinin enjeksiyon basıncıyla kapsül rüptürü veya kapsüler kese subluksasyonuna zemin hazırlayabileceğini vurgulamıştır (121). Bu komplikasyonların klinik önemi, intraoperatif dönemde kontrol altına alınsa bile postoperatif stabiliteyi etkileyebilmesidir.

Çalışmamızda bir hastada minimal zonül zaafiyeti (%6,2) gelişmiş olup, cerrahi intraoperatif uygun girişimlerle tamamlanmıştır. Ancak bu olguda implant erken postoperatif dönemde disloke olmuş ve 3. günde skleraya fikse edilmiştir. Savastano ve ark.'nın bildirdiği olguda olduğu gibi cerrahinin son aşamasında stabil görünen cihazın sonraki dönemde disloke olabilmesi, bu tür kurtarma senaryolarında yalnızca intraoperatif yerleşimin değil, postoperatif stabilitenin de yakın izlem gerektirdiğine işaret etmektedir.

Cerrahi yaklaşımda kesi yerine bakıldığında, SING IMT™ cerrahisinde korneal kesi ile sklerokorneal tünel yaklaşımlarını doğrudan karşılaştıran bir kohort çalışması bildiğimiz kadarıyla bulunmamaktadır. Birinci nesil IMT literatüründe her iki yaklaşımın uygulanabildiği belirtilmiş; bazı yazarlar cihazın kapsül içine arkaya doğru yönlendirilmesi gerekliliği nedeniyle daha geniş açıklık sağlayabildiği için anterior limbal kesiyi tercih ettiklerini ifade etmiştir (92,123). SING IMT™ serilerinde ise genellikle sklerokorneal tünel yöntemi tercih edilmiştir (3,7–9). Çalışmamızda korneal kesi ve sklerokorneal tünel grupları cerrahi öncesine göre değişim parametreleri açısından karşılaştırıldığında, iki teknik arasında yalnızca manifest sferik refraksiyon ve sferik eşdeğer değişimleri gruplar arasında anlamlı farklılık gösterirken, UEİDGK, LVQoL anket skorları, GİB, keratometri ve endotel parametreleri değişimlerinde anlamlı fark saptanmadı. Bu bulgular, iki yaklaşımın fonksiyonel ve güvenlik çıktıları açısından genel olarak benzer performans sergilediğini göstermektedir. Bu küçük farklılığın, sklerokorneal tünel ve korneal kesi yaklaşımlarında yara mimarisi/sütür gerginliği ve buna bağlı korneal iyileşme dinamiklerinin yanı sıra, implantın efektif lens pozisyonunda oluşabilecek milimetrik değişikliklerin sferik bileşeni daha belirgin etkilemesiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim bu sonuç, az gören hasta popülasyonundaki manifest refraksiyonun sınırlılıkları ve küçük örneklem nedeniyle temkinli yorumlanmalı; daha geniş, prospektif serilerle doğrulanmalıdır.

İlk nesil teleskopik intraoküler implant uygulamalarında anlamlı görsel kazanımlar elde edilmesine rağmen, cerrahi invazivitenin yüksek olması ve buna eşlik eden komplikasyon oranlarının fazlalığı önemli bir sınırlayıcı faktör olarak öne çıkmıştır. Bu cihazların implantasyonu için gereken 10–12 mm'lik geniş korneal kesi ve görece büyük optik yapının, erken dönem komplikasyonların başlıca belirleyicisi olduğu bilinmektedir (87). Nitekim 217 hastalık IMT-002 çalışmasında ameliyat sonrası ilk 7 gün içinde tedavi gerektiren GİB artışı %28 oranında bildirilmiş ve erken dönemin en sık klinik sorunu olarak tanımlanmıştır (93). Bunun yanı sıra geçici korneal ödem, cihaz yüzeyinde inflamatuar birikintiler ve iris prolapsusu gibi komplikasyonların da yüksek oranlarda görüldüğü rapor edilmiştir (93,97). Geç dönem bulgular incelendiğinde inflamatuar ve pigment birikintilerinin zamanla artış gösterdiği, ancak en ciddi komplikasyonun cihazın endotelle yakın temasına bağlı

gelişebilen korneal dekompansasyon olduğu bildirilmiştir (93,94). Ana seride ameliyattan 9–12 ay sonra yaklaşık %1 oranında korneal dekompansasyon geliştiği ve uzun dönem takipte keratoplasti gereksiniminin %1,8 düzeyine ulaştığı belirtilmiştir (94). Ayrıca %3,9–5,8 oranlarında bildirilen cihaz eksplantasyonlarının başlıca nedenleri arasında optik yüzeyde kondansasyon, binoküler görme uyumsuzluğu ve görsel konfor sorunları yer almaktadır (90,94,124). Bu komplikasyon profili, cerrahi travmayı azaltan ve güvenlik parametrelerini iyileştirmeyi hedefleyen yeni nesil teleskopik implantların geliştirilmesine zemin hazırlamıştır.

Birinci nesil implantlarda bildirilen yüksek invazivite ve komplikasyon yükünü azaltmak amacıyla geliştirilen SING IMT™, daha küçük kesi gereksinimi ve optimize edilmiş tasarımı sayesinde cerrahi travmayı sınırlamayı hedeflemektedir (3,7). Cerrahi sonrası erken dönemde görülen komplikasyonlar genellikle cerrahi travmaya ve implantın ön segment anatomisiyle etkileşimine bağlı olup çoğu geçici ve medikal olarak yönetilebilir niteliktedir. Literatürde en sık bildirilen erken komplikasyonlar arasında geçici korneal ödem, irisle ilişkili sorunlar ve geçici GİB yükselmesi yer almaktadır (8,114). Geçici korneal ödemin %22,9–33,3 gibi görece yüksek oranlarda bildirildiği, uygun topikal steroid ve hipertonik tedavi ile çoğu olguda birkaç ay içinde gerilediği belirtilmiştir (8,105,114). Benzer şekilde iris inkarserasyonu veya distorsiyonu gibi komplikasyonlar %8,6–12,5 oranlarında bildirilmiş ve gerekli durumlarda cerrahi repozisyon uygulanmıştır (7,8).

Çalışmamızda erken postoperatif dönemde en sık karşılaşılan komplikasyonlar geçici GİB artışı (%25) ve geçici korneal ödem (%18,8) olup, her iki durum da medikal tedavi ile başarılı şekilde yönetilmiştir. Bu bulgular literatürde bildirilen komplikasyon spektrumu ile genel olarak uyumlu olmakla birlikte, GİB artışı oranının nispeten yüksek olması GİB seyri ilgili bölümde ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Ayrıca üç hastada (%18,8) hifema gelişmiş; iki olgu konservatif tedavi ile gerilerken bir olguda ön kamara lavajı gerekmiştir. Bu bulgular, SING IMT™ cerrahisinde erken dönem komplikasyonların çoğunlukla geçici ve uygun tedavi ile kontrol edilebilir olduğunu göstermektedir.

Geç postoperatif dönemde (>1 ay) ortaya çıkan komplikasyonlar, implantın ön segment yapılarıyla uzun süreli etkileşimi ve anatomik stabilitesi açısından klinik

önem taşımaktadır. Literatürde SING IMT™ sonrası geç dönem komplikasyonlar heterojen bir dağılım göstermektedir. Toro ve ark. hastaların %22,9'unda 30 günü aşan persistan korneal ödem saptamış, Mastropasqua ve ark. ise bir olguda (%16,7) benzer şekilde uzamış korneal ödem bildirmiştir (8,114). Enflamatuar süreçlere bakıldığında Toro ve ark. cihaz üzerinde inflamatuar birikimi %8,6, pigment depozitlerini %5,7 oranında bildirirken, Adamo ve ark. pigment birikimini %9,1 ve geç iris atrofisini %11,4 oranında rapor etmiştir (8,105).

Görme seviyesini etkileyen daha ciddi komplikasyonlar incelendiğinde cihaz stabilitesi açısından Toro ve ark. birleşik serisinde geç dislokasyon oranı %2,9 (1/35) olarak bildirilirken, psödofakik hastalarda yaptıkları çalışmada Savastano ve ark. %20 (1/5) oranında vitreus içine dislokasyon rapor etmiştir (8,118). Adamo ve ark., cerrahiden sonraki ilk 3 ay içinde hastaların %90,9'unda (10/11) açıklanamayan bulanık veya sisli görme şikâyeti bildirmiş ve bu subjektif memnuniyetsizlik nedeniyle hastaların %27,3'ünde cihaz eksplantasyonu gerekmiştir (105). Benzer şekilde Savastano ve ark, rehabilitasyon sonrasında diplopi ve dayanılmaz sis tarifleyen bir olguda 6–8 ay içinde cihazın çıkarıldığını rapor etmiştir (125). Toro ve ark. tarafından %5,7 oranında MNV reaktivasyonu bildirilmiştir (7,8).

Çalışmamızda geç postoperatif dönemde en sık görülen bulgu üç hastada (%18,8) saptanan iris atrofisi olup, bunu cihaz üzerinde inflamatuar birikim (%12,5) ve cihaz dislokasyonu (%6,2) izlemiştir. Ayrıca bir hastada (%6,2) iris prolapsusu ve inkarsere dokunun pupilloplasti ile düzeltilmesi gerekmiştir. Buna karşın hiçbir hastada persistan korneal ödem, kornea dekompansasyonu, kalıcı GİB yüksekliği veya glokom, MNV reaktivasyonu, retina dekolmanı veya endoftalmi gibi ciddi komplikasyonlar gözlenmemiştir.

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, SING IMT™ implantasyonunun geç dönemde çoğunlukla yönetilebilir komplikasyonlara yol açtığı ve ciddi görme tehdit edici olayların nispeten nadir olduğu söylenebilir. Özellikle literatürde bildirilen yüksek oranlı subjektif intolerans, eksplantasyon gereksinimi, persistan korneal ödem ve neovasküler aktivasyon gibi komplikasyonların bizim serimizde görülmemesi, uygun hasta seçimi, cerrahi teknik ve postoperatif izlem süreçlerinin sonuçlar üzerinde belirleyici olabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık iris atrofisi ve implant

stabilitesi ile ilişkili sorunların nispeten daha sık görülmesi, implantın iris ve kapsüler yapı ile kronik temasına bağlı mekanik etkilerin uzun dönem sonuçlarda rol oynayabileceğine işaret etmektedir.

Çalışmamızın retrospektif ve tek merkezli tasarımı olması başlıca kısıtlılıklarıdır. Örneklem büyüklüğünün nispeten sınırlı olması istatistiksel gücü azaltabilir ve özellikle komplikasyon oranlarının yüzde olarak dalgalanmasına yol açabilir; ayrıca en az 6 aylık takip süresi, teleskopik implantlara özgü uzun dönem güvenlik sonlanımlarının kapsamlı değerlendirilmesini kısıtlamaktadır. İmplantın kornea endoteli ile ilişkisini daha objektif olarak değerlendirmeye olanak sağlayan ön segment OKT ölçümlerinin yapılmamış olması ve cihaz-endotel mesafesinin nicel olarak hesaplanamaması, anatomik güvenlik analizinin sınırlı kalmasına yol açmıştır. Bunun yanında retinal fonksiyonun objektif elektrofizyolojik değerlendirmesine yönelik elektroretinografi incelemelerinin yapılmamış olması, elde edilen görsel kazanımların nörosensoriyel temellerinin ayrıntılı olarak ortaya konmasını engellemektedir. Rehabilitasyon uyumu gibi bireysel faktörler nicel olarak kontrol edilemediğinden fonksiyonel çıktılar üzerinde karıştırıcı etki olasılığı mevcuttur. Bu nedenle sonuçlarımız değerli bir gerçek yaşam verisi sunmakla birlikte, daha geniş örneklemli, prospektif ve daha uzun takipli çalışmalarla doğrulanması gereklidir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu retrospektif çalışmada, ileri evre YBMD ve eşlik eden kataraktı bulunan hastalarda SING IMT™ implantasyonunun kısa ve orta vadeli fonksiyonel ve anatomik sonuçları değerlendirildi. Bulgular, implantasyon sonrası özellikle 3. aydan itibaren belirginleşen ve 6. ayda anlamlı düzeye ulaşan UEİDGK artışı, erken dönemde başlayan ve zaman içinde progresif iyileşme gösteren YEİDGK kazanımı ve buna eşlik eden yaşam kalitesinde anlamlı artış ile yöntemin fonksiyonel açıdan etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle EHY'nin literatürde bildirilen sınırlar içinde kalması, implantın ön segment güvenliği açısından kabul edilebilir bir profil sunduğunu düşündürmektedir. Cerrahi sonrası komplikasyonların çoğunlukla erken dönemde ortaya çıktığı, geçici ve medikal ya da sınırlı cerrahi müdahalelerle yönetilebilir nitelikte olduğu; geç dönemde ise ciddi görme tehdit edici olayların nadir olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen bulgular, SING IMT™ implantasyonunun ileri evre YBMD'ye bağlı santral görme kaybı olan ve konvansiyonel tedavi seçeneklerinden fayda görmeyen hastalarda fonksiyonel görmeyi artırabilen, yaşam kalitesini iyileştirebilen ve uygun hasta seçimi ile güvenli biçimde uygulanabilen bir cerrahi rehabilitasyon seçeneği olduğunu desteklemektedir. Özellikle bazı olgularda sınırlı görme kazanımı veya komplikasyon gelişebilmesi, retinal hasarın heterojen yapısı, nöroadaptasyon kapasitesi ve cerrahi teknik gibi faktörlerin sonuçlar üzerindeki belirleyici rolünü göstermektedir.

Gelecekte yapılacak uzun takip süreli ve geniş örneklemli prospektif çalışmaların, hasta seçim kriterlerini optimize etmeye, cerrahi teknikleri standardize etmeye ve nöro-görsel rehabilitasyonun fonksiyonel sonuçlara katkısını nicel olarak ortaya koymaya odaklanması, teleskopik implant cerrahisinin klinik uygulamadaki yerini daha net belirleyecektir. Bu bağlamda SING IMT™, ileri evre YBMD'ye bağlı görme kaybında fonksiyonel rehabilitasyonun önemli ve umut verici bir bileşeni olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Wong WL, Su X, Li X, Cheung CMG, Klein R, Cheng CY, et al. Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2014 Feb;2(2). doi:10.1016/S2214-109X(13)70145-1 PubMed PMID: 25104651.
2. Pennington KL, DeAngelis MM. Epidemiology of age-related macular degeneration (AMD): associations with cardiovascular disease phenotypes and lipid factors. *Eye and Vision*. BioMed Central Ltd; 2016. doi:10.1186/s40662-016-0063-5 PubMed PMID: 28032115.
3. Savastano A, Ferrara S, Sasso P, Savastano MC, Crincoli E, Caporossi T, et al. Smaller-Incision new-generation implantable miniature telescope: Three-months follow-up study. *Eur J Ophthalmol*. 2024 Jul 1;34(4):1111–8. doi:10.1177/11206721231212545 PubMed PMID: 37920982.
4. Khanani AM, Patel SS, Staurenghi G, Tadayoni R, Danzig CJ, Eichenbaum DA, et al. Efficacy and safety of avacincaptad pegol in patients with geographic atrophy (GATHER2): 12-month results from a randomised, double-masked, phase 3 trial. *The Lancet*. 2023 Oct 21;402(10411):1449–58. doi:10.1016/S0140-6736(23)01583-0 PubMed PMID: 37696275.
5. Taylor DJ, Hobby AE, Binns AM, Crabb DP. How does age-related macular degeneration affect real-world visual ability and quality of life? A systematic review. *BMJ Open*. 2016;6(12):e011504. doi:10.1136/bmjopen-2016-011504
6. Singer MA, Amir N, Herro A, Porbandarwalla SS, Pollard J. Improving quality of life in patients with end-stage age-related macular degeneration: Focus on miniature ocular implants. *Clinical Ophthalmology*. 2011. p. 33–39. doi:10.2147/OPTH.S15028
7. Toro MD, Vidal-Aroca F, Montemagni M, Xompero C, Fioretto G, Costagliola C. Three-Month Safety and Efficacy Outcomes for the Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope (SING IMT™). *J Clin Med.* 2023 Jan 1;12(2). doi:10.3390/jcm12020518
8. Toro MD, Savastano A, Aroca FV, Sasso P, Francione G, Fioretto G, et al. Smaller-incision new-generation implantable miniature telescope in late-stage age-related macular degeneration: 6 month outcomes. *Heliyon.* 2025 Jan 15;11(1). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e41116
9. Sasso P, Savastano A, Vidal-Aroca F, Minnella AM, Francione G, Sammarco L, et al. Enhancing the Functional Performance of Patients with Late-Stage Age-Related Macular Degeneration Implanted with a Miniature Telescope using Rehabilitation Training. *Ophthalmol Ther.* 2024 Mar 1;13(3):697–707. doi:10.1007/s40123-023-00871-1
10. Heavner W, Pevny L. Eye development and retinogenesis. *Cold Spring Harb Perspect Biol*. 2012 Dec;4(12). doi:10.1101/cshperspect.a008391 PubMed PMID: 23071378.
11. Hendrickson AE, Yuodelis C. The Morphological Development of the Human Fovea. *Ophthalmology*. 1984;91(6):603–12. doi:10.1016/S0161-6420(84)34247-6 PubMed PMID: 6462623.

12. Sadler TW. Langman's Medical Embryology. 15th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2022.
13. Rhodes RH, Vaughn AM. A light microscopic study of the developing human neural retina. *J Anat*. 1979;129(3):467–83.
14. Graw J. Eye development. In: Current Topics in Developmental Biology. *Academic Press Inc*.; 2010. p. 343–86. doi:10.1016/S0070-2153(10)90010-0 PubMed PMID: 20691855.
15. Yu DY, Cringle SJ, Balaratnasingam C, Morgan WH, Yu PK, Su EN. Retinal ganglion cells: Energetics, compartmentation, axonal transport, cytoskeletons and vulnerability. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2013. p. 217–46. doi:10.1016/j.preteyeres.2013.07.001 PubMed PMID: 23891817.
16. Bringmann A, Syrbe S, Görner K, Kacza J, Francke M, Wiedemann P, et al. The primate fovea: Structure, function and development. *Progress in Retinal and Eye Research*. Elsevier Ltd; 2018. p. 49–84. doi:10.1016/j.preteyeres.2018.03.006 PubMed PMID: 29609042.
17. Yamada E. Some structural features of the fovea centralis in the human retina. *Arch Ophthalmol*. 1969;82(2):151–159. doi:10.1001/archopht.1969.00990020153002
18. Provis JM, Dubis AM, Maddess T, Carroll J. Adaptation of the central retina for high acuity vision: Cones, the fovea and the avascular zone. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2013. p. 63–81. doi:10.1016/j.preteyeres.2013.01.005 PubMed PMID: 23500068.
19. Dinç B, Kaya Y. A Novel Hybrid Optic Disc Detection and Fovea Localization Method Integrating Region-Based Convnet and Mathematical Approach. *Wirel Pers Commun*. 2023;129(4):2727–48. doi:10.1007/s11277-023-10255-0
20. Gałuszka M, Pojda-Wilczek D, Karska-Basta I. Age-Related Macular or Retinal Degeneration? *Medicina (Lithuania)*. MDPI; 2023. doi:10.3390/medicina59050920 PubMed PMID: 37241152.
21. Vyawahare H, Shinde P. Age-Related Macular Degeneration: Epidemiology, Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Cureus*. 2022 Sep 26. doi:10.7759/cureus.29583
22. Wang JJ, Rochtchina E, Lee AJ, Chia EM, Smith W, Cumming RG, et al. Ten-Year Incidence and Progression of Age-Related Maculopathy. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 2007 Jan;114(1):92–8. doi:10.1016/j.ophtha.2006.07.017 PubMed PMID: 17198852.
23. Leske MC, Wu SY, Hennis A, Nemesure B, Yang L, Hyman L, et al. Nine-year incidence of age-related macular degeneration in the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology*. 2006 Jan;113(1):29–35. doi:10.1016/j.ophtha.2005.08.012 PubMed PMID: 16290049.
24. Cvekl A, Vijg J. Aging of the eye: lessons from cataracts and age-related macular degeneration. *Ageing Res Rev*. 2024;doi:10.1016/j.arr.2024.102407
25. Klein R, Lee KE, Gangnon RE, Klein BEK. Incidence of visual impairment over a 20-year period: The beaver dam eye study. *Ophthalmology*. 2013 Jun;120(6):1210–9. doi:10.1016/j.ophtha.2012.11.041 PubMed PMID: 23466270.
26. Owen CG, Jarrar Z, Wormald R, Cook DG, Fletcher AE, Rudnicka AR. The estimated prevalence and incidence of late stage age related macular degeneration in the UK. *British*

Journal of Ophthalmology. 2012 May;96(5):752–6. doi:10.1136/bjophthalmol-2011-301109 PubMed PMID: 22329913.

27. Girgis S, Lee LR. Treatment of dry age-related macular degeneration: A review. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 835–852. doi:10.1111/ceo.14294 PubMed PMID: 37737509.
28. Seddon JM, Silver RE, Kwong M, Rosner B. Risk prediction for progression of macular degeneration: 10 common and rare genetic variants, demographic, environmental, and macular covariates. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015;56(4):2192–202. doi:10.1167/iovs.14-15841 PubMed PMID: 25655794.
29. Wang Y, Zhong Y, Zhang L, Wu Q, Tham Y, Rim TH, et al. Global Incidence, Progression, and Risk Factors of Age-Related Macular Degeneration and Projection of Disease Statistics in 30 Years: A Modeling Study. *Gerontology*. 2022 Jul 1;68(7):721–35. doi:10.1159/000518822 PubMed PMID: 34569526.
30. Saunier V, Merle BMJ, Delyfer MN, Cougnard-Grégoire A, Rougier MB, Amouyel P, et al. Incidence of and risk factors associated with age-related macular degeneration four-year follow-up from the ALIENOR study. *JAMA Ophthalmol*. 2018 May 1;136(5):473–81. doi:10.1001/jamaophthalmol.2018.0504 PubMed PMID: 29596588.
31. Khan JC, Thurlby DA, Shahid H, Clayton DG, Yates JRW, Bradley M, et al. Smoking and age related macular degeneration: The number of pack years of cigarette smoking is a major determinant of risk for both geographic atrophy and choroidal neovascularisation. *British Journal of Ophthalmology*. 2006 Jan;90(1):75–80. doi:10.1136/bjo.2005.073643 PubMed PMID: 16361672.
32. Zhou H, Zhang H, Yu A, Xie J. Association between sunlight exposure and risk of age-related macular degeneration: A meta-analysis. *BMC Ophthalmol*. 2018 Dec 20;18(1). doi:10.1186/s12886-018-1004-y PubMed PMID: 30572865.
33. Schick T, Ersoy L, Lechanteur YT, et al. History of sunlight exposure is a risk factor for age-related macular degeneration. *Retina*. 2016;36(4):787–790. doi:10.1097/IAE.0000000000000756
34. Battu P, Sharma K, Thangavel R, Singh R, Sharma S, Srivastava V, et al. Genotyping of Clinical Parameters in Age-Related Macular Degeneration. *Clinical Ophthalmology*. 2022;16:517–29. doi:10.2147/OPTH.S318098
35. Fritsche LG, Igl W, Bailey JNC, Grassmann F, Sengupta S, Bragg-Gresham JL, et al. A large genome-wide association study of age-related macular degeneration highlights contributions of rare and common variants. *Nat Genet*. 2016 Feb 1;48(2):134–43. doi:10.1038/ng.3448 PubMed PMID: 26691988.
36. Wang YH, Huang C, Tseng YL, Zhong J, Li XM. Refractive Error and Eye Health: An Umbrella Review of Meta-Analyses. *Frontiers in Medicine*. Frontiers Media S.A.; 2021. doi:10.3389/fmed.2021.759767

37. Li Y, Wang JW, Zhong XJ, Tian Z, Wu P, Zhao W, et al. Refractive error and risk of early or late age-related macular degeneration: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014 Mar 6;9(3). doi:10.1371/journal.pone.0090897 PubMed PMID: 24603619.
38. Lavanya R, Kawasaki R, Tay WT, Cheung CMC, Mitchell P, Saw SM, et al. Hyperopic refractive error and shorter axial length are associated with age-related macular degeneration: The Singapore Malay eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010 Dec;51(12):6247–52. doi:10.1167/iovs.10-5229 PubMed PMID: 20671287.
39. Kim JM, Choi YJ. Myopia and Nutrient Associations with Age-Related Eye Diseases in Korean Adults: A Cross-Sectional KNHANES Study. *Nutrients*. 2024 Apr 25;16(9). doi:10.3390/nu16091276 PubMed PMID: 38732522.
40. Mitchell P, Smith W, Wang JJ. Iris color, skin sun sensitivity, and age-related maculopathy: The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 1998;105(8):1359–1363. doi:10.1016/S0161-6420(98)98013-7
41. Bhandari S, Vitale S, Agrón E, Clemons TE, Chew EY. Cataract Surgery and the Risk of Developing Late Age-Related Macular Degeneration: The Age-Related Eye Disease Study 2 Report Number 27. *Ophthalmology*. 2022 Apr 1;129(4):414–20. doi:10.1016/j.ophtha.2021.11.014 PubMed PMID: 34793832.
42. Klein BEK, Howard KP, Lee KE, Iyengar SK, Sivakumaran TA, Klein R. The relationship of cataract and cataract extraction to age-related macular degeneration: The beaver dam eye study. *Ophthalmology*. 2012 Aug;119(8):1628–33. doi:10.1016/j.ophtha.2012.01.050 PubMed PMID: 22578823.
43. Yang L, Li H, Zhao X, Pan Y. Association between Cataract Surgery and Age-Related Macular Degeneration: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Ophthalmology*. Hindawi Limited; 2022. doi:10.1155/2022/6780901
44. Hössl L, Vaghefi SA, Riemer T, Kabiri P, Bonaventura T, Rübsam A, et al. Insights into Cataract Surgery Outcomes in Age-Related Macular Degeneration: Perspectives across Severity Grades Under Clinical Routine Conditions. *Ophthalmol Retina*. 2025 Jun 1;9(6):527–36. doi:10.1016/j.oret.2024.11.018 PubMed PMID: 39615671.
45. Stock M V., Vollman DE, Baze EF, Chomsky AS, Daly MK, Lawrence MG. Functional visual improvement after cataract surgery in eyes with age-related macular degeneration: Results of the ophthalmic surgical outcomes data project. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015;56(4):2536–40. doi:10.1167/iovs.14-16069 PubMed PMID: 26066600.
46. Ma Y, Huang J, Zhu B, Sun Q, Miao Y, Zou H. Cataract surgery in patients with bilateral advanced age-related macular degeneration: Measurement of visual acuity and quality of life. *J Cataract Refract Surg*. 2015 Jun 1;41(6):1248–55. doi:10.1016/j.jcrs.2014.09.046 PubMed PMID: 26189380.
47. Wong JHC, Ma JYW, Jobling AI, Brandli A, Greferath U, Fletcher EL, et al. Exploring the pathogenesis of age-related macular degeneration: A review of the interplay between retinal

pigment epithelium dysfunction and the innate immune system. *Frontiers in Neuroscience*. Frontiers Media S.A.; 2022. doi:10.3389/fnins.2022.1009599

48. Davis MD, Gangnon RE, Lee LY, Hubbard LD, Klein BE, Klein R, Ferris FL, Bressler SB, Milton RC, Age-Related Eye Disease Study Group. The Age-Related Eye Disease Study severity scale for age-related macular degeneration: AREDS Report No. 17. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(11):1484–1498. doi:10.1001/archopht.123.11.1484
49. Age-Related Eye Disease Study Research Group. Risk factors associated with age-related macular degeneration: a case-control study in the age-related eye disease study. Age-Related Eye Disease Study Report Number 3. *Ophthalmology*. 2000;107(12):2224–2232. doi:10.1016/s0161-6420(00)00409-7
50. Ferris FL, Wilkinson CP, Bird A, Chakravarthy U, Chew E, Csaky K, et al. Clinical classification of age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2013 Apr;120(4):844–51. doi:10.1016/j.ophtha.2012.10.036 PubMed PMID: 23332590.
51. Bergen AA, Arya S, Koster C, Pilgrim MG, Wiatrek-Moumoulidis D, van der Spek PJ, et al. On the origin of proteins in human drusen: The meet, greet and stick hypothesis. *Progress in Retinal and Eye Research*. Elsevier Ltd; 2019. p. 55–84. doi:10.1016/j.preteyeres.2018.12.003 PubMed PMID: 30572124.
52. Guymer RH, Rosenfeld PJ, Curcio CA, Holz FG, Staurenghi G, Freund KB, et al. Incomplete Retinal Pigment Epithelial and Outer Retinal Atrophy in Age-Related Macular Degeneration: Classification of Atrophy Meeting Report 4. In: *Ophthalmology*. Elsevier Inc.; 2020. p. 394–409. doi:10.1016/j.ophtha.2019.09.035 PubMed PMID: 31708275.
53. Fleckenstein M, Mitchell P, Freund KB, Sadda SV, Holz FG, Brittain C, et al. The Progression of Geographic Atrophy Secondary to Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology*. Elsevier Inc.; 2018. p. 369–90. doi:10.1016/j.ophtha.2017.08.038 PubMed PMID: 29110945.
54. Bernstein PS, Li B, Vachali PP, Gorusupudi A, Shyam R, Henriksen BS, et al. Lutein, zeaxanthin, and meso-zeaxanthin: The basic and clinical science underlying carotenoid-based nutritional interventions against ocular disease. *Progress in Retinal and Eye Research*. Elsevier Ltd; 2016. p. 34–66. doi:10.1016/j.preteyeres.2015.10.003 PubMed PMID: 26541886.
55. Sadda SR, Guymer R, Holz FG, Schmitz-Valckenberg S, Curcio CA, Bird AC, et al. Consensus Definition for Atrophy Associated with Age-Related Macular Degeneration on OCT: Classification of Atrophy Report 3. *Ophthalmology*. 2018 Apr 1;125(4):537–48. doi:10.1016/j.ophtha.2017.09.028 PubMed PMID: 29103793.
56. Holz FG, Strauss EC, Schmitz-Valckenberg S, Van Lookeren Campagne M. Geographic atrophy: Clinical features and potential therapeutic approaches. *Ophthalmology*. Elsevier Inc.; 2014. p. 1079–91. doi:10.1016/j.ophtha.2013.11.023 PubMed PMID: 24433969.
57. Agrón E, Domalpally A, Cukras CA, Clemons TE, Chen Q, Swaroop A, et al. Reticular pseudodrusen status, ARMS2/HTRA1 genotype, and geographic atrophy enlargement: Age-Related Eye Disease Study 2 Report 32. *Ophthalmology*. 2023;130(5):488–500. doi:10.1016/j.ophtha.2022.11.026

58. Holekamp N, Wykoff CC, Schmitz-Valckenberg S, Monés J, Souied EH, Lin H, et al. Natural History of Geographic Atrophy Secondary to Age-Related Macular Degeneration: Results from the Prospective Proxima A and B Clinical Trials. In: *Ophthalmology*. Elsevier Inc.; 2020. p. 769–83. doi:10.1016/j.ophtha.2019.12.009 PubMed PMID: 32081489.

59. Spaide RF, Jaffe GJ, Sarraf D, Freund KB, Sadda SR, Staurenghi G, et al. Consensus Nomenclature for Reporting Neovascular Age-Related Macular Degeneration Data: Consensus on Neovascular Age-Related Macular Degeneration Nomenclature Study Group. *Ophthalmology*. 2020 May 1;127(5):616–36. doi:10.1016/j.ophtha.2019.11.004 PubMed PMID: 31864668.

60. Freund KB, Ho IV, Barbazetto IA, Koizumi H, Laud K, Ferrara D, et al. Type 3 neovascularization: the expanded spectrum of retinal angiomatous proliferation. *Retina*. 2008;28(2):201–211. doi:10.1097/IAE.0b013e3181669504

61. Keane PA, Patel PJ, Liakopoulos S, Heussen FM, Sadda SR, Tufail A. Evaluation of Age-related Macular Degeneration With Optical Coherence Tomography. *Survey of Ophthalmology*. 2012. p. 389–414. doi:10.1016/j.survophthal.2012.01.006 PubMed PMID: 22898648.

62. Sparrow JR, Duncker T. Fundus autofluorescence and RPE lipofuscin in age-related macular degeneration. *Journal of Clinical Medicine*. MDPI; 2014. p. 1302–21. doi:10.3390/jcm3041302

63. Kashani AH, Chen CL, Gahm JK, Zheng F, Richter GM, Rosenfeld PJ, et al. Optical coherence tomography angiography: A comprehensive review of current methods and clinical applications. *Progress in Retinal and Eye Research*. Elsevier Ltd; 2017. p. 66–100. doi:10.1016/j.preteyeres.2017.07.002 PubMed PMID: 28760677.

64. Berni A, Foti C, Ulla L, Vyas C, Chhablani J, Chaudhary V, et al. Choriocapillaris in Age-Related Macular Degeneration: A Systematic Review of Optical Coherence Tomography Angiography–Based Assessments and Challenges in Standardization. *American Journal of Ophthalmology*. Elsevier Inc.; 2025. p. 482–96. doi:10.1016/j.ajo.2025.05.051 PubMed PMID: 40484298.

65. Barbazetto I, Burdan A, Bressler NM, Bressler SB, Haynes L, Kapetanios AD, et al. Photodynamic therapy of subfoveal choroidal neovascularization with verteporfin: fluorescein angiographic guidelines for evaluation and treatment—TAP and VIP report No. 2. *Arch Ophthalmol*. 2003;121(9):1253–1268. doi:10.1001/archopht.121.9.1253

66. Deák GG, Birner K, Gerendas BS, Mylonas G, Weigert G, Michl M, et al. Comparison of optical coherence tomography vs. fluorescein angiography-based macular neovascularization classifications in age-related macular degeneration. *Sci Rep*. 2025 Dec 1;15(1). doi:10.1038/s41598-025-87576-6 PubMed PMID: 39910178.

67. Ravera V, Giani A, Pellegrini M, Oldani M, Invernizzi A, Carini E, et al. Comparison among different diagnostic methods in the study of type and activity of choroidal neovascular membranes in age-related macular degeneration. *Retina*. 2019;39(2):281–287. doi:10.1097/IAE.0000000000001960

68. Yannuzzi LA. Indocyanine green angiography: A perspective on use in the clinical setting. *Am J Ophthalmol.* 2011;151(5):745-751.e1. doi:10.1016/j.ajo.2011.01.043
69. Chew EY, Clemons T, Sangiovanni JP, Danis R, Domalpally A, McBee W, et al. The age-related eye disease study 2 (AREDS2): Study design and baseline characteristics (AREDS2 Report Number 1). *Ophthalmology.* 2012 Nov;119(11):2282–9. doi:10.1016/j.ophtha.2012.05.027 PubMed PMID: 22840421.
70. Age-Related Eye Disease Study Research Group. A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. *Arch Ophthalmol*. 2001;119(10):1417–1436. doi:10.1001/archopht.119.10.1417.
71. Butler ETS, Arnold-Vangsted A, Schou MG, Anguita R, Bjerager J, Borrelli E, et al. Comparative efficacy of intravitreal anti-VEGF therapy for neovascular age-related macular degeneration: A systematic review with network meta-analysis. *Acta Ophthalmologica*. John Wiley and Sons Inc; 2025. p. 741–63. doi:10.1111/aos.17506
72. Lim JI, Ko S, McAllister M, Faux N, Bawa K, Mearns E, et al. Systematic review of clinical practice guidelines for the management of neovascular age-related macular degeneration. *Eye* (Basingstoke). 2025 Aug 1;39(11):2223–30. doi:10.1038/s41433-025-03829-8 PubMed PMID: 40374931.
73. Berni A, Coletto A, Li J, Shen M, Bandello F, Reibaldi M, et al. Macular Atrophy in Neovascular Age-related Macular Degeneration: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology Retina.* Elsevier Inc.; 2025. p. 625–44. doi:10.1016/j.oret.2025.01.011 PubMed PMID: 39842718.
74. Sarvepalli SM, Kapoor I, Sarici K, Garg SJ, Hadziahmetovic M. Evaluating photodynamic therapy as an adjuvant treatment for neovascular AMD: A comprehensive meta-analysis. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology.* 2025 Mar 1;14(2). doi:10.1016/j.apjo.2025.100173 PubMed PMID: 40037467.
75. Dehghan S, Mirshahi R, Shoae-Hassani A, Naseripour M. Human-induced pluripotent stem cells-derived retinal pigmented epithelium, a new horizon for cells-based therapies for age-related macular degeneration. *Stem Cell Research and Therapy*. BioMed Central Ltd; 2022. doi:10.1186/s13287-022-02894-0 PubMed PMID: 35619143.
76. Rosenfeld PJ, Dugel PU, Holz FG, Heier JS, Pearlman JA, Novack RL, et al. Emixustat Hydrochloride for Geographic Atrophy Secondary to Age-Related Macular Degeneration: A Randomized Clinical Trial. *Ophthalmology*. 2018 Oct 1;125(10):1556–67. doi:10.1016/j.ophtha.2018.03.059 PubMed PMID: 29716784.
77. Mata NL, Lichter JB, Vogel R, Han Y, Bui TV, Singerman LJ. Investigation of oral fenretinide for treatment of geographic atrophy in age-related macular degeneration. *Retina*. 2013;33(3):498–507. doi:10.1097/IAE.0b013e318265801d
78. Alkeus Pharmaceuticals. A phase 2/3 multicenter, randomized, double-masked, placebo-controlled study to investigate the safety, pharmacokinetics, tolerability, and efficacy of ALK-

001 in geographic atrophy secondary to age-related macular degeneration (SAGA) [Internet]. ClinicalTrials.gov. Identifier: NCT03845582. Updated 2024 Sep 24 [cited 2026 Jan 25]. Available from: https://clinicaltrials.gov/study/NCT03845582

79. Guymer RH, Blair JPM, De Zanet S, Apostolopoulos S, Ciller C, Wu Z. Effect of Subthreshold Nanosecond Laser on Loss of OCT Outer Retinal Bands in Age-Related Macular Degeneration: A LEAD Study Report. *Ophthalmology Science*. 2025 Nov 1;5(6). doi:10.1016/j.xops.2025.100839

80. Jobling AI, Findlay Q, Greferath U, Vessey KA, Gunnam S, Morrison V, et al. Nanosecond laser induces proliferation and improved cellular health within the retinal pigment epithelium. *Front Med* (Lausanne). 2025;12. doi:10.3389/fmed.2025.1516900

81. Chen KY, Lee HK, Chan HC, Chan CM. Is Multiwavelength Photobiomodulation Effective and Safe for Age-Related Macular Degeneration? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ophthalmol Ther*. 2025 May 1;14(5):969–87. doi:10.1007/s40123-025-01119-w

82. Boyer D, Hu A, Warrow D, Xavier S, Gonzalez V, Lad E, et al. LIGHTSITE III: 13-month efficacy and safety evaluation of multiwavelength photobiomodulation in nonexudative (dry) age-related macular degeneration using the Lumithera Valeda Light Delivery System. *Retina*. 2024;44(3):487–497. doi:10.1097/IAE.0000000000003980

83. Zhang K, Hopkins JJ, Heier JS, Birch DG, Halperin LS, Albini TA, et al. Ciliary neurotrophic factor delivered by encapsulated cell intraocular implants for treatment of geographic atrophy in age-related macular degeneration. *Proc Natl Acad Sc*i U S A. 2011 Apr 12;108(15):6241–5. doi:10.1073/pnas.1018987108

84. Freeman WR, Bandello F, Souied E, Guymer RH, Garg SJ, Chen FK, et al. Randomized Phase IIb Study of Brimonidine Drug Delivery System Generation 2 for Geographic Atrophy in Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmol Retina*. 2023 Jul 1;7(7):573–85. doi:10.1016/j.oret.2023.03.001 PubMed PMID: 36906177.

85. Novartis Pharmaceuticals. A long-term follow-up study of participants who were treated with GT005 (ORACLE) [Internet]. ClinicalTrials.gov. Identifier: NCT05481827. Updated 2024 Sep 18 [cited 2026 Jan 25]. Available from: https://clinicaltrials.gov/study/NCT05481827

86. Campochiaro PA, Avery R, Brown DM, Heier JS, Ho AC, Huddleston SM, et al. Gene therapy for neovascular age-related macular degeneration by subretinal delivery of RGX-314: a phase 1/2a dose-escalation study. *The Lancet*. 2024 Apr 20;403(10436):1563–73. doi:10.1016/S0140-6736(24)00310-6 PubMed PMID: 38554726.

87. Grzybowski A, Wang J, Mao F, Wang D, Wang N. Intraocular vision-improving devices in age-related macular degeneration. *Ann Transl Med*. 2020 Nov;8(22):1549–1549. doi:10.21037/atm-20-5851

88. Orzalesi N, Pierrottet CO, Zenoni S, Savaresi C. The IOL-Vip System. A Double Intraocular Lens Implant for Visual Rehabilitation of Patients with Macular Disease. *Ophthalmology*. 2007;114(5). doi:10.1016/j.ophtha.2007.01.005 PubMed PMID: 17467525.

89. Dag MY, Afrashi F, Nalcaci S, Mentes J, Akkin C. The efficacy of "IOL-Vip Revolution" telescopic intraocular lens in age-related macular degeneration cases with senile cataract. *Eur J Ophthalmol*. 2019 Nov 1;29(6):615–20. doi:10.1177/1120672118803831 PubMed PMID: 30280594.

90. Borkenstein AF, Borkenstein EM, Augustin AJ. Implantable vision-enhancing devices and postoperative rehabilitation in advanced age-related macular degeneration. *Eye* (Basingstoke). Springer Nature; 2023. p. 597–606. doi:10.1038/s41433-022-02179-z PubMed PMID: 35869389.

91. Gupta A, Lam J, Custis P, Munz S, Fong D, Koster M. Implantable miniature telescope (IMT) for vision loss due to end-stage age-related macular degeneration. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;5(5):CD011140. doi:10.1002/14651858.CD011140.pub2

92. Lane SS, Kuppermann BD, Fine IH, Hamill MB, Gordon JF, Chuck RS, et al. A prospective multicenter clinical trial to evaluate the safety and effectiveness of the implantable miniature telescope. *Am J Ophthalmol*. 2004;137(6):993–1001. doi:10.1016/j.ajo.2004.01.030 PubMed PMID: 15183782.

93. Hudson HL, Lane SS, Heier JS, Stulting RD, Singerman L, Lichter PR, et al. Implantable Miniature Telescope for the Treatment of Visual Acuity Loss Resulting from End-Stage Age-Related Macular Degeneration: 1-Year Results. *Ophthalmology*. 2006 Nov;113(11):1987–2001. doi:10.1016/j.ophtha.2006.07.010 PubMed PMID: 16989902.

94. Hudson HL, Stulting RD, Heier JS, Lane SS, Chang DF, Singerman LJ, et al. Implantable Telescope for End-Stage Age-related Macular Degeneration: Long-term Visual Acuity and Safety Outcomes. *Am J Ophthalmol*. 2008;146(5). doi:10.1016/j.ajo.2008.07.003 PubMed PMID: 18760765.

95. Boyer D, Bailey Freund K, Regillo C, Levy MH, Garg S. Long-term (60-month) results for the implantable miniature telescope: Efficacy and safety outcomes stratified by age in patients with end-stage age-related macular degeneration. *Clinical Ophthalmology*. 2015 Jun 17;9:1099–107. doi:10.2147/OPTH.S86208

96. Agarwal A, Lipshitz I, Jacob S, Lamba M, Tiwari R, Kumar DA, et al. Mirror telescopic intraocular lens for age-related macular degeneration. Design and preliminary clinical results of the Lipshitz macular implant. *J Cataract Refract Surg*. 2008 Jan;34(1):87–94. doi:10.1016/j.jcrs.2007.08.031 PubMed PMID: 18165087.

97. Grzybowski A, Wasinska-Borowiec W, Alio JL, Amat-Peral P, Tabernero J. Intraocular lenses in age-related macular degeneration. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. Springer Verlag; 2017. p. 1687–96. doi:10.1007/s00417-017-3740-8 PubMed PMID: 28741158.

98. Srinivasan S. Implantation of Scharioth macula lens in patients with age-related macular degeneration: Results of a prospective European multicentre clinical trial. *BMJ Open Ophthalmol*. 2019 Jul 1;4(1). doi:10.1136/bmjophth-2019-000322 PubMed PMID: 31355343.

99. Scharioth GB. New add-on intraocular lens for patients with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg.* 2015 Aug 1;41(8):1559–63. doi:10.1016/j.jcrs.2015.07.018 PubMed PMID: 26432110.

100. Qureshi MA, Robbie SJ, Hengerer FH, Auffarth GU, Conrad-Hengerer I, Artal P. Consecutive case series of 244 age-related macular degeneration patients undergoing implantation with an extended macular vision IOL. *Eur J Ophthalmol.* 2018 Mar 1;28(2):198–203. doi:10.5301/ejo.5001052 PubMed PMID: 28983894.

101. Muqit MMK, Le Mer Y, Olmos de Koo L, Holz FG, Sahel JA, Palanker D. Prosthetic Visual Acuity with the PRIMA Subretinal Microchip in Patients with Atrophic Age-Related Macular Degeneration at 4 Years Follow-up. *Ophthalmology Science*. 2024 Sep 1;4(5). doi:10.1016/j.xops.2024.100510

102. Palanker D, Le Mer Y, Mohand-Said S, Sahel JA. Simultaneous perception of prosthetic and natural vision in AMD patients. *Nat Commun.* 2022 Dec 1;13(1). doi:10.1038/s41467-022-28125-x PubMed PMID: 35082313.

103. Borkenstein AF, Borkenstein EM. Four Years of Observation to Evaluate Autonomy and Quality of Life after Implantation of a High-Add Intraocular Lens in Age-Related Macular Degeneration Patients. *Case Rep Ophthalmol.* 2020;11(2):448–56. doi:10.1159/000508914

104. Eter N, Behr O. Scleral fixation of the Smaller-Incision New Generation Implantable Miniature Telescope (SING IMT^{TM}). *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2024. p. 1953–4. doi:10.1007/s00417-024-06444-7 PubMed PMID: 38526772.

105. Adamo GG, Pellegrini M, Nasini F, Talli PM, Sarti L, Perri P, et al. Anatomical and functional results of patients with late-stage age-related macular degeneration 6 months after smaller-incision new-generation implantable miniature telescope (SING IMT^{TM}) implantation. *Eye* (Basingstoke). 2025 Feb 1;39(3):544–7. doi:10.1038/s41433-025-03598-4 PubMed PMID: 39805963.

106. Hammer M, Schickhardt S, Zhang L, Munro D, Yildirim TM, Auffarth GU. Capsule dynamics, implantation, and explantation of the smaller incision, new-generation implantable miniature telescope: a Miyake-Apple study. *Retina*. 2023;43(12):2183–2188. doi:10.1097/IAE.0000000000003816

107. Landini L, Boscia G, Vidal-Aroca F, Niro A, Pastore V, Piepoli M, et al. Multifocal Electroretinography Changes in Patients with Late-Stage Age-Related Macular Degeneration (AMD) After Smaller-Incision New-Generation Implantable Miniature Telescope (SING IMT): A Case Series. *J Pers Med.* 2024 Dec 1;14(12). doi:10.3390/jpm14121119

108. Nepita I, Raimondi R, Piazza S, Diaspro A, Vidal-Aroca F, Surdo S, et al. Optical-Quality Assessment of a Miniaturized Intraocular Telescope. *J Clin Med.* 2023 May 1;12(10). doi:10.3390/jcm12103375 PubMed PMID: 37240481.

109. Wolffsohn JS, Cochrane AL. Design of the low vision quality-of-life questionnaire (LVQOL) and measuring the outcome of low-vision rehabilitation. *Am J Ophthalmol*. 2000;130(6):793–802. doi:10.1016/s0002-9394(00)00610-3

110. Idil A, Özen M, Atak N, Elhan A, Pehlivan S. Az görme yaşam kalitesi ölçeğinin (LVQOL) Türkçe geçerlilik çalışması. *MN Oftalmoloji*. 2011;18:246–253.

111. Idil ŞA, Çalişkan D, Idil NB. Development and validation of the Turkish version of the MNREAD visual acuity charts. *Turk J Med Sci*. 2011;41(4):565–70. doi:10.3906/sag-1008-1

112. Radner W. Reading charts in ophthalmology. *Graefe's Archive for Clinical and Experimen*tal Ophthalmology. Springer Verlag; 2017. p. 1465–82. doi:10.1007/s00417-017-3659-0 PubMed PMID: 28411305.

113. Altınbay D, Şahlı E, İdil ŞA. Comparison of Reading Test Parameters from the Print and Tablet Application Forms of the Minnesota Low Vision Reading Test. *Turk J Ophthalmol*. 2022 Jun 1;52(3):186–92. doi:10.4274/tjo.galenos.2021.33581 PubMed PMID: 35770299.

114. Calabrèse A, Owsley C, McGwin G, Legge GE. Development of a reading accessibility index using the MNREAD acuity chart. *JAMA Ophthalmol*. 2016 Apr 1;134(4):398–405. doi:10.1001/jamaophthalmol.2015.6097 PubMed PMID: 26868760.

115. Mastropasqua R, Gironi M, D'Aloisio R, Pastore V, Boscia G, Vecchiarino L, et al. Intraoperative Iridectomy in Femto-Laser Assisted Smaller-Incision New Generation Implantable Miniature Telescope. *J Clin Med.* 2024 Jan 1;13(1). doi:10.3390/jcm13010076

116. Legge GE, Chung STL. Low Vision and Plasticity: Implications for Rehabilitation. *Annual review of vision science*. 2016. p. 321–43. doi:10.1146/annurev-vision-111815-114344 PubMed PMID: 28532346.

117. Tarita-Nistor L, Brent MH, Steinbach MJ, Markowitz SN, González EG. Reading training with threshold stimuli in people with central vision loss: a feasibility study. *Optom Vis Sci*. 2014;91(1):86–96. doi:10.1097/OPX.0000000000000108

118. Stephenson KAJ, Meynet G, Aharoni E, Keegan DJ. Retinal imaging via the implantable miniature telescope. *BMJ Case Reports*. BMJ Publishing Group; 2021. doi:10.1136/bcr-2021-243242 PubMed PMID: 34321264.

119. Savastano A, D'Onofrio NC, Francione G, Sasso P, Hu L, Rizzo S. SING IMT in pseudophakic eyes: Results of the first experiences. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2024 Dec 1;36. doi:10.1016/j.ajoc.2024.102119

120. Savastano A, D'Onofrio NC, Francione G, Sasso P, Hu L, Rizzo S. SING-IMT removal for unsatisfied patients: step-by-step surgery for a safe explant. *Retina.* 2025;45(4):798–800. doi:10.1097/IAE.0000000000004209

121. Pellegrini M, Adamo GG, Cartabellotta A, Talli PM, Crisafulli S, Parmeggiani F, et al. Add-on implantation of the smaller-incision new generation implantable miniature telescope (SING IMT™) in pseudophakic eyes. *Int J Retina Vitreous.* 2026 Dec 1;12(1). doi:10.1186/s40942-025-00797-9

122. Romano MR, Sorrentino T, Allegrini D, Tripepi D, Stradiotto E, Raimondi R. Small-Incision new generation implantable miniature telescope surgical technique and patient outcomes. *Eur J Ophthalmol*. 2024 May 1;34(3):888–92. doi:10.1177/11206721241236515 PubMed PMID: 38409807.

123. Colby KA, Chang DF, Stulting RD, Lane SS. Surgical placement of an optical prosthetic device for end-stage macular degeneration: the implantable miniature telescope. *Arch Ophthalmol*. 2007;125(8):1118–1121. doi:10.1001/archopht.125.8.1118

124. Primo SA. Implantable miniature telescope: lessons learned. *Optometry*. 2010;81(2):86–93. doi:10.1016/j.optm.2009.08.014

125. Savastano A, Sammarco LA, Francione G, Sasso P, Rizzo S. Scleral fixation of the smaller-incision new-generation implantable miniature telescope using Gore-Tex suture. *Retinal Cases & Brief Reports*. 2025;19(3):410–412. doi:10.1097/ICB.0000000000001572